

ISSN 2079-0333



Научный
журнал

**ВЕСТНИК
Камчатского
государственного
технического
университета**

Основан в 2002 г.

Bulletin of Kamchatka State Technical University

ВЫПУСК

22

2012

Петропавловск-Камчатский

**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)**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- | | |
|--|---|
| Исаков А.Я.
(главный редактор) | доктор технических наук, ректор Камчатского государственного технического университета |
| Клочкова Н.Г.
(научный редактор) | доктор биологических наук, проректор по научной работе Камчатского государственного технического университета |
| Ольхина О.В.
(ответственный секретарь) | заведующая издательством Камчатского государственного технического университета |
| Очеретяна С.О.
(технический секретарь) | младший научный сотрудник отдела науки и инноваций Камчатского государственного технического университета |
| Дьяков Ю.П. | доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела морских биологических ресурсов Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии |
| Ефимова М.В. | кандидат биологических наук, заведующая кафедрой технологии рыбных продуктов Камчатского государственного технического университета |
| Карпенко В.И. | доктор биологических наук, заведующий кафедрой водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета |
| Кочарян Ю.Г. | кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков Камчатского государственного технического университета |
| Лобков Е.Г. | доктор биологических наук, профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета |
| Мандрикова О.В. | доктор технических наук, профессор кафедры систем управления Камчатского государственного технического университета |
| Огий О.Г. | кандидат социологических наук, первый проректор Камчатского государственного технического университета |
| Свинцицкий А.А. | доктор экономических наук, заведующий кафедрой бухгалтерского учета и финансов Камчатского государственного технического университета |
| Портнягин Н.Н. | доктор технических наук, профессор кафедры электро- и радиооборудования судов Камчатского государственного технического университета |
| Шевцов Б.М. | доктор технических наук, директор Института космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук |

Содержание

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Заляева Г.О., Четырин А.А. Сравнительный анализ энергоэффективности хлебопекарных печей	5
Каримов И.К., Раджабов С.С., Мирзаев О.Н., Даминов О.А. Распознающие операторы, основанные на принципе потенциалов, в условиях большой размерности признакового пространства.....	8
Кулинич Ал. И. Передача данных позиционирования судов в северных широтах с помощью спутниковых систем связи на круговых и эллиптических орбитах для решения задач мониторинга	14
Лебедева А.П., Русинов М.Н. Расчет аэрозольного транспорта для предприятия ИП Макаров	18
Мандрикова О.В., Глушкова Н.В. Метод анализа и заполнения пропусков во временных рядах критической частоты ионосферы с учетом их суточного и сезонного хода	22
Мандрикова О.В., Заляев Т.Л. Влияние сильных наземных возмущений энергии космических лучей на основе совмещения кратномасштабного анализа и нейронных сетей	26
Мандрикова О.В., Соловьев И.С. Метод оценки состояния магнитного поля Земли на основе многокомпонентной модели	31
Портнягин Н.Н., Марченко А.А. Моделирование процесса испытаний асинхронного электродвигателя	35
Потапов В.В., Мин Г.М., Горбач В.А. Исследование физико-химических характеристик твердых отложений коллоидного кремнезема в скважинах, теплооборудовании ГеоЭС	40
Пюкке Г.А. Аналитические методы формирования массива функций передачи многополюсных систем при решении задач технической диагностики.....	52

РАЗДЕЛ II. ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Афанасьева К.М. Исследование влияния структурорегулирующих добавок на структуру рыбных формованных изделий	61
Благонравова М.В., Теплюк К.В. Обоснование целесообразности разработки технологии производства палтуса холодного копчения с пролонгированным сроком годности	66
Веснина Л.В., Пермьякова Г.В. Биологические особенности рачка <i>Artemia</i> Leach, 1819 в озере Большое Яровое Алтайского края	70

Гудимов А.В.	
Поведение двустворчатых моллюсков Шпицбергена в контролируемых условиях	77
Очеретяна С.О.	
Влияние света и температуры на развитие в лабораторных условиях морской водоросли <i>Ulva fenestrata</i> (Chlorophyta, Ulvales)	82
Прикоки О.В.	
Особенности биологии и промысла минтая в прибрежных водах Магаданской области	86
Щепак Л.В., Журавлева Н.Г., Oddvar Ottesen	
Эффекты температуры и солености на оплодотворенную икру радужного губана (<i>Labrus bergylta</i>) при инкубировании	92

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

Клочков А.А.	
Оценка питания и здоровья студенческой молодежи Камчатки.....	98
Потапова Т.А.	
Совершенствование финансовой деятельности казенных учреждений как фактор повышения качества предоставления государственных и муниципальных услуг	105

РАЗДЕЛ IV. ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ, ИСТОРИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ

Иваненко Т.И.	
Кейс-метод как интенсивная образовательная технология в обучении иностранному языку (английский язык; технический вуз)	111
Попова И.Д.	
Критерии отбора текстов при обучении иностранному языку студентов неязыковых специальностей	113
Правила для авторов	117
Авторский указатель статей, опубликованных в журнале «Вестник КамчатГТУ» в 2012 году (№ 19–22)	121
Список рецензентов статей, опубликованных в 2012 году	125

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 664.655.041

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПЕЧЕЙ

Г.О. Заляева, А.А. Четырин

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: tim.aka.geralt@mail.ru

Определены критерии оценки эффективности реконструкции существующих технологических линий; проведен анализ энергоэффективности пекарных печей; определены технико-экономические параметры пекарных печей, работающих с различными видами топлива.

Ключевые слова: пекарная печь, энергоэффективность, единицы условного топлива.

Comparative analysis of energy efficiency baking ovens. G.O. Zalyaeva, A.A. Chetirin (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

Criterion of efficiency estimation of existing technological lines reconstruction are defined. Analysis of energy efficiency of bakehouse ovens is carried out. Technical and economical parameters of bakehouse ovens using different kinds of fuel are estimated.

Key words: bakingoven, energy efficiency, units of equivalent fuel.

Реконструкция существующих пищевых предприятий за счет установки в линию новых современных машин, обладающих лучшими технико-экономическими показателями, позволяет небольшим предприятиям при минимальных затратах существенно повысить качество выпускаемой продукции и остаться конкурентоспособными. В условиях Камчатского края большую долю в себестоимости продукции занимают затраты на электроэнергию, поэтому выбор оборудования по этому критерию является целесообразным и обоснованным.

При проведении реконструкции технологической линии по производству хлеба на производственном объединении «Елизовский хлебокомбинат» была поставлена задача замены установленной на предприятии хлебопекарной печи, работающей на твердом топливе (угле) на хлебопекарную печь с другими видами топлива.

Производственное объединение «Елизовский хлебокомбинат» расположен в центре г. Елизово Камчатского края, обладает незначительной площадью производственных помещений, именно поэтому габариты устанавливаемого оборудования также должны быть учтены.

Для решения поставленной задачи были рассмотрены следующие печи:

- печь РОТОР-АГРО 202Э с электрообогревом;
- печь «Поиск 240/02» (комбинированная), работающая на трех видах топлива (газ, дизельное топливо и электричество);
- печь ТФЛ 2–66 (работающая на твердом топливе).

Все рассмотренное оборудование российского производства, и стоимость его незначительна по сравнению с зарубежными аналогами

Для определения основных технико-экономических показателей печей и проведения сравнительного анализа произведен расчет расхода тепла в пекарной камере и коэффициент полезного действия.

1. Определение часового расхода тепла в пекарной камере (при выпечке пшеничного хлеба массой 0,5 кг):

1.1. Теоретический расход тепла на выпечку (без учета потерь) определяется по формуле (1):

$$q_1 = \omega(i_1 - i_2) + q_1 c_1 (T_1 - T_2) + (q_2 c_2 + W c_3)(T_3 - T_2), \quad (1)$$

где ω – упек по отношению к горячей продукции; i_1 – теплосодержание перегретого пара при $T_{п.к} = 180^\circ\text{C}$ и атмосферном давлении 100 кПа; i_2 – теплосодержание воды в тесте, Дж/кг [2]; q_1 – содержание корки в хлебе; c_1 – удельная теплоемкость сухого вещества мякиша, Дж/(кг · К);

c_2 – удельная теплоемкость корки, Дж/(кг · К); T_1 – температура корки, °С; T_2 – температура теста, °С; T_3 – средняя температура мякиша, °С; q_2 – содержание сухого вещества мякиша в 1 кг горячего хлеба, определяемое по формуле (2):

$$q_2 = 1 - (W + q_1), \quad (2)$$

где W – влажность хлеба в горячем состоянии; c_3 – теплоемкость влаги в изделии, Дж/(кг · К).

Подставив соответствующие параметры в формулу (1), определяем теоретический расход тепла на выпечку (без учета потерь) для рассматриваемых печей.

1.2. Определение потерь тепла в хлебе:

а) потери тепла на перегрев пара, подаваемого в пекарную камеру для увлажнения пшеничных тестовых заготовок:

$$q_2 = D(i_1 + i_3), \quad (3)$$

где D – количество насыщенного пара, поступающего в пекарную камеру, на 1 кг горячей продукции; i_3 – теплосодержание насыщенного пара.

Подставив найденные параметры в формулу (3), определяем потери тепла на перегрев пара для рассматриваемых печей;

б) потери тепла на нагрев вентиляционного воздуха:

$$q_3 = [(w + D) \div (x_1 - x_2)] c_4 (T_{п.к} - T_в), \quad (4)$$

где x_1 – влагосодержание выходящего из пекарной камеры воздуха; x_2 – влагосодержание входящего в пекарную камеру воздуха; c_4 – теплоемкость воздуха, Дж/(кг · К) [5]; $T_в$ – температура воздуха, входящего в пекарную камеру из цеха;

в) потери тепла с выносными устройствами $q_4 = 0$;

г) потери тепла в окружающую среду через ограждения пекарной камеры:

$$q_5 = k F_{ст} (T'_{п.к} - T_в) \div \Pi, \quad (5)$$

где k – общий коэффициент теплопередачи через стенку от среды пекарной камеры к окружающему воздуху, определяемый по формуле (6):

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (6)$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи от наружной стенки печи к окружающему воздуху; α_2 – коэффициент теплоотдачи от среды пекарной камеры к внутренней стенке пекарной камеры;

$\sum \frac{\delta}{\lambda}$ суммарное термическое сопротивление, определяемое в соответствии с формулой (7):

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}, \quad (7)$$

где δ_1 – толщина стенки печи; λ_1 – коэффициент теплопроводности стенки печи; δ_2 – толщина теплоизоляционного слоя; λ_2 – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя; $F_{ст}$ – площадь стен, ограждающих пекарную камеру; $T_{п.к}$ – температура среды пекарной камеры, °С; $T_в$ – температура окружающего воздуха, °С; Π – производительность печи, кг/с.

Исходя из конструктивных особенностей, для рассматриваемой печи РОТОР-АГРО 202Э возможна различная производительность (в зависимости от количества загружаемых в печь булок хлеба), поэтому расчет параметра q_5 производится на несколько вариантов.

Определяем потери тепла в окружающую среду через ограждения пекарной камеры q_5 по формуле (5) для рассматриваемых вариантов печей;

д) потери тепла излучением через отверстия пекарной камеры:

$$q_6 = 12,5 \cdot 10^3 \quad [2]. \quad (8)$$

Для конвейерных печей, работающих непрерывно, $q_7 = 0$.

Подставив параметры, найденные по формулам (1)–(5) и (8), определяем суммарные потери тепла в пекарной печи $q_{п.к}$:

$$q_{п.к} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6. \quad (9)$$

2. Определение коэффициента полезного действия хлебопекарной печи (с учетом производительности):

$$\eta_{п.к} = \frac{q_1}{q_{п.к}} 100\%. \quad (10)$$

Определенные по формулам (8) и (9) параметры приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики	Сравнительные характеристики хлебопекарных печей		
	РОТОР-АГРО 202Э	«Поиск 240/02»	ТФЛ–2–66
Часовой расход тепла в пекарной камере (Дж/кг)	$q_{п.к} = 619,8 \cdot 10^3$	Для 240 булок /ч: $q_{п.к} = 847,5 \cdot 10^3$ Для 360 булок /ч: $q_{п.к} = 710,9 \cdot 10^3$ Для 180 булок /ч: $q_{п.к} = 915,8 \cdot 10^3$	$q_{п.к} = 762,1 \cdot 10^3$
Определение КПД	$\eta_{п.к} = 58,7\%$	Для 240 булок /ч: $\eta_{п.к} = 42,9\%$ Для 360 булок /ч: $\eta_{п.к} = 51,2\%$ Для 180 булок /ч: $\eta_{п.к} = 39,7\%$	$\eta_{п.к} = 47,7\%$
Производительность хлебопекарной печи	$\Pi = 0,09$ кг/с	Для 240 булок /ч: $\Pi = 0,03$ кг/с Для 360 булок /ч: $\Pi = 0,05$ кг/с Для 180 булок /ч: $\Pi = 0,025$ кг/с	$\eta_{п.к} = 47,7\%$

С учетом параметров, приведенных в табл. 1, определяются суммарные энергозатраты различных печей (с учетом производительности печей и стоимости единицы условного топлива).

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Марка печи	Сравнительная характеристика энергозатрат в стоимостном выражении (тыс. руб.)		
	За смену	За месяц	За год
РОТОР-АГРО 202Э (с электрообогревом)	9,653	289,604	3475,256
«Поиск 240/02» (комбинированная):			
Для 240 булок/ч	2,808	84,240	1010,880
Для 360 булок/ч	4,179	122,850	1474,200
Для 180 булок/ч	3,159	94,779	1137,356
Печь ТФЛ 2–66 (на твердом топливе)	11,291	338,745	4064,946

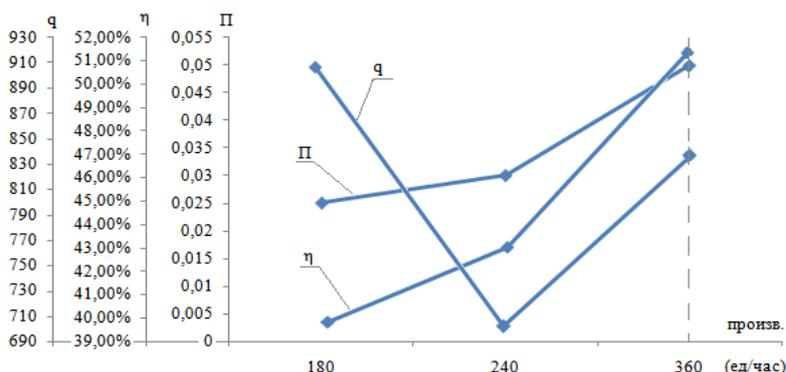


График изменения технических характеристик печи «Поиск 240/02» при различных загрузках

рекомендуется установить печь с комбинированным обогревом («Поиск 240/02») как обладающую при наибольшей производительности самым высоким КПД и оптимальной энергоэффективностью, работающую при загрузке от 240 до 360 булок/ч.

Печь «Поиск 240/02», работающая на комбинированном топливе, выпускается с различными вариантами загрузки (240 булок/ч; 360 булок/ч и 180 булок/ч). Из рисунка видно, что оптимальными показателями по энергоэффективности является работа печи при загрузке от 240 до 360 булок/ч.

Вывод. На основании произведенных расчетов для установки на предприятии

Литература

1. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов. Под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.

2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
3. Калачев М.В. Малые предприятия для производства хлебобулочных и макаронных изделий. – М.: Агропромиздат, 2008. – 285 с.
4. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование хлебозаводов и пути его совершенствования. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1982. – 208 с.
5. Хромеев В.М. Оборудование хлебопекарного производства. – М.: ИРПО; ПрофОбр-Издат, 2002. – 320 с.
6. Дистанционный консалтинг: [сайт]. – Режим доступа: www.dist-cons.ru.
7. Поставщик оборудования – заводы машиностроения: [сайт]. – Режим доступа: www.oborudunion.ru.
8. РосПромПортал: [сайт]. – Режим доступа: www.rospromportal.ru.

УДК 004.93

РАСПОЗНАЮЩИЕ ОПЕРАТОРЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ПРИНЦИПЕ ПОТЕНЦИАЛОВ, В УСЛОВИЯХ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ ПРИЗНАКОВОГО ПРОСТРАНСТВА

И.К. Каримов¹, С.С. Раджабов², О.Н. Мирзаев², О.А. Даминов²

¹Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

²Институт математики и информационных технологий АН РУз, Ташкент, 100125

e-mail: karimov_ik@kamchatgtu.ru

В статье рассмотрены вопросы, связанные с построением модели распознающих операторов в условиях большой размерности пространства признаков. В качестве исходной модели рассмотрена модель, основанная на принципе потенциалов. Основным отличием предложенной модели является использование пороговой функции различия между объектом распознавания и классом при построении функции близости на базе потенциальных функций. Приведены результаты экспериментальных исследований по оценке работоспособности рассмотренных распознающих операторов. Предложенные операторы обеспечивают существенное уменьшение числа вычислительных операций при распознавании неизвестных объектов, что позволяет применить эти операторы при создании распознающих систем, работающих в режиме реального времени.

Ключевые слова: распознавание образов, модель распознающих операторов, принцип ближайшего соседа, зависимость признаков, репрезентативный признак.

Recognizing operators based on potential principle in the conditions of high dimensionality of tag space. I.K.Karimov¹, S.S.Radjabov², O.N. Mirzaev², O.A.Daminov² (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²Institute of Mathematics and Information Technology, Tashkent, 100125)

Problems of recognizing operators model development in the conditions of high dimensionality of tag space are considered. As the reference model we used the model based on potential principle. The main distinction of the offered model is the use of threshold difference between recognizing object and class while making proximity function based on potential function. Results of experiments according to functionality assessment of studied recognizing operators are presented. Proposed operators minimize computing operations while recognizing unknown objects. It allows to applying these operators in recognizing systems development working in real-time mode.

Key words: pattern recognition, pattern recognition model operators, the principle of the nearest neighbor, dependence symptoms, representative sign.

Введение

В настоящее время глубоко разработан и детально изучен ряд моделей алгоритмов распознавания [1–8], например, такие как модели, основанные на разделяющих функциях; модели, построенные на базе математической статистики и теории вероятности; модели, построенные на принципе потенциалов; модели, основанные на вычислении оценок. Однако анализ этих алгоритмов показывает, что в настоящее время главным образом разрабатываются алгоритмы распознавания, ориентированные на решение задач, где объекты описаны в пространстве независимых (или слабозависимых) признаков [9].

Большинство из рассмотренных в [1–8] алгоритмов распознавания при решении задачи распознавания в условиях большой размерности признакового пространства требует привлечения весьма значительных вычислительных мощностей, которые могут быть обеспечены только высокопроизводительной компьютерной техникой. Следовательно, остается недостаточно разработанным вопрос о практической применимости тех или иных алгоритмов распознавания для решения задач при реальных размерностях данных. В связи с этим вопросы разработки и исследования моделей алгоритмов распознавания, ориентированных на решение задач диагностики, прогнозирования и классификации объектов в условиях большой размерности признакового пространства, являются актуальными.

Цель данной работы состоит в построении модели распознающих операторов с учетом большой размерности признакового пространства. Для достижения поставленной цели разработана модель распознающих операторов, ключевым моментом которой является выделение набора репрезентативных признаков и построение модели взаимосвязанности. В качестве исходной модели выбрана модель распознающих операторов, основанных на принципе потенциалов [1, 2, 4, 7]. Отличительной особенностью предлагаемой модели от существующих моделей распознающих операторов, основанных на принципе потенциалов, является построение пороговой функций различия.

Следует отметить, что при решении прикладных задач распознавания, где объекты заданы в пространстве признаков небольшой размерности, классические распознающие операторы, рассмотренные в [1, 4, 7], работают эффективнее, чем предлагаемый алгоритм. При этом число вычислительных операций в процессе распознавания предлагаемым алгоритмом существенно увеличивается. Это объясняется тем, что в подобной ситуации большинство признаков связано между собой достаточно слабо, что не позволяет построить простой распознающий оператор. Однако в случае большой размерности признакового пространства данный алгоритм работает эффективнее, чем исходный. Таким образом, имеющаяся априорная информация о рассматриваемой задаче позволяет для ее решения выбрать эффективную модель распознающих операторов.

Основные понятия и обозначения

Опираясь на [2, 4], введем некоторые понятия и обозначения. Рассмотрим множество допустимых объектов \mathfrak{Z} , которое покрыто l подмножествами (классами) K_1, K_2, \dots, K_l :

$$\mathfrak{Z} = \bigcup_{j=1}^l K_j, \quad K_i \cap K_j = \emptyset, \quad i \neq j, \quad i, j \in \{1, \dots, l\}. \quad (1)$$

Предполагается, что разбиение (1) определено не полностью, а дана только некоторая начальная информация J_0 о классах K_1, K_2, \dots, K_l . Для уточнения понятия начальной информации выделим m объектов из \mathfrak{Z} : $S_1, \dots, S_i, \dots, S_m$ ($\forall S_i \in \mathfrak{Z}, i = \overline{1, m}$). Каждому выделенному объекту в пространстве исходных признаков X ($X = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_n)$) соответствует n -мерный вектор признаков: $S_1 = (a_{11}, \dots, a_{1j}, \dots, a_{1n}), \dots, S_i = (a_{i1}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{in}), \dots, S_m = (a_{m1}, \dots, a_{mj}, \dots, a_{mn})$. Далее введем следующие обозначения: $\tilde{S}^m = \{S_1, \dots, S_i, \dots, S_m\}$, $\tilde{K}_j = \tilde{S}^m \cap K_j$, $C\tilde{K}_j = \tilde{S}^m \setminus \tilde{K}_j$. Тогда начальную информацию J_0 можно задать как некоторое множество, элементы которого состоят из пары $\langle S_i, \alpha(S_i) \rangle$, где S_i – выделенный объект, $\alpha(S_i)$ – информационный вектор этого объекта:

$$J_0 = \{ \langle S_1; \tilde{\alpha}(S_1) \rangle, \dots, \langle S_i; \tilde{\alpha}(S_i) \rangle, \dots, \langle S_m; \tilde{\alpha}(S_m) \rangle \}; \quad (2)$$

$$\tilde{\alpha}(S_i) = (\alpha_{i1}, \dots, \alpha_{ij}, \dots, \alpha_{il});$$

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } S_i \in K_j; \\ 0, & \text{если } S_i \notin K_j. \end{cases}$$

Совокупность информационных векторов, соответствующих всем объектам \tilde{S}^m , образует информационную матрицу $\|\alpha_{ij}\|_{m \times l}$.

Постановка задачи

Пусть задан произвольный набор объектов \tilde{S}^q ($\tilde{S}^q = \{S'_1, \dots, S'_q\}$, $\tilde{S}^q \subset \mathfrak{S}$), описанных в пространстве исходных признаков X . Каждому объекту S'_u ($S'_u \in \tilde{S}^q$) в пространстве X соответствует описание (числовая характеристика) объекта $J(S) = (a_1, \dots, a_i, \dots, a_n)$. При этом размерность пространства исходных признаков n достаточно большая. В этих условиях большинство признаков взаимосвязано, что затрудняет использование многих алгоритмов распознавания [9]. Задача состоит в построении такого алгоритма A , который по начальной информации (2) вычисляет значения предиката $P_j(S'_i)$ ($P_j(S'_i) = "S'_i \in K_j"$). Другими словами, искомый алгоритм A переводит набор (J_0, \tilde{S}^q) в матрицу $\|\beta_{ij}\|_{q \times l}$ ($\beta_{ij} = P_j(S'_i)$): $A(J_0, \tilde{S}^q) = \|\beta_{ij}\|_{q \times l}$. Здесь β_{ij} ($\beta_{ij} \in \{0, 1, \Delta\}$) интерпретируется следующим образом. Если $\beta_{ij} = \Delta$, то считается, что алгоритм A не смог вычислить значение предиката $P_j(S'_i)$. Если же $\beta_{ij} \in \{0, 1\}$, то β_{ij} есть значение предиката $P_j(S'_i)$, вычисленное алгоритмом A для объекта S'_i по заданным его числовым характеристикам.

В работе [2] доказано, что произвольный алгоритм распознавания можно представить как последовательное выполнение операторов B (распознающий оператор) и C (решающее правило):

$$A = B \circ C,$$

$$B(J_0, \tilde{S}^q) = \|b_{ij}\|_{q \times l}, \quad C(\|b_{ij}\|_{q \times l}) = \|\beta_{ij}\|_{q \times l}, \quad \beta_{ij} \in \{0, 1, \Delta\}.$$

Из этого следует, что каждый алгоритм A можно разделить на два последовательных этапа. На первом этапе распознающий оператор B на основе начальной информации J_0 переводит объекты контрольной выборки \tilde{S}^q в числовую матрицу $\|b_{ij}\|$ размером $q \times l$ (q – число строк, равное числу объектов; l – число столбцов, равное числу классов). На втором этапе по полученной числовой матрице решающее правило C определяет принадлежность объектов S'_1, \dots, S'_q к классам K_1, \dots, K_l :

$$C(\|b_{ij}\|_{q \times l}) = \|\beta_{ij}\|_{q \times l}.$$

В этом случае решение принимается поэлементно:

$$\beta_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } b_{ij} < c_1, \\ 1, & \text{если } b_{ij} < c_2, \\ \Delta, & \text{если } c_1 \leq b_{ij} \leq c_2. \end{cases} \quad (3)$$

В литературе рассматриваются различные правила, однако, как показано в [2], можно ограничиться рассмотрением только правила (3).

Метод решения

В настоящей работе рассмотрен новый подход к решению задачи построения распознающих операторов с учетом особенности признакового пространства большой размерности. На базе этого подхода предложена модель распознающих операторов, основанных на принципе потенциалов. Основная идея предлагаемой модели состоит в формировании подмножеств сильно связанных признаков и распознавания объектов на основе оценки взаимосвязанности этих признаков [10]. Задание этих операторов включает следующие основные этапы:

1. *Выделение подмножеств сильно связанных признаков.* На этом этапе определяется система «независимых» подмножеств признаков, состав которой будет зависеть от параметра n' . Задавая различные целочисленные значения этому параметру, получим различные распознающие операторы. Значение параметра n' определяется на основе анализа исходных данных, а в некоторых случаях его можно задать априорно.

В зависимости от способа задания меры близости между подмножествами сильно связанных признаков (Ω_p и Ω_q) и функционала качества разделения можно получить разнообразные алгоритмы выделения независимых множеств сильно связанных признаков [11].

2. *Формирование набора репрезентативных признаков.* Основная идея выбора репрезентативных признаков заключается в их различии (несходстве) в формируемом наборе репрезентативных

признаков. В процессе формирования этого набора требуется, чтобы каждый выделенный признак был типичным представителем рассматриваемого подмножества сильносвязанных признаков. В результате выполнения данного этапа получаем сокращенное пространство признаков, размерность которого намного меньше исходного ($n' < n$). Далее сформированное пространство признаков обозначим через V ($V = (y_1, \dots, y_{n'})$).

3. *Определение моделей зависимости в каждом подмножестве признаков для класса K_j ($j = \overline{1, l}$).* Пусть x_i – произвольный признак, принадлежащий подмножеству Ω_q . Предполагается, что элементы Ω_q линейно упорядочены по индексу признаков (т. е. $x_i < x_j$, если $i < j$). Далее нулевым элементом (x_0) подмножества Ω_q примем y_q , остальные элементы обозначаются через x_i ($N_q = |\Omega_q|$; $i = 1, \dots, N_q - 1$). Тогда модель зависимости в Ω_q принимает вид [10]:

$$x_i = F(\bar{c}, y_q), \quad x_i \in \Omega_q \setminus y_q,$$

где \bar{c} – вектор неизвестных параметров; F – функция из некоторого заданного класса функций $\{F\}$.

Вычисленные значения вектора неизвестных параметров \bar{c} определяют модель зависимости в подмножестве признаков Ω_q для класса K_j ($j = \overline{1, l}$). В зависимости от задания параметрического вида $F(\bar{c}, x)$ и метода определения \bar{c} получаем разнообразные модели зависимости в подмножестве признаков Ω_q ($q = \overline{1, n'}$).

4. *Выделение предпочтительных моделей зависимости.* Пусть N_q – мощность подмножества сильносвязанных признаков Ω_q . Предполагается, что в Ω_q определено $(N_q - 1)$ моделей зависимости для объектов класса K_j :

$$x_i = F(\bar{c}, y_q), \quad x_i \in \Omega_q \setminus y_q, \quad i = \overline{1, (N_q - 1)},$$

где y_q – репрезентативный признак ($y_q \in \Omega_q$).

Введем следующие обозначения: $E_1 = J_0 \cap K_j$, $E_2 = J_0 \setminus E_1$. Поиск предпочтительной модели зависимости в Ω_q осуществляется на основе оценки доминантности рассматриваемых моделей для объектов, которые относятся к множеству J_0 :

$$T_i = \frac{L_2 \sum_{S \in E_2} (x_i - F_j(\bar{c}, y_q))^2}{L_1 \sum_{S \in E_1} (x_i - F_j(\bar{c}, y_q))^2}, \quad L_1 = |E_1|, \quad L_2 = |E_2|.$$

Чем больше величина T_i , тем больше отдается предпочтение i -й модели зависимости. Если несколько моделей получают одинаковое предпочтение, то выбирается любой из них.

В результате выполнения данного этапа определяется предпочтительная модель зависимости для подмножества признаков Ω_q , которая обозначается через $x_i = f_j(\bar{c}, y_q)$. Далее рассматриваются только эти модели зависимости.

5. *Определение элементарных пороговых правил принятия решений.* Сформулируем элементарные пороговые правила принятия решений. Они характеризуют допустимые отклонения в рассматриваемой модели зависимости. Рассмотрим l множеств объектов. Этим множествам соответствует таблица обучения T_{nml} [2, 3].

Обозначим через Ξ_q множество всех предпочтительных моделей зависимостей в подмножестве признаков Ω_q . На базе модели зависимости $x_i = f_j(\bar{c}, x_q)$ ($f_j(\bar{c}, x_q) \in \Xi_q$, $j = \overline{1, l}$) в Ω_q определим элементарные пороговые правила принятия решений δ_i ($i = \overline{1, N_q - 1}$) в виде:

$$\delta_i(K_j, S') = \begin{cases} 0, & \text{если } |a_i - f_j(\bar{c}, a'_q)| < \Delta_q; \\ 1, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

где a'_q – значение репрезентативного признака множества Ω_q ; a_i – значение i -го признака объекта S' ; Δ_q – заданный порог.

6. *Определение функции различия $d(K_j, S')$ между K_j и объектом S' по признакам, входящим в Ω_q .* На данном этапе задается функция различия, которая определяет степень отдаленности между объектом S' и классом. Функция различия $d(K_j, S')$ между классом K_j и объектом S' определяется одним из следующих способов:

а) функция различия между классом K_j и объектом S' задается в виде:

$$d(K_j, S') = \sum_{i=1}^{n'} \delta_i(K_j, S');$$

б) известно [3], что не все признаки, описывающие рассматриваемые объекты, одинаковы по важности при решении практических задач распознавания образов. Данное различие важности признаков учитывается введением нового параметра λ_i ($i = \overline{1, n'}$), который характеризует важность признака. В этом случае функция $d(K_j, S')$ определяется как

$$d(K_j, S') = \sum_{i=1}^{n'} \lambda_i \delta_i(K_j, S').$$

7. *Задание функции близости $U_j(S')$ между объектом S' и объектами класса K_j .* На этом этапе определяется степень близости объекта S' к классу K_j . При этом можно использовать потенциальные функции вида [7]

$$U_j(S') = \frac{1}{1 + \xi d(K_j, S')},$$

где ξ – параметр распознающего оператора.

8. *Вычисление оценки принадлежности объекта S' к классу K_j .* Пусть даны оценки близости объекта S' к классу K_j ($j = \overline{1, l}$): $U(K_1, S'), U(K_2, S'), \dots, U(K_l, S')$. Для вычисления оценки принадлежности объекта S' к классу K_j на этом этапе определяется как функция от оценки близости

$$\mu_j(S') = \gamma_j U(K_j, S') - \sum_{\substack{u=1 \\ u \neq j}}^l \gamma_u U(K_u, S'),$$

где γ_u – параметр распознающего оператора.

Таким образом, мы определили распознающие операторы $B(S')$, основанные на принципе потенциалов, в условиях большой размерности признакового пространства. При последовательном применении оператора $B(S')$ к объектам $S'_1, \dots, S'_i, \dots, S'_q$ получим матрицу $\|b_{ij}\|_{q \times l}$ ($b_{ij} = \mu_j(S'_i)$):

$$B(J_0, \tilde{S}^q) = \left\| \begin{array}{cccc} b_{11} & \dots & b_{1j} & \dots & b_{1l} \\ \dots & & \dots & & \dots \\ b_{i1} & \dots & b_{ij} & \dots & b_{il} \\ \dots & & \dots & & \dots \\ b_{q1} & \dots & b_{qj} & \dots & b_{ql} \end{array} \right\|.$$

Данный оператор может быть расширен на основе введения новых параметров или применения различных эвристических принципов, например, на основе потенциальных функций специального вида.

Экспериментальная часть. Для практического использования предложенной модели распознающих операторов разработана программа в среде Delphi. Ее работоспособность проверена при решении ряда практических задач из различных областей человеческой деятельности.

Сравнительный анализ классической модели распознающих операторов, основанных на принципе потенциалов, модели распознающих операторов, основанных на вычислении оценок, а также предлагаемой модели распознающих операторов для рассмотренных задач проведен по следующим критериям:

- точность распознавания объектов контрольной выборки;
- время, израсходованное алгоритмом на обучение;
- время, израсходованное алгоритмом на распознавание объектов из контрольной выборки.

Для вычисления этих критериев при решении прикладных задач разбиение произведено по стандартной методике перекрестной проверки [12]: генерируется 10 случайных разбиений выборки на 10 блоков примерно равной длины и равными долями классов, и каждый блок поочередно становится контрольной выборкой, остальные – обучающей. Точность распознавания и временные показатели определялись как средние. Эксперименты проводились на компьютере Pentium IV Dual Core 2,2 GHz с объемом оперативной памяти 1 Gb.

Результаты экспериментов представлены на рисунке, где задачами 1, 2, 3, 4 являются соответственно:

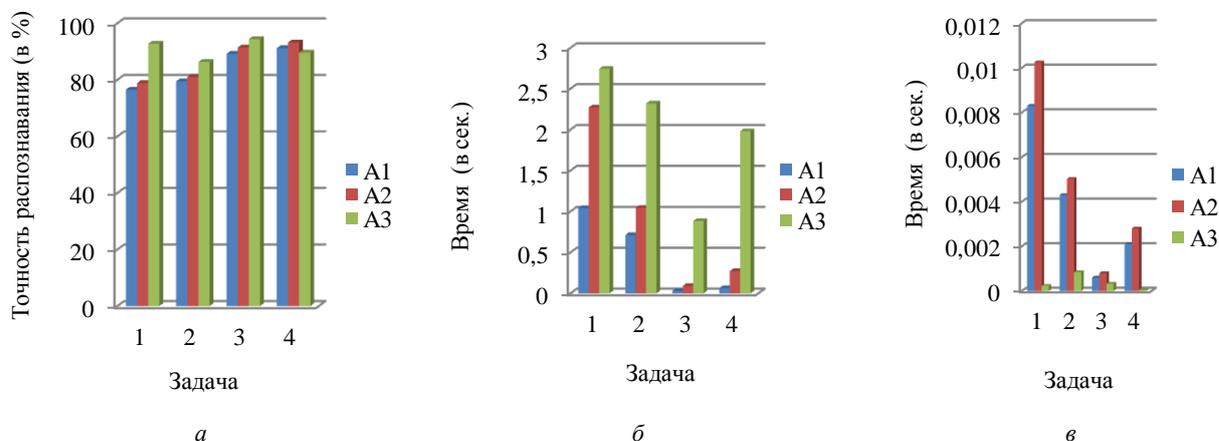
- модельная задача (число классов $l = 2$; число объектов $m = 400$; число признаков $n = 100$);
- задача идентификации личности по геометрическим признакам фотопортрета ($l = 5$; $m = 200$; $n = 153$);
- задача определения сорта вина ($l = 3$; $m = 178$; $n = 13$);
- задача диагностики рака груди ($l = 2$; $m = 684$; $n = 9$).

Алгоритмами распознавания A1, A2, A3 являются соответственно:

- алгоритмы, основанные на принципе потенциалов;
- алгоритмы вычисления оценок (АВО);
- модифицированные алгоритмы распознавания, основанные на принципе потенциалов (предлагаемая модель).

Сравнение результатов решения приведенных выше задач показывает, что при решении первых трех задач с использованием предлагаемой модели алгоритмов распознавания повысилась точность распознавания объектов контрольной выборки относительно традиционных алгоритмов A1 и A2. Данное обстоятельство связано с тем, что в этих задачах присутствует сильная взаимосвязь между признаками описания объектов, что позволяет построить эффективный алгоритм в рамках предлагаемой модели. В четвертой же задаче взаимосвязь между признаками несколько слаба, что повлекло за собой некоторое снижение точности распознавания алгоритма A3 относительно алгоритмов A1 и A2 (рис., а).

В предлагаемой модели для распознавания объекта используются только предпочтительные модели зависимости между признаками, что обусловило повышение скорости распознавания объектов во всех рассмотренных задачах (рис., в). Поэтому эту модель можно использовать при разработке систем распознавания, работающих в режиме реального времени. Вместе с тем необходимо отметить, что время, израсходованное на обучение алгоритма, увеличилось (рис., б), так как для построения эффективного алгоритма распознавания требуется оптимизировать большее число параметров, чем при использовании традиционной модели распознающих операторов, основанных на принципе потенциалов.



Результаты экспериментов: а – точность распознавания; б – время, израсходованное алгоритмом на обучение; в – время, израсходованное алгоритмом на распознавание

Заключение

Разработана модель распознающих операторов, основанных на принципе потенциалов, с учетом взаимосвязанности признаков. Основная идея этих операторов заключается в выявлении подмножеств взаимосвязанных признаков и выделении предпочтительной модели зависимости для каждого подмножества.

Применение разработанной модели позволяет улучшить точность распознавания и расширить область ее применения при решении прикладных задач. Данная модель распознающих операторов значительно снижает число вычислительных операций при распознавании неизвестного объекта и может быть использована при составлении различных программ, ориентированных на решение задач прогнозирования и классификации объектов, заданных в пространстве признаков большой размерности.

Литература

1. Айзерман М.А., Браверман Э.М., Розоноэр Л.И. Метод потенциальных функций в теории обучения машин. – М.: Наука, 1970. – 348 с.
2. Журавлев Ю.И. Избранные научные труды. – М.: Магистр, 1998. – 420 с.
3. Журавлев Ю.И., Камилов М.М., Туляганов Ш.Е. Алгоритмы вычисления оценок и их применение. – Ташкент: Фан, 1974. – 119 с.
4. Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. – М.: Фазис, 2006. – 159 с.
5. Камилов М.М., Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М. Алгоритмы распознавания, основанные на оценке взаимосвязанности признаков // Математические методы распознавания образов: Тез. докл. – М., 2007. – С. 140–143.
6. Лбов Г.С., Старцева Н.Г. Логические решающие функции и вопросы статистической устойчивости решений. – Новосибирск: Изд-во ИМ СО РАН, 1999. – 211 с.
7. Duda R.O., Hart P.E., Stork D.G. Pattern Classification, Second Edition. – New York: John Wiley, Inc., 2001. – 680 p.
8. Vapnik V. Statistical Learning Theory. – New York: John Wiley Sons, Inc., 1998. – 732 p.
9. Камилов М.М., Мирзаев Н.М., Раджабов С.С. Современное состояние вопросов построения моделей алгоритмов распознавания // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2009. – № 2. – С. 67–72.
10. Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Мирзаев О.Н. Об одной модели модифицированных алгоритмов распознавания типа потенциальных функций // Математические методы распознавания образов: Тез. докл. – М., 2009. – С. 200–203.
11. Камилов М.М., Мирзаев Н.М., Раджабов С.С. Определение параметров модели алгоритмов распознавания, основанных на оценке взаимосвязанности признаков // Тр. Всерос. конф. «Знания – Онтологии – Теории» ЗОНТ-09 / Ин-т матем. СО РАН. – Новосибирск, 2009. – Т. 1. – С. 35–41.
12. Kohavi R. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection // Proc. of the 14-th International Joint Conference on Artificial Intelligence. – San Mateo, 1995. – P. 1137–1145.

УДК 621.396.946

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СУДОВ В СЕВЕРНЫХ ШИРОТАХ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ НА КРУГОВЫХ И ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ОРБИТАХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА

Ал. И. Кулинич

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: hatremadn@bk.ru

Показано, что в связи с невозможностью передачи данных позиционирования с помощью спутниковой системы связи «Инмарсат» необходимо провести анализ возможности использования для целей мониторинга современных систем связи на круговых и эллиптических орбитах.

Ключевые слова: система «Инмарсат», судовая станция, терминал связи, спутниковая связь.

Data transmission of vessels positioning in northern latitudes by means of satellite communication systems in circular and elliptic orbits for the decision of monitoring problems. A.I. Kulinich (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

As it is impossible to transmit positioning data by means of satellite communication system INMARSAT it is necessary to make analysis to find out modern communication systems in circular and elliptic orbits with the view of monitoring.

Key words: system INMARSAT, ship station, terminal of communication, satellite communication.

В ближайшие годы ожидается рост интенсивности грузопассажирского, нефтеналивного судоходства в Арктике и на трассе СМП. Возрастет также добыча биоресурсов с помощью рыбопромысловых судов. Поэтому актуальной является задача расширения зоны мониторинга судов на широтах более 70° .

Задача расширения зоны мониторинга усложняется из-за невозможности работы спутниковой системы связи «Инмарсат» на широтах более 70° . Практика работы со спутниковыми системами показала, что надежный прием сигналов спутников возможен, если спутники видны под углом места не менее 10° . Геостационарные спутники «Инмарсат» на широте 70° видны под углом места 10° , поэтому во всех руководствах по эксплуатации системы «Инмарсат» рабочая зона ограничена широтой 70° . Судовая аппаратура «Инмарсат-С», «Инмарсат-D+» работает с ненаправленными антеннами, поэтому передача данных мониторинга на широтах более 70° не обеспечивается с требуемой надежностью.

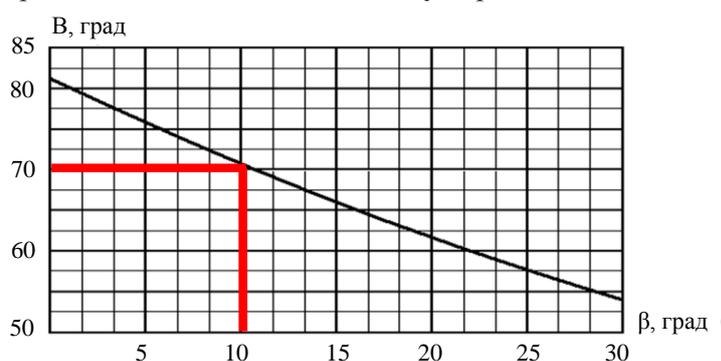


Рис. 1. Зависимость угла места спутника от широты

Спутниковые системы связи с круговыми орбитами подразделяются на среднеширотные, рабочая зона которых от 70° ю. ш. до 70° с. ш., и глобальные, рабочая зона которых охватывает весь земной шар. Необходимое количество спутников и углы наклона их орбит для среднеширотной спутниковой системы связи значительно меньше, чем для глобальной.

Низкоорбитальные спутниковые системы связи используют спутники, высота круговых орбит которых лежит в пределах 700–1500 км, высота круговых орбит спутников квазисреднеорбитальных систем расположена на высоте около 10 000 км, в два раза меньшей, чем у среднеорбитальных спутниковых радионавигационных систем.

Использование термина «квазисреднеорбитальный» связано с тем, что среднеорбитальными в радионавигации принято называть системы с высотой орбит спутников около 20 000 км. Поэтому для систем связи с высотой орбит спутников около 10 000 км применение данного термина оправдано [2].

Любая низкоорбитальная и квазисреднеорбитальная спутниковая система связи может быть преобразована в глобальную систему, если увеличить угол наклона орбит спутников, число орбит, число спутников на орбитах и число узловых станций. Для того чтобы спутниковая система связи с круговыми орбитами была глобальной низкоорбитальной системе необходимо не менее 48 спутников, а квазисреднеорбитальной – 10–12. Также отличается необходимое количество узловых станций: для низкоорбитальной системы – около 200, для квазисреднеорбитальной – 10–12. Однако анализ действующих спутниковых систем связи показывает, что многие из них не являются глобальными. Это связано с тем, что для уменьшения стоимости орбитальной группировки спутников в таких системах наклонение орбит спутников

печивается с требуемой надежностью. На рис. 1 показано, что широта 70° является предельной, на которой могут работать эти терминалы [1].

В связи с невозможностью передачи данных позиционирования с помощью спутниковой системы связи «Инмарсат» необходимо провести анализ возможности использования для целей мониторинга современных систем связи на круговых и эллиптических орбитах.

Спутниковые системы связи с

намеренно выбирается небольшим, в пределах $45\text{--}50^\circ$. Из-за малого угла наклона орбит рабочая зона таких систем ограничена по широте места, как правило, этой широтой является 70° .

Важной характеристикой спутниковых систем связи является непрерывность связи. Для систем, работающих в режиме телефонии, непрерывность связи обязательна. Для работы в режиме передачи данных и мониторинга непрерывность связи не обязательна. В таких системах можно уменьшать число орбит и число спутников на орбитах. Появляются промежутки времени, когда связь отсутствует. Сообщения, переданные с терминалов, поступают к получателю не в реальном масштабе времени, а с задержкой путем промежуточной записи на борту спутника.

Для увеличения пропускной способности спутниковых систем связи используется метод многостанционного доступа: TDMA, FDMA, CDMA. Высокая скорость передачи данных достигается с помощью фазированных антенных решеток или зеркальных антенн, установленных на спутниках. В подспутниковой зоне видимости формируется не одна, а несколько зон с высокими энергетическими характеристиками. Возрастает пропускная способность системы за счет пространственной избирательности в зональных лучах, так как передаваемые в этих лучах сигналы ортогональны и не мешают друг другу.

В системе с непрерывной связью запрос данных мониторинга может производиться из центра мониторинга в любое время, в системах с прерывной связью данные мониторинга передаются по расписанию.

Для обеспечения мониторинга в северных широтах могут рассматриваться следующие существующие и перспективные спутниковые системы связи:

- низкоорбитальные спутниковые системы связи с круговыми орбитами: «Иридиум», «Глобалстар», «Орбкомм», Teledesic, Celestri, «Сигнал», «Ростелесат-Н», «Гонец-Д1»;
- квазисреднеорбитальные спутниковые системы связи с круговыми орбитами: «Одиссей», ICO;
- спутниковые системы связи со спутниками на эллиптических орбитах: «Молния», «Меридиан», Ellipso.

Из общего числа рассмотренных спутниковых систем целесообразно использовать те системы, которые обеспечивают работу на широтах более 70° и в которых предусмотрена служба «Опросный вызов и отчетные данные». В настоящее время системы «Гонец-Д1», «Орбкомм» способны работать в режиме «Опросный вызов и отчетные данные».

Спутниковая низкоорбитальная система связи и мониторинга «Гонец-Д1» создается с 2004 г. по заказу Федерального космического агентства в рамках Федеральной космической программы России. Система предназначена для передачи данных и мониторинга судов, непрерывность связи не обеспечивается.

При полном развертывании орбитальной группировки она будет состоять из 24 спутников. На начальном этапе в состав орбитальной группировки системы входит девять спутников, размещенных на двух взаимоперпендикулярных круговых орбитах; на одной орбите размещено три спутника, на второй – шесть, высота орбит – 1500 км, наклонение орбит – $82,5^\circ$, период обращения спутников вокруг Земли – 115 мин [3].

Наземный комплекс системы состоит из центра управления системой (ЦУС) и трех региональных станций. ЦУС расположен в Москве, региональные станции: в Москве, в Железногорске Красноярского края и в Южно-Сахалинске.

Так как диаметр подспутниковой зоны видимости спутника при угле места $\beta = 5^\circ$ примерно равен радиусу Земли, то при расположении дополнительных региональных станций на побережье Северного Ледовитого океана рабочая зона системы будет перекрывать весь район Арктики.

В северных широтах более 70° для угла места 10° время ожидания связи с вероятностью 0,9 не превышает 28 мин и с вероятностью 0,7 – 9 мин [4]. При увеличении числа спутников в орбитальной группировке до 12 в северных широтах связь будет практически непрерывной.

При расположении абонентов (отправителя и получателя) в зоне обслуживания одной региональной станции время доставки информации составляет 1–2 мин.

Пропускная способность спутника – 15 Мбит/сут, скорость передачи информации – 2,7 Кбит/с, диапазон используемых частот в направлениях терминал – спутник и спутник – терминал – 200–300 МГц [5].

Система способна одновременно обслуживать 4000–10 000 абонентов.

Для разных видов объектов разработана одна модификация приемо-передатчика, несколько модификаций антенн, аппаратура поставляется с кабелями. На рис. 2 приведен судовый комплект аппаратуры спутниковой системы «Гонец-Д1».



Рис. 2. Состав судового комплекта аппаратуры спутниковой системы «Гонец-Д1»:
1 – приемо-передатчик; 2, 4, 5, 7 – кабели; 3 – антенна для подвижных и стационарных объектов; 6 – турникетная антенна; 8 – судовая антенна связи; 9 – судовая антенна связи с приемником GPS; 10 – блок питания

В орбитальной группировке спутников «Орбкомм» на четырех полярных орбитах расположено по одному спутнику, и с наклоном 45° на четырех орбитах расположено по восемь спутников.

«Орбкомм» обеспечивает определение местоположения судов как квазидоплеровским методом (погрешность местоположения составляет 375–1175 м), так и по сигналам GPS (погрешность местоположения ~ 10 м) [6].

Абонентская аппаратура работает на частотах:

- радионаправление «вверх»: 148–150 МГц;
- радионаправление «вниз»: 137–138 МГц.

Наземный сегмент «Орбкомм» состоит из узловых наземных станций (УНС) и центров управления системой (ЦУС). УНС предназначены для приема со спутников ретранслированных сообщений, переданных с абонентских терминалов, и для передачи их в ЦУС. Центр управления системой решает задачу маршрутизации сообщений и взаимодействия с сетями передачи данных. Такими сетями являются:

- телефонная сеть общего пользования (коммутируемые линии);
- выделенные некоммутируемые телефонные линии;
- каналы радиосвязи;
- сотовые сети различных стандартов;
- сеть Интернет, телекоммуникационная сеть X25 и др.

ЦУС выполняет также функцию расчета с абонентами, зарегистрированными на обслуживаемой территории.

УНС в России развернуты в Москве, Новосибирске, Хабаровске. Общее число УНС на территории России должно быть шесть. Все УНС работают автономно и не требуют обслуживания оперативным персоналом. ЦУС развернут в Москве.

Если терминал абонента и УНС находятся в зоне видимости спутника, то общее время доставки сообщения абоненту составляет 1–2 мин. На широте 50° средняя продолжительность сеанса связи составляет 10 мин, среднее время ожидания мало. На широтах более 50° перерывы между сеансами связи значительны. Наибольшее время ожидания наблюдается на широте 65° и составляет 81,9 мин. Это вызвано тем, что на этой широте абонент может работать только с од-

Разрабатывается второе поколение системы «Гонец-Д1М». В состав системы будут входить 18 спутников и 5–7 региональных станций. Система будет обеспечивать связью и мониторингом около 200 000 объектов. Пропускная способность системы «Гонец-Д1М» будет 4,86 Гбит/сут [5].

Спутниковая система «Орбкомм» (США, Канада) предназначена для двусторонней передачи данных, мониторинга судов, передачи сигналов тревоги, бедствия и безопасности, проведения поисковых и спасательных операций.

Система работает в режиме передачи данных, мониторинга, в режиме телефонии не работает.

При полном развертывании в космическую группировку системы входит 36 спутников. Высота круговых орбит спутников – 785 км, время оборота спутников вокруг Земли ~ 100 мин, диаметр подспутниковой зоны видимости ~ 5000 км. Ориентировочный вес спутника – 36,5 кг [5].

ним из полярных спутников, так как все остальные спутники невидимы. При дальнейшем увеличении широты места время ожидания сеанса связи уменьшается и на широте 90° не превышает 15 мин [6].

По размеру они схожи с сотовыми телефонами. В состав терминалов входит приемник GPS, позволяющий ориентироваться на маршруте следования, определять свои координаты и передавать свое местоположение любому адресату в любую точку земного шара.

Для решения задач мониторинга в северных широтах целесообразно использовать лишь одну систему спутниковой связи, руководствуясь при выборе этой системы стоимостью сбора данных с одного судна, точностью данных по местоположению, оперативностью опроса сети судов.

Литература

1. *Болохов К.В.* Системы спутниковой навигации. – М.: Эхо-Трендус, 2002. – 315 с.
2. Судовая радионавигация. Радионавигационные устройства и системы: Учеб. для вузов / А.А. Дуров, В.С. Кан, И.Н. Мищенко, Ю.И. Никитенко, Ю.М. Устинов. – М., 1998. – 206 с.
3. Судовые радионавигационные приборы / А.А. Дуров, В.С. Кан, А.Н. Маринич, А.В. Припотнюк, Ю.М. Устинов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 264 с.
4. Цифровые терминалы спутниковых систем связи. Справочное издание / А.А. Ильин, А.Н. Маринич, А.В. Припотнюк, Ю.М. Устинов. – СПб.: Деан, 2005. – 192 с.
5. *Маринич А.Н., Припотнюк А.В., Устинов Ю.М.* Современное судовое оборудование средств электронной навигации, ГМССБ и береговая единая система контроля и управления судодоступом. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 261 с.
6. *Резников В.Ю., Устинов Ю.М.* Судовая радиосвязь. Справочник по организации и радиооборудованию ГМССБ. – СПб.: Судостроение, 2002. – 480 с.

УДК 664.61

РАСЧЕТ АЭРОЗОЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ИП МАКАРОВ

А.П. Лебедева, М.Н. Русинов

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: wellsalena@mail.ru

Работа направлена на определение возможности использования аэрозольного транспорта для вспомогательных технологических операций на предприятии ИП Макаров. Приведены результаты расчета аэрозольного транспортера для предприятия ИП Макаров. Приведена расчетная схема, определены необходимый расход воздуха, удельная гидравлическая мощность.

Ключевые слова: длина участка, скорость движения муки, диаметр трубопровода, расход воздуха, удельная гидравлическая мощность.

Calculation of aerosol transport at the company «Makarov». A.P. Lebedeva, M.N. Rusinov (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

The work aimed to determine the possibility of using aerosol transport to support manufacturing operations at the enterprise «Makarov». Results of aerosol carrier calculation for the enterprise «Makarov» are demonstrated. Design diagram is given, necessary air flow rate and specific hydraulic power are calculated.

Key words: length of the area, the speed of flour, pipe diameter, air flow, specific hydraulic power.

Организация вспомогательных операций для предприятий пищевой промышленности имеет такое же большое значение, как и основной технологический процесс. Однако для многих частных коммерческих объединений возникают весьма сложные задачи по их реализации. Это связано в основном с дефицитом свободных площадей, близостью коммуникаций и т. д.

В данной статье рассмотрен вопрос организации транспортирования муки для предприятия ИП Макаров. Проведены необходимые расчеты, на основании которых предложены варианты решения поставленной задачи.

Предприятию ИП Макаров, имеющему общую территорию с другими организациями и расположенному вблизи жилого массива, для транспортирования муки со склада хранения в производственную зону необходим способ, который позволит избежать неудобств для соседствующих предприятий и населения, проживающего вблизи от территории ИП Макаров.

Наилучшим средством доставки муки на внутрицеховой склад будет аэрозольно-транспортная установка. Она предназначена для подачи муки из силосов бестарного склада в просеиватели.

Произведем подробный анализ использования данного вида оборудования.

Для определения мощности нагнетателя необходимо рассчитать удельную гидравлическую мощность и расход воздуха.

Расчет установки, учитывая сложность трассы, следует вести по участкам (см. рисунок).

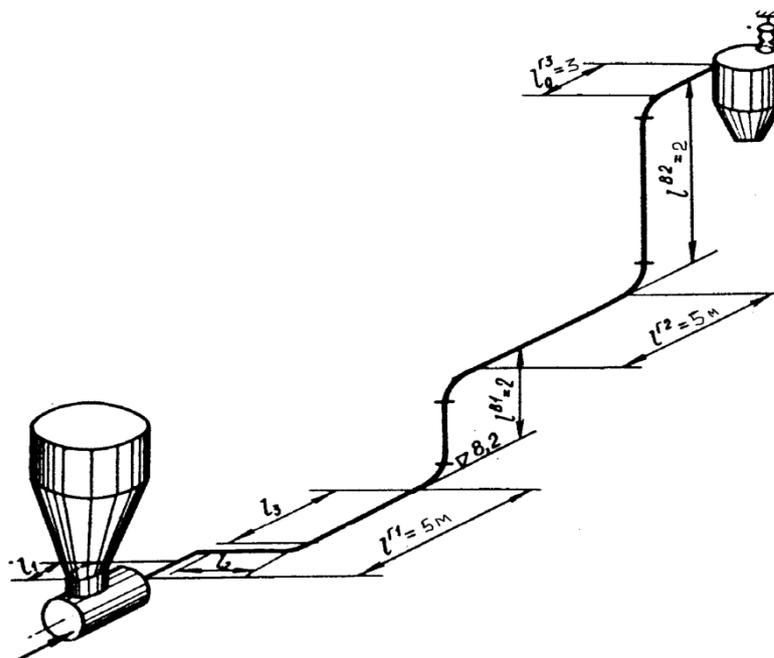


Схема аэрозольной установки для ИП Макаров

Участок Г1 (горизонтальный первый). Его геометрические параметры можно определить по формулам (1), (2):

Теоретическая длина участка

$$l_m^{\Gamma 1} = l_1 + l_2 + l_3 = 5 \text{ м}, \quad (1)$$

расчетная длина с учетом отводов:

$$l^{\Gamma 1} = l_m^{\Gamma 1} + 5l_0n = 5 + 5 \cdot 0,6 \cdot 3 = 14 \text{ м}, \quad (2)$$

где l_0 – длина отвода при $R = 0,75$ м; n – число отводов.

Скорость движения муки на участке Г1 определяется по зависимостям (3), (4):

$$v_m^{\Gamma 1} = 0,00065 \frac{G^{1,15}}{D^2} \cdot v_n^{1,25}, \quad (3)$$

где $v_n^{1,25}$ – начальная скорость воздуха для камерных питателей, 3 м/с; D – диаметр трубопровода, м,

$$v_m^{\Gamma 1} = 0,00065 \frac{0,36}{0,04^2} \cdot 7,5^{1,25} = 1,55 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (4)$$

Определим потери давления воздуха (гидравлическое сопротивление) в ПА на участке Г1, на котором происходит разгон смеси по формуле:

$$p^{\Gamma 1} = p_P^{\Gamma 1} + p_T^{\Gamma 1} = \left(0,13 \frac{G_{v_m^{\Gamma 1}}}{D^2} + C_3 C_4 G l^{\Gamma 1} \right) \cdot 10^{-2}, \quad (5)$$

где $p_P^{\Gamma 1}$ – потери давления на разгон, $p_T^{\Gamma 1}$ – потери давления на трение, коэффициенты:

$$C_3 = \frac{56,3}{(v_m^{\Gamma 1})^{0,6}}, \quad C_4 = \frac{0,063}{D^{2,2}}. \quad (6)$$

С учетом приведенных зависимостей (5) и (6) определяем

$$p^{\Gamma 1} = \left(0,13 \frac{0,36 \times 1,55}{0,0016} + \frac{56,3}{1,55^{0,6}} \cdot \frac{0,063}{0,04^{2,2}} \cdot 0,36 \cdot 14 \right) \cdot 10^{-2} = 172,34 \text{ ПА.}$$

Участок В1 (вертикальный первый). Скорость груза в вертикальных участках аэрозольтранспортных установок увеличивается по длине участка, поэтому определяют среднюю скорость (7) и скорость в конце участка (8).

Средняя скорость муки равна

$$v_m^{B1} = 0,00208 \frac{(l^{B1})^{0,25} G^{0,75}}{D^{1,7}} \cdot v_n \cdot A_1, \quad (7)$$

где $A_1 = 1 + 0,01 p^{\Gamma 1}$, l^{B1} – теоретическая длина участка В1 = 2 м.

$$v_m^{B1} = 0,00208 \frac{2^{0,25} 0,36^{0,75}}{0,04^{1,7}} \cdot 7,5(1 + 0,01 \cdot 172,34) = 2,052.$$

Максимальная скорость муки в конце вертикального участка на 25% выше средней:

$$v_{m, \text{кон}}^{B1} = 1,25 v_m^{B1} = 1,25 \cdot 2,052 = 2,565. \quad (8)$$

Определяем потери давления на участке В1 по формуле (9).

$$\begin{aligned} p^{B1} &= \left(\frac{0,163}{D^2} \cdot v_m^{B1} + \frac{1,274 l^{B1}}{v_m^{B1} D^2} + \frac{0,000545}{D^3} v_m^{B1} l^{B1} \right) \cdot 10^{-2} = \\ &= \left(\frac{0,163}{0,04^2} \cdot 2,052 + \frac{1,274 \cdot 2}{2,052 \cdot 0,04^2} + \frac{0,000545}{0,04^3} \cdot 2,052 \cdot 2 \right) \cdot 10^{-2} = 5,68. \end{aligned} \quad (9)$$

Участок Г2. Скорость муки на горизонтальном участке (10), которому предшествует вертикальный, считается равной скорости муки в конце предыдущего вертикального участка:

$$v_m^{\Gamma 2} = v_{m, \text{кон}}^{B1} = 2,565. \quad (10)$$

Потери давления воздуха на участке Г2 (11) определяются с учетом того, что разгон смеси на участке отсутствует:

$$p^{\Gamma 2} = p_m^{\Gamma 2} = \frac{56,3}{(v_m^{\Gamma 2})^{0,6}} \cdot \frac{0,0063}{D^{2,2}} G l^{\Gamma 2} \cdot 10^{-2}, \quad (11)$$

где $l^{\Gamma 2} = l_m^{\Gamma 2} + 5l_0 n = 5 + 5 \cdot 0,6 \cdot 2 = 11$ м; $l_m^{\Gamma 2}$ – теоретическая длина участка $l_m^{\Gamma 2} = 5$ м; n – число отводов, примыкающих к участку $n = 2$

В соответствии с выражением (11) потери давления на участке Г2 составят:

$$p^{\Gamma 2} = p_m^{\Gamma 2} = \frac{56,3}{2,565^{0,6}} \cdot \frac{0,0063}{0,04^{2,2}} \cdot 0,36 \cdot 11 \cdot 10^{-2} = 9,981.$$

Участок В2. Средняя скорость муки на участке определяется аналогично средней скорости участка В1 по формуле (7):

$$v_M^{B2} = 0,00208 \frac{l_{прив}^{0,25} G^{0,75}}{D^{1,7}} \cdot v_H \cdot A_2.$$

При этом, учитывая характер движения муки в вертикальных участках с постоянным увеличением скорости, приведенную длину участка отсчитывают от уровня питателя, то есть $l_{прив} = l^{B1} + l^{B2} = 4$.

$$A_2 = 1 + 0,01 \Sigma p^\Gamma = 1 + 0,01(p^{\Gamma1} + p^{\Gamma2}) = 1 + 0,01(172,34 + 9,981) = 2,823.$$

$$v_M^{B2} = 0,00208 \frac{4^{0,25} 0,36^{0,75}}{0,04^{1,7}} \cdot 7,5 \cdot 1,592 = 6,88.$$

Участок Г3. Расчет третьего участка ведется так же, как и участка Г2:

$$v^{\Gamma3} = v_{M\text{кон}}^{B2} = 1,25 v_M^{B2} = 1,25 \cdot 5,784 = 7,23.$$

Потери давления рассчитаем по зависимости (11):

$$p^{\Gamma3} = \frac{56,3}{(v_M^{B2})^{0,6}} \cdot \frac{0,0063}{D^{2,2}} G l^{\Gamma3} \cdot 10^{-2},$$

где $l^{\Gamma3} = l_m^{\Gamma3} + 5l_0 = 3 + 5 \cdot 0,6 \cdot 2 = 9$ м; $l_m^{\Gamma3}$ – теоретическая длина участка Г3.

$$p^{\Gamma3} = \frac{56,3}{6,88^{0,6}} \cdot \frac{0,0063}{0,04^{2,2}} 0,36 \cdot 9 \cdot 10^{-2} = 4,51.$$

Полное сопротивление материалопровода при перемещении муки (11) равно сумме сопротивлений по участкам трассы:

$$\Sigma p_M = p^{\Gamma1} + p^{B1} + p^{\Gamma2} + p^{B2} + p^{\Gamma3} = 195,836 \quad (12)$$

Скорость воздуха в конце линии (13) увеличивается пропорционально падению давления воздуха:

$$v_K = v_H (1 + 0,01 \cdot \Sigma p_M) = 7,5(1 + 0,01 \cdot 195,836) = 22,188. \quad (13)$$

Расход воздуха (14), необходимый для обеспечения бесперебойного транспортирования муки из складского помещения в производственный цех предприятия ИП Макаров, составит

$$Q = 47 v_K D^2 = 47 \cdot 22,187 \cdot 0,0016 = 1,668 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}. \quad (14)$$

При этом удельная гидравлическая мощность (15), затрачиваемая на данный процесс, определяется как

$$N_{уд} = \frac{Q \Sigma p_M}{60 G L_{общ}} = \frac{1,668 \cdot 195,836}{60 \cdot 0,36 \cdot 39,8} = 0,32 \text{ Вт}, \quad (15)$$

где $L_{общ} = L^{\Gamma1} + L^{B1} + L^{\Gamma2} + L^{B2} + L^{\Gamma3} + L_0 n = 39,8$.

Приведенный расчет аэрозольного транспортера, спроектированный на базе предприятия ИП Макаров, позволяет сделать вывод о его работоспособности. При этом все преимущества аэрозольного транспорта, по сравнению с механическими транспортерами, еще раз подчеркивают целесообразность рассмотренного предложения по реконструкции линии.

Литература

1. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов. Под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.
2. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2: Учеб. для вузов. Под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 680 с.

3. *Калачев М.В.* Малые предприятия для производства хлебобулочных и макаронных изделий. – М.: Агропромиздат, 2008. – 285 с.

4. *Степыгин В.И., Чертов Е.Д., Елфимов С.А.* Проектирование подъемно-транспортных установок. – М.: Машиностроение, 2005. – 288 с.

5. *Хромеенков В.М.* Оборудование хлебопекарного производства. – М.: ИРПО; ПрофОбрИздат, 2002. – 320 с.

6. Производство хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий: СанПиН 2.3.4.545–96: Утв. пост. Госкомсанэпиднадзора РФ от 25.05.1996 № 20.

УДК 519.6: 551.510.413.5

МЕТОД АНАЛИЗА И ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОПУСКОВ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ КРИТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ ИОНОСФЕРЫ С УЧЕТОМ ИХ СУТОЧНОГО И СЕЗОННОГО ХОДА

О.В. Мандрикова^{1,2}, Н.В. Глушкова^{1,2}

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

²*Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, с. Паратунка, Камчатский край, 684034*

e-mail: nv.glushkova@yandex.ru

e-mail: oksanam1@mail.kamchatka.ru

Работа направлена на разработку методов и автоматизированных систем по анализу параметров критической частоты ионосферы, изучению спокойного (фоновое) хода ионосферы и выявлению аномалий в периоды ионосферных возмущений. Описан метод моделирования и прогнозирования ионосферных данных, основанный на совмещении кратномасштабного анализа с моделями авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего. Метод позволяет выполнить анализ данных, построить их прогноз и путем оценки ошибок прогноза выделить аномалии в ионосферных параметрах, возникающие в периоды повышенной солнечной и сейсмической активности на Камчатке. Путем прогнозирования данных также может быть решена задача заполнения в них пропусков с учетом суточного и сезонного хода.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, модель авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего, критическая частота, аномалии.

Method of analysis and gaps filling in time series of ionosphere critical frequency considering diurnal variation and seasonal trend. O.V. Mandricova^{1,2}, N.V. Glushkova^{1,2} (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, Paratunka, Kamchatka, 684034)

This work deals with methods and automated systems development according to parameters analysis of ionosphere critical frequency, studying of quiet (background) ionosphere trend and anomalies detection during ionospheric disturbances. A modeling and prediction method of ionospheric data is described based on combination of multiresolution analysis with autoregressive models - integrated moving average. The method allows to perform data analysis, make their prediction and sort out anomalies in ionospheric parameters resulting in periods of high solar and seismic activity in Kamchatka by forecasting error assessment. With data prediction we can also the problem of these gaps filling considering diurnal variation and seasonal trend.

Key words: wavelet transform, autoregressive-integrated moving average, critical frequency, anomalies.

Введение

Предметом исследований являются данные критической частоты $F2$ -слоя ионосферы. Одной из важных задач обработки и анализа ионосферных данных является задача контроля состояния ионосферы и автоматическое выделение и интерпретация аномалий, возникающих в периоды ионосферных возмущений [1]. На фоне регулярных изменений, обусловленных суточным и сезонным ходом, в данных могут возникать аномальные особенности длительностью от нескольких десятков минут до нескольких часов [2]. Эти аномалии возникают на фоне мощных ионосферных возмущений, которые

обусловлены активностью Солнца, а в сейсмоактивных областях они могут возникать в периоды подготовки сильных сейсмических событий. Сложная нестационарная структура регистрируемых ионосферных параметров и наличие переходных процессов и локальных особенностей делает неэффективными для их анализа традиционные методы [3]. В данной работе с учетом сложной структуры данных для их моделирования и анализа предлагается *метод многокомпонентного моделирования, разработанный авторами*. Метод основан на совместном применении вейвлет-аппарата и моделей авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС). Ввиду наличия быстрых алгоритмов преобразования данных и большого разнообразия базисных функций с компактными носителями вейвлет-аппарат позволяет детально изучить внутреннюю структуру данных и выделить особенности различной формы и длительности. Для идентификации модели выполнялось отображение данных в пространство вейвлетов на основе конструкции кратномасштабного анализа и их представление в виде аппроксимирующей и детализирующих компонент. В результате разложения структура регистрируемых данных упрощается, и полученные компоненты могут быть аппроксимированы авторегрессионной моделью. Это позволяет выделить характерные структуры, выполнить прогноз значений данных, а также автоматически обнаружить изменения параметров модели, связанные с возникновением аномальных особенностей.

В работе *выполнено моделирование* данных f_0F2 , регистрируемых на Камчатке, изучена их внутренняя структура, и построен прогноз. На основе операции прогнозирования *выделены аномалии*, возникающие в данных в периоды ионосферных возмущений. Сопоставление полученных результатов с данными каталога землетрясений и анализ выделенных аномалий показал, что их возникновение обусловлено повышением солнечной и сейсмической активности на Камчатке.

Описание метода

На основе кратномасштабных разложений до уровня m получаем представление ионосферных данных в виде [4, 5]:

$$f_0(t) = \sum_{j=-1}^{-m} (g[2^j t] + e[2^j t]) + f[2^{-m} t], \quad (1)$$

где $f[2^{-m} t] \in V_{-m}$, $g[2^j t] \in W_j$, W_j – пространство с разрешением j , порожденное вейвлет-базисом $\Psi_{j,k}(t) = 2^{j/2} \Psi(2^j t - k)$; $g[2^j t] = \sum_k d_{j,k} \Psi_{j,k}(t)$ – детализирующие компоненты, где коэффициенты разложения $d_{j,k} = \langle f, \Psi_{j,k} \rangle$; $f[2^{-m} t] = \sum_k c_{-m,k} \phi_{-m,k}(t)$ – аппроксимирующая компонента, где коэффициенты разложения $c_{-m,k} = \langle f, \phi_{-m,k} \rangle$; $e[2^j t]$ – шумовые составляющие (предполагается, что шум белый), разрешение j (соответствует масштабу $(-j)$).

Для идентификации модели (1) предложен следующий итеративный алгоритм.

1. Отображение данных критической частоты в вейвлет-пространство до уровня m на основе кратномасштабного анализа (1).

2. Восстановление каждой из полученных компонент вейвлет-разложения, выполнение анализа стохастических свойств полученных компонент. В случае выполнения для них условий строгой стационарности выбор моделей из класса моделей АРПСС для их аппроксимации.

3. Получение предварительных оценок параметров выбранных моделей АРПСС и выполнение их диагностических проверок. Если погрешность удовлетворяет требованию, модели полученных компонент готовы к использованию и имеют вид (2).

Данный алгоритм позволяет построить прогноз значений критической частоты с учетом суточных изменений и сезонного хода и решить задачу заполнения пропусков в данных.

Полученная *многокомпонентная модель* будет иметь следующий вид:

$$f(t) = \sum_{\mu=1, M} \sum_{k=1, N_j^\mu} s_{j,k}^\mu(t) b_{j,k}^\mu(t), \quad (2)$$

где $s_{j,k}^\mu(t) = \sum_{l=1}^{p_j^\mu} \gamma_{j,l}^\mu \omega_{j,k-l}^\mu(t) - \sum_{n=1}^{h_j^\mu} \theta_{j,n}^\mu a_{j,k-n}^\mu(t)$, $\gamma_{j,l}^\mu$ – параметры авторегрессии компоненты с номером μ , $\omega_{j,k}^\mu(t) = \nabla^{v_j} \beta_{j,k}^\mu(t)$, $\beta_{j,k}^\mu$ – коэффициенты разложения компоненты с номером μ , p_j^μ – порядок

авторегрессионной модели компоненты с номером μ , ∇^{v_j} – оператор взятия разности порядка v_j , $\theta_{j,k}^\mu$ – параметры скользящего среднего модели компоненты с номером μ , h_j^μ – порядок модели скользящего среднего компоненты с номером μ , $a_{j,k}^\mu$ – ошибки модели компоненты с номером μ , M – количество моделируемых компонент, N_j^μ – длина компоненты с номером μ , $b_{j,k}^\mu$ – базис компоненты с номером μ , j – разрешение.

Если данные содержат аномалию, то произойдет изменение их структуры. Поэтому процедура выделения аномалий в компонентах масштаба $(-j)$ может быть построена на обработке остаточных ошибок полученных моделей компонент при выполнении операции прогнозирования.

1. Прогнозирование значения $s_{j,k+q}^\mu$, $q \geq 1$ определяет прогноз $s_{j,k}^\mu$ в момент $t = k$ с упреждением q . Значение $s_{j,k+q}^\mu$ на основе модели (2) определяется как $s_{j,k+q}^\mu(t) = \sum_{l=1}^{p_j^\mu} \gamma_{j,l}^\mu \omega_{j,k+q-l}^\mu(t) - \sum_{n=1}^{h_j^\mu} \theta_{j,n}^\mu a_{j,k+q-n}^\mu(t)$.

2. Остаточные ошибки компоненты модели с номером μ масштаба $(-j)$ определяются как разность между прогнозными и фактическими значениями данных в момент времени $t = k + q$: $a_{j,k+q}^\mu(t) = s_{j,k+q, \text{прогноз}}^\mu(t) - s_{j,k+q, \text{фактич.}}^\mu(t)$.

3. Обнаружение аномалии в компоненте с номером μ масштаба $(-j)$ можно выполнить на основе проверки условия:

$$D_{U_j} = \frac{1}{U_j} \sum_{q=1}^{U_j} (a_{j,k+q}^\mu(t))^2 > T_{A_j}, \quad (3)$$

где T_{A_j} – некоторое наперед заданное пороговое значение, определяющее наличие в данных аномалии масштаба $(-j)$, U_j – длина окна наблюдения на масштабе $(-j)$.

Для выполнения детального анализа структур данных идентификацию моделей АРПСС можно выполнять для компонент различных масштабных уровней, как предложено в работе [6]. В этом случае моделирование и анализ компонент выполняется в вейвлет-пространстве.

Результаты экспериментов

Апробация предложенного в работе метода проводилась на данных критической частоты f_0F2 , регистрируемых в Институте космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН (ИКИР ДВО РАН, с. Паратунка, Камчатский край). С учетом сезонного хода ионосферного процесса данные предварительно были разделены на сезоны. В данной работе представлены результаты моделирования зимнего периода времени. В силу технических причин в регистрируемых данных содержатся пропуски, что существенно затрудняет процесс их моделирования и анализа. С целью уменьшения погрешности получаемых результатов были выбраны временные периоды, когда измерения f_0F2 велись без существенных пропусков. В качестве базисных функций использовались ортогональные вейвлеты Добеши порядка 3, которые обеспечивают наименьшую погрешность аппроксимации данных f_0F2 [7]. На основе кратномасштабных разложений до уровня $m = 3$ включительно было получено представление данных в виде:

$$f_0(t) = \sum_{j=-1}^{-3} (g[2^j t] + e[2^j t]) + f[2^{-3} t],$$

где $g[2^j t] = \sum_k d_{j,k} \Psi_{j,k}(t)$ – детализирующие компоненты разложения, $d_{j,k} = \langle f, \Psi_{j,k} \rangle$; $f[2^{-3} t] = \sum_k c_{-3,k} \phi_{-3,k}(t)$ – аппроксимирующая компонента, $c_{-m,k} = \langle f, \phi_{-m,k} \rangle$; $e[2^j t]$ – шумовые составляющие.

Уровень разложения определялся статистически и основывался на результатах работы [5], в которой показано, что структура исходных данных f_0F2 , аппроксимирующих и детализирующих компонент 1-го и 2-го уровней разложения является сложной, и они не могут быть аппроксимированы моделью АРПСС (наблюдалась существенная автокорреляция остатков модели). Наилучшие результаты при диагностике моделей выделенных компонент были получены для уровня разложения $m=3$ (соответствует масштабу $(-j)=3$). В таблице показаны параметры моделей компонент, полученные при идентификации для данных зимнего периода времени. Также были идентифицированы модели АРПСС для детализирующей и аппроксимирующей компонент уровня разложения $m=3$ без выполнения операции вейвлет-восстановления. Процедура выделения аномалий в полученных компонентах f_0F2 была основана на операциях (1)–(3) и определении дисперсии ошибки прогноза (величина D_{U_j} в соотношении (3)). На рис. 1 и 2 представлены результаты расчета дисперсии ошибки прогноза в скользящем временном окне, равном 24 ч. (для вейвлет-компонент) и 3 ч. (для восстановленных компонент).

Параметры моделей восстановленных компонент

Анализируемый период	Аппроксимирующая компонента		Детализирующая компонента 3 уровня разложения		Детализирующая компонента 2 уровня разложения	
	первый параметр	второй параметр	первый параметр	второй параметр	первый параметр	второй параметр
01.01.91–26.01.91	1,01	-0,27	0,81	-0,35	0,31	-0,69
01.12.00–22.12.00	1,01	-0,27	0,83	-0,34	0,38	-0,61
16.01.02–25.02.02	1,01	-0,27	0,80	-0,35	0,34	-0,65
21.12.03–03.02.04	1,01	-0,27	0,82	-0,34	0,39	-0,60
08.02.11–27.02.11	1,01	-0,27	0,81	-0,35	0,44	-0,47



Рис. 1. Результаты аппробации метода на данных f_0F2 за период 14.02.1999–27.02.1999. (а): сплошная линия – исходные данные, пунктир – прогноз. Стрелкой отмечено сейсмическое событие



Рис. 2. Результаты аппробации метода на данных f_0F2 за период 26.01.1981–05.02.1981. (а): сплошная линия – исходные данные, пунктир – прогноз. Стрелкой отмечено сейсмическое событие

Анализ графиков показал, что повышение сейсмической активности приводит к существенному увеличению ошибок моделей, что связано с изменением их структуры. Возникновение аномалий в ионосфере наблюдается за два и четыре дня до сейсмического события соответственно (рис. 1, 2). Полученные результаты подтверждают эффективность предложенного метода моделирования и прогнозирования данных ионосферы.

Выводы. В работе предложен метод многокомпонентного моделирования и прогнозирования данных ионосферного слоя $F2$, основанный на совмещении конструкции кратномасштабного анализа и авторегрессионных моделей. Выполнено моделирование, прогнозирование и анализ данных f_0F2 , и изучена их внутренняя структура. На основе операции прогнозирования выявлены аномальные эффекты, которые обусловлены солнечной активностью, а также процессами в литосфере, формирующимися в периоды повышенной сейсмической активности (анализировались события энергетического класса с $k \geq 12$ в радиусе $R \sim 200$ км от Петропавловска-Камчатского).

Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации МД-2199.2011.9, грантом РФФИ – ДВО РАН №11-07-98514-р_восток_a и грантом «У.М.Н.И.К.» – № 9633р/14207 от 30.08.2011.

Литература

1. Афрямович Э.Л., Перевалова Н.П. GPS-мониторинг и верхней атмосферы Земли. – Иркутск: ГУ НЦ ВВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. – 480 с.
2. Дёмин М.Г. Ионосфера Земли. Плазменная гелиогеофизика. – М.: Физматлит, 2008. – Т. II. – С. 92–163.
3. Марпл.-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.
4. Mallat S. A Wavelet tour of signal processing [пер. с англ.] – М.: Мир, 2005. – 671 с.
5. Мандрикова О.В., Глушкова Н.В. Многокомпонентное моделирование и анализ аппроксимирующих компонент критической частоты f_0F2 на основе вейвлет-преобразования и моделей авторегрессии // Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям (SCM'2011). – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. – Т. 2. – С. 139–143.
6. Мандрикова О.В., Глушкова Н.В. Метод моделирования данных критической частоты на основе совмещения вейвлет-преобразования и моделей авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия История. Политология. Экономика. Информатика: – Белгород: НИУ БелГУ, 2011. – Вып. 20/1, № 19(114). – С. 106–112.
7. Мандрикова О.В., Полозов Ю.А. Критерии выбора вейвлет-функции в задачах аппроксимации природных временных рядов сложной структуры // Информационные технологии. – М., 2012. – № 1. – С. 31–36.

УДК 519.6:551.51

ВЫЯВЛЕНИЕ СИЛЬНЫХ НАЗЕМНЫХ ВОЗРАСТАНИЙ ЭНЕРГИИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕНИЯ КРАТНОМАСШТАБНОГО АНАЛИЗА И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

О.В. Мандрикова^{1,2}, Т.Л. Заляев^{1,2}

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

²Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,
с. Паратунка, Камчатский край, 634034

e-mail: oksanam1@mail.kamchatka.ru

e-mail: tim.aka.geralt@mail.ru

Данная работа направлена на создание средств и программных систем обработки и анализа данных космических лучей и по оперативному выявлению сильных возрастных энергий. Предложена технология

аппроксимации и прогноза данных космических лучей, основанная на совмещении вейвлет-преобразования и нейронных сетей, позволяющая в автоматическом режиме выполнить анализ данных и выделить особенности, формирующиеся в периоды возникновения сильных возрастаний энергии. Апробация технологии на данных нейтронных мониторов (станция регистрации г. Москва) подтвердила ее эффективность.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, нейронные сети, параметры ионосферы, солнечная активность.

Detection of strong terrestrial energy growth of cosmic rays based on combination of multiresolution analysis and neural networks. O.V. Mandricova^{1,2}, T.L. Zalyaev² (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, Paratunka, Kamchatka)

This work is aimed to provide tools and program systems for cosmic rays data processing and analysis and for the early identification of a strong energy increase. Based on wavelet transform and neural networks combination, we propose a technology for cosmic rays data approximation, which allows to study data structure, perform a forecast and to reveal anomalous features, occurring in the cosmic rays parameters during cosmic rays ground level enhancement. Aprrobation of technology on the neutron monitor data (data recording station is in Moscow) confirmed its effectiveness.

Key words: wavelet-transform, neural networks, ionospheric parameters, solar activity.

Введение

Данная работа направлена на создание средств и программных систем обработки и анализа данных космических лучей и по оперативному выявлению сильных возрастаний энергии. В работе рассматриваются вариации солнечных космических лучей. Наблюдения вариаций интенсивности космических лучей используются при проведении ряда фундаментальных и прикладных исследований, связанных с мониторингом и прогнозом космической погоды [1–4]. В периоды сильных возрастаний энергии обширные потоки высокоэнергичных частиц создают главную проблему для космического оборудования и других технологий, для радиосвязи в полярных регионах, а также для космонавтов.

Наблюдаемые на поверхности Земли вариации космических лучей являются интегральным результатом различных солнечных, гелиосферных и атмосферных явлений. На поверхности Земли интенсивность космических лучей зависит от метеорологических параметров, в частности от температуры и давления воздуха, состояния геомагнитного поля, электромагнитной обстановки в Солнечной системе и физических условий в Галактике. Поэтому предсказание подобных событий является весьма важным.

Вариации космических лучей имеют сложную нестационарную структуру, содержат особенности в виде пиков различной амплитуды и длительности, возникающие в периоды сильных возрастаний энергии. Построение систем анализа таких данных и оперативного выявления этих особенностей представляет собой весьма сложную задачу. Также сложности решения данной задачи связаны с необходимостью понимания внутренней структуры исходных массивов данных, исследованием носителей информации, выделением информации, связанной непосредственно с процессом исследования и выбором методов построения системы обработки и анализа. Известные методы анализа данных космических лучей не обеспечивают оперативное обнаружение аномалий, предшествующих сильным возрастаниям их энергии. Исследования данной работы основаны на совместном применении методов вейвлет-преобразования и нейронных сетей. Вейвлет-аппарат является эффективным средством изучения нестационарных процессов и дает возможность выполнить детальный анализ нерегулярных локальных структур [5–9]. Преимущество нейросетевого представления аппроксимируемой функции также заключается в большой гибкости базовых функций и их способности к адаптации. Аппарат нейронных сетей также позволяет построить аппроксимации для сложных данных и путем анализа ошибок решения обученной сети дает возможность выявить скрытые закономерности в данных, связанные с изменением их структуры [5–7, 10, 11]. На основе кратномасштабного анализа в работе выполняется выделение составляющих вариаций космических лучей, и структура данных упрощается. Полученные составляющие аппроксимируются нейронной сетью. Для построения адаптивных аппроксимаций используется архитектура сети прямой передачи сигнала переменной структуры.

Путем минимизации погрешности аппроксимации определены вейвлеты для решения данной задачи и построены адаптивные нейросетевые системы по аппроксимации и прогнозу данных космических лучей. Авторами работы проведено исследование данных станций нейтронных мониторов (г. Москва) В процессе анализа работы систем выявлены аномальные особенности, возникающие в сигнале накануне сильного возрастания энергии космических лучей.

Описание метода

На основе кратномасштабных разложений до уровня m можно получить представление данных в виде [5]:

$$f_0(t) = \sum_{j=-1}^{-m} f^d[2^j t] + f^a[2^{-m} t], \quad (1)$$

где $f^d[2^j t] \in W_j$, $f^a[2^{-m} t] \in V_{-m}$, $W_j = \text{clos}_{L^2(R)}(2^j \Psi(2^j t - n)): n \in Z$, Ψ – базисный вейвлет; $V_j = \text{clos}_{L^2(R)}(2^j \phi(2^j t - k)): k \in Z$, ϕ – скэйлинг-функция.

Компоненты $f^d[2^j t] = \sum_n d_{j,n} \Psi_{j,n}(t)$, где $d_{j,n} = \langle f, \Psi_{j,n} \rangle$, являются детализирующими компонентами, компонента $f^a[2^{-m} t] = \sum_k c_{-m,k} \phi_{-m,k}(t)$, где $c_{-m,k} = \langle f, \phi_{-m,k} \rangle$, является аппроксимирующей компонентой. Не нарушая общности, будем считать, что исходные данные принадлежат пространству с разрешением $j=0$. На основе кратномасштабных разложений имеем разложение пространства $W_0 : W_{j=0} = \bigoplus_{j=-1}^{-J} W_j$, где $\{\Psi_{j,n}\}_{n \in Z}$ есть базис пространства W_j .

После получения представления данных в виде (1) на основе нейронной сети строим отображение

$$y: f^{(\cdot)} \rightarrow f^{*(\cdot)},$$

где $f^{(\cdot)}$ является комбинацией компонент $\{f^a, f^d\}$.

Множество весовых коэффициентов входных связей нейрона представляет собой вектор-столбец $U = [u_1, \dots, u_N]^T$, где N – длина входного вектора сети. Если $\hat{f}^{*(\cdot)}$ действительный выход сети, а $f^{*(\cdot)}$ – желаемый, то $f^{*(\cdot)} = y(f^{(\cdot)})$ – неизвестная функция, а $\hat{f}^{*(\cdot)} = G(f^{(\cdot)}, U)$ – ее аппроксимация, которую воспроизводит нейронная сеть. Процедура обучения сети сводится к минимизации среднеквадратической ошибки аппроксимации по параметру U . При подаче на вход обученной нейронной сети значений функции f из интервала

$$[l - T + 1, l]$$

сеть становится способной вычислить упрежденные значения функции на временном интервале

$$[l + 1, l + \alpha],$$

где l – текущий дискретный момент времени; α – длина интервала упреждения. *Ошибка сети* определяется как разность между желаемым f^* и действительным \hat{f}^* выходными значениями в дискретный момент времени l . Вектор ошибки – это вектор, i -й элемент которого равен $\varepsilon_i(l) = \hat{f}_i^{*(\cdot)}(l) - f_i^{*(\cdot)}(l)$, где l – текущий момент времени, i – текущая позиция на интервале упреждения.

Каждая компонента $f^{(\cdot)}$ определяет подпространство пространства признаков данных.

Используя составляющие каждого уровня разложения m , формируем обучающие множества и строим адаптивные нейронные сети прямой передачи сигнала по следующему алгоритму.

Алгоритм построения нейронных сетей:

1. Данные делим на блоки с учетом сезонного хода и формируем массивы данных для каждого сезона.

2. Отображаем массивы данных в вейвлет-пространство и получаем аппроксимирующие составляющие уровня разложения $m=1$.

3. Выполняем вейвлет-восстановление аппроксимирующих составляющих и формируем массивы для обучения нейронной сети. Строим *сеть* m переменной структуры [3], выполняем ее обучение и тестирование.

4. Увеличиваем уровень разложения: $m = m + 1$. Выполняем п. 3.

И так далее для $m = 3, 4 \dots M$.

На основе анализа результатов работы полученных нейронных сетей определяем «*наилучшую*»: в качестве «*наилучшей*» сети определяем сеть, имеющую наименьшую ошибку $E = \min_m \sum_i \sum_l \varepsilon_i^2(l)$.

Результаты экспериментов

В экспериментах с вариациями космических лучей использовались минутные данные сети нейтронных мониторов за 2003 г. (станция регистрации г. Апатиты) и 2005 г. (станция регистрации г. Москва). Используя описанный выше подход, были сформированы обучающие множества для нейронных сетей и построены прямонаправленные сети переменной структуры. Сеть, позволяющая выполнить прогноз тестовых данных с наименьшими ошибками, была определена как *наилучшая*. Архитектура *наилучшей* сети для данных станции регистрации г. Апатиты представлена на рис. 1, в качестве базисных функций использовались койфлеты порядка 3 (coif3). Выбор наилучшей базисной функции для решения поставленной задачи осуществлялся путем сравнения работы нейросетевых систем, построенных для различных базисных функций, на основе критерия наименьших потерь. Результаты моделирования данных станции регистрации г. Апатиты представлены на рис. 2. Анализ графика ошибки нейронной сети подтверждает наличие аномалии, возникающей в данных накануне сильного возрастания энергии космических лучей. Результаты обработки данных, не имеющих GLE, показывают, что в эти периоды времени ошибка сети не превышает значения 0,1, что подтверждает эффективность предлагаемого метода выявления аномалий накануне сильных возрастаний энергии (рис. 2, *e*). Результаты обработки данных за январь 2005 г. станции регистрации г. Москва различными базисными функциями представлены на рис. 3, 4. Анализ ошибок построенных нейронных сетей показывает наличие аномалий накануне сильного возрастания энергии космических лучей. Сравнение результатов применения различных базисных функций говорит о том, что базисная функция coif 3 является более эффективной для решения данной задачи.

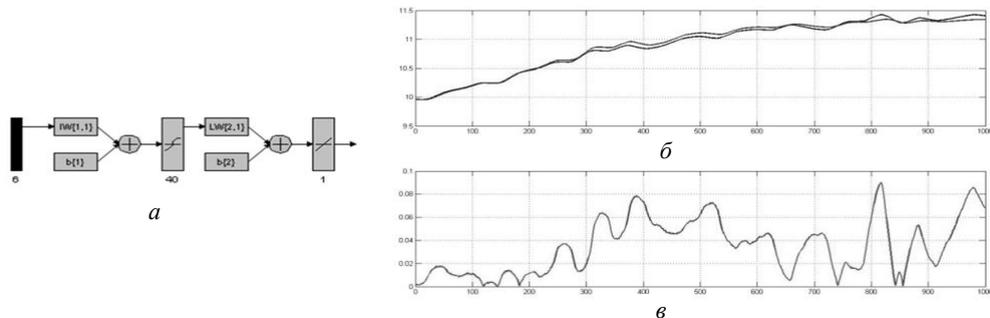


Рис. 1. Результаты моделирования данных космических лучей, станция Апатиты, фильтр coif3: а – архитектура построенной нейросетевой системы; б – результаты моделирования тестового множества; в – ошибка моделирования тестового множества

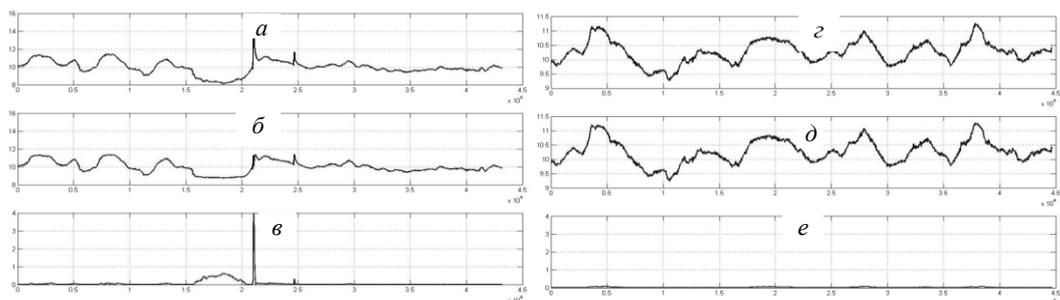


Рис. 2. Результаты работы нейросетевой системы на данных станции Апатиты с использованием фильтра coif3. Март 2003 года: а – исходный сигнал; б – модельный сигнал; в – ошибка нейронной сети. Апрель 2003 года: з – исходный сигнал; д – модельный сигнал; е – ошибка нейронной сети

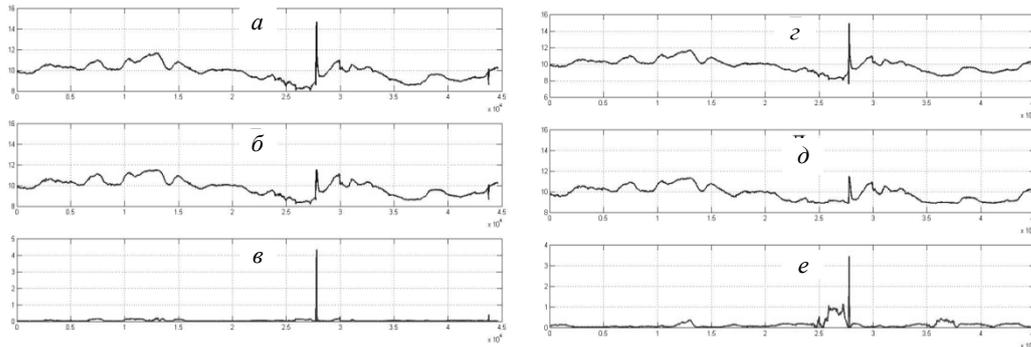


Рис. 3. Результаты работы нейросетевой системы по аппроксимации данных за январь 2005 года. С использованием фильтра db2: а – исходный сигнал; б – модельный сигнал; в – ошибка нейронной сети. С использованием фильтра db3: г – исходный сигнал; д – модельный сигнал; е – ошибка нейронной сети

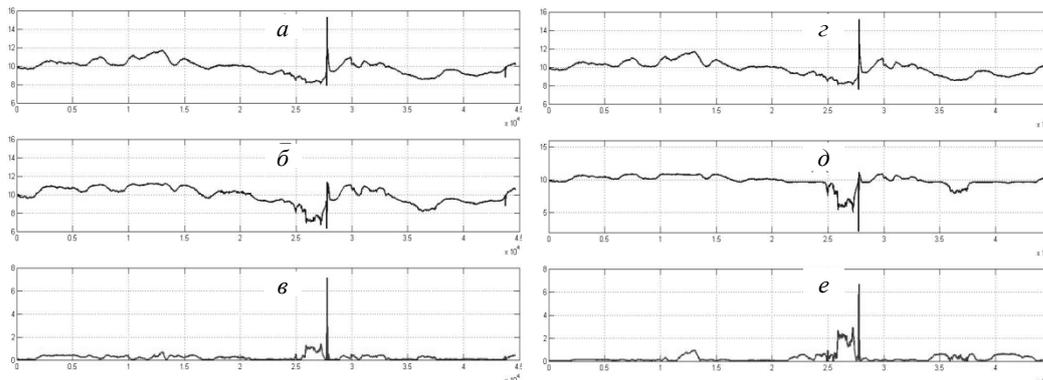


Рис. 4. Результаты работы нейросетевой системы по аппроксимации данных за январь 2005 года. С использованием фильтра coif2: а – исходный сигнал; б – модельный сигнал; в – ошибка нейронной сети. С использованием фильтра coif3: г – исходный сигнал; д – модельный сигнал; е – ошибка нейронной сети

Выводы

Предложенный в работе метод аппроксимации и прогноза сигнала космических лучей, основанный на совмещении конструкции кратномасштабного анализа и нейронных сетей, позволил изучить внутреннюю структуру сигнала, выполнить их прогноз и выявить особенности, возникающие при вариациях космических лучей накануне событий GLE. Апробация построенных нейросетевых систем на данных различных станциях наблюдения подтвердила их эффективность.

Работа поддержана грантом Президента РФ МД-2199.2011.9, грантом РФФИ – ДВО РАН №11-07-98514-р_восток_а.

Литература

1. *Топтыгин И.Н.* Космические лучи в межпланетных магнитных полях. – М.: Наука, 1983. – 301 с.
2. *Akasofu S.I., Chapman S.* Solar-Terrestrial Physics. – Oxford, Oxford University Press, 1972.
3. *Gopalswamy N., Xie H., Yashiro S. & Usoskin I.* Ground Level Enhancement Events of Solar Cycle 23 // *Indian Journal of Radio & Space Physics*, 2008.
4. *Eroshenko E.A., Belov A.V., Kryakunova O.N., Kurt V.G., Yanke V.G.* The alert signal of gle of cosmic rays // *Proceedings of the 31st ICRC*, 2009.
5. *Мандрикова О.В.* Многокомпонентная модель сигнала со сложной структурой // *Проблемы эволюции открытых систем.* – 2008. – Вып. 10. – Т. 2. – С.161–172.
6. *Полозов Ю.А.* Метод формирования обучающего множества для нейронной сети на основе вейвлет-фильтрации // *Известия вузов, Северо-Кавказский регион. Ростов-на-Дону. Серия Естественные науки.* – 2010. – № 3. – С. 12–16.
7. *Мандрикова О.В.* Оптимизация процесса обучения нейронной сети на основе применения конструкции вейвлет-преобразования (на примере модельного представления ионосферного сигнала) // *Автоматизация и современные технологии.* – 2009. – № 3. – С. 14–17.
8. *Mallat S.* A Wavelet tour of signal processing [пер. с англ.]. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

9. *Daubechies I. Ten Lectures on Wavelets.* – SIAM, 1992.
10. Нейроматематика: Учеб. пособие для вузов / А.Д. Агеев и др.; общ. ред. А.И. Галушкина. – М.: ИПРЖР, 2002. – 448 с.
11. Бархатов Н.А., Ревунов С.Е., Урядов В.П. Технология искусственных нейронных сетей для прогнозирования критической частоты ионосферного слоя F2 // Известия ВУЗов «Радиофизика». – 2005. – Т. 48. – С. 1–15.

УДК 519.6:550.38

МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ

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

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

²Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,
с. Паратунка, Камчатский край, 634034

e-mail: oksanam1@mail.kamchatka.ru

e-mail: kamigsol@yandex.ru

Предложена многокомпонентная модель геомагнитного сигнала, описывающая его характерную составляющую и локальные особенности, формирующиеся в периоды повышенной геомагнитной активности. На основе данной модели разработан способ оценки состояния магнитного поля Земли в автоматическом режиме. Рассматриваются три состояния поля: 1) поле спокойное; 2) поле слабовозмущенное; 3) поле возмущенное. Оценка состояния поля выполняется путем оценки параметров компонент модели, определяющих сильные и слабые геомагнитные возмущения поля.

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

Method of Earth's magnetic field state value based on multicomponent model. O.V. Mandricova^{1,2}, I.S. Solovyev^{1,2} (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, Paratunka, Kamchatka, 634034)

A multi-component model of the geomagnetic signal, that describes its characteristic constituents and local features, which are formed during periods of high geomagnetic activity, is proposed. Based on this model, a method of the automatic mode assessment of the Earth's magnetic field state is provided. Three states of the field are considered: 1) calm field, 2) weakly perturbed field, 3) the field perturbations. Field state value is performed by estimating parameters of the component models which define strong and weak geomagnetic field disturbances.

Key words: wavelet transform, magnetic storm, geomagnetic data.

Введение

Геомагнитные сигналы имеют сложную нестационарную структуру, что не позволяет использовать для их моделирования и анализа традиционные методы. Содержащиеся в данных локальные особенности имеют различную форму, длительность, амплитуду, формирующиеся в периоды повышенной геомагнитной активности [1–3]. Они характеризуют возмущенность поля и содержат важную информацию о характере развития магнитной бури. В работе предложена многокомпонентная модель геомагнитного сигнала, позволяющая описать его характерную составляющую и локальные особенности, возникающие в периоды магнитных бурь. Для решения задачи оперативного выделения особенностей, их анализа и оценки состояния магнитного поля Земли в работе предлагается метод, основанный на идентификации модели.

Предложенный метод и разработанные на его основе алгоритмы основаны на вейвлет-преобразовании [4–6]. После отображения геомагнитных данных в вейвлет-пространство их представление имеет многокомпонентную структуру, включающую характерную компоненту и детализирующие составляющие, описывающие возмущения поля. Рассматриваются три состоя-

ния поля: 1) поле спокойное; 2) поле слабозмущенное; 3) поле возмущенное. Оценка состояния поля выполняется путем оценки параметров компонент модели, определяющих сильные и слабые геомагнитные возмущения поля. В качестве меры возмущенности поля в вейвлет-пространстве определен максимум амплитуд вейвлет-коэффициентов компонент разложения.

Описание метода

В работе [3] предложено представление геомагнитного сигнала в виде:

$$f(t) = f_{\text{хар.}}(t) + \sum_{j \in I} g_{j \text{возм.}}(t) + e(t), \quad (1)$$

где $f_{\text{хар.}}(t)$ – характерная составляющая сигнала, описывающая регулярную часть поля, возникающую из-за волнового излучения Солнца и лунных приливов в верхней атмосфере; разно-масштабные локальные особенности, формирующиеся в периоды повышенной геомагнитной активности, описывает возмущенная составляющая $\sum_{j \in I} g_{j \text{возм.}}(t)$; $e(t)$ – шум, включающий дрейфовые шумы и др.

Не нарушая общности, будем считать, что исходный дискретный сигнал f_0 имеет разрешение $j=0$. После отображения в вейвлет-пространство на основе конструкции вейвлет-пакетов он может быть представлен в виде:

$$f_0(t) = f_{\text{хар.}}(t) + \sum_{j \in I} g_{j \text{возм.}}(t) + e(t) = \sum_n c_{j,n} \varphi_{j,n}(t) + \sum_{j \in I} \sum_n d_{j,n} \Psi_{j,n}(t) + \sum_{j \notin I} \sum_n d_{j,n} \Psi_{j,n}(t), \quad (2)$$

где $f_{\text{хар.}}(t) = \sum_n c_{j,n} \varphi_{j,n}(t)$ – характерная составляющая сигнала, $g_{j \text{возм.}}(t) = \sum_n d_{j \text{возм.},n} \Psi_{j \text{возм.},n}(t)$, – возмущенные составляющие (здесь и далее $j \in I$ обозначены как $f_{\text{возм.}}$), $e(t) = \sum_{j \notin I} \sum_n d_{j,n} \Psi_{j,n}(t)$ – шум, $\Psi_j = \{\Psi_{j,n}\}_{n \in \mathbb{Z}}$ – вейвлет-базис, $\varphi_j = \{\varphi_{j,n}\}_{n \in \mathbb{Z}}$ – базис, порожденный скэйлинг-функцией, коэффициенты $c_{j,n}$ и $d_{j,n}$ определяются соответственно из соотношений $c_{j,n} = \langle f, \varphi_{j,n} \rangle$, $d_{j,n} = \langle f, \Psi_{j,n} \rangle$, I – набор масштабов, j – масштаб.

Идентификация характерной составляющей модели

Характерная составляющая $f_{\text{хар.}}$ оценивается преобразованием f_0 с помощью оператора решения D . Результирующая оценка есть $\tilde{f}_{\text{хар.}} = Df_0$. Оптимизация оператора D зависит от априорной информации, имеющейся в нашем распоряжении. Поскольку распределение вероятностей мы не знаем, будем использовать минимаксную процедуру. Тогда задача состоит в нахождении оператора D , обеспечивающего наименьший риск: $r_n(\Theta) = \inf_D r(D, \Theta)$. В качестве оператора решения рассмотрим конструкцию вейвлет-пакетов, где характерный ход описывает аппроксимирующая составляющая, определяемая в вейвлет-пространстве набором коэффициентов $\bar{c}_j = \{c_{j,n}\}_{n=1, \overline{T}}$ (см. (1)). Для оценки погрешности в качестве «функции-эталоны» будем рассматривать Sq -кривую [1, 2], определяющую спокойный суточный ход геомагнитного сигнала. В этом случае погрешность аппроксимации в вейвлет-пространстве равна:

$$U_j = \frac{1}{T} \sqrt{\sum_{n=1}^T |c_{j,n} - c_{j,n}^{Sq}|^2}, \quad (3)$$

где $\bar{c}_j = \{c_{j,n}\}_{n=1, \overline{T}}$ – вектор коэффициентов аппроксимирующей составляющей сигнала, $\bar{c}_j^{Sq} = \{c_{j,n}^{Sq}\}_{n=1, \overline{T}}$ – вектор коэффициентов аппроксимирующей составляющей Sq -кривой. j – масштаб, n – отсчеты, T – число отчетов за сутки.

Как следует из (3), погрешность оценки зависит от масштаба j . Поэтому возникает задача определения масштаба j^* , обеспечивающего наименьшую погрешность аппроксимации характерной составляющей $f_{\text{хар}}$. Для решения данной задачи применим следующий **алгоритм идентификации характерной составляющей модели геомагнитного сигнала**:

1) делим геомагнитный сигнал f на сегменты длиной T , равные одним суткам:

$$\{f(t_n)\}_{n=1}^N = \left(\{f(t_n)\}_{n=1}^T, \{f(t_n)\}_{n=T+1}^{2T}, \dots, \{f(t_n)\}_{n=N-T}^N \right);$$

2) на основе конструкции вейвлет-пакетов выполняем отображение Sq -кривой и данных каждого сегмента на масштабы $j = \overline{1, -J}$, где J – максимальный масштаб, определяемый длиной сегмента T : $J \leq \log_2 T$. Получаем компоненты Sq -кривой и данных каждого сегмента в виде:

$$f_j^{Sq}(t) = \sum_n c_{j,n}^{Sq} \phi_{j,n}(t), \quad f_j^l(t) = \sum_n c_{j,n}^l \phi_{j,n}(t), \quad l - \text{номер сегмента};$$

3) для каждого масштаба j выполняем вейвлет-восстановление компонент f_j^l и f_j^{Sq} до масштаба $j = j_0$, получаем составляющие вида $f_0^{(j)l}(t) = \sum_n c_{0,n}^{(j)l} \varphi_{0,n}(t)$, $f_0^{(j),Sq}(t) = \sum_n c_{0,n}^{(j),Sq} \varphi_{0,n}(t)$ и в соответствии с (3) оцениваем погрешность $U^{(j)l}$:

$$U^{(j)l} = \frac{1}{T} \sqrt{\sum_{n=1}^T |c_{0,n}^{(j)l} - c_{0,n}^{(j),Sq}|^2};$$

4) выбираем уровень вейвлет-разложения j^* , обеспечивающий наименьший риск:

$$\tilde{r}^{(j^*)} = \min_j \max_l U^{(j)l};$$

5) получаем характерную составляющую геомагнитного сигнала, имеющую вид:

$$f_{j^*}(t) = \sum_n c_{j^*,n} \phi_{j^*,n}(t).$$

Полученная оценка может быть улучшена путем выбора базисной функции ϕ , обеспечивающей наименьшую погрешность аппроксимации.

Идентификация возмущенной составляющей модели геомагнитного сигнала

1. Выделение возмущенных компонент дерева вейвлет-пакетов. Мерой магнитной возмущенности геомагнитного сигнала является так называемая *амплитуда возмущения* [7], определяемая на основе разницы между наибольшим и наименьшим отклонениями текущей вариации поля от значений характерной суточной вариации – Sq -кривой. В качестве *меры магнитной возмущенности* компоненты на масштабе j определим максимум амплитуд вейвлет-коэффициентов компоненты:

$$A_j = \max_n (|d_{j,n}|), \quad (4)$$

где j – масштаб, n – отсчеты сигнала.

Для выделения возмущенных компонент дерева вейвлет-пакетов применим следующий критерий:

$$j \in I, \text{ если } m(A_j^v) > m(A_j^k) + \varepsilon, \quad (5)$$

где m – выборочное среднее, v – индекс возмущенной вариации поля, k – индекс спокойной вариации поля, ε – некоторое положительное число.

Предполагая, что величина A_j^k имеет нормальное распределение с некоторым средним μ^k и дисперсией $\sigma^{2,k}$, ε можно оценить как $\varepsilon = x_{1-\alpha}^{\wedge} \sqrt{\sigma^{2,k}}$, где $x_{1-\alpha}^{\wedge}$ – квантиль уровня $\frac{1-\alpha}{2}$ стандартного нормального распределения.

Масштабы $j_{\text{возм.}}$, выделенные на основе условия (5), определяют возмущенные компоненты $g_{j_{\text{возм.}}}$ модели и характеризуют возмущенность магнитного поля.

2. Оценка параметров $\{d_{j_{\text{возм.}},n}\}_{(j_{\text{возм.}},n) \in I_1}$, $\{d_{j_{\text{возм.}},n}\}_{(j_{\text{возм.}},n) \in I_2}$ возмущенных компонент.

Рассмотрим совокупность трех возможных состояний геомагнитного поля:

- 1) состояние h_0 – поле спокойное;
- 2) состояние h_1 – поле слабозвозмущенное;
- 3) состояние h_2 – поле возмущенное.

В соответствии с рассмотренными состояниями из соотношения (2) получим модель вида:

$$f(t) = f_{\text{хар.}}(t) + \sum_{(j_{\text{возм.}},n) \in I_1} d_{j_{\text{возм.}},n} \Psi_{j_{\text{возм.}},n}(t) + \sum_{(j_{\text{возм.}},n) \in I_2} d_{j_{\text{возм.}},n} \Psi_{j_{\text{возм.}},n}(t) + e(t), \quad (6)$$

где $f_{\text{хар.}}(t)$ – характерная составляющая, компонента $g_{\text{возм.},1}(t) = \sum_{(j_{\text{возм.}},n) \in I_1} d_{j_{\text{возм.}},n} \Psi_{j_{\text{возм.}},n}(t)$ описывает слабые геомагнитные возмущения, компонента $g_{\text{возм.},2}(t) = \sum_{(j_{\text{возм.}},n) \in I_2} d_{j_{\text{возм.}},n} \Psi_{j_{\text{возм.}},n}(t)$ описывает сильные геомагнитные возмущения, $\Psi_{j_{\text{возм.}}} = \{\Psi_{j_{\text{возм.}},n}\}_{n \in \mathbb{Z}}$ – вейвлет-базис, коэффициенты $d_{j_{\text{возм.}},n} = \langle f, \Psi_{j_{\text{возм.}},n} \rangle$, $j_{\text{возм.}}$ – масштаб, n – отсчеты сигнала, I_1, I_2 – наборы индексов, $e(t)$ – шум.

В соответствии с рассмотренными выше возможными состояниями геомагнитного поля рассмотрим следующие состояния коэффициентов $\{d_{j_{\text{возм.}},n}\}$: $h_{j_{\text{возм.}},0}$ – коэффициент спокойный, $h_{j_{\text{возм.}},1}$ – коэффициент слабозвозмущенный, $h_{j_{\text{возм.}},2}$ – коэффициент возмущенный.

В качестве *меры магнитной возмущенности* коэффициента в соответствии с (4) логично определить его амплитуду. Тогда оценка параметров $\{d_{j_{\text{возм.}},n}\}_{(j_{\text{возм.}},n) \in I_1}$, $\{d_{j_{\text{возм.}},n}\}_{(j_{\text{возм.}},n) \in I_2}$ может быть выполнена на основе применения пороговых функций F_1 и F_2 :

$$f(t) = f_{\text{хар.}}(t) + \sum_{j_{\text{возм.}},n} F_1(d_{j_{\text{возм.}},n}) \Psi_{j_{\text{возм.}},n}(t) + \sum_{j_{\text{возм.}},n} F_2(d_{j_{\text{возм.}},n}) \Psi_{j_{\text{возм.}},n}(t) + e(t)$$

$$F_1(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } |x| \leq T_{j_{\text{возм.}},1} \text{ или } |x| > T_{j_{\text{возм.}},2} \\ x, & \text{если } T_{j_{\text{возм.}},1} < |x| \leq T_{j_{\text{возм.}},2} \end{cases}, \quad (7)$$

$$F_2(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } |x| \leq T_{j_{\text{возм.}},2} \\ x, & \text{если } |x| > T_{j_{\text{возм.}},2} \end{cases}. \quad (8)$$

Путем *критерия наименьших потерь* могут быть определены пороги $T_{j_{\text{возм.}},1}$ и $T_{j_{\text{возм.}},2}$, обеспечивающие наименьший риск.

Средние потери по апостериорному распределению состояний $h_{j_{\text{возм.}},i}$ коэффициентов могут быть определены как

$$J_{j_{\text{возм.}},i}(x) = \sum_{i=0}^2 \Pi_{j_{\text{возм.}},i,l} P\{h_{j_{\text{возм.}},i} / d_{j_{\text{возм.}},n}, (j_{\text{возм.}},n) \in I_l\}, \quad (9)$$

где $\Pi_{j_{\text{возм.}},i,l}$ – функция потерь, $P\{h_{j_{\text{возм.}},i} / d_{j_{\text{возм.}},n}, (j_{\text{возм.}},n) \in I_l\}$ – апостериорная вероятность состояния $h_{j_{\text{возм.}},i}$, i, l – индексы состояний. Будем считать потери равными, тогда средние потери по апостериорному распределению состояний $h_{j_{\text{возм.}},i}$ примут вид:

$$J_{j_{\text{возм.}},i}(x) = \sum_{i \neq l} P\{h_{j_{\text{возм.}},i} / d_{j_{\text{возм.}},n}, (j_{\text{возм.}},n) \in I_l\},$$

где $P\{h_{j_{\text{возм.}},i} / d_{j_{\text{возм.}},n}, (j_{\text{возм.}},n) \in I_l\}$ – апостериорная вероятность состояния $h_{j_{\text{возм.}},i}$, i, l – индексы состояний.

Выберем пороги $T_{j_{\text{возм.},1}}$ и $T_{j_{\text{возм.},2}}$ обеспечивающие наименьшие потери $J = \sum_i J_{j_{\text{возм.},i}}(x)$.

Для оценки состояния геомагнитного сигнала будем использовать следующее **правило 1**:

1. Сигнал имеет спокойное состояние h_0 , если все коэффициенты $\{d_{j_{\text{возм.},n}}\}$ имеют состояние $h_{j_{\text{возм.},0}}$.

2. Сигнал имеет слабозвозмущенное состояние h_1 , если хотя бы один из набора коэффициентов $\{d_{j_{\text{возм.},n}}\}_{(j_{\text{возм.},n}) \in I_1}$ имеет состояние $h_{j_{\text{возм.},1}}$ и коэффициенты $\{d_{j_{\text{возм.},n}}\}_{(j_{\text{возм.},n}) \in I_2}$ с состоянием $h_{j_{\text{возм.},2}}$ отсутствуют.

3. Сигнал имеет возмущенное состояние h_2 , если хотя бы один из коэффициентов $\{d_{j_{\text{возм.},n}}\}$ имеет состояние $h_{j_{\text{возм.},2}}$.

Состояние сигнала в свою очередь определяет состояние магнитного поля Земли.

Выводы

В работе предложена обобщенная многокомпонентная модель геомагнитного сигнала и основанный на ней метод оценки состояния геомагнитного поля. Метод позволяет в автоматическом режиме выделить геомагнитные возмущения и оценить их интенсивность, и может быть использован для оперативного анализа регистрируемых геомагнитных данных и оценки состояния магнитного поля Земли.

Литература

1. Космическая среда вокруг нас / Н.И. Будько, А.Н. Зайцев, А.Т. Карпачев, А.Н. Козлов, Б.П. Филиппов. – Троицк: ТРОВАНТ, 2006. – 232 с.
2. Нечаев С.А. Руководство для стационарных геомагнитных наблюдений. – Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2006. – 140 с.
3. Мандрикова О.В., Соловьев И.С. Вейвлет-технология обработки и анализа вариаций магнитного поля Земли // Информационные технологии. – 2011. – № 1. – С. 34–38.
4. Мандрикова О.В. Моделирование геохимических сигналов на основе вейвлет-преобразования. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 123 с.
5. Mallat S. A Wavelet Tour of Signal Processing. – Acad. Press, 1999; Moscow: Mir, 2005.
6. Daubechies I. Ten Lectures on Wavelets. – SIAM, 1992; Izhevsk: NITs Reguljarnaya i Khaoticheskaya Dinamika, 2001.
7. Bartels J., Heck N.H., Johnston H.F. The Three Hour Range Index Measuring Geomagnetic Activity // J. Geophys. Res. – 1939. – 44. – P. 411–454.

УДК 621.313.333

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Н.Н. Портнягин, А.А. Марченко

Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: pornic1 @yandex.ru

e-mail: marchenko21@mail.ru

В статье представлена модель, позволяющая осуществить резкий сброс частоты питающего напряжения асинхронного двигателя. Представленный в статье график мощности позволяет судить о переводе электродвигателя в генераторный режим. Теоретически обоснован метод уменьшения биений напряжения.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, динамическое нагружение, рекуперативное торможение, генераторный режим.

The model which allows to make a sharp frequency dump supplying voltage to asynchronous engine is described in the article. Capacity diagram allows us to speak about electric motor transfer to generator mode. The method of tension reduction is theoretically justified.

Key words: asynchronous engine, dynamic loading, recuperative braking, generating mode.

Задачи диагностирования асинхронных двигателей как во время эксплуатации их в составе судовых электроприводов, так и после выполнения ремонтных работ требуют во время тестовых испытаний проверки электрической части. Наиболее эффективным решением является перевод асинхронного двигателя в генераторный режим с подачей механической нагрузки на ротор через воздействие тормозящего электромагнитного момента [1]. Однако в силу ряда обстоятельств генераторный режим асинхронной машины с активной нагрузкой является неустойчивым и возможен лишь на короткое время, пока энергии вращения ротора достаточно для удержания машины в режиме генерации. Это обстоятельство затрудняет проведение натурных экспериментов, так как требует дополнительных исследований динамики процесса.

В этой ситуации компьютерное моделирование рассматриваемых процессов позволяет выбрать и оценить величины параметров, частоты, времени переходного процесса, биений и т. п. Поэтому нами предлагается модель, настроенная на компьютерный эксперимент, позволяющий снять параметры процесса генераторного режима при активной нагрузке [2].

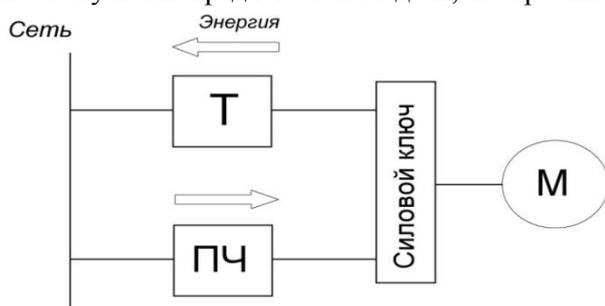


Рис. 1. Структурная схема частотного управления АД с отдачей энергии в сеть

электрической энергии до установления двигательного режима. Скорость двигателя при этом изменяется периодически от максимального значения до минимального с частотой задания блока управления преобразователем частоты ПЧ.

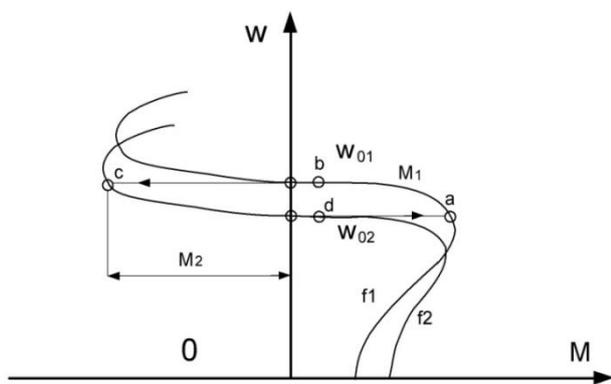


Рис. 2. Примерные скоростные характеристики электродвигателя

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что проводить испытание электродвигателя целесообразно при помощи устройства, электрическая схема которого представлена на рис. 1.

Переключение питания электродвигателя от частотного преобразователя к трансформатору в момент максимальной скорости производится путем силовой коммутации, причем сеть будет работать как потребитель

Примерные механические характеристики при периодическом изменении частоты представлены на рис. 2. На участке от нуля до точки *b* происходит разгон электродвигателя, участок *bc* соответствует переходу в генераторный режим асинхронного двигателя, который при резком изменении частоты начинает работать по второй механической характеристике *f2*. Торможению электродвигателя при отдаче электроэнергии в сеть соответствует участок *cd*. Переходу из генераторного режима в двигательный соответствует участок *da*.

На рис. 3 представлена модель предлагаемой системы, осуществляющей процесс

перехода в кратковременный генераторный режим при помощи преобразователя частоты, реализованная в программе компьютерного моделирования средствами пакета MATLAB 7.0 [3].

Модель включает в себя:

- 1) инвертор с коэффициентом модуляции 0,95 и частотой 60 Гц;
- 2) силовые размыкающий и замыкающий по времени трехфазные ключи;

- 3) асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором мощностью 4 кВт;
- 4) сеть с частотой 50 Гц и напряжением 380 В;

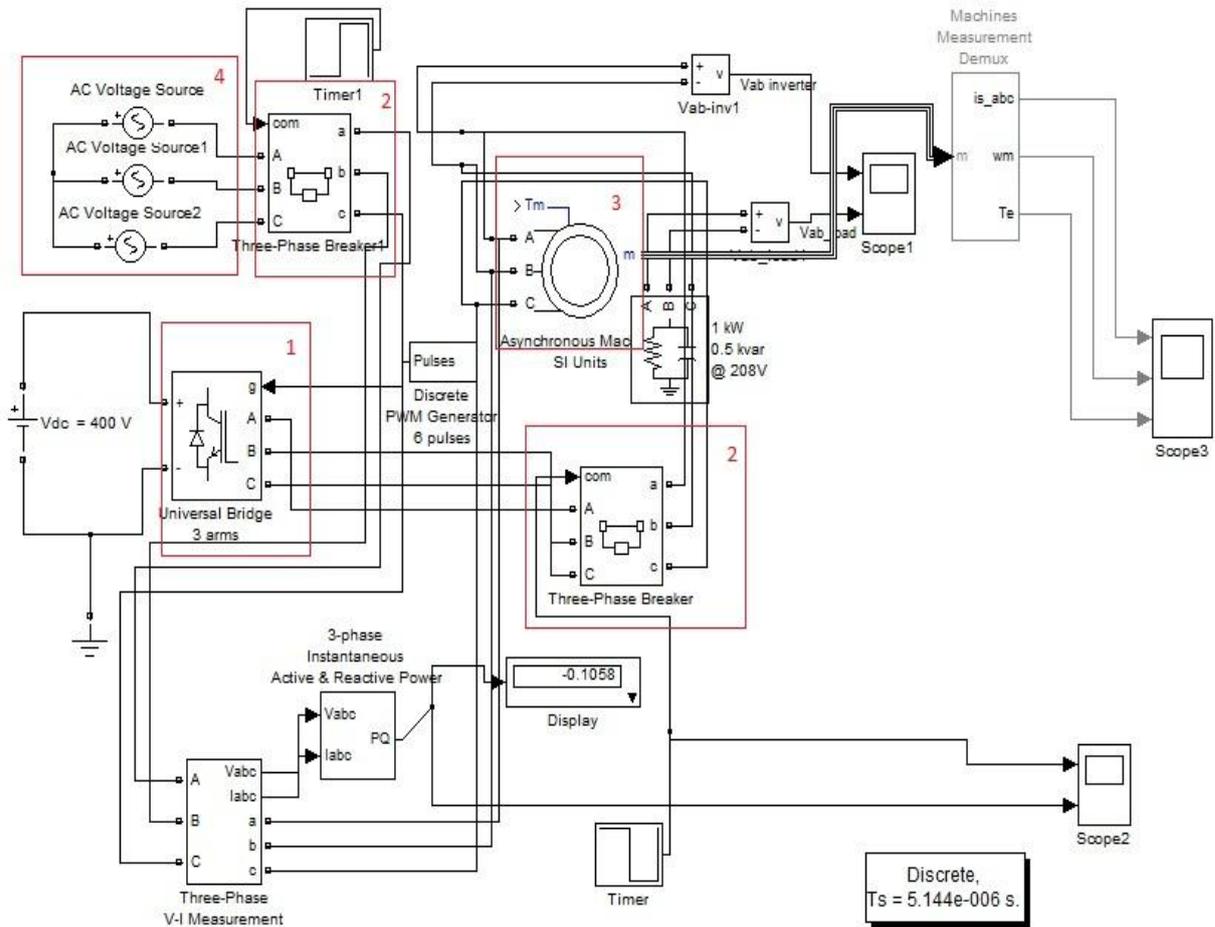


Рис. 3. Модель устройства для нагрузки асинхронного двигателя электромагнитным моментом

Инвертор осуществляет функцию частотного преобразователя со звеном постоянного тока, который прошел проверку способом включения данного электродвигателя от частоты сети 60 Гц, затем от данного устройства с дальнейшим сравнением полученных характеристик. В результате эксперимента были получены схожие зависимости разгона электродвигателя, что позволяет говорить о качестве выходного переменного напряжения инвертора и возможности его применения в системе нагружения электродвигателя электромагнитным моментом.

На участке от 0 до 0,15 происходит установление заданной скорости, соответствующей частоте 60 Гц (рис. 4), при этом на участке от 0 до 0,1 с можно различить резкие колебания момента, соответствующие колебаниям момента при прямом пуске асинхронного двигателя от источника напряжения. Затем на отрезке времени от 0,2 с происходит переключение с частотного преобразователя на сеть 50 Гц. Переключение сопровождается изменением формы напряжения статора и его частоты. Изменение формы является следствием напряжений биения между сетью и двигателем, работающим на данном участке в режиме генератора и отдающим электроэнергию в сеть. О переходе электродвигателя в режим асинхронного генератора свидетельствуют следующие показатели:

- 1) отрицательное значение момента на участке от 0,2 с;
- 2) уменьшение частоты питающего напряжения при неизменной частоте вращения двигателя и достижение обратного значения скольжения как следствие;
- 3) активная мощность на участке имеет отрицательное значение, что говорит об изменении направления протекания тока (рис. 5)

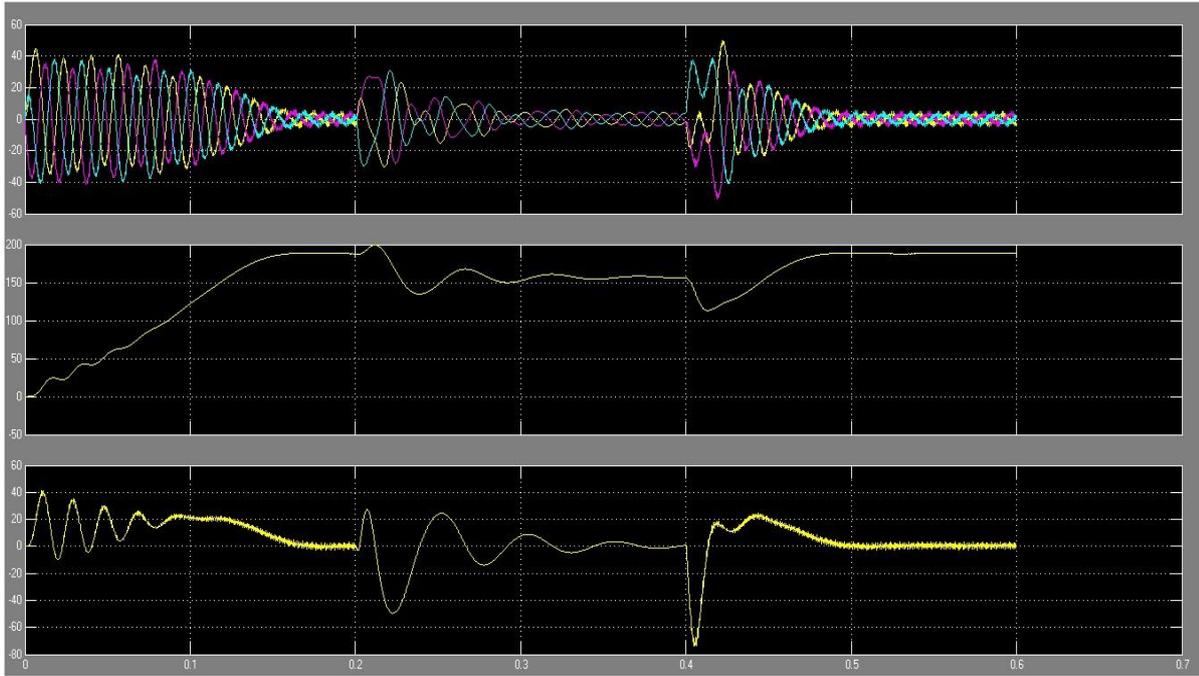


Рис. 4. Результаты моделирования при подключении частотного преобразователя 60 Гц

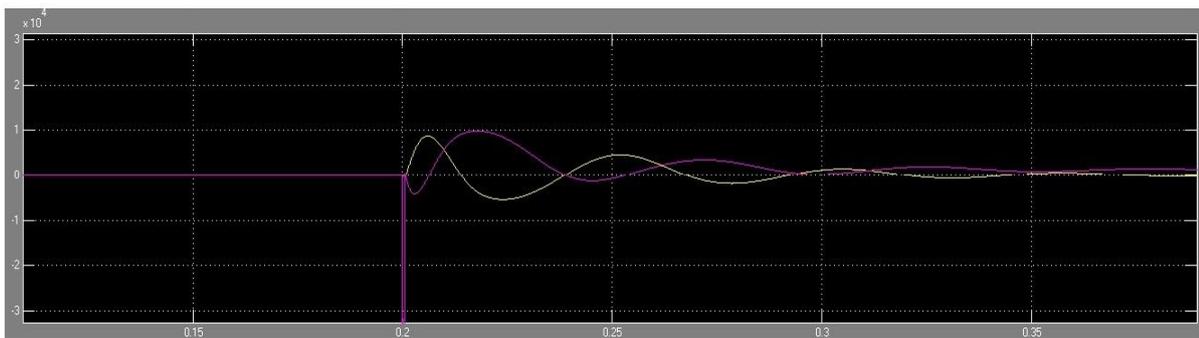


Рис. 5. Изменение реактивной и активной мощности при переключении

На участке времени от 0,4 с происходит переключение электродвигателя на преобразователь, двигатель начинает работать по второй механической характеристике, происходит разгон до скорости, соответствующей частоте 60 Гц. Теоретически максимальной частоте электродвигателя может соответствовать частота сети менее 60 Гц, но использование прикладных программ позволяет разгонять электродвигатель максимально без механических повреждений [4]. Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что проводить испытание электродвигателя с использованием электрической нагрузки вместо механической целесообразно при использовании разработанной схемы.

Из рис. 4 видны колебания моментов при переключении от сети 60 Гц на 50 Гц, это можно объяснить несоответствием напряжений по фазе двух источников (асинхронного генератора и сети 50 Гц), работающих параллельно на участке времени от 0,2 до 0,25 с. На первом графике напряжений четко видно искривление синусоидального сигнала.

Уменьшить такие колебания теоретически представляется возможным при увеличении частоты выходного напряжения инвертора. На рис. 6 представлены результаты эксперимента при увеличении частоты выходного напряжения преобразователя в два раза (100 Гц).

На участке времени от 0,3 с происходит уменьшение колебаний скорости электродвигателя (второй график), уменьшение колебаний момента (третий график). Причиной этому является уменьшение искривления синусоидальной формы сигнала напряжения на статоре электродвигателя вследствие уменьшения биений (первый график).

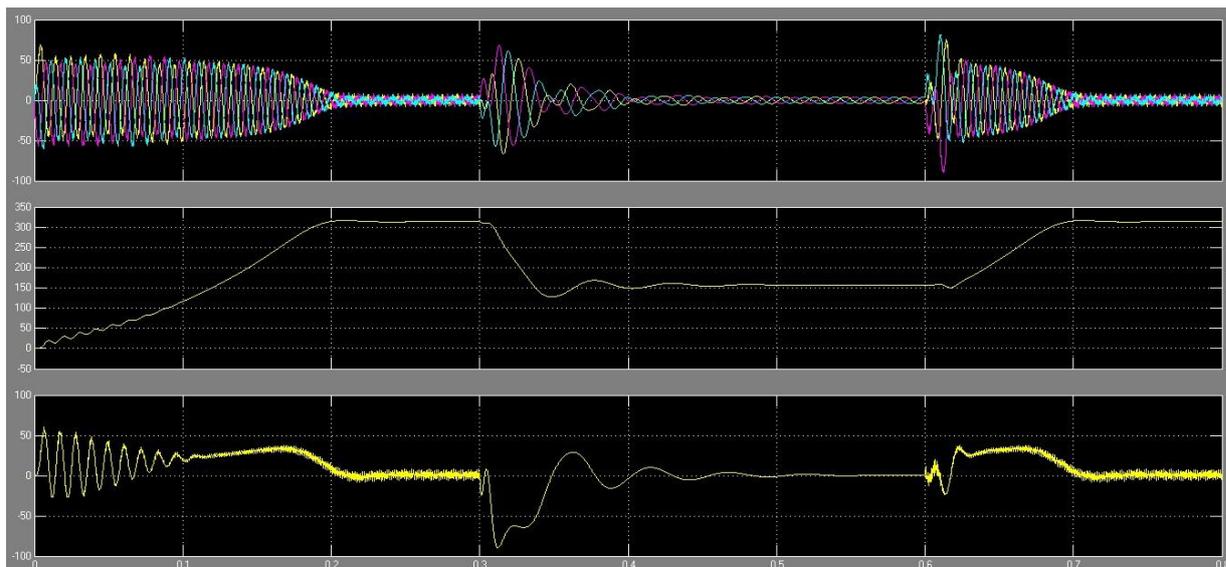


Рис. 6. Результаты моделирования при подключении частотного преобразователя 100 Гц

Об изменении направления тока можно судить по рис. 7, где активная составляющая мощности по времени показана желтой линией и на протяжении переходного процесса от 0,3 с до 0,35 с имеет отрицательное значение, что соответствует изменению направления тока.

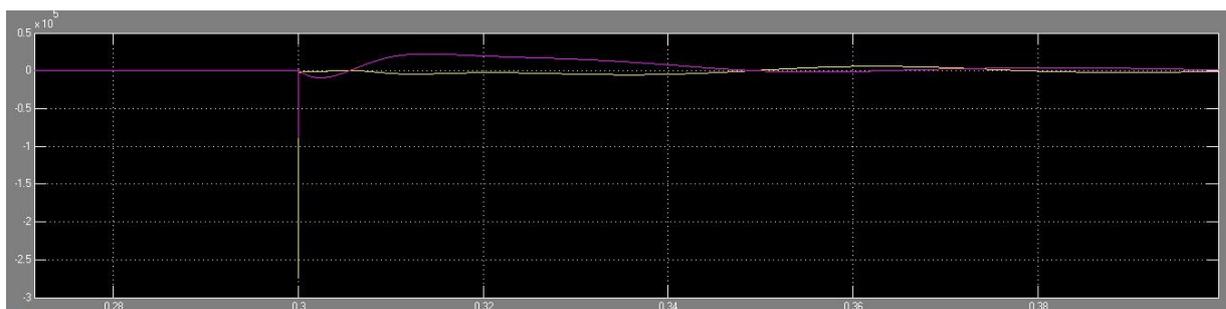


Рис. 7. Изменение реактивной и активной мощности при переключении

Из полученных результатов опытов на имитационной модели, построенной в программе MATLAB, видно, что с увеличением частоты напряжения на выходе частотного преобразователя увеличивается качество генераторного режима асинхронного электродвигателя, уменьшаются биения напряжений сети и асинхронного генератора, уменьшаются колебания момента и скорости.

Для получения значения полной мощности, отдаваемой в сеть при рекуперативном торможении двигателем, необходимо получение значений на длительном промежутке времени, что может быть достигнуто при циклическом увеличении частоты сети и ее уменьшении [5]. При получении среднего значения мощности на длительном промежутке времени необходимым условием является плавное прохождение переходных процессов также при увеличении частоты питающего напряжения. На рис. 4 виден резкий скачок момента при обратном переключении на участке времени от 0,4 с (на третьем графике) и уменьшение скорости как следствие (на четвертом графике), то есть увеличение скорости при переключении происходит не сразу. При использовании преобразователя 100 Гц (рис. 6) из-за уменьшения напряжений биений на участке от 0,6 с увеличение скорости имеет более устойчивый характер.

Из проведенных экспериментов можно сделать вывод об использовании как можно большей разности частот питающих напряжений источников, но невозможность частотного преобразователя со звеном постоянного тока пропускать электрический ток в обратном направлении вынуждает применять трехфазную сеть и ставить барьер частоты напряжения не ниже 50 Гц. Улучшение качества переходных процессов может оказаться значительным в практических целях, но нужно помнить, что математическая модель использует идеальный асинхронный электродвигатель, имеющий неисчерпаемый запас прочности подшипников, в то время как реальный электродвигатель не может соответствовать режиму при питании напряжением с частотой 100 Гц.

Полученные нами результаты моделирования позволяют сделать следующие выводы.

1. Перевод асинхронного двигателя в генераторный режим с помощью частотного преобразователя 60 Гц с последующей коммутацией цепи питания на сеть 50 Гц происходит с заметными на глаз биениями, что объяснимо с теоретической точки зрения близостью частот асинхронного генератора и сети. Поэтому для схемотехнической реализации этого режима потребуется микропроцессорное управление.

2. При переходе с частоты 100 Гц на 50 Гц биения практически не ощущаются, так как разностная частота совпадает с частотой питания сети. Однако этот режим не смогут выдержать асинхронные двигатели, применяющиеся в настоящее время на судах промыслового флота, из-за разрушения подшипников.

3. Эффективным решением при схемотехнической реализации является решение с понижением частоты питания асинхронного двигателя с 50 Гц до 25 Гц, что потребует разработки обратимого частотного преобразователя, питающегося от сети 50 Гц, или двух односторонних преобразователей с цепями коммутации, управляемыми микропроцессором.

Литература

1. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB Sim Power Systems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
2. Вольдек А.И. Электрические машины. – Л.: Энергия, 1978. – 356 с.
3. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учеб. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 146 с.
4. Баранов А.П. Раимов М.М. Моделирование электрооборудования и средств автоматизации: Учеб. для вузов. – СПб.: Элмор, 1997. – 232 с.
5. Слоним Н.М. Испытания асинхронных двигателей при ремонте. – Л.: Энергия, 1970. – 80 с.
6. Каминский М.Л. Центровка валов электрических машин. – Л.: Энергия, 1972. – 72 с.
7. Осипов О.И. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. – Л.: Энергия, 1982. – 142 с.
8. Голдберг О.Д. Испытание электрических машин: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2000. – 255 с.

УДК 628.1:621.311(571.66)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОЛЛОИДНОГО КРЕМНЕЗЕМА В СКВАЖИНАХ, ТЕПЛООБОРУДОВАНИИ ГЕОЭС

В.В. Потапов, Г.М. Мин, В.А. Горбач

Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: vadim_p@inbox.ru

e-mail: ossora@rambler.ru

e-mail: gorbvov@mail.ru

В статье приведены результаты исследований физико-химических характеристик твердых отложений коллоидного кремнезема со скважин и теплооборудования Верхне-Мутновской и Мутновской ГеоЭС. В отличие от образцов коррозии большинство образцов твердых отложений имеет высокую долю диоксида кремния. Согласно спектрам рентгенофазового анализа образцы твердых отложений представляют собой аморфный материал с небольшой долей кварца и других минералов. По своим термохимическим свойствам твердые отложения близки к опалу, на что указывают геометрические особенности ДТА-кривых. ИК-спектры твердых отложений по расположению основных пиков и соотношению их интенсивностей похожи на эталонные спектры опала. Согласно данным электронной микроскопии поверхность образцов отложений, сформировавшихся в режиме устойчивого массопереноса коллоидных частиц, имеет зернистую поверхность, составленную из частиц и их комплексов определенных размеров и форм.

Ключевые слова: гидротермальный сепарат, коллоидный кремнезем, массоперенос, аморфный кремнезем, диоксид кремния, термохимический анализ, термогравиметрия, электронная микроскопия, рентгенограмма.

Physicochemical characteristics research of solid deposits of colloidal silica from holes, heat providing equipment at Geothermal electric power station. V.V. Potapov, G.M. Min, V.A. Gorbach (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003)

The results of studies of physicochemical characteristics research of solid deposits of colloidal silica in holes, heat providing equipment at Verkhne-Mutnovsky and Mutnovsky geothermal power plant. Unlike corrosion samples most of solid deposits samples contain a big portion of silicon dioxide. According to X-ray diffraction spectra solids samples are amorphous material with a small proportion of quartz and other minerals. Taking into account thermochemical properties of solid deposits they resemble opal as geometrical features of DTA curves indicate. IR spectra of solids according to the location of main peaks and the ratio of their intensities are similar to standard opal spectra. According to electron microscopy data, surface sediment samples formed in sustainable mode of mass transport of colloidal particles have grainy surface composed of particles and their complexes of certain sizes and shapes.

Key words: hydrothermal separate, colloidal silica, mass transfer, amorphous silica, silica, thermochemical analysis, thermogravimetry, electron microscopy, X-ray picture.

Массоперенос коллоидных частиц, возникших в результате поликонденсации в потоке раствора, приводит к образованию отложений аморфного кремнезема на стенках проводящего канала. Нами были отобраны и изучены различными методами [1] образцы твердых отложений аморфного кремнезема, сформировавшихся на внутренней поверхности теплооборудования Мутновской и Верхне-Мутновской ГеоЭС при техногенном течении гидротермального раствора [2, 17,18].

Образцы изучали методами рентгенофазового, термохимического, силикатного, спектрального анализов, ИК-спектроскопии и др. [2]. На основе полученных данных выделены типы отложений кремнезема, отличающиеся формой, плотностью, прочностью, цветом, химическим составом, микроструктурой поверхности, дисперсностью.

Теплоэнергетический комплекс Верхне-Мутновской ГеоЭС с добывающими скважинами расположен в пределах эродированной постройки вулкана Жировского, который относится к Мутновскому вулканическому району. Район расположен на 70 км южнее Петропавловска-Камчатского. В районе широко проявляются различные связанные между собой формы современной вулканической и гидротермальной деятельности [2–4].

Принципиальный разрез Мутновской системы включает две части: верхнюю с пресными холодными водами и нижнюю, состоящую из пароконденсатной зоны в двухфазном состоянии и зоны с преобладанием горячей воды. Температура в последней составляет 250–300°C и более, и в ней находится забойная часть многих продуктивных скважин. В продуктивной зоне вероятно залегание как неизмененных вулканогенных пород типа базальты-андезитобазальты, так и пород, измененных в результате гидротермального метасоматоза [5]. На Мутновском месторождении пробурено более 60 скважин, примерно треть из них продуктивные. Прогнозные оценки запасов энергии месторождения доходят до 300 МВт [4, 6].

Продуктивные скважины 048, 049н, 055 Верхне-Мутновской ГеоЭС выводят на поверхность теплоноситель в виде пароводяной смеси (ПВС). Среднее паросодержание x продуктивных скважин равняется 0,3. Для реинжекции предусмотрены скважины 024н, 043н и 054. Типичные параметры скважин таковы: 048 – глубина 1247 м, диаметры обсадных труб 245 мм и 168 мм; 024н – глубина 1802 м, диаметры труб 245 мм и 168 мм.

Тепловая схема Верхне-Мутновской ГеоЭС разработана АО «Наука» и АО КТЗ [6]. Верхне-Мутновская ГеоЭС мощностью 12 МВт – станция блочного (контейнерного) типа, имеет три энерго модуля единичной мощностью по 4 МВт. Турбина энерго модуля работает на насыщенном паре с давлением на входе 0,8 МПа, с расходом 8-9 кг/с, что соответствует закачке 48–50 кг/с жидкого сепарата в реинжекционные скважины. Давление на выходе турбины 0,011 МПа, массовая доля конденсата 0,12, коэффициент полезного действия турбины около 0,773.

На Мутновском месторождении нами выделено несколько основных типов отложений кремнезема: 1) образец АК2 – сплошной твердый налет на поверхности породы, формируется

при сбросе пароводяной смеси на поверхность; 2) образцы АК13, АК14 (рис. 1), АК14b (рис. 2) – стекловидные сплошные твердые отложения на внутренней поверхности сепараторов и расширителей, прозрачные либо желтоватые или серые с пузырьчатой, блестящей поверхностью; 3) образец АК3 – розоватые хрупкие бугристые отложения на поверхности труб теплообменника, использованного в эксперименте; 4) образец АК8 – твердые, хрупкие отложения белого цвета с утолщениями и бугристой поверхностью на устьевых задвижках и обвязке продуктивных скважин; 5) образец АК11 (рис. 3) – отложения тускло-белого цвета на бортах бассейнов и дне сточных ручьев сепарата; 6) образец АК10 – твердые, слоистые отложения белого цвета на внутренней поверхности расширителей рядом со сливным отверстием; 7) образец АК12 (рис. 4) – отложения в трубах аварийного сброса пароводяной смеси с отличительными параллельными нарезам с треугольным профилем и коричневой поверхностью, вытянутыми вдоль оси трубы; 8) образец АК4 – красно-коричневые отложения в виде пластин с полированной нижней поверхностью в сепараторах; 9) образцы АК5, АК6 – твердые отложения серого цвета в проточной части и на лопатках турбины К-0,4 Мутновской ГеоЭС; 10) образец АК 19 – серые пузырьчатые отложения на внутренней поверхности бочки Джеймса; 11) образец ВМ1 – пузырьчатые почковидные наросты на верхней решетке шумоглушителя.

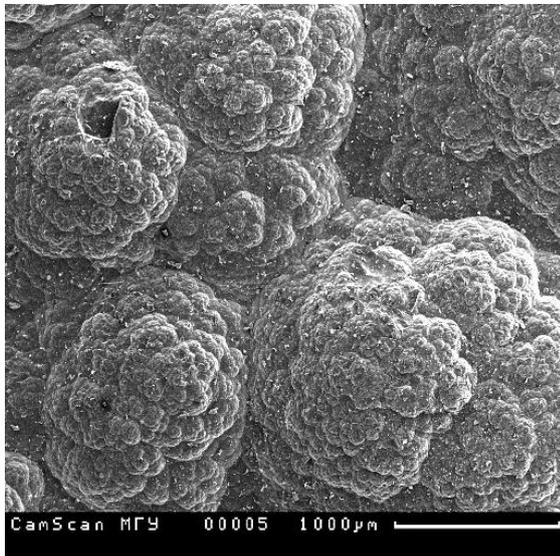


Рис. 1. Образец АК14

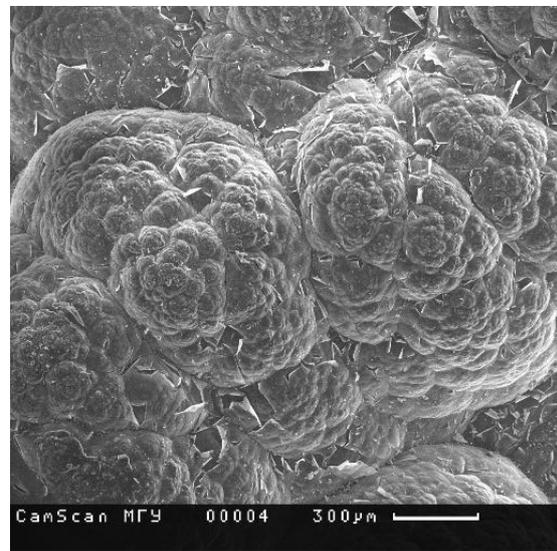


Рис. 2. Образец АК14b

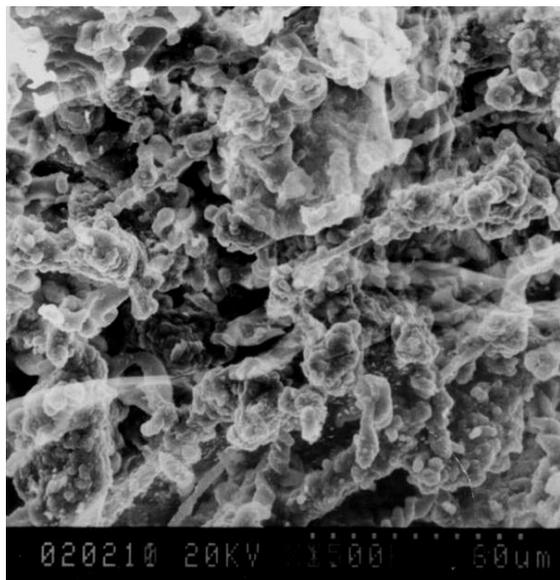


Рис. 3. Образец АК11

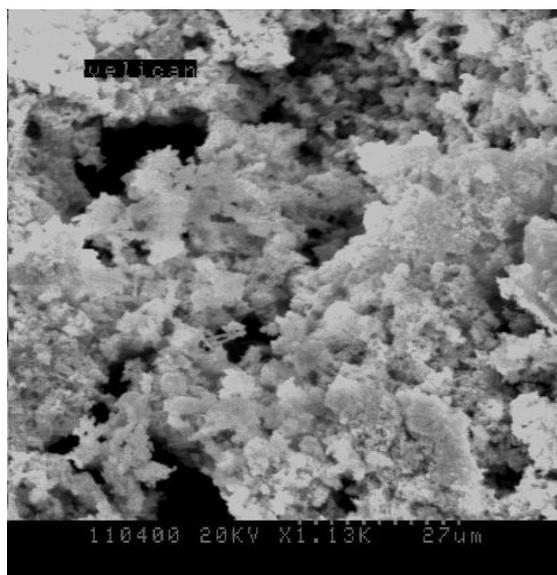


Рис. 4. Образец АК12

В табл. 1 представлены данные силикатного анализа образцов твердых отложений, в табл. 2 – спектрального анализа. Данные получены по методикам, описанным в работах [10, 11].

Таблица 1

Химический состав твердых отложений кремнезема*

Образец	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Ппп	P ₂ O ₅	Σ
AK2	84,95	0,03	1,55	0,29	0,17	0,02	0,12	1,12	0,27	0,08	0,95	10,07	0,20	99,81
AK3	88,00	0,04	1,61	1,82	1,70	0,01	0,26	0,30	0,27	0,0	2,12	4,00	0,15	100,4
AK4	83,25	0,14	2,52	2,56	1,36	0,04	0,36	1,12	0,23	0,24	2,03	5,61	0,22	99,68
AK5	32,96	0,24	0,59	30,19	4,70	н. об.	0,12	н. об.	н. об.	н. об.	5,23	7,90	0,26	99,66
AK6	68,82	0,16	0,67	5,73	3,13	0,05	н. об.	н. об.	0,50	0,24	3,91	11,35	0,23	99,90
AK8	81,92	0,0	1,90	0,91	0,52	0,16	0,41	0,73	0,27	0,43	4,90	7,30	0,07	99,52
AK10	89,24	0,0	0,60	0,0	0,58	0,15	0,05	0,0	0,21	0,20	2,58	6,27	0,0	99,88
AK11	88,00	0,01	0,65	н. об.	0,20	н. об.	н. об.	0,20	2,25	0,59	3,00	5,09	0,21	100,2
AK12	90,00	0,0	0,56	0,12	0,72	0,14	0,10	0,33	0,33	0,43	1,42	6,02	0,06	100,2
AK13	88,84	0,0	1,30	0,33	0,95	0,15	0,05	0,0	0,80	0,77	2,08	4,92	0,02	100,2
AK14	85,87	0,01	1,54	0,17	0,68	н. об.	н. об.	н. об.	0,71	0,49	2,50	7,50	0,20	99,67
AK14b	88,30	0,01	0,50	1,82	1,58	0,02	0,04	0,0	0,08	0,07	1,25	6,12	0,0	99,79
AK19	81,77	0,01	3,48	0,26	0,29	н. об.	н. об.	0,50	0,50	0,70	3,35	8,70	0,20	99,76
BM1	84,48	0,08	1,74	0,10	1,50	0,04	0,0	0,88	1,40	1,14	3,01	5,48	0,03	99,88

* н. об. – не обнаружен, H₂O – весовые потери при сушке при 105°C, Ппп – весовые потери при прокаливании при 1000°C.

Таблица 2

Результаты спектрального анализа твердых отложений кремнезема (вес. %) *

Образец	As	Sb	Pb	Sn	V	Mn	Ga	W	Cr
AK1	–	10	–	0,1	1	30	0,3	–	1
AK2	–	30	–	–	1	30	2	–	1
AK3	10	15	–	0,1	<1	40	2	–	2
AK4	10	10	–	–	1	40	1,5	–	5
AK5	150	–	2	1	1	30	0,7	1	30
AK6	15	10	1	0,2	1	40	0,3	–	30
Образец	Ge	Mo	Li	Cd	Cu	Ag	Zn	Co	Ni
AK1	–	0,15	3	–	0,5	0,01	–	–	0,5
AK2	–	0,15	–	–	1	0,3	–	–	0,5
AK3	–	0,2	–	–	2	0,3	3	0,3	2
AK4	–	0,15	–	–	3	0,3	5	0,7	4
AK5	0,3	2	–	10	7	0,01	3	1,5	7
AK6	–	0,3	3	–	3	0,15	3	0,7	5

* 0,001 – 0,000001%, 0,01 – 0,00001%, 0,1 – 0,0001%, 1 – 0,001%, 10 – 0,01%, 100 – 0,1%, 1% – 1%, (–) – не обнаружен.

Как видно из табл. 1 и табл. 2, большинство образцов твердых отложений характеризуются высокой долей диоксида кремния, содержание которого за вычетом весовых потерь на сушку и прокалывание составляло 85–95 вес. % и более – до 98–99% (табл. 2). Доля других компонент невелика. Отложения на лопатках и в проточной части турбины К-0,4 Мутновской ГеоЭС представляют отдельную группу (образец АК6). Весовое содержание кремнезема в них в среднем ниже – 70–80 вес. %, содержание железа выше – 3–7 вес. %.

ИК-спектры образцов отложений были получены с помощью Фурье-ИК спектрометра серии Vector 22/N (Bruker) в диапазоне волновых чисел от 250 до 4250 см⁻¹. В диапазоне волновых чисел 250–1200 см⁻¹ присутствовали три максимума, отвечающие колебаниям Si-O-Si связей в тетраэдре SiO₄: два небольших максимума – 500 см⁻¹ и 750–850 см⁻¹, и один значительный – 1096–1104 см⁻¹ (рис. 5). В диапазоне 1200–4000 см⁻¹ всегда присутствовали два небольших пика – 1600–1640 см⁻¹ и 2344–2368 см⁻¹, и один значительный – 3440–3480 см⁻¹, которые соответствовали колебаниям гидроксильных групп OH.

Геометрия кривых ИК-спектров и положение двух основных пиков: 1096–1104 см⁻¹ и 3440–3480 см⁻¹ – характерны для различных форм диоксида кремния [9, 11, 13, 14]. Особенное сходство было со спектром опала SiO₂·nH₂O.

Спектры рассеянного рентгеновского излучения образцов отложений получены на приборе ДРОН-2.0 [4, 15].

Результаты изучения образцов твердых отложений методом рентгенофазового анализа показаны в табл. 3. На рис. 6 представлен спектр рентгенофазового анализа образца АК3. Величина I_x выражена в относительных единицах и пропорциональна числу фотонов, которые регистрирует ФЭУ за определенное время сканирования при данном угле θ , то есть пропорциональна плотности потока рассеянного излучения.

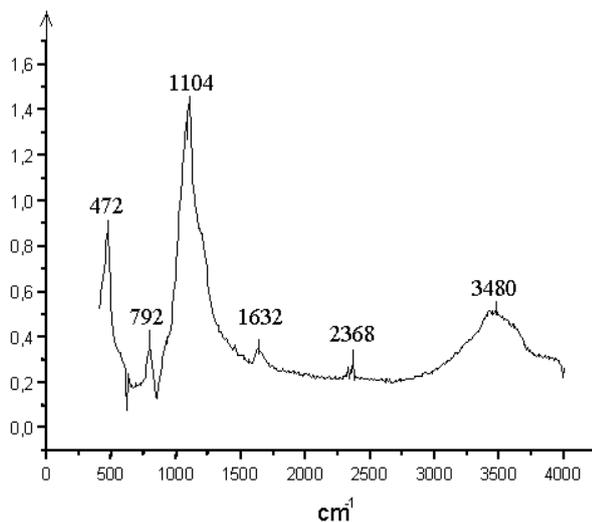


Рис. 5. ИК-спектр образца твердых отложений кремнезема (образец АК19)

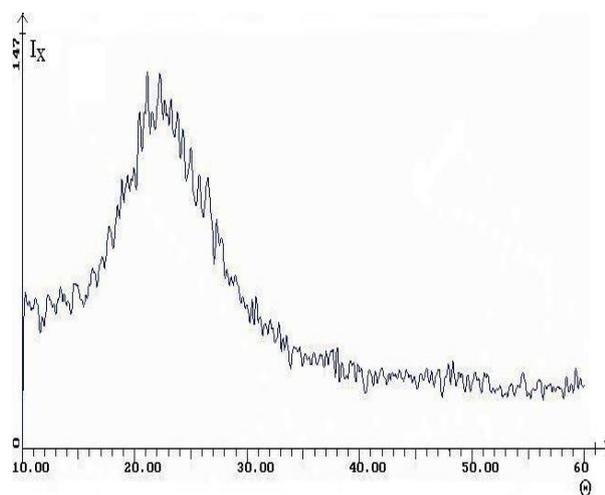


Рис. 6. Рентгенограммы образца твердых отложений кремнезема (образец АК3)

Спектры рентгенограммы образцов твердых отложений, возникших из потока пересыщенного сепарата, имели характерное аморфное гало с максимумом 0,38–0,40 нм (табл. 3, рис. 6), что указывало на их аморфную структуру. В спектрах нескольких образцов кремнезема присутствовали линии гематита Fe_2O_3 , маггемита, пирита FeS_2 , гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, тенардита Na_2SO_4 и галита $NaCl$ [11, 16]. Прокаливание аморфного кремнезема при $1000^\circ C$ приводило к потере аморфной структуры и переходу в кристаллический кристобалит SiO_2 .

Таблица 3

Результаты рентгеноструктурного анализа твердых отложений кремнезема*

Образец	Расположение максимума аморфного гало, нм	Присутствие максимумов минералов	Весовая доля кремнезема SiO_2 , вес. %	Весовая доля кварца, вес. %
АК2	0,3986	кварц SiO_2	84,25	1,3
АК3	0,399	–	88,0	н.о.
АК4	0,3934–0,411	кварц SiO_2 , гематит, маггемит Fe_2O_3	83,25	4,9
АК5	–	кварц SiO_2 , пирит FeS_2	32,66	4,5
АК6	0,3934–0,399	кварц SiO_2 , пирит FeS_2	68,8	н.о.
АК8	0,384	–	81,92	н.о.
АК10	0,3855	кварц SiO_2	89,24	0,23
АК11	0,3855–0,392	кварц SiO_2	83,8	0,57
АК12	0,400	кварц SiO_2	90,0	0,233
АК13	0,3986	–	88,84	н.о.
АК14	0,397–0,402	кварц SiO_2	85,87	0,43
АК14b	0,4079	кварц SiO_2	88,30	0,39
АК19	0,40636	кварц SiO_2 , н. р.	81,77	0,074
ВМ1	0,40608	кварц SiO_2 , возможно, галит $NaCl$, н.р.	84,48	1,64

* (–) – указанная компонента(ы) отсутствует, н. р. – не расшифрована, н. о. – не определялась.

В спектрах отдельных образцов отложений на фоне аморфной компоненты слабо выражены линии кварца при значениях 0,334 и 0,425 нм. С целью калибровки прибора ДРОН-2 были получены спектры рентгенофазового анализа образца с известной долей примеси кварца. Весовая доля примеси кварца менялась следующим образом: 2, 4, 6, 8, 10%. Интенсивность

максимума $I_{3,34}$ при значении 0,33409 нм, соответствующего кварцу, в полученных спектрах менялась в зависимости от весового процента содержания кварца C_{qu} линейно:

$$I_{3,34} = 34,3 \cdot C_{qu} \quad (1)$$

По калибровочной зависимости оценена доля кварца в образцах твердых отложений Мутновского месторождения. В среднем весовая доля кварца была невелика: 0,1–1,2 %. В образце АК4, отобранном с внутренней поверхности сепаратора, доля кварца оказалась выше – 4,9 вес. %, в образце АК5 отложений с патрубков турбины К-0,4 – 4,5 вес. %. Условия, в которых формировались образцы АК4 и АК5, были благоприятнее для кристаллизации.

Термохимические характеристики образцов твердых отложений были исследованы на дериватографе Q-1500 D. Были выполнены несколько видов термического анализа: дифференциальный термохимический (ДТ), термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный термогравиметрический (ДТГ). Скорость нагрева образца на воздухе была 10°С/мин от 20 до 1000° С. Масса навесок составляла 200–300 мг. Расшифровка результатов анализа сделана по атласу эталонных кривых [12]. В табл. 4 представлены результаты термохимического анализа образцов.

Таблица 4

Результаты термохимического анализа твердых отложений кремнезема*

Образец	Расположение экстремумов на кривой ДТГ	Интерпретация кривой ТГ	Весовые потери при прокаливании до 1000°С по кривой ТГ
АК1	125°С – (–)	20–220°С – дегидратация опала, 220–765°С – удаление воды цеолитного типа	16%
АК2	150°С – (–)	Опал, удаление воды цеолитного типа	9,0%
АК3	150°С – (–)	Удаление воды цеолитного типа	6,75%
АК4	160°С – (–) 470°С – (+)	20–325°С – удаление воды цеолитного типа, 470°С – н. р.	6,25%
АК5	125, 290, 520, 595, 750°С – (–); 400, 540, 620°С – (+)	Экстремумы не расшифрованы, 200–620°С – окисление сульфидов	29,5%
АК6	105, 690°С – (–), 400°С – (+)	Экстремумы не расшифрованы, 170–560°С – окисление сульфидов	18,0%
АК8	140°С – (–), 505°С – (+)	140°С – опал, 550°С – н. р.	8,0%
АК10	150°С – (–)	Опал	8,0%
АК11	145°С – (–), 340°С – (+)	145°С – опал, 340°С – н. р.	8,25%
АК12	Экстремумы отсутствуют	Удаление воды цеолитного типа	6,25%
АК13	170°С – (–)	До 400°С – удаление воды цеолитного типа	7,5%
АК14	Экстремумы отсутствуют	20–420°С – удаление воды цеолитного типа	8,5%
АК14б	Экстремумы отсутствуют	70–470°С – удаление воды цеолитного типа	7,0%
АК19	150°С – (–)	150°С – опал, 20–550°С – удаление воды цеолитного типа	10,5%
ВМ1	150°С – (–)	150°С – опал, 20–550°С – удаление воды цеолитного типа	8,0%

* (–) – эндотермический эффект, (+) – экзотермический эффект, н. р. – не расшифровано.

Соответствующие кривые ДТ-, ТГ-, ДТГ-анализов для всех аморфных образцов с высоким содержанием SiO₂ имели сходную геометрию. ДТ-анализ выявил достаточно острый минимум при температуре 120–150°С, который можно условно сопоставить опалу (рис. 7). На кривой ДТГ также был сравнительно острый минимум при температуре около 120°С. ТГ-кривая показала снижение массы образца при прокаливании по следующему типу: дегидратация от 20 до 220°С (физически связанная вода), удаление воды цеолитного типа – 220–1000°С (разрушение поверхностных ОН групп). Суммарная потеря массы при нагреве образцов в ходе термохимического анализа составляла от 6,0 до 20 вес. %. Образцы отложений имели термохимические свойства гидратированного кремнезема.

Проведено отдельное исследование образцов ВМ1–ВМ20 твердых отложений из теплооборудования Верхне-Мутновской ГеоЭС. Образцы отобраны в период с августа по сентябрь 2005 г. после 9–10 месяцев работы станции в режиме генерации электроэнергии.

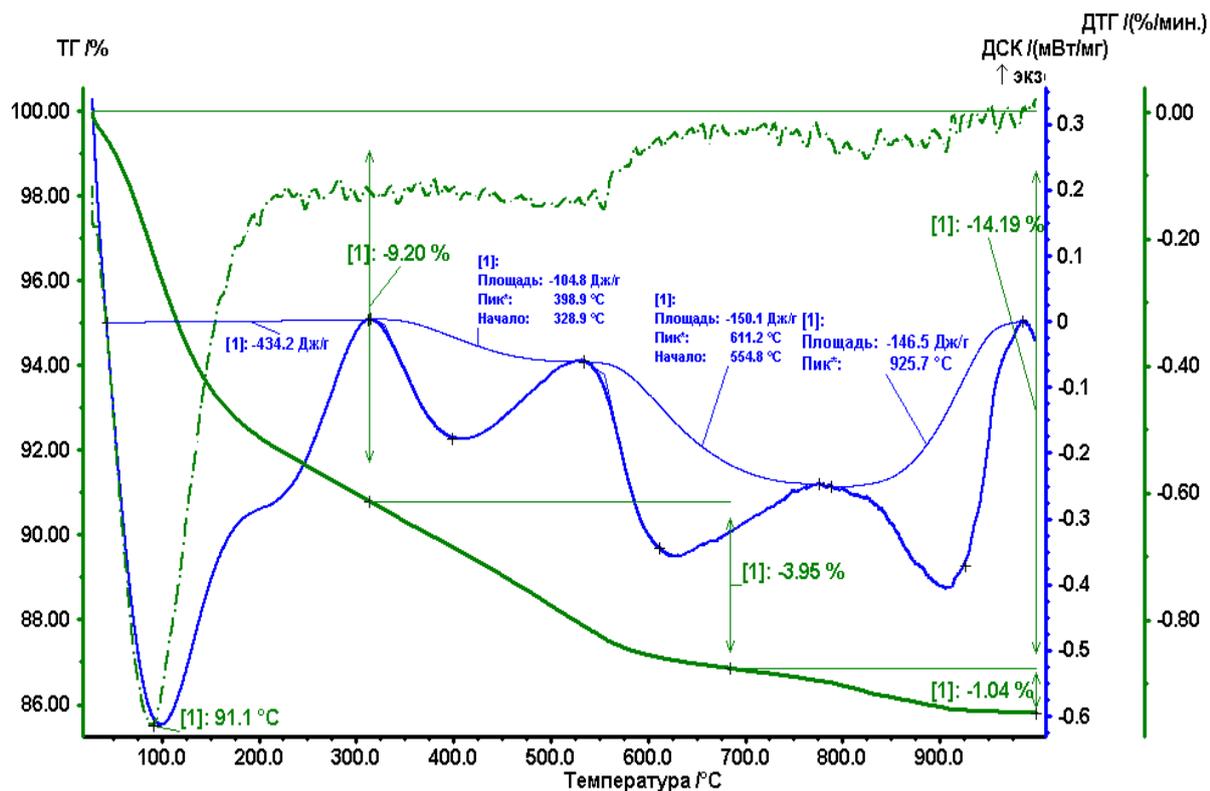


Рис. 7. Кривые термохимического анализа образца кремнезема (образец АК3)

Образцы отобраны из следующих элементов теплооборудования: сепараторы 1-, 2-й ступеней ГеоЭС (внутренняя поверхность стенок, нижние и верхние решетки, отверстия решеток), расширитель, шумоглушитель, турбогенератор ТГ-1 (лопатки предпоследней 11-й ступени, бандаж 11-й ступени, стенки выхлопной части и вакуумный бак), дренажный бак станции, из труб теплообменника для охлаждения эжектора последней второй ступени (внутренняя поверхность оребренных труб). По типу формирования образцы делятся на две группы. Часть образцов (твердые отложения)

сформировалась при контакте раствора жидкого сепарата, пересыщенного по кремнезему, или каплями сепарата, переносимыми влажным паром, с внутренней поверхностью теплооборудования [2]. Другая часть сформировалась при контакте поверхности с гидротермальным паром, содержащим сероводород, и представляет продукты окисления и коррозии стали.

Первая группа образцов характеризуется высоким весовым содержанием диоксида кремния (вес. %): VM1 – 84,48, VM2 – 82,70, VM3 – 71,92, VM4 – 67,40, VM7 – 70,20. В спектрах рентгенограммы этих образцов присутствует аморфное гало со слабовыраженными пиками минералов (рис. 8, а).

Поверхность твердых отложений кремнезема исследована на сканирующем электронном микроскопе JEM-100CX [4, 5, 7]. Коэффициент

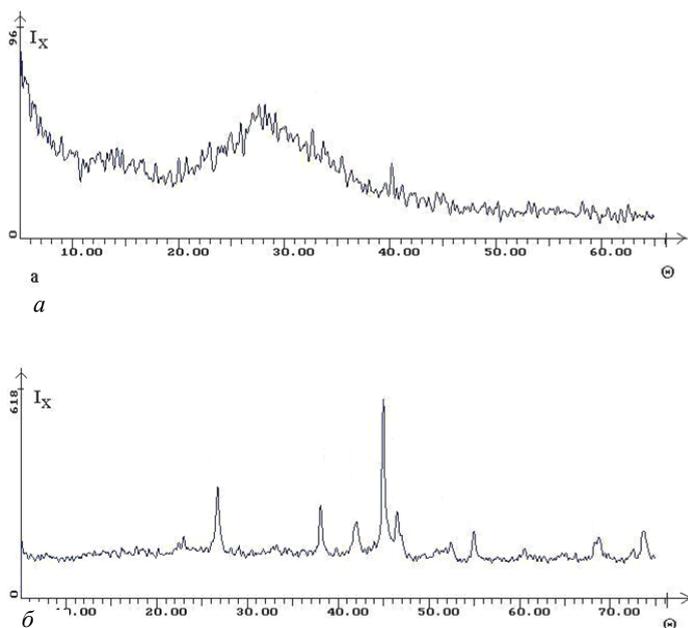


Рис. 8. Спектры рентгенограмм образцов VM1(а) и VM4(б): а – в спектре выражено аморфное гало, есть слабая линия кварца, б – в спектре есть линия магнетита и гематита

увеличения варьировался от 50 до 2000 раз. С помощью фотографий поверхности можно судить о размере, форме частиц и их комплексов различных типов отложений кремнезема. На снимке поверхности образца АК14 видны сплошные слитно расположенные почковидные структуры, составленные из комплексов частиц с размерами порядка 5–10 мкм (см. рис. 1). При большем увеличении на поверхности образца видны трещины. Образец АК14 представляет собой стекловидные, серого цвета отложения кремнезема, отобранные с внутренней поверхности телескопического расширителя скважины 01 Мутновского месторождения. Через расширитель проходил влажный пар, и отложения кремнезема формировались в результате испарения капель сепарата, переносимых в паровом потоке. Очевидно, что в телескопическом расширителе не было режимов течения сплошного потока жидкого сепарата, когда возможен массоперенос коллоидных частиц из ядра потока на поверхность канала.

Такие же куполообразные сплошные структуры, составленные из почковидных наростов, есть на поверхности образца АК14b (см. рис. 2). Образец представляет собой прозрачные стекловидные отложения белого цвета с желто-серой подложкой. Образец сформировался в результате испарения капель сепарата, осаждавшихся из потока влажного пара на внутреннюю поверхность сепаратора. При этом механизм образования отложений АК14b также исключает массоперенос коллоидных частиц из сплошного потока жидкого сепарата на поверхность канала.

Поверхность образца АК3, сформировавшегося при проведении эксперимента с теплообменником, имеет другую структуру (рис. 9). В ходе эксперимента обеспечивался режим течения воды при температуре 96°C в трубах круглого сечения и массоперенос коллоидных частиц из ядра потока к стенкам труб. На снимке четко видны отдельные зерна размером 4–8 мкм, которые не образуют сплошных структур. Между отдельными зернами есть перемычки, однако при этом большая часть поверхности имеет незаполненные пустоты, что позволяет различать зернистую структуру поверхности. Форма зерен овальная, у мелких зерен ближе к сферической.

Отложения образца АК4 также имеют зернистую структуру поверхности (рис. 10). Однако зерна образца АК4 более неоднородны по размерам, чем у образца АК3: встречаются скопления зерен с размерам 3–5 мкм, и в то же время различимы зерна с размерами до 10 мкм. Соответственно мелкие зерна расположены теснее друг к другу, чем крупные.

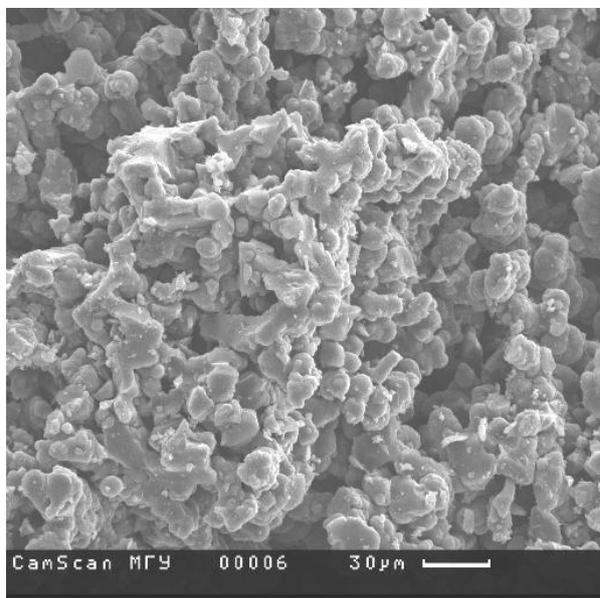


Рис. 9. Поверхность образца АК3

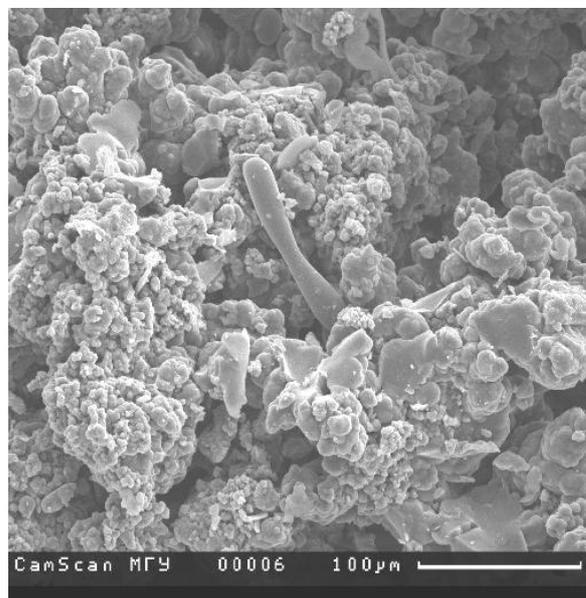


Рис. 10. Поверхность образца АК4

Отчетливую зернистую структуру имеет поверхность образца АК11, образовавшегося на дне потока сепарата скважины 014, который сливался на открытую поверхность после расширителя (рис. 11). Образец АК11 белого цвета, пористый, с малой плотностью, имеет нитевидные направленные структуры. На снимках хорошо различимы гроздья комплексов частиц в виде клубков и пустоты между ними. Комплексы частиц расположены близко, их упаковка плотная. Частицы имеют овальную близкую к сферической форму, размеры частиц – от 1 до 3 мкм.

Отдельные комплексы соединены друг с другом вытянутыми тонкими «палочками», также составленными из частиц, причем в поперечном направлении «палочка» составлена из одной или двух частиц, а по длине 20–30 мкм из нескольких десятков.

Особый тип зернистой структуры наблюдался на снимках поверхности образца АК16 (рис. 12). На фотографиях хорошо различимы прямые нитевидные структуры, составленные из большого числа однородных овальных частиц размером 2–4 мкм. Между отдельными нитями видны пустоты. В поперечном направлении размер нити составляет около 20 мкм. Длина нити гораздо больше: видимая на фотографии часть нити достигает в длину 240 мкм. Зернистую форму поверхности имеют также образцы, сформировавшиеся на оголовках скважин, а также при естественной разгрузке термальных вод. Размер, форма частиц и их комплексов зависели от гидродинамических условий обтекания поверхности раствором, определяющих массоперенос частиц.

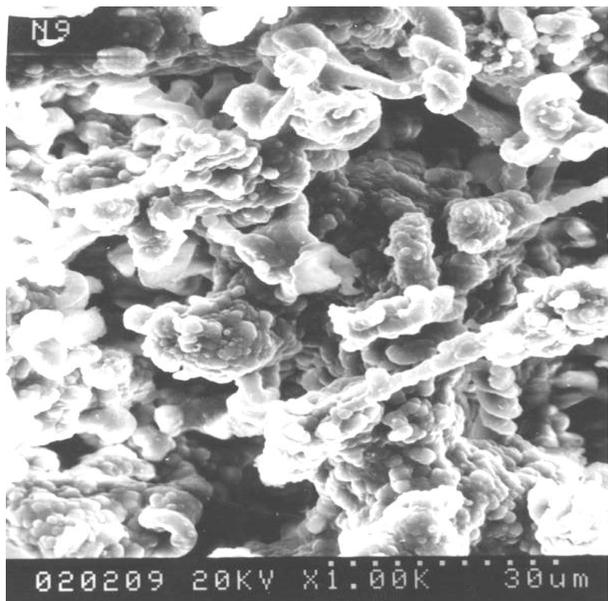


Рис. 11. Поверхность образца АК11

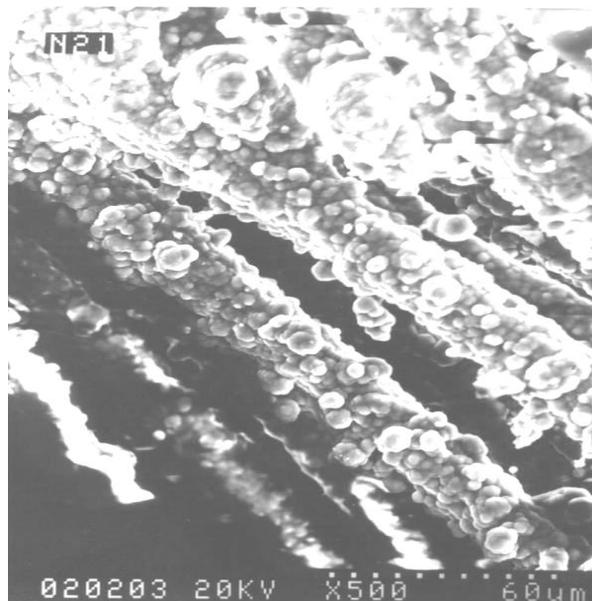


Рис. 12. Поверхность образца АК16

Для образца АК1b получено изображение с микроструктурой дисперсного материала с увеличением в 500 раз. Образец АК1b осажден вымораживанием гидротермального раствора на поверхности снега после предварительного диспергирования жидкости. При вымораживании капли застывали, а коллоидные частицы концентрировались в промежутках между льдом и снегом, что ускоряло их коагуляцию и осаждение. Течение раствора и массоперенос одиночных частиц при таком режиме осаждения отсутствовали. Микроструктура образца АК1b не имеет комплексов из зерен определенного размера. На снимках различимы хлопьевидные бесформенные уплощенные агрегаты с характерными размерами до 10–15 мкм, рядом с которыми в очень редких случаях находятся одиночные овальные зерна (рис. 13).

В местах естественной разгрузки гидротермального раствора на поверхность наибольшее распространение имеют кремнистые осадки, которые представлены аморфными образованиями типа кремнеземопалом, опалкристобалитом ($\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). Часто они формируют стратифицированные отложения в виде кремнистых туфов и гейзеритов. Объем таких отложений может достигать нескольких сотен кубических метров. Кремнистые осадки являются неотъемлемой частью гейзеров, формируя их постройки.

Естественная разгрузка термальных источников имеет спокойный характер истечения воды. В гейзерах происходит выброс диспергированной пароводяной смеси, но и в этом режиме скорости течения пароводяной смеси далеки от скорости звука [17, 18]. Скорости истечения пароводяной смеси из скважин гидротермальных месторождений могут приближаться к скорости звука [19].

Отложения, возникшие как при естественной разгрузке, так и при течении раствора в геотермальных скважинах, сходны по химическому составу. Микроструктура отложений отражает кинетику их образования из коллоидного раствора. Но в микроструктуре двух типов отложений есть различия, которые объясняются отличиями в гидродинамических условиях их образования.

На микроструктурном уровне отложения в области естественной разгрузки имеют натечные формы типа образцов ТК38 гейзера Великан (рис. 14) и Жемчужный (рис. 19), в то время как отложения геотермальных скважин часто спутанно-нитевидные типа образцов отложений Мутновской ГеоЭС (рис. 15–17) или образца отложений Паужетской ГеоЭС (рис. 18).



Рис. 13. Поверхность образца АК1b

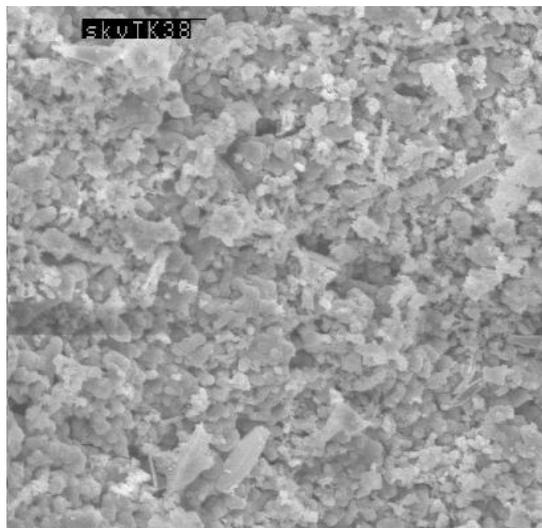


Рис. 14. Поверхность образца ТК38

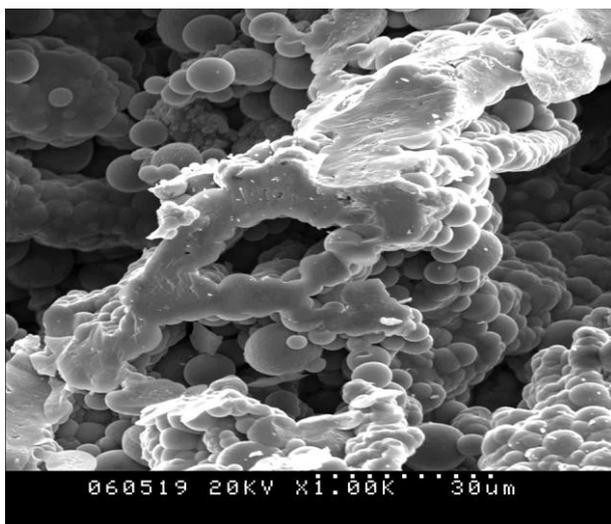


Рис. 15. Поверхность образца MG1-02

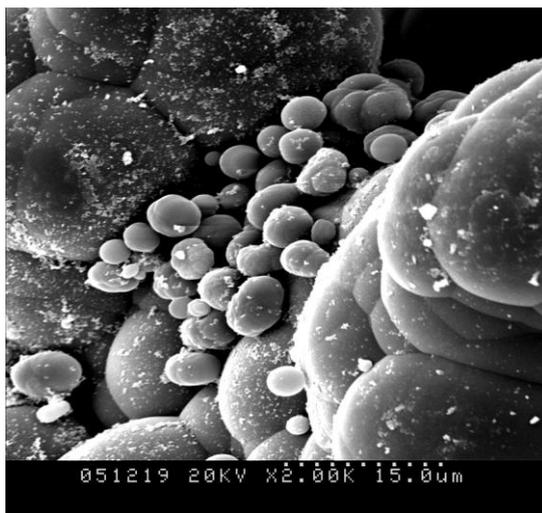


Рис. 16. Поверхность образца MG1-03

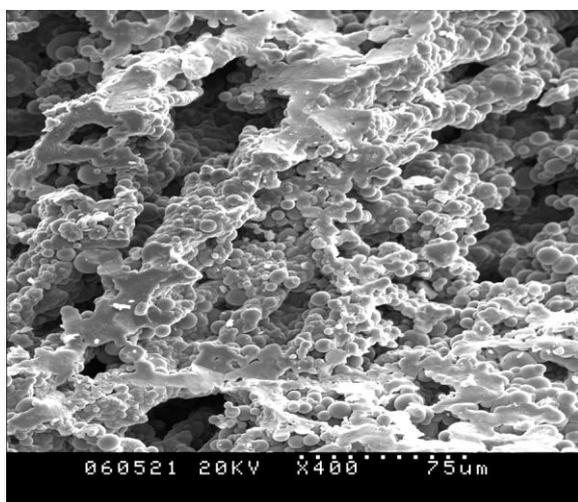


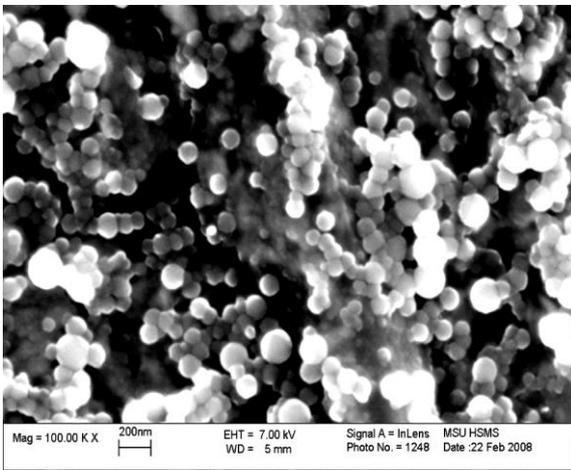
Рис. 17. Поверхность образца MG1-04



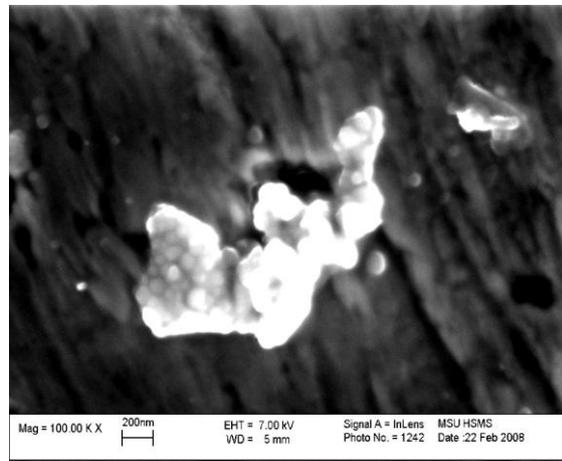
Рис. 18. Поверхность образца PZ1-03



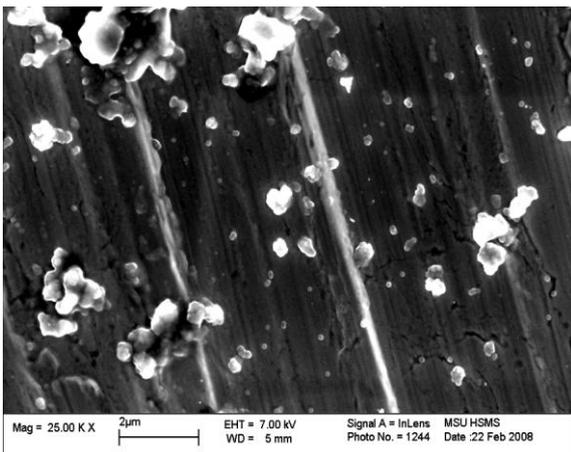
Рис. 19. Образцы гейзера Жемчужный



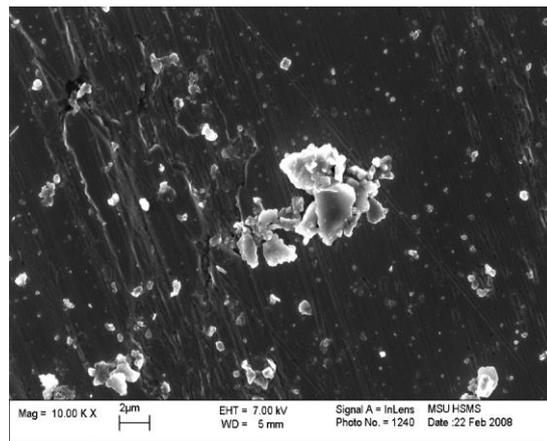
a



б



в



г

Рис. 20. Фотографии образцов: *a* – полученного из золя кремнезема; *б, в, г* – высушенного золя кремнезема

На рис. 20, *a* представлена фотография образца, полученного из золя. В представленной отдельной частице золя видно, что при углублении в объем частицы изменяется симметрия образующейся структуры твердой фазы.

На рис. 20, *б, в, г* представлены фотографии образцов, полученных при высушивании золя. При данном типе процесса удаления растворителя (воды) теряются первичные и вторичные ми-

целлы. На рис. 20, в видно, что при высушивании происходит изменение формы субъединиц (теряется сферичность), а на рис. 20, з – образуются пластинчатые структуры.

Таким образом, совокупность результатов исследования, выполненных различными методами, указывала на то, что из потока раствора с теми же физико-химическими характеристиками, что и на Мутновском месторождении, образуются преимущественно гидратированные аморфные отложения коллоидного кремнезема.

Литература

1. Образование твердых отложений кремнезема в оборудовании ГеоЭС при течении гидротермального раствора / В.В. Потапов, Г.М. Мин, И.А. Кашутина, А.О. Садовникова, В.Н. Портнягин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 7. – С. 25–30.
2. Исследование скорости роста твердых отложений кремнезема в скважинах и теплооборудовании геотермальных электрических станций / В.В. Потапов, Г.М. Мин, В.А. Горбач // Вестник КамчатГТУ. – 2010. – № 14. – С. 10–16.
3. Polycondensation Kinetics of Orthosilicic Acid in a Hydrothermal Solutions / I.A. Kashutina, V.V. Potapov, O.V. Shulga, G.M. Min, A.O. Sadovnikova // Proceedings of the 33th Stanford Workshop on Geothermal reservoir engineering Stanford, USA. – 2008. – P. 430–437.
4. Мин Г.М. Очистка сточных вод геотермальных электрических станций от кремнезема с утилизацией осадка: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009. – 26 с.
5. Silica extraction from hydrothermal solutions by membrane filters / V.V. Potapov, V.A. Gorbach, V.N. Kashpura, I.A. Kashutina, G.M. Min, A.O. Sadovnikova // Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25–29 April 2010.
6. Потапов В.В., Мин Г.М. Исследование скорости роста твердых отложений аморфного кремнезема в скважинах и теплооборудовании геотермальных электрических станций // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – № 14. – С. 10–16.
7. Электронная микроскопия в минералогии / Под ред. Г.Р. Венка. – М: Мир, 1979. – 541 с.
8. Методы минералогических исследований. Справочник. – М.: Недра, 1985. – 480 с.
9. Джеффери П. Химические методы анализа горных пород. – М.: Мир, 1973. – 470 с.
10. Таблицы спектральных линий. Справочник / А.Н. Зайдель, В.К. Прокофьев, С.М. Райский, В.А. Славный, Е.Я. Шрейдер. – М.: Наука, 1977. – 798 с.
11. Термический анализ минералов и горных пород / В.П. Иванова, Б.К. Касатов, Т.Н. Красавина, Е.Л. Розина. – Л: Недра, 1974. – 399 с.
12. Моделирование роста твердых отложений кремнезема из потока гидротермального раствора / В.В. Потапов, А.О. Садовникова, Г.М. Мин, И.А. Кашутина // Вестник КамчатГТУ. – 2008. – Вып. 7. – С. 96–102.
13. Получение водных золь кремнезема мембранным концентрированием гидротермальных растворов / В.В. Потапов, Г.Р. Аллахвердов, А.А. Сердан, Г.М. Мин, И.А. Кашутина // Химическая технология. – 2008. – № 6. – С. 246–251.
14. Очистка теплоносителя геотермальных электрических станций мембранным методом / В.В. Потапов, В.А. Горбач, В.Н. Кашпура, Г.М. Мин, И.А. Кашутина, А.О. Садовникова // Теплоэнергетика. – 2008. – № 7. – С. 246–251.
15. Извлечение коллоидного кремнезема из гидротермальных растворов мембранными методами / В.В. Потапов, В.Н. Зеленков, В.А. Горбач, В.Н. Кашпура, Г.М. Мин. – М.: РАЕН, 2006. – 228 с.
16. Numerical modeling of orthosilicic acid nucleation in a hydrothermal solutions at different temperatures and pH / I.A. Kashutina, V.V. Potapov, G.M. Min, A.O. Sadovnikova, E.V. Shunina, S.V. Zubaha // Proceedings of the 34th Stanford Workshop on Geothermal reservoir engineering Stanford, USA, 2009. – P. 436–443.
17. Чермошнцева А.А. Методы расчета теплообмена геотермальной скважины с массивом окружающих горных пород // Научно-технические исследования в рыбохозяйственной отрасли Камчатского края: Материалы ежегодной науч.-техн. конф. проф.-препод. состава и аспирантов КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009.
18. Чермошнцева А.А. Тепломассоперенос при добыче геотермального теплоносителя (тезисы). International workshop: Mutnovsky scientific drilling project. – Petropavlovsk-Kamchatsky, 2006.
19. Чермошнцева А.А. Статическое состояние пароводяной геотермальной скважины // Вестник КамчатГТУ. – 2003. – Вып. 2.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАССИВА ФУНКЦИЙ ПЕРЕДАЧИ МНОГОПОЛЮСНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Г.А. Пюкке

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: georyukke@yandex.ru

Предложенный в работе метод, основанный на матричных преобразованиях, позволяет сформировать множество функций передачи многополюсной системы, которое впоследствии используется как совокупность основных регулировочных и диагностических признаков при построении диагностических и регулировочных моделей технических систем. На основе построенных моделей разрабатываются новые методы диагностирования технического состояния судовых средств автоматизации. Разработка новых методов диагностирования позволяет проектировать технические средства диагностирования с новыми возможностями, что расширяет круг инженерных задач по поддержанию работоспособного состояния технических систем и предотвращения аварийных ситуаций при эксплуатации в условиях автономного плавания.

Ключевые слова: регулировочный признак, многополюсное представление, топологический граф, укороченная матрица узловых параметров.

Analytical methods of functions array transfer forming of multipolar system while solving a problem of technical diagnosis. G.A. Pjukke (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

The offered method is based on matrix transformations, it allows to form a range transfer functions of multipolar system which is later used as a set of basic adjusting and diagnostic attributes at construction of diagnostic and adjusting models of technical systems. On the basis of constructed models new methods of operating conditions diagnosing of ship automation condition are elaborated. Development of new diagnosing methods allows to project technical diagnosing means with new opportunities, it expands a range of engineering tasks for operating conditions maintenance of technical systems and emergencies prevention at operation in conditions of independent navigation.

Key words: an adjusting attribute, multipolar representation, topological the columns, the short matrix of central parameters.

Модель регулирования многомерной системы может быть построена на основе использования массива регулировочных признаков, предварительно полученных при анализе системы регулирования, представленной в виде многополюсной системы. Учитывая особенности объекта регулирования (ОР), его топологию и спецификацию, а также характер решаемых задач можно выделить совокупность величин, функционально связанных с топологическими характеристиками объекта изучения, такими как параметры составляющих компонент, топология объекта регулирования, характер связей между компонентами. Назовем эти величины регулировочными признаками (РП) объекта регулирования.

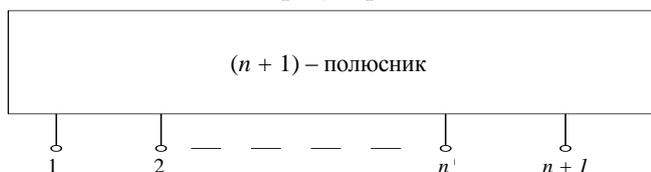


Рис. 1. Многополюсное представление системы

Для формирования массива регулировочных признаков используем многополюсное представление многомерной системы (рис. 1), которое всегда можно выполнить, если дана структура изучаемой системы и построен топологический граф, имеющий n вершин и k дуг.

Внутренняя топология объекта регулирования будет представлена совокупностью структурных компонент (СК), характер и размер которых определяется глубиной регулирования и спецификой решаемой задачи. При таком делении ОР регулирование ведется с глубиной до СК,

а весь ОР представляется в виде многополюсной системы. При этом все вершины графа будут представлены полюсами многополюсной системы.

Выбирается функция цели, экстремума которой необходимо добиться при решении задачи регулирования (например, величины запаса работоспособности системы и др.). Формализация поставленной задачи достигается посредством использования аппарата матричных преобразований. Формирование массива регулировочных признаков выполняется на основе использования полной матрицы узловых параметров, построенной на основе топологического графа исследуемой системы. Будем рассматривать только линейные системы. Исследуемая система будет считаться линейной, если полюсные функции внешнего воздействия f_s , полюсные функции реакции системы h_s и внутренние параметры составляющих компонент системы y_{ij} связаны системой линейных уравнений.

$$\begin{aligned} f_1 &= y_{11}h_1 + y_{12}h_2 + \dots + y_{1(n+1)}h_{n+1} \\ f_2 &= y_{21}h_1 + y_{22}h_2 + \dots + y_{2(n+1)}h_{n+1} \\ &\dots\dots\dots \\ f_n &= y_{(n+1)1}h_1 + y_{(n+1)2}h_2 + \dots + y_{(n+1)(n+1)}h_{n+1}. \end{aligned}$$

Запишем полную матрицу узловых параметров системы:

$$[Y] = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1(n+1)} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2(n+1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{(n+1)1} & y_{(n+1)2} & \dots & y_{(n+1)(n+1)} \end{bmatrix}.$$

Для вычисления каждого регулировочного признака из всей возможной совокупности регулировочных признаков в топологическом графе необходимо выделить информационный канал, имеющий два полюса на входе (входные полюсы поступления информации) и два полюса на выходе (выходные полюсы съема информации). Соответственно над матрицей $[Y]$ необходимо совершить эквивалентные преобразования, приводящие к понижению ее порядка.

После выполнения таких преобразований многополюсник с любым количеством полюсов преобразуется в четырехполюсник. Эту процедуру назовем процедурой «поглощения» полюсов многополюсной системы. Над матрицей $[Y]$ произведем преобразования, приводящие к получению конечной матрицы четырехполюсной системы.

Для перехода от $(n + 1)$ -полюсной системы к четырехполюснику используем наличие в $(n + 1)$ -полюсной системе полюсов, свободных от поступления и снятия информации.

Предположим сначала, что какой-то k -й полюс имеет полюсную функцию f_k , равную нулю и превращается во внутренний узел (внутреннюю вершину графа).

Тогда из k -го уравнения системы можно выразить полюсную функцию h_k через полюсные функции остальных полюсов, при условии $f_k = 0$.

$$h_k = \frac{-y_{k1}h_1 - y_{k2}h_2 - \dots - y_{k(k-1)}h_{k-1} - y_{k(k+1)}h_{k+1} - \dots - y_{k(n+1)}h_{n+1}}{y_{kk}}.$$

Деля почленно на y_{kk} и подставляя в исходную систему, получим:

$$h_k = -\frac{y_{k1}}{y_{kk}} \cdot h_1 - \frac{y_{k2}}{y_{kk}} h_2 - \dots - \frac{y_{k(k-1)}}{y_{kk}} h_{k-1} - \frac{y_{k(k+1)}}{y_{kk}} h_{k+1} - \dots - \frac{y_{k(n+1)}}{y_{kk}} h_{n+1}.$$

При подстановке в первое уравнение системы (1) получим:

$$\begin{aligned} f_1 &= y_{11}h_1 + y_{12}h_2 + \dots + y_{1k}h_k + \dots + y_{1(n+1)}h_{n+1} = \\ &= y_{11}h_1 + \dots + y_{1k} \left[\frac{-y_{k1}}{y_{kk}} h_1 - \dots - \frac{y_{k(k-1)}}{y_{kk}} h_{k-1} - \frac{y_{k(k+1)}}{y_{kk}} h_{k+1} - \dots - \frac{y_{k(n+1)}}{y_{kk}} h_{n+1} \right] + \dots + y_{1(n+1)}h_{n+1}. \end{aligned}$$

Раскрываем скобки и группируем члены при одинаковых полюсных параметрах h :

$$f_1 = \left(y_{11} - \frac{y_{1k} y_{k1}}{y_{kk}} \right) h_1 + \dots + \left(y_{1(k-1)} - \frac{y_{1k} y_{k(k-1)}}{y_{kk}} \right) h_{k-1} +$$

$$+ \left(y_{1(k+1)} - \frac{y_{1k} y_{k(k+1)}}{y_{kk}} \right) h_{k+1} + \dots + \left(y_{1(n+1)} - \frac{y_{1k} y_{k(n+1)}}{y_{kk}} \right) h_{n+1}.$$

Получили первое уравнение новой системы. Прделавав те же преобразования со всеми остальными уравнениями системы (1), получим:

$$f_2 = \left(y_{21} - \frac{y_{2k} y_{k1}}{y_{kk}} \right) h_1 + \dots + \left(y_{2(k-1)} - \frac{y_{2k} y_{k(k-1)}}{y_{kk}} \right) h_{k-1} +$$

$$+ \left(y_{2(k+1)} - \frac{y_{2k} y_{k(k+1)}}{y_{kk}} \right) h_{k+1} + \dots + \left(y_{2(n+1)} - \frac{y_{2k} y_{k(n+1)}}{y_{kk}} \right) h_{n+1}$$

.....

$$f_{n+1} = \left(y_{(n+1)1} - \frac{y_{(n+1)k} y_{k1}}{y_{kk}} \right) h_1 + \dots + \left(y_{(n+1)(k-1)} - \frac{y_{(n+1)k} y_{k(k-1)}}{y_{kk}} \right) h_{k-1} +$$

$$+ \left(y_{(n+1)(k+1)} - \frac{y_{(n+1)k} y_{k(k+1)}}{y_{kk}} \right) h_{k+1} + \dots + \left(y_{(n+1)(n+1)} - \frac{y_{(n+1)k} y_{k(n+1)}}{y_{kk}} \right) h_{n+1}.$$

Получили новую систему, в которой будет отсутствовать k -е уравнение и k -й столбец, а коэффициенты при полюсных функциях h будут пересчитаны по формулам, стоящим в скобках перед ними. Соответственно в матрице узловых параметров необходимо вычеркнуть k -ю строку и k -й столбец, что будет соответствовать превращению k -го полюса во внутренний узел (операция поглощения полюса).

Выражения для пересчета коэффициентов в новой системе имеют общий вид:

$$y_{11}^* = y_{11} - \frac{y_{1k} y_{k1}}{y_{kk}};$$

$$\dots\dots\dots y_{1(k-1)}^* = y_{1(k-1)} - \frac{y_{1k} y_{k(k-1)}}{y_{kk}}; \quad y_{1(k+1)}^* = y_{1(k+1)} - \frac{y_{1k} y_{k(k+1)}}{y_{kk}};$$

$$\dots\dots\dots y_{1(n+1)}^* = y_{1(n+1)} - \frac{y_{1k} y_{k(n+1)}}{y_{kk}}.$$

$$y_{21}^* = y_{21} - \frac{y_{2k} y_{k1}}{y_{kk}}; \dots\dots\dots y_{2(k-1)}^* = y_{2(k-1)} - \frac{y_{2k} y_{k(k-1)}}{y_{kk}};$$

$$y_{2(k+1)}^* = y_{2(k+1)} - \frac{y_{2k} y_{k(k+1)}}{y_{kk}};$$

$$\dots\dots\dots y_{2(n+1)}^* = y_{2(n+1)} - \frac{y_{2k} y_{k(n+1)}}{y_{kk}}.$$

.....

$$y_{(n+1)1}^* = y_{(n+1)1} - \frac{y_{(n+1)k} y_{k1}}{y_{kk}}; \dots\dots\dots y_{(n+1)(k-1)}^* = y_{(n+1)(k-1)} - \frac{y_{(n+1)k} y_{k(k-1)}}{y_{kk}};$$

$$y_{(n+1)(k+1)}^* = y_{(n+1)(k+1)} - \frac{y_{(n+1)k} y_{k(k+1)}}{y_{kk}}; \dots\dots\dots y_{(n+1)(n+1)}^* = y_{(n+1)(n+1)} - \frac{y_{(n+1)k} y_{k(n+1)}}{y_{kk}}.$$

Процедура приведения $(n + 1)$ -полюсника к четырехполюснику предполагает последовательное исключение всех полюсов, кроме полюсов выделенного канала прохождения информации. Выполнение этой процедуры позволяет найти первый регулировочный признак на основе получения первой конечной матрицы первого четырехполюсника (рис. 2).

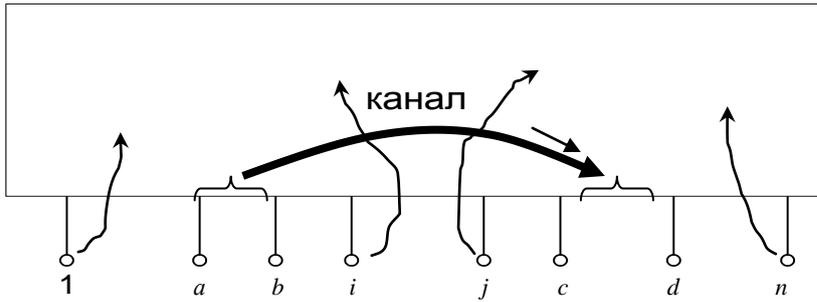


Рис. 2. Выделение каналов информации многополюсника:
 ab – вход канала; cd – выход канала

Алгоритм пересчета коэффициентов первой матрицы первого четырехполюсника включает выделение первого информационного канала с полюсами a, b на входе и полюсами c, d на выходе, соответствующими полюсным функциям i_a, i_b, i_c, i_d в системе (1). Эти полюсы оставляют внешними. Все остальные полюсы преобразуют во внут-

ренние узлы (их полюсные функции считаются равными нулю).

Если обозначить через k количество полюсов, преобразуемых во внутренние узлы, а через S – количество полюсов, оставляемых внешними, то $k = n + 1 - S$, где $n + 1$ – размер матрицы системы (1).

Выражения для пересчета коэффициентов промежуточных матриц (2) при «поглощении» очередного внешнего полюса получаются при приравнивании коэффициентов при одинаковых полюсных функциях h_k :

$$y_{ij}^* = y_{ij} - \frac{y_{ik} y_{kj}}{y_{kk}}, \quad (2)$$

где i, j – текущие индексы, k – номер полюса, преобразуемого во внутренний.

После преобразования всех k полюсов во внутренние переходим от матрицы $(n + 1)$ -го порядка к матрице S -го порядка (т. е. четвертого).

Аналогичные преобразования необходимо выполнить после выделения в многополюсной системе второго и последующих каналов передачи информации. Общее количество каналов передачи информации определяется комбинаторно и составляет величину M :

$$M = (C_{n+1}^2 - 1) C_{n+1}^2,$$

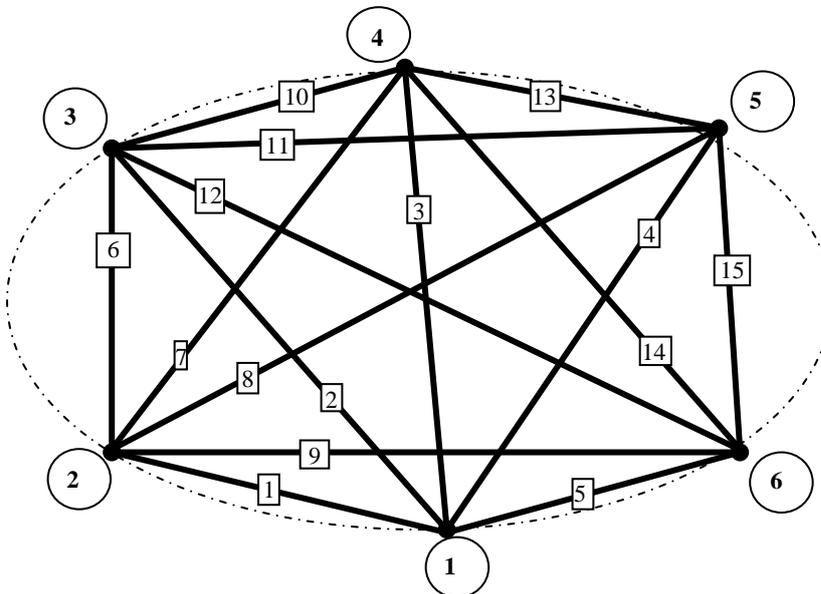


Рис. 3. Топологический граф системы

где $n + 1$ – порядок матрицы $[Y]$; C_{n+1}^2 – количество сочетаний из $n + 1$ элементов по два.

Полученные в результате приведенных преобразований матрицы четвертого порядка в количестве M служат исходными данными для формирования массива регулировочных признаков системы.

Если задан исходный топологический граф системы, включающий параметры СК (рис. 3), то полная матрица узловых параметров системы будет иметь вид:

$$A = \begin{pmatrix} 15 & -1 & -2 & -3 & -4 & -5 \\ -1 & 31 & -6 & -7 & -8 & -9 \\ -2 & -6 & 41 & -10 & -11 & -12 \\ -3 & -7 & -10 & 47 & -13 & -14 \\ -4 & -8 & -11 & -13 & 21 & -15 \\ -5 & -9 & -12 & -14 & -15 & 55 \end{pmatrix}.$$

Приступая к процедуре исключения полюсов, оставляем внешними полюсы 1, 2, 5, 6. Полюсы 3, 4 преобразуем во внутренние узлы, используя формулу для пересчета коэффициентов системы (2). Процедура выполняется последовательно с каждым полюсом.

В качестве языка для написания программ используем язык программирования системы MathCad 13.

1. Сначала преобразуем третий полюс.

Получим новую матрицу пятого порядка:

$$A_1 = \begin{pmatrix} 14,902 & -1,293 & -3,488 & -4,537 & -5,585 \\ -1,293 & 30,707 & -7,487 & -8,537 & -9,585 \\ -3,488 & -7,487 & 46,512 & -13,536 & -14,585 \\ -4,537 & -8,537 & -13,536 & 20,463 & -15,585 \\ -5,585 & -7,244 & -14,585 & -15,585 & 54,414 \end{pmatrix}.$$

2. Полученную после исключения третьего полюса матрицу считаем исходной. Далее преобразуем четвертый полюс во внутренний. Получим новую матрицу четвертого порядка:

$$A_2 = \begin{pmatrix} 13,994 & -3,131 & -6,477 & -9,040 \\ -3,131 & 28,868 & -10,478 & -13,040 \\ -3,486 & -10,478 & 43,522 & -18,040 \\ -9,040 & -13,040 & -18,040 & 50,959 \end{pmatrix}.$$

Матрица A_2 является матрицей четырехполюсника.

Если превращать во внутренние узлы сразу k полюсов, то оставшиеся элементы новой матрицы S -го порядка, полученной вычеркиванием строк и столбцов, отвечающих всем полюсам, превращаемым во внутренние, находятся по формуле:

$$y_{ij}^* = \frac{\Delta_{\text{вн.пол.}}^{ij}}{\Delta_{\text{вн.пол.}}}, \quad (3)$$

где $\Delta_{\text{вн.пол.}}$ – определитель, получаемый из определителя матрицы параметров $(n + 1)$ -порядка путем вычеркивания строк и столбцов, соответствующих всем оставшимся внешним полюсам, $\Delta_{\text{вн.пол.}}^{ij}$ – определитель, получаемый из определителя $\Delta_{\text{вн.пол.}}$ путем восстановления строки i и столбца j .

Действительно, если, например, один k -й полюс превратить во внутренний, то определитель $\Delta_{\text{вн.пол.}} = y_{kk}$ и получается путем вычеркивания строк и столбцов, соответствующих всем оставшимся внешним полюсам.

Определитель $\Delta_{\text{вн.пол.}}^{ij}$ в этом случае получается из определителя $\Delta_{\text{вн.пол.}}$ путем восстановления строки i и столбца j :

$$\Delta_{\text{вн.пол.}}^{ij} = \begin{vmatrix} y_{ij} & y_{ik} \\ y_{kj} & y_{kk} \end{vmatrix} = y_{ij}y_{kk} - y_{ik}y_{kj}.$$

Подставив в соотношение (3), получим:

$$y_{ij}^* = (y_{ij}y_{kk} - y_{ik}y_{kj}) / y_{kk} = y_{ij} - y_{ik}y_{kj} / y_{kk},$$

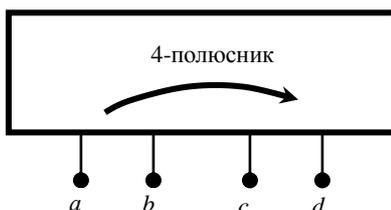


Рис. 4. Эквивалентный четырехполюсник:

полюсы 1–2 соответствуют $a - b$
полюсы 5–6 соответствуют $c - d$

что соответствует выражению (2).

Таким образом, понижение порядка исходной матрицы узловых параметров исследуемой системы упрощает процедуру нахождения определителя матрицы: количество операций и необходимый объем зарезервированной памяти ЭВМ при вычислении миноров и алгебраических дополнений сокращается.

Полученная в результате эквивалентных преобразований конечная матрица A_2 приводит к эквивалентному четырехполюснику и преобразованному конечному графу (рис. 4, рис. 5).

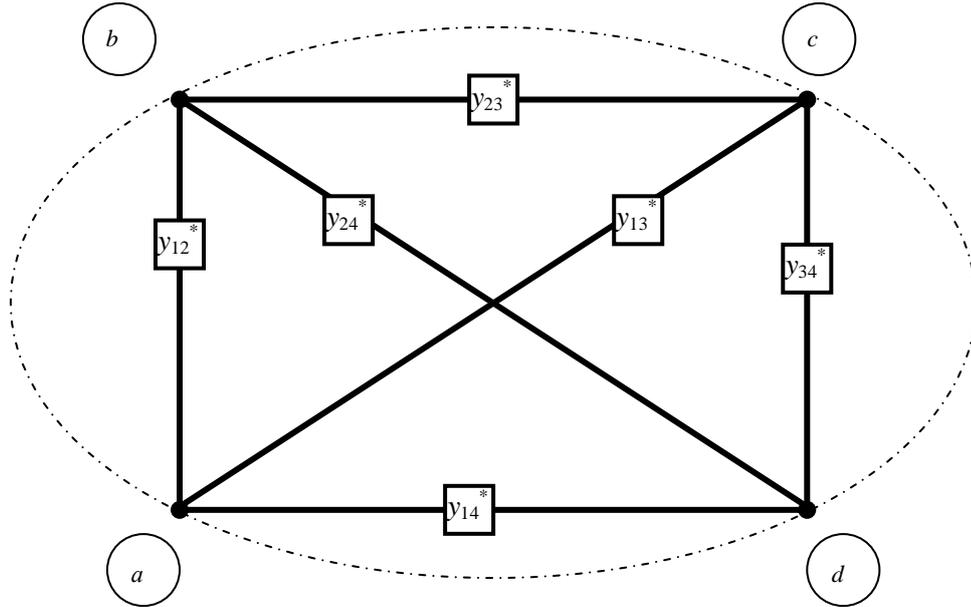


Рис. 5. Конечный граф

Структурные компоненты конечного графа имеют соответствующие значения $y_{12}^* = 3,13$; $y_{13}^* = y_{14}^* = y_{23}^* = y_{24}^* = y_{34}^* =$

Если рассматривается $(n + 1)$ -полусная система, описываемая полной матрицей $(n + 1)$ -го порядка, то такая система является линейно зависимой и любое уравнение системы (1) является линейной комбинацией остальных уравнений системы. В этом случае для получения линейно независимой системы необходимо один из полюсов (например $(n + 1)$ -й) принять за опорный, а в матрице $(n + 1)$ -го порядка вычеркнуть $(n + 1)$ -й столбец и $(n + 1)$ -ю строку.

Полученная матрица называется укороченной, а соответствующая ей система линейных уравнений линейно независимой. Именно такая система используется для решения задачи анализа, то есть для нахождения полюсных функций реакции h_k . При решении задачи регулирования для формирования массива регулировочных признаков можно использовать как полную $(n + 1)$ -го порядка матрицу узловых параметров, так и укороченную матрицу n -го порядка.

При использовании укороченной матрицы узловых параметров для определения регулировочных признаков необходимо аналитически связать полюсные функции внешнего воздействия f_s и полюсные функции реакции системы h_s . В соответствии с преобразованной матрицей системы A_2 и согласно теореме Крамера, любая полюсная функция реакции h_k равна:

$$h_k = \frac{\Delta_k}{\Delta}, \quad (4)$$

где Δ – определитель укороченной матрицы узловых параметров, полученной из полной матрицы A_2 вычеркиванием четвертой строки и четвертого столбца при принятии полюса $d = 4$ за опорный полюс; Δ_k – определитель, полученный из определителя Δ после замены k -го столбца столбцом полюсных функций воздействия f_1, f_2, f_3 .

После разложения определителя Δ_k по элементам k -го столбца, получим следующее соотношение:

$$\Delta_k = f_1 \Delta_{1k} + f_2 \Delta_{2k} + f_3 \Delta_{3k}, \quad (5)$$

где Δ_{1k} – алгебраическое дополнение, полученное из определителя Δ_k после вычеркивания первой строки и k -го столбца; Δ_{2k} – алгебраическое дополнение, полученное из определителя Δ_k после вычеркивания второй строки и k -го столбца; Δ_{3k} – алгебраическое дополнение, полученное из определителя Δ_k после вычеркивания третьей строки и k -го столбца.

В силу того, что входные полюсы канала прохождения информации ($a = 1$ и $b = 2$) уже зафиксированы изначально, то в выражении (5) необходимо сначала положить $f_2 = 0$ и $f_3 = 0$ и получить соответственно: $\Delta_k = f_1 \Delta_{1k}$, а затем в том же выражении положить $f_1 = 0$ и $f_3 = 0$ и получить соответственно: $\Delta_k = f_2 \Delta_{2k}$.

Подставив полученные выражения в соотношение (4), получим выражения для k -й функции реакции системы при подключении воздействия f_1 к полюсам $a - d$ ($a = 1$; $d = 4$):

$$h_k = f_1 \frac{\Delta_{1k}}{\Delta},$$

и выражение для k -й функции реакции системы при подключении воздействия f_2 к полюсам $b - d$ ($b = 2$; $d = 4$, где d – полюс, принятый за опорный):

$$h_k = f_2 \frac{\Delta_{2k}}{\Delta}.$$

В соответствии с представлением конечного графа (рис. 5) выбранного канала прохождения информации и опорного полюса можно записать все выражения для функций реакции системы при различных подключениях воздействия:

$$h_1^* = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} f_1 - \text{функция реакции первого полюса при воздействии } f_1 \text{ на первый полюс;}$$

$$h_2^* = \frac{\Delta_{12}}{\Delta} f_1 - \text{функция реакции второго полюса при воздействии } f_1 \text{ на первый полюс;}$$

$$h_3^* = \frac{\Delta_{13}}{\Delta} f_1 - \text{функция реакции третьего полюса при воздействии } f_1 \text{ на первый полюс;}$$

$$h_1^{**} = \frac{\Delta_{21}}{\Delta} f_2 - \text{функция реакции первого полюса при воздействии } f_2 \text{ на второй полюс;}$$

$$h_2^{**} = \frac{\Delta_{22}}{\Delta} f_2 - \text{функция реакции второго полюса при воздействии } f_2 \text{ на второй полюс;}$$

$$h_3^{**} = \frac{\Delta_{23}}{\Delta} f_2 - \text{функция реакции третьего полюса при воздействии } f_2 \text{ на второй полюс;}$$

$$h_1^{***} = \frac{\Delta_{31}}{\Delta} f_3 - \text{функция реакции первого полюса при воздействии } f_3 \text{ на третий полюс;}$$

$$h_2^{***} = \frac{\Delta_{32}}{\Delta} f_3 - \text{функция реакции второго полюса при воздействии } f_3 \text{ на третий полюс;}$$

$$h_3^{***} = \frac{\Delta_{33}}{\Delta} f_3 - \text{функция реакции третьего полюса при воздействии } f_3 \text{ на третий полюс.}$$

Полученные выражения необходимы для дальнейшего формирования массива регулировочных признаков, используемых для построения модели параметрического регулирования систем. В качестве регулировочных признаков выберем коэффициенты передачи, так как эти параметры характеризуют систему и зависят только от ее внутренней организации, топологии и спецификации ее СК и не зависят от внешних полюсных функций:

$$k = \frac{h_{\max}}{h_{\min}}. \quad (6)$$

Для выбранного канала передачи информации ($a - b$ – вход; $c - d$ – выход, инцидентный опорному полюсу) и опорного полюса d выражение для 3-й узловой функции реакции системы h_3^* при подключении воздействия f_1 к полюсу a ($a = 1$) получим для функции реакции третьего полюса:

$$h_3^* = \frac{\Delta_{13}}{\Delta} f_1 - \text{функция реакции третьего полюса при воздействии } f_1 \text{ на первый полюс.}$$

Соответственно выражение для 3-й узловой функции реакции системы h_3^{**} при подключении воздействия f_2 к второму полюсу b ($b = 2$) получим для функции реакции третьего полюса:

$$h_3^{**} = \frac{\Delta_{23}}{\Delta} f_2 - \text{функция реакции третьего полюса при воздействии } f_2 \text{ на второй полюс.}$$

В соответствии с принципом суперпозиции для линейных систем можно записать функцию реакции третьего полюса от суммарного воздействия:

$$h_3 = h_3^* + h_3^{**} = \frac{\Delta_{13}}{\Delta} f_1 + \frac{\Delta_{23}}{\Delta} f_2.$$

В силу того, что функции воздействия на входе, не инцидентном опорному полюсу, связаны соотношением $f_2 - f_1 = 0$, получим:

$$f_2 = f_1.$$

Подставляя это условие в последнее равенство, получим следующее соотношение для h_3 :

$$h_3 = \frac{1}{\Delta} (\Delta_{13} + \Delta_{23}) f_1 = \frac{1}{\Delta} \Delta_{(1+2)3} f_1 = h_{\text{вых.}}$$

Покажем справедливость последнего соотношения в общем виде. Пусть дан определитель матрицы A_2 четвертого порядка:

$$\det A_2 = \Delta = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ a_5 & a_6 & a_7 & a_8 \\ a_9 & a_{10} & a_{11} & a_{12} \\ a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} \end{vmatrix}, \text{ тогда } \Delta_{13} = \begin{vmatrix} a_5 & a_6 & a_8 \\ a_9 & a_{10} & a_{12} \\ a_{13} & a_{14} & a_{16} \end{vmatrix}; \Delta_{23} = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_4 \\ a_9 & a_{10} & a_{12} \\ a_{13} & a_{14} & a_{16} \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{13} + \Delta_{23} &= \begin{vmatrix} a_5 & a_6 & a_8 \\ a_9 & a_{10} & a_{12} \\ a_{13} & a_{14} & a_{16} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_4 \\ a_9 & a_{10} & a_{12} \\ a_{13} & a_{14} & a_{16} \end{vmatrix} = a_5(a_{10}a_{16} - a_{14}a_{12}) - a_6(a_9a_{16} - a_{13}a_{12}) + \\ &+ a_8(a_9a_{14} - a_{13}a_{10}) + a_1(a_{10}a_{16} - a_{14}a_{12}) - a_2(a_9a_{16} - a_{13}a_{12}) + a_4(a_9a_{14} - a_{13}a_{10}) = (a_1 + a_5)(a_{10}a_{16} - a_{14}a_{12}) - \\ &- (a_2 + a_6)(a_9a_{16} - a_{13}a_{12}) + (a_4 + a_8)(a_9a_{14} - a_{13}a_{10}) = \begin{vmatrix} (a_1 + a_5) & (a_2 + a_6) & (a_4 + a_8) \\ a_9 & a_{10} & a_{12} \\ a_{13} & a_{14} & a_{16} \end{vmatrix} = \Delta_{(1+2)3}, \text{ ч. т. д.} \end{aligned}$$

Таким образом, при сложении миноров Δ_{13} и Δ_{23} определителя Δ необходимо вычеркнуть третий столбец, а первую строку сложить со второй.

Полученная реакция третьего полюса h_3 является выходным параметром системы.

Для определения входного параметра системы рассмотрим функцию реакции первого полюса при воздействии f_1 на первый полюс ($a = 1$);

$$h_1^* = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} f_1 - \text{функция реакции первого полюса при воздействии } f_1 \text{ на первый полюс.}$$

Соответственно реакцию первого полюса h_1^{**} при подключении воздействия f_2 к полюсу b ($b = 2$) получим для функции реакции первого полюса:

$$h_1^{**} = \frac{\Delta_{21}}{\Delta} f_2 - \text{функция реакции первого полюса при воздействии } f_2 \text{ на второй полюс.}$$

В соответствии с принципом суперпозиции для линейных систем можно записать функцию реакции первого полюса от суммарного воздействия:

$$h_1 = h_1^* + h_1^{**} = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} f_1 + \frac{\Delta_{21}}{\Delta} f_2.$$

В силу того, что функции воздействия на входе, не инцидентном опорному полюсу, связаны соотношением $f_2 - f_1 = 0$, получим:

$$f_2 = f_1.$$

Подставляя это условие в последнее равенство, получим следующее соотношение для h_1 :

$$h_1 = \frac{1}{\Delta} (\Delta_{11} + \Delta_{21}) f_1 = \frac{1}{\Delta} \Delta_{(1+2)1} f_1.$$

Далее рассмотрим функцию реакции второго полюса при воздействии f_1 на первый полюс:

$$h_2^* = \frac{\Delta_{12}}{\Delta} f_1 - \text{функция реакции второго полюса при воздействии } f_1 \text{ на первый полюс.}$$

Соответственно получим функцию реакции второго полюса при воздействии f_2 на второй полюс b ($b = 2$):

$$h_2^{**} = \frac{\Delta_{22}}{\Delta} f_2 - \text{функция реакции второго полюса при воздействии } f_2 \text{ на второй полюс.}$$

В соответствии с принципом суперпозиции для линейных систем можно записать функцию реакции второго полюса от суммарного воздействия:

$$h_2 = h_2^* + h_2^{**} = \frac{\Delta_{12}}{\Delta} f_1 + \frac{\Delta_{22}}{\Delta} f_2.$$

В силу того, что функции воздействия на входе, не инцидентном опорному полюсу, связаны соотношением $f_2 - f_1 = 0$, получим:

$$f_2 = f_1.$$

Подставляя это условие в последнее равенство, получим следующее соотношение для h_2 :

$$h_2 = \frac{1}{\Delta} (\Delta_{12} + \Delta_{22}) f_1 = \frac{1}{\Delta} \Delta_{(1+2)2} f_1.$$

Полученная реакция входного полюса h_2 является одним из входных параметров системы.

Для получения входного параметра $h_{\text{вх.}}$ находим разность $h_1 - h_2$:

$$h_{\text{вх.}} = h_1 - h_2 = \frac{1}{\Delta} (\Delta_{(1+2)1} - \Delta_{(1+2)2}) f_1.$$

Далее находим один из M ($M = (C_{n+1}^2 - 1) C_{n+1}^2$) регулировочных признаков, равный коэффициенту передачи от входа канала передачи информации, не инцидентного опорному полюсу, к выходу канала, инцидентному опорному полюсу:

$$k_{12-3} = \frac{h_{\text{вх.}}}{h_{\text{вх.}}} = \left(\frac{1}{\Delta} \Delta_{(1+2)3} f_1 \right) : \left(\frac{1}{\Delta} (\Delta_{(1+2)1} - \Delta_{(1+2)2}) f_1 \right) = \Delta_{(1+2)3} / (\Delta_{(1+2)1} - \Delta_{(1+2)2}) = \Delta_{(1+2)3} / (\Delta_{(1+2)(1+2)}).$$

При использовании полной матрицы узловых параметров для определения регулировочных признаков необходимо аналитически связать полюсные функции внешнего воздействия f_s и полюсные функции реакции системы h_s в соответствии с преобразованной матрицей системы A_2 и согласно теореме Крамера.

Таким образом, сформирован массив функций передачи основных диагностико-регулирующих признаков.

Литература

1. Пюкке Г.А., Портнягин Н.Н., Кузнецов С.Е. Диагностирование электрических цепей методом изовар / Изв. вузов. Электромеханика. – 1998. – № 1. – С. 35–40.
2. Эйхгофф П. Основы идентификации систем управления. – М.: Мир, 1975. – 648 с.
3. Демирчян К.С., Бутырин П.А. Моделирование и машинный расчет электрических цепей. – М.: Высшая школа, 1988. – 335 с.
4. Синтез линейных электрических и электронных цепей / П.А. Ионкин, Н.Г. Максимович, В.Г. Миронов, Ю.С. Перфильев, П.Г. Стахив. – Львов: Высшая школа. Изд-во Львовского ун-та, 1982. – 312 с.
5. Блинов Э.К., Розенберг Г.Ш. Техническое обслуживание и ремонт судов по состоянию: Справочник. – СПб.: Судостроение, 1992. – 189 с.
6. Лурье О.Б. Интегральные микросхемы в усилительных устройствах. Анализ и расчет. – М.: Радио и связь, 1988. – 176 с.
7. Айзинов С.Д., Белавинский А.Ю., Солодовниченко М.Б. Комплексная оценка надежности судовых радиоэлектронных средств // Эксплуатация морского транспорта. – СПб.: Наука, 2003. – С. 242–247.
8. Выбор информативных параметров при контроле качества изделий электронной техники. ЛДНТП / Д.В. Гаскаров, В.И. Попеначенко, С.А. Попов, В.И. Шаповалов. – Л.: Общество Знание, 1979. – 32 с.

РАЗДЕЛ II. ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 664.952

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРОРЕГУЛИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СТРУКТУРУ РЫБНЫХ ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

К.М. Афанасьева

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: oleinikovaks@yandex.ru

Обоснован количественный и качественный состав структурорегулирующей композиции при формировании структуры рыбных формованных изделий. Рассмотрено воздействие структурорегулирующей композиции на структуру рыбных формованных изделий, в состав которой входят крахмал картофельный, соевый белковый изолят, сухая измельченная морская капуста, триполифосфат натрия. Обосновано использование структурорегулирующей композиции на основе рыбного фарша и различных структурорегулирующих добавок, вносимых в количестве 4,0% к массе фарша.

Ключевые слова: структурорегулирующая композиция, рыбные формованные изделия, крахмал картофельный, соевый белковый изолят, сухая измельченная морская капуста, триполифосфат натрия, рыбный фарш.

Research of structure regulating additives influence on the structure of fish molded products.
K.M. Afanas'eva (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

Quantitative and qualitative composition of structure regulating mixture for formation of fish molded products structure is grounded. Structure regulating composition influence on fish molded products structure is analyzed. The composition consists of potato starch, soy protein isolate, dried chopped seaweed, sodium tripolyphosphate. The application of structure regulating composition based on minced fish and various structure regulating additives in the amount of 4,0% to minced fish is given proof.

Key words: structure regulating composition, fish molded products, potato starch, soy protein isolate, dried chopped seaweed, sodium tripolyphosphate, minced fish.

Применение различных структурорегулирующих добавок (СД) при производстве рыбных формованных изделий позволяет улучшить функционально-технологические свойства гидробионтов как сырья для производства рыбных колбасных изделий, разработать способы регулирования функционально-технологических свойств рыбных фаршей и формованных изделий путем применения структурорегулирующих добавок, а также создать множество рецептов разнообразных высококачественных формованных продуктов с единой монолитной структурой.

Ряд исследователей считают [1– 6], что внесение различных добавок улучшает структурно-механические свойства фаршевых систем. В качестве компонентов, улучшающих структуру колбасных изделий, применяют минеральные, растительные и животные добавки. К таким добавкам относятся хлориды натрия и калия, фосфаты, соевые изолированные белки, каррагинаны, альгинаты, крахмал, мука, метилцеллюлоза, желатин, белки крови, белки яйца [4].

Существует множество работ по исследованию как отдельно взятых структурообразователей, так и многокомпонентных структурорегулирующих комплексов. На основе этих исследований можно выделить несколько компонентов, которые чаще всего применяют при производстве колбасных изделий. В качестве структурообразователей используют крахмалы, соевые белковые препараты (обезжиренная мука, белковые изоляты и концентраты), фосфаты [1, 2, 4– 7].

Во многих технологиях применяют фосфаты (пирофосфат и триполифосфат) в качестве добавок, положительно влияющих на процесс гелеобразования актина, миозина и тропомиозина. Применение фосфатов обеспечивает ряд преимуществ в фаршевых системах: набухание мышечных белков,

повышение влагоудерживающей и эмульгирующей способностей, замедление процессов окисления, развитие и стабилизация окраски, повышение выхода готовой продукции [1, 3, 5, 6, 8–10].

Известно, что применение фосфатов, в частности триполифосфата натрия, обеспечивает разрушение актомиозинового комплекса и повышение растворимости белков, в результате чего возрастает адгезионная способность измельченной мышечной ткани и монолитность готового продукта, увеличивается его сочность, снижаются потери готовых изделий при тепловой обработке. Положительный эффект при его внесении в колбасные изделия заключается в улучшении консистенции готового продукта, снижении образования бульонно-жировых отеков при термообработке, улучшении вкусо-ароматических характеристик продукта, предотвращении денатурации белка, снижении скорости окислительных процессов в продукте.

Известно, что при производстве колбасных изделий допускается внесение фосфатов до 0,4% [4]. Однако оптимальное количество полифосфатов, вносимых в измельченное мясо рыбы, составляет 0,15–0,30%, максимальный антиокислительный эффект наблюдается при внесении полифосфатов в количестве 0,02–0,1%.

Хорошо изучены функционально-технологические свойства картофельного крахмала, то есть его используют в качестве загустителя, адгезива, ингредиента, повышающего водосвязывающую способность. При формировании структуры рыбных колбасных изделий существенную роль играет крахмал, проявляющий способность к гелеобразованию. Сочетание крахмала, соевого белка, а также белков фарша минтая позволяет получить соответствующую структуру рыбных колбасных изделий за счет белково-сахаридных комплексов [7].

При добавлении крахмала в количестве 3,0–5,0% повышается вязкость и водоудерживающая способность фарша, при этом готовые изделия имеют упругую, плотную консистенцию. При увеличении содержания крахмала в вареной колбасе происходит повышение ВУС и предельного напряжения среза, в связи с образованием вязкого коллоидного раствора при термической обработке. При увеличении дозировки крахмала с 5,0 до 10,0% происходит увеличение ВУС фарша на 12,5%, предельного напряжения среза готового продукта – на 83,0%. Однако при концентрации 10,0% была отмечена очень упругая консистенция готового изделия и выраженный вкус крахмала. Наиболее приемлемыми считаются колбасные изделия с концентрацией крахмала 8,5% [4, 7].

Известно, что соевые белковые изоляты используют для обеспечения заданных структурных свойств формованных продуктов, а также для обогащения таких продуктов необходимыми нутриентами [11]. При внесении соевого изолята в количестве от 2,0 до 10,0% вязкость рыбного фарша возрастает и повышается водоудерживающая способность. Применение соевых белковых препаратов в количестве 2,0% при производстве рыбных формованных продуктов позволяет сократить потери до 34,0%, а также увеличить водоудерживающую способность [12, 13]. Известно, что допустимое количество соевых белковых препаратов в полуфабрикатах и колбасных изделиях не должно превышать 5,0–7,0% от массы продукта, иначе введение большого количества соевого белка сопровождается негативными изменениями, влияющими на структурные и органолептические свойства готового продукта [14].

Для придания колбасным продуктам соответствующей структуры, консистенции и реологических свойств применяют альгинат натрия. Альгинат натрия при производстве колбасных изделий применяют в качестве связующего вещества, так как он хорошо связывает воду. В качестве структурообразователя вместо альгината натрия возможно использовать морскую капусту, в состав которой входят альгиновая кислота и ее соли. Известно, что альгиновые кислоты повышают водоудерживающую способность, сами не растворяясь в воде.

Для повышения водоудерживающей способности формованных изделий альгинат натрия вносят в количестве 0,5–1,0% [4]. Известно, что при производстве формованных изделий допустимое количество морской капусты 40,0%, введение морской капусты в фарш из мороженого минтая оказывает положительное воздействие на его структурные свойства до и после термической обработки [11].

Из данных литературных источников видно, что в качестве добавок возможно применение крахмала, соевых белковых изолятов, измельченной морской капусты, альгината натрия, фосфатов, которые вносят в фарш для увеличения водоудерживающей способности, для повышения выхода готовой продукции, улучшения органолептических свойств формованных изделий.

В качестве сырья при изготовлении колбасных изделий с ветчинной структурой использовали охлажденную, мороженую рыбу (треску, минтай, палтус белокорый, палтус черный, горбушу и терпуг), соответствующую по качеству требованиям действующих нормативных документов. Для получения кусочков рыбной мышечной ткани предварительно подготовленное филе измельчали на волчке с диаметром отверстий решетки 16–20 мм, для получения фарша предварительно подготовленное рыбное филе измельчали на волчке с диаметром отверстий решетки 4 мм. После приготовления фарша его хранили не более 1 ч до соединения с кусочками.

При производстве рыбных колбасных изделий использовали соль поваренную пищевую, перец черный молотый, перец белый, воду питьевую. В качестве структурорегулирующей композиции (СРК) в фарш минтая добавляли крахмал картофельный, сушеную измельченную морскую капусту, соевый белковый изолят, триполифосфат натрия, соответствующие требованиям действующей нормативной документации.

Из реологических показателей определяли прочность, предельное напряжение сдвига (ПНС) на реометре типа FUDOH, используя сферический индентор диаметром 5 мм, скорость движения индентора 6 см/мин, для каждого образца проводили не менее 10 испытаний.

Водоудерживающую способность образцов определяли методом прессования по ГОСТ 7636 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Содержание свободных сульфгидрильных групп определяли методом амперометрического титрования тиоловых соединений нитратом серебра, основанным на изменении силы тока в цепи [15].

С целью регулирования функционально-технологических свойств рыбных формованных изделий необходимо увеличить водоудерживающую способность белков, связывающих свободную воду, которая выделяется в процессе термообработки, повысить выход готовой продукции, создать у рыбных колбас ветчинную структуру. На практике для этого широко применяются композиционные структурорегулирующие добавки. С учетом функциональных свойств отдельно взятых добавок для составления композиции выбраны в качестве водопоглотителей – сушеная измельченная морская капуста и картофельный крахмал, водоудерживающего и антиденатурационного компонента – триполифосфат натрия, а также соевый белковый изолят как антиденатурат, эмульгатор и гелеобразователь (табл. 1).

Таблица 1

Рецептура структурорегулирующей композиции, вносимой в фарш минтая

Компоненты	Количество, %
Крахмал картофельный	28,5
Соевый белковый изолят	27
Сухая измельченная морская капуста	36,5
Триполифосфат натрия	8

Изучена зависимость функционально-технологических свойств рыбных колбасных изделий от концентрации структурорегулирующей композиции при внесении в фарш минтая, который использовали в качестве связующего компонента рыбных колбасных изделий, СРК вводили в количестве от 1,0 до 5,0% от массы фарша минтая, что составляет от 0,3 до 1,5% от массы формованного изделия. Данную композицию вносили в модельные рыбные колбасные изделия, рецептуры которых представлены ниже (табл. 2).

Таблица 2

Рецептуры модельных рыбных колбасных изделий

Сырье несоленое, кг на 100 кг	Номер рецептуры	
	1	2
Палтус белокорый (кусочки)	60	–
Треска (кусочки)	–	60
Палтус черный (кусочки)	10	10
Фарш минтая	30	30
Добавки и пряности, г на 100 кг несоленого сырья		
Соль поваренная	2000	2000
Перец черный молотый	2	2
Перец белый молотый	2	2

Экспериментальные данные (рис. 1) показывают, что внесение структурорегулирующей композиции сказывается положительно на водоудерживающей способности рыбных колбасных изделий, причем с увеличением концентрации СРК пропорционально возрастает ВУС готовых изделий.

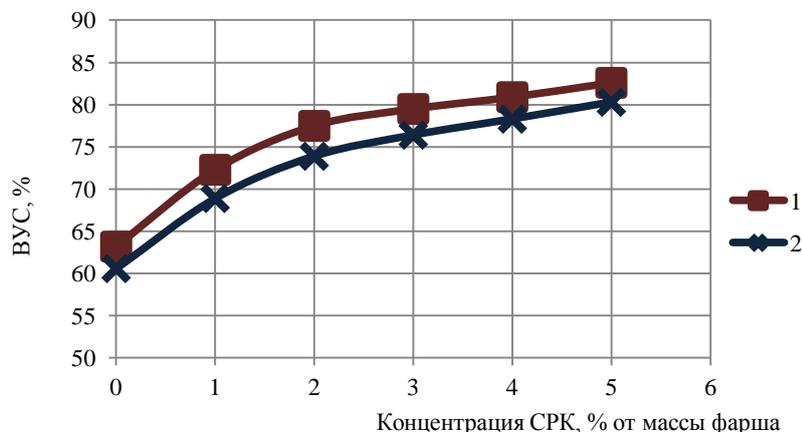


Рис. 1. Влияние структурорегулирующей композиции на ВУС готовых изделий: 1 и 2 – образцы, изготовленные по рецептурам 1 и 2 соответственно

При этом водоудерживающая способность образца 1 выше, чем образца 2, что связано, возможно, с разницей в химическом составе палтуса белокорого и трески, основных компонентов образцов 1 и 2 соответственно. Физические и органолептические исследования свидетельствуют, что внесение структурорегулирующей композиции исключает выделение бульонно-жировых отеков у колбасных изделий после термической обработки, повышая выход готовых изделий на 3,0–7,5 %.

Кривые, приведенные на рис. 2, показывают, что при внесении структурорегулирующей композиции происходит упрочнение структуры, о чем свидетельствует возрастание ПНС образцов, изготовленных по рецептурам 1 и 2. Причем наблюдается общая тенденция, ранее отмеченная для ВУС: чем выше концентрация СРК, тем в большей степени увеличивается ПНС.

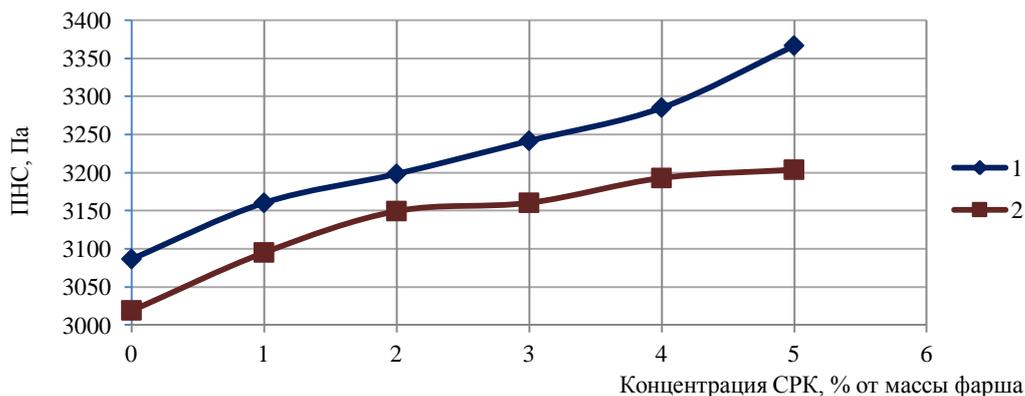


Рис. 2. Воздействие СРК на ПНС колбасных изделий: 1 и 2 – образцы, изготовленные по рецептурам 1 и 2 соответственно

Внесение СРК в целом благоприятно сказывается на реологических характеристиках рыбных колбасных изделий. Особенно четко прослеживается эффективность применения структурорегулирующей композиции при концентрации выше 0,9% от массы продукта. Визуальная оценка внешнего вида образцов 1 и 2 показывает, что при введении структурорегулирующей композиции более 4,0% к массе фарша формованные изделия имеют сероватый цвет, что ухудшает их потребительские свойства.

Применение структурорегулирующей композиции, вносимой в количестве 4,0% от массы фарша, оказывает положительный эффект на реологические показатели готового продукта, позволяя получать высококачественные рыбные колбасы с ветчинной структурой.

Полученные данные свидетельствуют о том, что внесение СРК на основе рыбного фарша и комплекса различных добавок оказывает положительное влияние на реологические характеристики готовых изделий, также применение данных композиций позволяет исключить выделение свободной воды после термической обработки при производстве колбасных изделий. Готовые продукты обладают высокими реологическими и структурно-механическими свойствами при концентрации структурорегулирующих композиций не более 4,0% к массе фарша.

В ходе исследований было изучено влияние структурорегулирующих композиций на глубину структурных изменений белка до и после термической обработки фаршевой смеси (рис. 3).

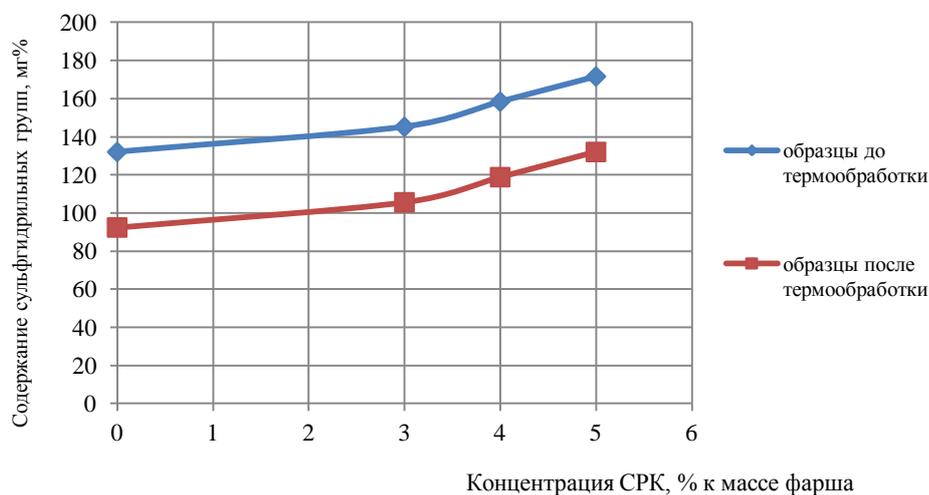


Рис. 3. Влияние СРК 1 на изменение количества сульфгидрильных групп фаршевой системы до и после термообработки. Содержание сульфгидрильных групп контрольного образца до термообработки – 145,2 мг%, после термообработки – 92,4 мг%

Экспериментальные данные говорят о том, что введение СРК в фарш минтая оказывает положительное воздействие на структурные изменения белков до и после термической обработки фаршевой смеси: чем выше концентрация СРК, тем выше количество сульфгидрильных групп. Следовательно, данные композиции замедляют денатурационные изменения белков фаршевой системы после термообработки, что обеспечивает стабильность мышечной системы к воздействию тепла. Содержание сульфгидрильных групп у образцов после термообработки возрастает в 1,4 раза, по сравнению с контрольным образцом (без СРК). Полученные данные говорят о положительном влиянии структурорегулирующей композиции на фаршевую смесь как до термической обработки, так и после теплового воздействия.

Как показывают экспериментальные данные, структурорегулирующие композиции повышают устойчивость белков к тепловому воздействию. Таким образом, внесение композиции обеспечивает заданные структурно-механические и реологические свойства рыбных колбасных изделий, которые обладают желаемой сочностью, нежностью и консистенцией. Исследования свидетельствуют о том, что внесение структурорегулирующих композиций в количестве 4,0% к массе фарша оказывает положительный эффект на функционально-технологические и органолептические показатели готового продукта, а также исключает выделение свободной влаги после тепловой обработки.

Полученные данные говорят о том, что применение структурорегулирующих композиций на основе фарша минтая и структурообразующих добавок минимизирует денатурационные изменения после термообработки, то есть способствует уменьшению глубины структурных изменений белков фаршевой смеси.

Обоснована целесообразность внесения структурорегулирующей композиции, придающей заданные функционально-технологические и реологические свойства, желаемую сочность, нежность, консистенцию и органолептические показатели рыбным колбасным изделиям. Применение структурорегулирующей композиции на основе рыбного фарша и различных структурорегулирующих добавок, вносимых в количестве 4,0% к массе фарша, оказывает положительный эффект на реологические показатели готового продукта, исключает выделение бульонно-жировых отеков, обеспечивает стабильность мышечной системы в процессе термообработки, позволяет получать высококачественные рыбные колбасные изделия с ветчинной структурой.

Применение структурорегулирующих добавок позволяет модифицировать и улучшить функционально-технологические свойства сырья, регулировать органолептические и структурно-механические характеристики колбасных изделий, расширить их ассортимент и повысить выход готовой продукции.

Литература

1. Антипова Л.В., Толтыгина И.Н. Пищевые добавки и ингредиенты для лучшего вкуса // Рыбное хозяйство. – 2002. – № 4. – С. 66–68.
2. Богданов В.Д., Мамедова Т.Д., Богданова А.В. Растительные структурорегулирующие добавки в технологии рыбных формованных изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. – № 8. – 2003. – С. 198–199.
3. Гончаров Г.И., Страшинский И.М. Влияние фосфатов на функционально-технологические свойства мясного сырья // Мясное дело. – 2005. – № 10. – С. 42–43.
4. Жаринов А.И. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс. Ч. 1. Эмульгированные и грубоизмельченные мясопродукты. – М., 1994. – 154 с.
5. Скворцова Е.И. Использование фосфатов в рыбопереработке // Рыбная промышленность. – 2005. – № 1. – С. 26–27.
6. Ткачук П.С. Функциональные добавки и смеси компании ООО «Интер-Технолог» // Все о мясе. – 2005. – № 2. – С. 56–58.
7. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
8. Ажигаяев В.В. Еще раз о производстве деликатесов // Мяс. технол. – 2005. – № 9. – С. 38–39.
9. Лупарев В.В., Платонов К.С., Козлова Г.В. Расширение ассортимента продукции – актуальная задача современного производства // Мясная индустрия. – 2006. – № 6. – С. 33–35.
10. Семенова А.А., Трифонов М.В. Влияние пищевых фосфатов на гелеобразующую способность каппа-каррагинанов // Мясная индустрия. – 2006. – № 11. – С. 22–24.
11. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
12. Петрова Л.Д. Разработка технологии рыбных формованных изделий с использованием соевых белковых продуктов: Дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2002. – 23 с.
13. Панкина А.В. Разработка технологии рыбных консервов из формованных изделий со структурорегулирующими композициями: Дис. ... канд. тех. наук. – Владивосток, 2007. – 142 с.
14. Румянцева Г.Н., Осадько М.И. Свойства белков сои и гороха, полученные биотехнологическим способом // Мясная индустрия. – № 2. – 2005. – С. 44–45.
15. Антипова Л.В., Глотова И.А., Жаринов А.И. Прикладная биотехнология. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 288 с.

УДК 694.951.32:639.228.6

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПАЛТУСА ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ С ПРОЛОНГИРОВАННЫМ СРОКОМ ГОДНОСТИ

М.В. Благоднарова, К.В. Теплюк

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: mblagonravova@mail.ru

В статье обосновывается целесообразность разработки технологии рыбы холодного копчения с пролонгированным сроком годности. Приведен методологический и экспериментальный подход к обоснованию технологии. Приведена взаимосвязь основных этапов работы и их общая схема. Приведены результаты исследования влияния внесения ЭДТА двуназиевой соли в посольную смесь на изменение органолептических показателей соленого палтуса в процессе хранения.

Ключевые слова: технология, холодное копчение, палтус, антиокислительный эффект, пролонгированный срок годности.

Reasonability grounds for technology design of expediency of development of the technology of cold smoking halibut with prolonged keeping time. M.V. Blagonravova, K.V. Tepluk (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

Reasonability grounds for technology design of expediency of development of the technology of cold smoking fish with prolonged keeping time. Methodological and experimental approaches to prove the technology are described. Interrelation of basic operation stages and their general scheme are given. The influence of adding EDTA disodium salt into salting mix on organoleptic properties of salted halibut during storage.

Key words: technology, cold smoking, the halibut, the antioxidizing effect, the prolonged working life.

Одной из важнейших задач, стоящих перед агропромышленным комплексом России, является обеспечение населения страны качественными и безопасными продуктами питания. Эта задача, в свою очередь, является частью глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности на национальном уровне. В ее решении рыбной продукции отводится одно из ведущих мест, исходя из значимости в питании как поставщика незаменимых биологически ценных компонентов.

Копчение является одним из наиболее важных традиционных способов обработки и сохранения рыбных продуктов. Рыба, подвергнутая копчению, пропитывается бактериостатическими продуктами дыма, частично обезвоживается. Копченая продукция обладает специфическим запахом и ароматом, характерным вкусом, что объясняется присутствием в ней фенолов и их производных, альдегидов и смолистых веществ, содержащихся в древесине [1].

В последние годы этот способ обработки претерпел определенные изменения, но не утратил своего значения и позволяет изготавливать рыбные продукты, пользующиеся неизменным спросом у населения. На мировом рынке рыбной продукции копченая рыба занимает свою постоянную нишу и является традиционным продуктом питания для населения многих стран мира.

Высокими вкусовыми и пищевыми свойствами обладает копченая продукция из синекорого палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*), который имеет наибольшую питательную ценность среди палтусов. Эта рыба богата калием, фосфором, магнием и селеном, содержащимися в **палтусе** в значительных количествах. Наличие в мясе витаминов D, B, E, а также никотиновой и глутаминовой кислот тоже можно отнести к достоинствам палтуса. Однако, пожалуй, самое ценное в мясе палтуса – омега-3 жирные кислоты, содержащиеся в **палтусе** в разных сочетаниях, которые нормализуют обмен веществ в человеческом организме. В палтусе содержится семь аминокислот (кислота аспарагиновая, кислота глутаминовая, аланин, валин, лейцин, лизин, аргинин), которые играют немаловажную роль в борьбе с раковыми заболеваниями. Мясо палтуса отличается высокими вкусовыми качествами и пищевыми достоинствами, приятной, нежной консистенцией, хорошими цветом, отличным вкусом и тонким ароматом, пользуется высоким спросом у потребителей. **Палтус холодного копчения** сохраняет до 90% питательных свойств [2–9].

К недостаткам продукции холодного копчения из палтуса относится сравнительно небольшой срок ее хранения, что вызывает трудности в ходе реализации готовой продукции. Это связано с низкой стойкостью хранения копченого палтуса за счет микробиальной порчи и окисления липидов.

В связи с этим перспективным представляется разработка технологии производства палтуса холодного копчения с пролонгированным сроком годности, обеспечивающей микробиологическую стойкость, антиокислительный эффект, безопасность продукции в течение длительного времени при сохранении высоких органолептических свойств и пищевой ценности.

Срок хранения рыбы позволит увеличить использование вакуумной упаковки и копильных препаратов, а также использование веществ, обеспечивающих антиокислительный эффект [10].

Поставленная цель вызывает необходимость решения таких задач, как выбор барьерных средств и способов обработки палтуса, позволяющих продлить срок хранения копченой продук-

ции; исследование физико-химических изменений, происходящих в мясе палтуса пролонгированного срока годности; разработка технологии производства палтуса холодного копчения с увеличенным сроком хранения.

Методологический подход к научному и экспериментальному обоснованию технологии производства палтуса холодного копчения с пролонгированным сроком годности заключается в следующем:

- в проведении теоретического анализа технoхимической характеристики рыбного сырья и обоснование его выбора по материалам научной литературы;
- в проведении литературного обзора современного состояния и перспектив развития эффективных технологий холодного копчения рыбы;
- в обосновании выбора темы исследований и ее актуальности;
- в обосновании цели и задачи исследований;
- в обосновании методов исследований;
- в обосновании выбора пищевой добавки, вносимой с целью пролонгирования срока годности рыбы холодного копчения;
- в определении технологических параметров холодного копчения рыбной продукции с внесением пищевых добавок;
- в исследовании влияния добавок консервирующего действия на **органолептические** показатели рыбы холодного копчения;
- в определении сроков хранения рыбной продукции холодного копчения с пролонгированным сроком годности;
- в разработке технологии производства палтуса холодного копчения с пролонгированным сроком годности;
- в разработке нормативной документации на новый вид продукции.

Взаимосвязь основных этапов работы и их общая схема представлены на рис. 1.



Рис. 1. Схема проведения исследований

С целью обоснования возможности посола палтуса с внесением ЭДТА двуназдревой соли палтус разделявали на филе, один образец солили сухим посолом с добавлением ЭДТА в количестве 0,01% от массы рыбы, второй образец инъецировали насыщенным соевым раствором в количестве 25% от массы рыбы и добавили ЭДТА в количестве 0,01% от массы рыбы, третий образец посолили без использования ЭДТА сухим посолом. Соленую рыбу хранили при температуре плюс 5°C.



Рис. 2. Шкала органолептической оценки качества палтуса методом профилограмм

Через две недели была проведена органолептическая оценка качества соленого палтуса. Шкала органолептической оценки качества палтуса методом профилограмм приведена на рис. 2. Результаты исследований представлены на рис. 3.

Как видно из результатов исследований, соленый палтус получил высокую оценку внешнего вида, запаха, вкуса и цвета поверхности. Наилучшие органолептические показатели обнаружены у образца № 1, посоленного сухим посолом

с добавлением ЭДТА в количестве 0,01%. В образце, инъецированном соевым раствором с добавлением ЭДТА, появился незначительный запах окисления.

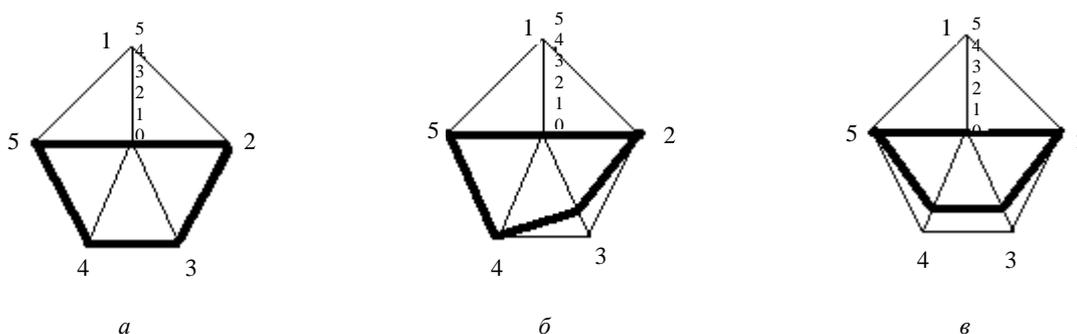


Рис. 3. Профилограммы органолептических показателей посоленного палтуса после двух недель хранения при температуре плюс 5°C: а – органолептические показатели первого образца; б – органолептические показатели второго образца; в – органолептические показатели третьего образца

В третьем образце при хранении при температуре плюс 5°C в течение двух недель наблюдалось пожелтение поверхности, появление запаха окисления на поверхности. Очевидно, в палтуса, посоленном без добавления ЭДТА, процессы окисления протекали значительно интенсивнее, чем с добавлением ЭДТА.

После еще двух недель хранения при температуре плюс 5°C проводилась повторная органолептическая оценка исследуемых образцов. Результаты исследований приведены на рис. 4.

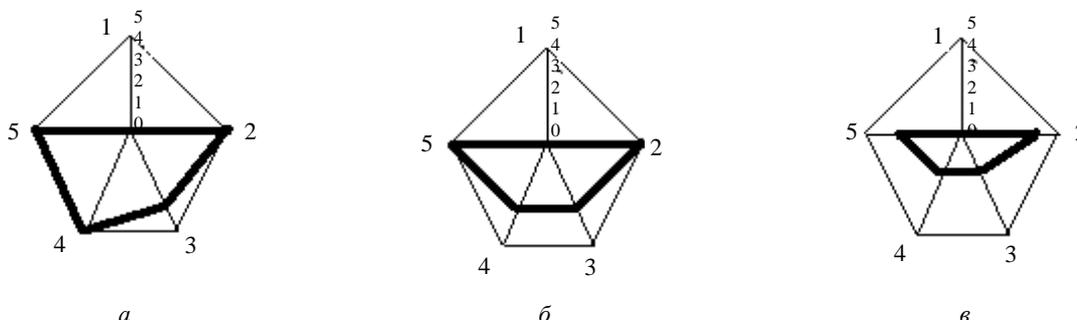


Рис. 4. Профилограммы органолептических показателей соленого палтуса после месяца хранения при температуре плюс 5°C: а – органолептические показатели первого образца; б – органолептические показатели второго образца; в – органолептические показатели третьего образца

Как видно из результатов оценки органолептических показателей качества соленого палтуса, первый образец имеет приятный вкус без посторонних привкусов, свойственный соленой рыбе запах и цвет; второй образец изменил свои вкусовые качества в худшую сторону и приобрел затхлый запах; третий образец протух.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что палтус, приготовленный сухим посолом с применением ЭДТА двунаатриевой соли, имеет высокие органолептические показатели даже после месяца хранения при температуре плюс 5°C и, следовательно, внесение ЭДТА двунаатриевой соли в процессе сухого посола позволяет значительно продлить сроки хранения палтуса, что в свою очередь означает, что использование этого антиокислителя целесообразно и, вероятно, позволит продлить сроки хранения копченой продукции, произведенной из соленого палтуса.

Литература

1. Леванидов И.П., Ионас Г.П., Слуцкая Т.Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 160 с.
2. Быков В.П. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоемов. – М.: ВНИРО, 1999. – 207 с.
3. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 422 с.
4. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
5. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е. и др. Пищевая химия / Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
6. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
7. Belitz H.D., Grosch W. Food Chemistry. – Berlin, New York, London, Paris, Tokio: Springer-Verlag, 1987. – 635 p.
8. Friedman M. Nutritional value of proteins from different food sources // J. Agr. and Food Chem. – 1996. – Vol. 44, № 1. – P. 6–29.
9. Young V.R. Nutritional evaluation of protein foods and pellet // Food and Nut. Bull. – 1980. – № 4. – P. 5–27.
10. Борисочкина Л.И. Антиокислители, консерванты, стабилизаторы, красители, вкусовые и ароматические вещества в рыбной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 184 с.

УДК 595.3(285.2)"2009/2011"

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЧКА РОДА *ARTEMIA* LEACH, 1819 В ОЗЕРЕ БОЛЬШОЕ ЯРОВОЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Л.В. Веснина, Г.В. Пермякова

Алтайский филиал «Госрыбцентр» – «Алтайский научно-исследовательский институт
водных биоресурсов и аквакультуры», Барнаул, 656049

e-mail: artemia@alt.ru

Приведены результаты исследований морфометрических и репродуктивных параметров рачка рода *Artemia* Leach, 1819 в глубоководном озере Большое Яровое Алтайского края в период 2009–2011 гг. Проведен анализ влияния на них абиотических и биотических факторов.

Ключевые слова: артемия, морфометрический анализ, плодовитость.

Biological features of brine shrimp *Artemia* Leach, 1819 in Bolshoe Yarovoe Lake of Altay Territory.
L.V. Vesnina, G.V. Permyakova (Altay branch of «Gosrybcenter» – «Altay research Institute of aquatic living resources and aquaculture», Barnaul, 656049)

The results of morphological and reproductive parameters researches of shrimp genus *Artemia* Leach, 1819 in deep-water Bolshoe Yarovoe Lake in Altay region during 2009–2011 are stated. The analysis of abiotic and biotic factors influence on them was revealed.

Key words: artemia, morphometric analysis, fruitfulness.

На территории Алтайского края находится самый крупный в Западной Сибири фонд гипергалинных озер, зоопланктон которых в большинстве случаев представлен монокультурой жаброногого рачка рода *Artemia* Leach, 1819. Научный интерес к этим организмам вызван их исключительной осморегулирующей способностью, разнообразием физиологических, биохимических и морфологических свойств отдельных популяций, существованием полиплоидии. Практическая ценность артемии связана с перспективой использования ее диапаузирующих яиц в качестве стартового корма. Корма из цист артемии, благодаря своим морфометрическим и биохимическим свойствам, занимают лидирующее место в аквакультуре многих стран.

Для наиболее полного описания популяции артемии необходимо использовать мультидисциплинарный подход с использованием биометрии, морфометрических и морфологических характеристик и молекулярно-генетических исследований [1].

Наиболее перспективными для промышленной заготовки цист артемии на территории Алтайского края являются озера Большое Яровое и Кулундинское.

Материал и методы исследований

Материалом исследования послужили пробы и фенологические наблюдения, собранные в период 2009–2011 гг. с апреля по октябрь в рамках мониторинговых исследований на оз. Большое Яровое Славгородского района Алтайского края. Отбор проб, измерения факторов среды и визуальные наблюдения проводились по стандартной методике [2–4] на 12 постоянно выделенных станциях наблюдения, расположенных в разных частях озера. Станции определялись при помощи GPS-навигатора Garmin eTrex. Отбор проб с девяти станций велся тотальным обловом большой планктонной конической сетью из газа диаметром 0,5 м в период с мая по октябрь. Скважина на каждой станции условно разбита на четыре трансекты. Глубина скважин в каждой трансекте на двух станциях составляет 2,0; 4,0 м; на пяти – 2,0; 4,0; 6,0 м; на двух – 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 м. Три станции литоральные, на которых пробы отбирались при помощи малой планктонной сети Апштейна в период с марта по октябрь. Пробы фиксировались 4%-м раствором формалина. Всего за период исследования было собрано и обработано 468 проб зоопланктона.

Для морфометрических исследований артемии использовался фиксированный материал. В период исследований были промерены особи обоих полов трех-четырёх генераций рачка. Анализ проводили по 13 морфологическим признакам (11 пластических и 2 меристических): длина тела (*tl*), длина абдомена (*al*), ширина абдомена (*aw*), длина овисака (*lw*), ширина овисака (*ow*), расстояние между глазами (*de*), диаметр глаза (*ed*), длина правой и левой фуркальных ветвей (*fl-r*, *fl-l*), длина первой антенны (*la*), ширина головы (*hw*), отношение длины цефалоторакса к длине абдомена (*cl/al*), число щетинок (*sf-r*, *sf-l*) на правой и левой фуркальных ветвях. Определение массы тела рачков и цист проводили на электронных весах марки Kern ARJ220–4M с дискретностью показаний от 0,0001 до 1,0 г. За период исследования было промерено 252 половозрелые самки и 224 самца.

Для характеристики плодовитости рачков ежемесячно отбирали 25–30 экземпляров живых овулятивных самок. Под биноклем МБС–10 с окуляр-микрометром измеряли длину тела, просчитывали количество эмбрионов (науплий, летних яиц, цист), измеряли их диаметр. Плодовитость определена у 500 особей.

Морфометрический анализ неполовозрелых особей рачка артемии с измерением длины и массы тела также проводился на фиксированном материале. Для этого ежемесячно (апрель – октябрь) отбирали по 25–30 особей каждой стадии развития: *ortonauplii*, *metanauplii* I, *metanauplii* II, *metanauplii* III, *metanauplii* IV, ювенильные (1,0–2,0, 2,1–3,0, 3,1–4,0, 4,1–5,0 мм), предвзрослые (5,1–6,0, 6,1–7,0, 7,1–8,0, 8,1–9,0, 9,1–10,0 мм). Всего промерено 4750 неполовозрелых особей.

Общее число кладок за жизненный цикл определяли по формуле [5]:

$$N = 1,35 * (L_{\max} / L_{\min})^{2,5},$$

где N – число кладок за жизненный цикл; L_{\max} – максимальная длина тела яйценосных самок; L_{\min} – минимальная длина тела яйценосных самок.

Отбор рапы для замера температуры и минерализации осуществлялся с помощью батометра Дьяченко. Общая минерализация определялась с помощью оптического прибора – рефрактометра (ATAGO Hand refractometer, Kernco Instruments Co., inc. 420 Kenazo Ave., E 1 Paso TX 79928 USA). Гидрохимические пробы отбирались путем зачерпывания рапы, объемом 1,0–1,5 л. Минеральный состав рапы водоемов определен гидрохимическим методом в лабораторных условиях ОАО Михайловского завода химических реактивов. Классификация воды по солевому составу проведена по О.А. Алёкину [6].

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel и STATISTICA. Вычисляли максимальное и минимальное значения (x_{\max} , x_{\min}), среднеарифметическое значение (\bar{x}), стандартную ошибку ($S\bar{x}$), стандартное отклонение (σ), коэффициент вариации (Cv), коэффициент корреляции (r) при 5% и 1% уровнях значимости ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$). Разницу средних величин оценивали по критерию Стьюдента при 5% уровне значимости [7, 8].

Результаты и обсуждение

Для рачков артемии характерны колебания морфометрических показателей, зависящих от условий окружающей среды. Также для обоеполюх популяций характерен половой диморфизм. По данным многих авторов к основным морфометрическим признакам, определяющим половой диморфизм, относятся длина тела, ширина головы, расстояние между глазами, диаметр глаза, длина антенны, длина фурки [9,10].

При описании внешних признаков половозрелых особей рачков оз. Большое Яровое наблюдаются характерные для партеногенетических популяций параметры. У самцов фронтальные бугорки на хватательных антеннах имеют сферическую форму [11]. На овисаках самок имеются небольшие выросты. Однако для определения филогенетических связей данного вида с другими необходимо проведение молекулярно-генетических исследований.

В период исследований 2009–2011 гг. морфометрический анализ проводился на разновозрастных особях жаброногого рачка артемии. Достоверных различий между показателями разных генераций не отмечено как в течение одного вегетационного сезона, так и смежных.

Развитие жаброногого рачка *Artemia* происходит со сменой стадий развития, различающихся между собой внешним видом. Размер науплий зависит от массы и размеров яйца. Длина тела ортонауплиусов в оз. Большое Яровое в период исследований варьировала в пределах 0,442–0,550 мм, составляя в среднем $0,483 \pm 0,005$ мкм ($Cv = 1,12\%$). Средняя масса составляла 0,004 мг. Последующие науплиальные стадии развития (*metanauplii* I–IV) в озере имели среднюю длину тела от 0,572 до 1,241 мм ($0,866 \pm 0,046$, $Cv = 5,28\%$). Морфометрический анализ разновозрастных особей жаброногого рачка артемии в период исследований показал наибольшее варьирование массы тела в первые периоды жизни (табл. 1).

Таблица 1

Масса тела (мг) разновозрастных особей рачка артемии в озере Большое Яровое, 2009–2011 гг.

Показатель	<i>Metanauplii</i> I–IV	Ювенильные (1,0–5,0 мм)	Предвзрослые (5,1–10,0 мм)	Половозрелые	
				самки	самцы
x_{\min}	0,006	0,024	0,459	1,30	0,80
x_{\max}	0,020	0,320	2,980	16,50	10,70
\bar{x}	0,010	0,136	1,372	6,85	3,60
$S\bar{x}$	0,002	0,021	0,143	0,23	0,13
σ	0,005	0,089	0,743	3,26	1,81
Cv , %	21,99	15,52	10,42	3,35	3,57

Наиболее вариабельными признаками у половозрелых особей были длина фурки и количество щетинок на ее лопастьях. У самок коэффициент Cv длины фурки составил 2,09–2,15%, у самцов – 2,39–2,49%; Cv количества щетинок у самок колебался в пределах 3,70–3,72%, у самцов – 2,97–2,99%. Варьирование остальных параметров было низким (Cv колебался от 0,82 до 1,44%).

Длина тела (tl) самок в исследуемый период колебалась от 7,10 до 15,95 мм, большая часть особей имела размеры в пределах 8,7–11,8 мм (рис. 1). У самцов длина тела и пределы варьиро-

вания несколько меньше, у большинства промеренных особей длина тела находилась в пределах 8,0–8,9 мм. Длина тела является одним из показателей полового диморфизма артемии озера Большое Яровое (различия значимы при $p \leq 0,05$).

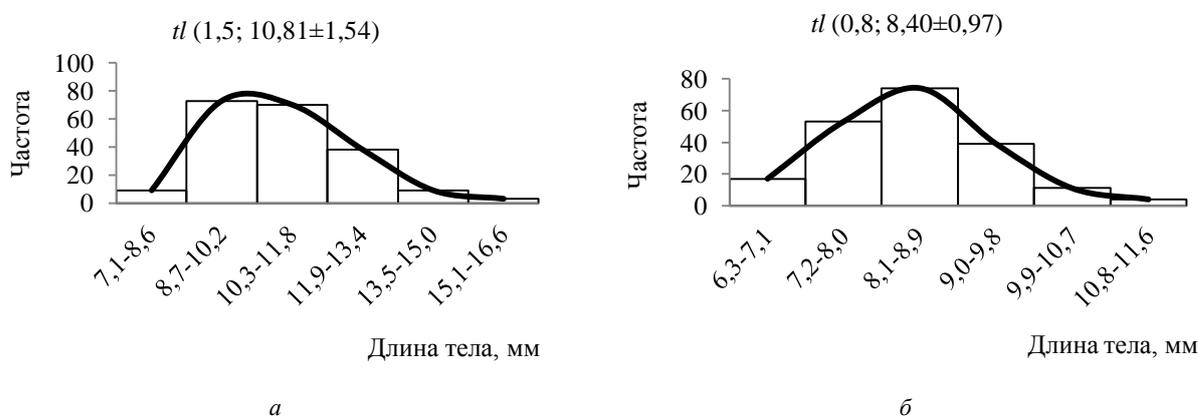


Рис. 1. Гистограммы распределения половозрелых самок (а) и самцов (б) артемии по длине тела, в скобках: шаг на гистограмме, $\bar{x} \pm S\bar{x}$

Для рачка артемия в оз. Большое Яровое расстояние между глазами (de), длина антенны и диаметр глаза являются зависящими от пола ($p \leq 0,05$). Среднее значение расстояния между глазами для самок в исследуемый период составило 1,41 мм, для самцов – 1,59 мм (рис. 2).

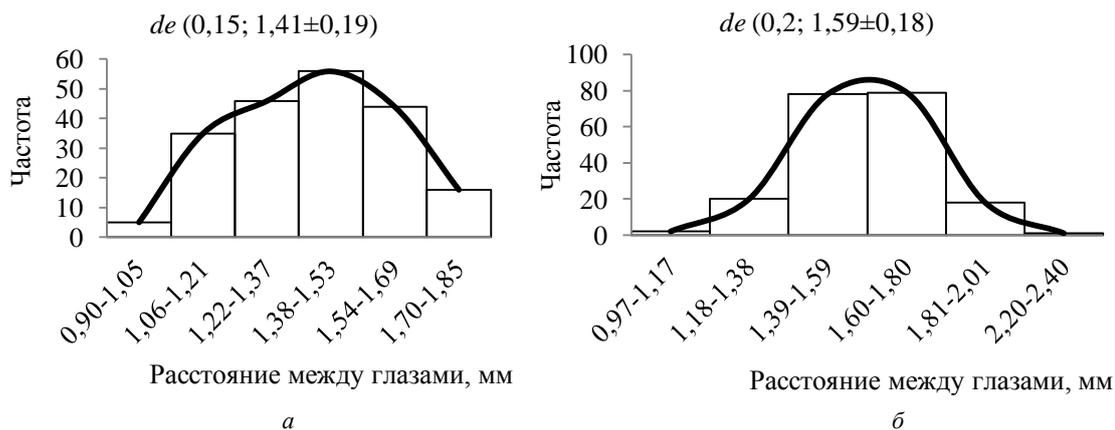


Рис. 2. Гистограммы распределения половозрелых самок (а) и самцов (б) артемии по расстоянию между глазами, в скобках: шаг на гистограмме, $\bar{x} \pm S\bar{x}$

Длина антенны (la) у наибольшего количества самцов находилась в пределах 0,80–0,95 мм, у самок – 0,72–0,87 мм (рис. 3).

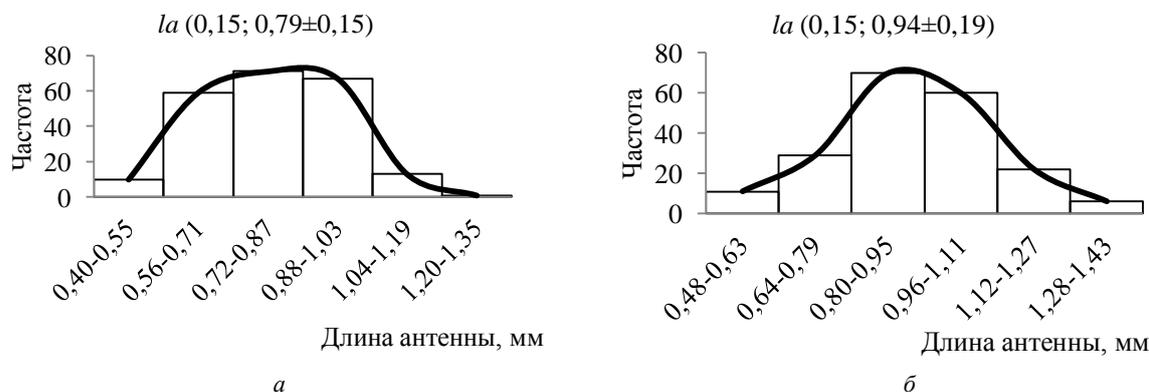


Рис. 3. Гистограммы распределения половозрелых самок (а) и самцов (б) артемии по длине антенны, в скобках: шаг на гистограмме, $\bar{x} \pm S\bar{x}$

Среднее значение диаметра глаза (ed) у самок составило 0,24 мм, у самцов можно выделить три группы, диаметр глаза в пределах 0,28–0,30 мм встречается с наибольшей частотой, у второй группы диаметр глаза составляет 0,34–0,36 мм, у третьей – 0,40–0,42 мм. При этом среднее значение данного признака – 0,33 мм (рис. 4).

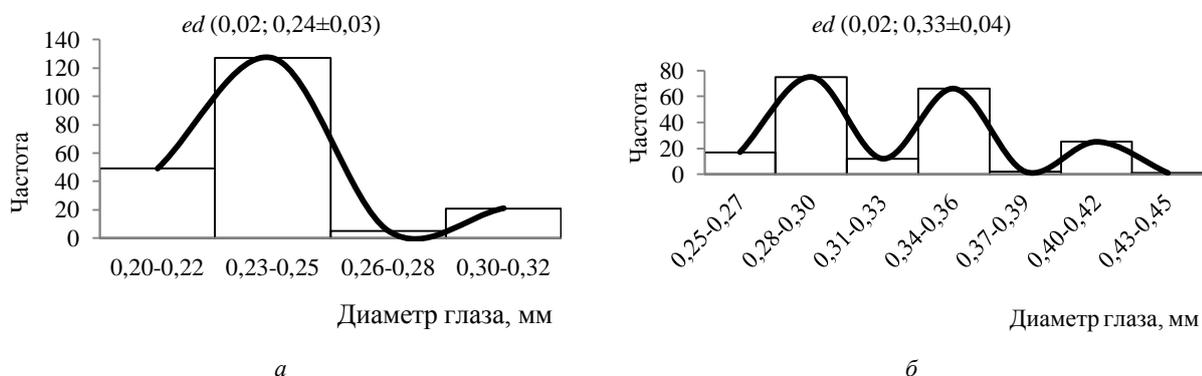


Рис. 4. Гистограммы распределения половозрелых самок (а) и самцов (б) артемии по диаметру глаза, в скобках: шаг на гистограмме, $\bar{x} \pm S\bar{x}$

Морфометрические параметры находятся в определенной корреляционной зависимости друг от друга. Выявлены группы наиболее сильно или слабо коррелирующих признаков для обоих полов. Между массой и длиной тела у обоих полов существует сильная связь $r = 0,66$ (рис. 5).

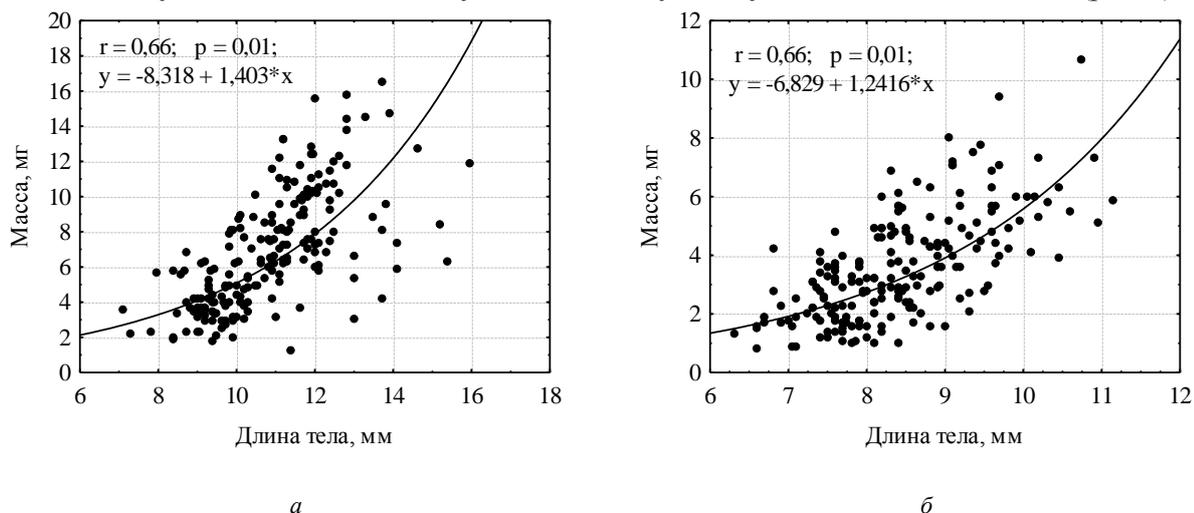


Рис. 5. Зависимость между длиной и массой тела половозрелых самок (а) и самцов (б) артемии, 2009–2011 гг.

Также выявлено, что масса тела у обоих полов коррелирует с длиной цефалоторакса и расстоянием между глазами ($r = 0,63$ и $0,61$ – $0,66$ соответственно). У самок масса сильно сопряжена с размерами яйцевого мешка, в большей степени с его шириной ($r = 0,64$). Длина тела находится в сильной положительной связи с размерами цефалоторакса и абдомена у обоих полов (для самок: $r = 0,87$ и $0,93$ соответственно; для самцов: $r = 0,82$ и $0,92$ соответственно). Линейные размеры тела коррелируют с шириной абдомена и шириной головы. У самок выявлена сопряженность длины тела с длиной антенны ($r = 0,68$), которая у самцов отсутствует.

Длина лопастей фурок имеет множественные достоверные связи с другими морфометрическими признаками у обоих полов. Наиболее сильная корреляция отмечается между длинами правой и левой лопастей, а также с количеством щетинок на соответствующей ветви. Кроме того, выявлена положительная связь между шириной головы, длиной абдомена и фуркальными характеристиками, которая отмечается не у всех популяций [12].

В период исследований в структуре популяции артемии оз. Большое Яровое самцы встречались с июня по сентябрь. В июле 2009 г. доля самцов была наибольшей, по сравнению с осталь-

ными периодами, и составляла 4,1% (табл. 2). В остальные сроки отбора эта величина не превышала 2,0%. При анализе корреляционных связей между абиотическими, биотическими факторами и соотношением полов выявлена слабая положительная взаимосвязь между температурой воды и долей самцов в популяции ($r = 0,55$, $p \leq 0,05$).

Таблица 2

Средние значения продукционных характеристик рачка артемия озера Большое Яровое Алтайского края, 2009–2011 гг.

Месяц	Соотношение полов (самка:самец), %	Количество самок, %		
		с цистами	с летними яйцами	с науплиями
2009 г.				
Июнь	98,5:1,5	11,5	53,9	34,6
Июль	95,9:4,1	4,0	96,0	–
Август	98,1:1,9	10,0	55,0	35,0
Сентябрь	100:0	84,0	16,0	–
Октябрь	100:0	91,0	9,0	–
2010 г.				
Июль	99,5:0,5	56,0	20,0	24,0
Август	99,4:0,6	44,0	36,0	20,0
Сентябрь	100:0	100,0	–	–
Октябрь	100:0	100,0	–	–
2011 г.				
Июнь	99,3:0,7	20,0	60,0	20,0
Июль	99,2:0,8	36,0	52,0	12,0
Август	99,5:0,5	48,0	40,0	12,0
Сентябрь	99,4:0,6	80,0	20,0	–
Октябрь	100:0	93,0	7,0	–

В описываемый период самки откладывали тонкоскорлуповые или летние яйца, толстоскорлуповые диапаузирующие яйца или цисты, или отрождали живых науплий (живорождение). При анализе корреляции появления того или иного способа размножения с абиотическими факторами, а также соотношением полов были выявлены положительные и отрицательные связи (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между содержанием яйцевого мешка, абиотическими факторами и соотношением полов ($p \leq 0,05$)

Фактор	Способ размножения		
	живорождение	летнее яйцо	цистоношение
Доля самок	–0,20	–0,87	0,77
Доля самцов	0,20	0,87	–0,77
Плодовитость	–0,45	–0,67	0,70
Минерализация воды,	–0,62	–0,58	0,69
Температура воды	0,60	0,75	–0,82

Индивидуальная плодовитость самок артемии варьировала в широких пределах (12–221 экз.). Средняя плодовитость самок в исследуемый период находилась в пределах 26,6–134,4 экз. Коэффициент корреляции между плодовитостью и температурой воды составил $r = -0,42$, между плодовитостью и минерализацией $r = 0,46$, между плодовитостью и долей самцов в популяции $r = -0,43$.

Средняя плодовитость самок в исследуемый период находилась в пределах 26,6–134,4 экз. При анализе сопряженных связей между плодовитостью и абиотическими, биотическими факторами и соотношением полов достоверных корреляций не выявлено.

Число кладок за жизненный цикл, рассчитанное по формуле, находилось в пределах 2–7 и в среднем составляло $3,7 \pm 1,4$, $C_v = 12\%$.

Важной характеристикой, определяющей практическую ценность цист, являются их морфометрические параметры [13]. В период исследования диаметр цист, находящихся в овисаках самок, колебался от 235 до 295 мкм ($257 \pm 8,38$, $C_v = 3,26\%$), диаметр летних яиц находился в пределах 196–263 мкм ($228 \pm 8,12$, $C_v = 3,56\%$). Сравнительный анализ с данными литературы по исследованным популяциям мира (диаметр цист находится в пределах 224–320 мкм) указывает на промежуточное положение сибирских популяций и, в частности, артемии оз. Большое Яровое [14].

Выводы

1. Половой диморфизм выражен следующими морфометрическими признаками: длина тела, расстояние между глазами, длина антенны, диаметр глаза. Длина тела самок в исследуемый период составляла $10,8 \pm 1,5$ мм, самцов – $8,4 \pm 1,0$. Выявлены корреляционные связи между линейными размерами и шириной абдомена, шириной головы, длиной антенны. Коэффициент корреляции между массой и длиной тела составил $r = 0,66$.

2. В период исследований в оз. Большое Яровое самцы встречались с июня по сентябрь. Выявлена положительная взаимосвязь между температурой воды и долей самцов в зоопланктоне ($r = 0,55$ $p \leq 0,05$).

3. Средняя плодовитость самок в течение 2009–2011 гг. находилась в пределах 26,6–134,4 экз. Число кладок за жизненный цикл составляло $3,7 \pm 1,4$. Самки размножались летними яйцами, цистами, наблюдалось живорождение. Диаметр цист составлял $257 \pm 8,38$, летнего яйца – $228 \pm 8,12$ мкм.

Литература

1. Mayer R.J. Morphology and biometry of three populations of *Artemia* (Branchiopoda: Anostraca) from the Dominican Republic and Puerto Rico // *Hydrobiologia*. – 2002. – Vol. 486. – P. 29–38.

2. Киселёв И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. – Т. IV, ч.1. – М. – Л.: 1956. – С. 183–265.

3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1983. – 51 с.

4. Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброгого рачка ARTEMIA. – Тюмень, 2002. – 25 с.

5. Хмелева Н.Н., Гигиняк Ю.Г. Способ определения числа пометов у ракообразных. Авт. свид. № 910940 // Бюл. изобрет. СССР. – 1982. – № 9.

6. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 442 с.

7. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов – 4-е изд., перераб. и доп.– М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

8. Плохинский А.Н. Биометрия. – Новосибирск: СО АН СССР, 1961. – 364 с.

9. Asem A., Atashbar B., Rastegar-Pouyani N., Agh N. Morphological and biometric characterization of rare males and sexual dimorphism in Parthenogenetic *Artemia* (Crustacea: Anostraca) // *Zoology in the Middle East*. – 2010. – № 49. – P. 115–117.

10. Asem A., Rastegar N.P. Sexual dimorphism in *Artemia urmiana* Gunther, 1899 (Anostraca: Artemiidae) from the Urmia Lake, West Azerbaijan, Iran // *Journal of Animal and Veterinary Advances*. – 2007. – Vol. 6. – P. 1409–1415.

11. Mura G. *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) from Lymington, England: frontal knob morphology by scanning electron microscopy // *J. crust. Biol.* – 1990. – Vol. 10. – P. 364–368.

12. Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Бойко Е.Г. *Артемия* в озерах Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 2009. – 304 с.

13. Оценка качества цист рачка артемии и перспектива их инокуляции в гипергалинные озера Алтайского края / Л.В. Веснина, Р.А. Клепиков, Г.В. Пермякова, Т.О. Ронжина // *Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования: Материалы Всерос. конф. с междунар. участием*. – Томск, 2011. – С. 161–166.

14. Manual on the production and use of live food for aquaculture / eds. Lavens P., Sorgeloos P. // *FAO Fisheries Technical Paper*. – № 361. – Rome, FAO, 1996. – 295 p.

ПОВЕДЕНИЕ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ШПИЦБЕРГЕНА В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

А.В. Гудимов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, 183010
e-mail: alexgud@mail.ru

Поведение двустворчатых моллюсков Шпицбергена исследовано впервые. Регистрация поведенческих реакций мии *Mya truncata*, тридонты *Tridonta borealis* и исландского гребешка *Chlamys islandica* проводилась с помощью тензометра и компьютера в полуприродных постоянных условиях в июне 2011 г. на берегу Грэн-фьорда при температурах 0, 1, 2 и 4°C. Условия содержания моллюсков в аквариумах определялись их естественными условиями обитания, в которых был произведен забор воды для экспериментов. Установлено, что в постоянных условиях поведение, оцениваемое по параметрам: уровень раскрытия створок, аддукция и амплитуда, стабильно у всех видов моллюсков. Чувствительность моллюска и сила поведенческой реакции зависят от времени суток и фонового уровня изменений внешней среды.

Ключевые слова: поведение, уровень раскрытия створок, амплитуда, аддукция, мия, тридонта, исландский гребешок, Шпицберген, полуприродные постоянные условия.

The behavior of Svalbard bivalves in controlled conditions. A.V. Gudimov (Murmansk Marine Biological Institute of KSC of RAS, Murmansk, 183010)

Behavior of Svalbard bivalves was researched for the first time. Recording of behavioral responses in two clams *Mya truncata* and *Tridonta borealis*, and in the Icelandic scallop *Chlamys islandica* were made by a strain gage and PC in semi-natural conditions on the coast of Gren-fjord at water temperatures ranging from 0, 1, 2 to 4 °C. Molluscs keeping conditions in aquariums were the same as in the natural habitats from which the water intake for experiments was made. Under invariable conditions mollusks behavior is stable according to the following parameters: shell gaping level, amplitude and adduction. Molluscs sensitivity and the power of behavioral reaction depend on the day time and the background level of environmental fluctuations.

Key words: behavior, shell gaping level, amplitude, adduction, clams, Icelandic scallop, Svalbard, semi-natural constant conditions

Жизнь есть процесс непрерывный. Однако до настоящего времени все биологические исследования остаются дискретными, основанными на пробоотборе или непродолжительных, хоть порой и непрерывных, наблюдениях и измерениях в лаборатории. Исследования жизненных процессов, ограниченные рамками лабораторного эксперимента, как правило, очень узконаправленны и, главное, малоинформативны, так как лишены реальной экологической компоненты, объединяющей жизнь организма с условиями окружающей среды. Влияния экологических факторов на организм изучаются пока только в экспериментальном режиме, далеко, как правило, от градиента природных изменений факторов среды.

Как и прежде, в современной морской биологии исследуются, в основном, результаты жизни – разнообразие и обилие видов (численность, биомасса), распределение и динамика их популяций.

Всю историю гидробиологии/океанологии такое положение являлось нормальным, поскольку методология и инструментарий непрерывного мониторинга биологических процессов, тем более в природной среде, не были разработаны и появляются только в последнее время.

Впервые возможность изучения жизненных процессов водных беспозвоночных в природе в их естественном ходе и колебаниях под влиянием комплекса экологических факторов появилась с внедрением методов непрерывной регистрации поведения двустворчатых моллюсков в естественных условиях, природных и полуприродных.

Исследования поведения морских двустворчатых моллюсков по их двигательной активности на основе регистрации движений створок продолжаются с начала XX в. [1], и хотя за последние 20 лет стали особенно многочисленными за рубежом [например, 2–4], но в России представлены все еще единичными работами [5–8].

Изучение феномена жизни и механизмов выживания организмов в экстремальных условиях высоких широт имеет особое фундаментальное и прикладное значение. Однако фундаментальные экологические исследования поведения морских беспозвоночных, и моллюсков в частности, все еще очень редки или фрагментарны. На Шпицбергене до 2011 г. экофизиологические исследования моллюсков отсутствовали, их первые результаты представлены в данной работе.

Регистрация поведения массовых видов моллюсков Баренцева моря, таких как *Chlamys islandica*, ранее проводилась только в 1987–1988 гг. [9], а для *Mya truncata* и *Tridonta borealis* выполнена впервые. В данной работе представлены результаты, дающие первое описание и общую (фоновую) характеристику поведения моллюсков Шпицбергена в контролируемых условиях.

Моллюски были собраны в сублиторали западного берега залива Грэн-фьорд (Gren-fjord): 2 экз. взрослых *T. borealis* – на поверхности грунта, на глубине 1 м (при малой воде), 6 экз. *M. truncata* – в ризоидах ламинарии с глубины 5–7 м и 20 экз. морских гребешков *Ch. islandica* – на глубине 16–30 м (водолазный сбор А.В. Роскуляка). Гребешки содержались в воде, поднятой с глубины их обитания. Термостатирование контейнеров с моллюсками и аквариумов в снегу давало стабильную температуру, колебания которой не превышали 0,5°C в сут. Подобные полуприродные условия являются благоприятными как для содержания животных, так и для проведения соответствующих экспериментов, наблюдений и измерений. Поэтому за время экспериментов (с 9 по 15.06.2011) ни один из моллюсков не погиб, все они сохраняли активность и реакционную способность к внешним раздражителям.

Регистрация поведенческих реакций (по движениям створок) моллюсков проводилась в режиме реального времени с помощью установки, состоящей из тензометра (датчика), усилителя, АЦП и компьютера, а также посредством периодической фото- и видеосъемки группы гребешков (15 экз.), содержащихся в контейнере с природной морской водой при температуре около 0–1°C.

В процессе записи поведенческих реакций моллюски, приклеенные нижней створкой к основанию (камню), а верхней створкой неинвазивно присоединенные к датчику тензометра, находились в постоянных условиях при температуре воды 0, 1, 2 или 4°C (температура регулировалась степенью погружения аквариума в снег), наличии сильной аэрации (микрокомпрессором), при сумеречном освещении (в опытах с гребешком аквариум был затемнен). Температура и соленость соответствовали условиям обитания вида. Индикатором завершения акклимации была стабилизация поведенческих реакций на одном уровне.

Регистрация осуществлялась, главным образом, в дневное время, во все фазы приливного и суточного циклов. Продолжительность непрерывной записи не превышала 3 ч, так как электропитание установки осуществлялось от небольшого бензогенератора.

M. truncata после пребывания более 3 сут в постоянных условиях имела стабильный уровень раскрытия створок (УРС) при выставленных сифонах (см. таблицу).

Параметры поведения моллюсков Западного Шпицбергена (Грэн-фьорд) в постоянных условиях, июнь 2011 года

Параметр*	<i>Ch. islandica</i>	<i>M. truncata</i>	<i>T. borealis</i>
УРС, %	60 ± 23	75 ± 18	62 ± 10
Аддукция (схл/сут)	12 ± 3	0	0
Медленный ритм	+	+	+

* Комментарии в тексте.

УРС был столь неизменно ровным в течение нескольких часов, что иногда приходилось проверять состояние моллюсков, «пробуждая» их касанием, приводящим к некоторой аддукции (неполному смыканию/схлопыванию створок) (рис. 1). В то же время удалось выявить плавный медленный ритм колебаний УРС в течение суток (рис. 2).

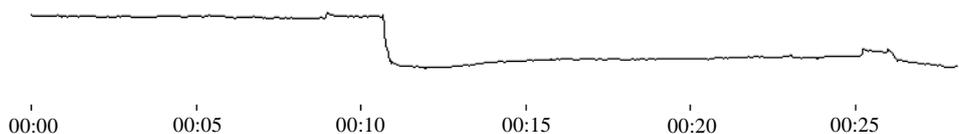


Рис. 1. Реакция аддукции (смыкание створок) у *M. truncata* в ответ на механическое воздействие (слабый толчок раковины) в постоянных условиях среды; по оси абсцисс – время (мин)

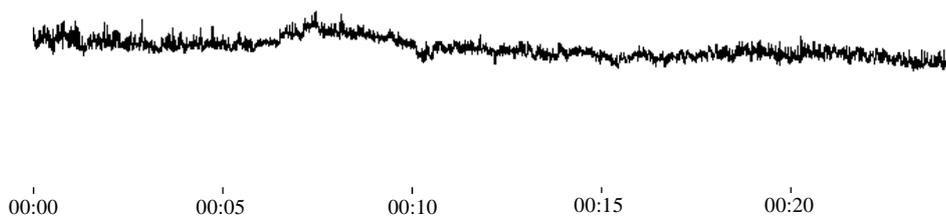


Рис. 2. Медленные изменения УРС у *M. truncata*. По оси абсцисс – минуты записи.
Справа: обрыв кривой – отключение тока

Нормальная аддукция в виде регулярного спонтанного смыкания створок у мии отсутствовала. Аддукция, возникающая в ответ на касание или другие резкие изменения среды, обычно была неполной и при сильном воздействии приводила моллюска в «состояние готовности», настороженности, при меньшем УРС (рис. 1). Сифоны при этом укорачивались или полностью вытягивались. Последующее открытие раковины обычно сопровождалось ступенчатым увеличением УРС вместе с выдвижением сифонов (рис. 3).

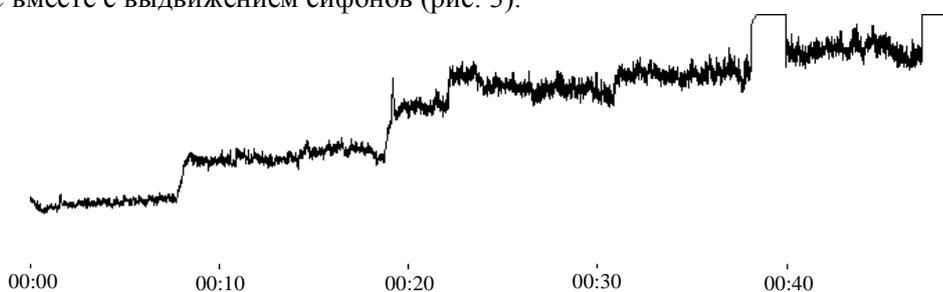


Рис. 3. Ступенчатое открытие раковины *M. truncata* вместе с выдвижением сифонов в процессе акклимации к сильной аэрации; температура воды = 1°C, соленость = 30‰

Мия слабо реагировала на вибрацию (легкое сотрясение субстрата или водной толщи) и световые условия, но значительно изменяла УРС при изменении солености воды. УРС уменьшался ускоренно в солености ниже 25‰ и особо резко при падении солености ниже 20‰. На возврат солености к нормальной (27–30‰) моллюски реагировали с задержкой в несколько минут (от 5 до 15), не спеша открывать створки. Впервые обнаружено, что мия может негативно реагировать, уменьшая УРС, и на увеличение солености (с 27 до 32, и с 32 до 34,5‰) в коротких экспериментах.

Моллюски *T. borealis* были найдены во время поисков мидий у западного берега Грэнфьорда. В итоге вместо мидий (обнаружены только их створки) в одной точке сублиторали западного берега были найдены 2 экз. *T. borealis* (длиной около 30 мм) на глубине 1–0,5 м (в отлив) и солености 7–8‰ в отлив и 15–20‰ в прилив.

Непродолжительная (1 сут) регистрация поведенческих реакций тридонта показала медлительность и осторожность этого моллюска. Даже в условиях постоянного протока морской воды нормальной солености *T. borealis* открывала створки очень постепенно (рис. 4), но быстро реагировала некоторым прикрыванием створок («состояние настороженности») на изменение световых условий (тьма) и даже небольшую вибрацию.

Мелкие и частые движения створок (рис. 4), которые можно считать микроаддукцией или «подрагиванием створок», всегда наблюдались в постоянных условиях, типичная (полная) аддукция не была обнаружена, а УРС при этом имел слабые плавные колебания.

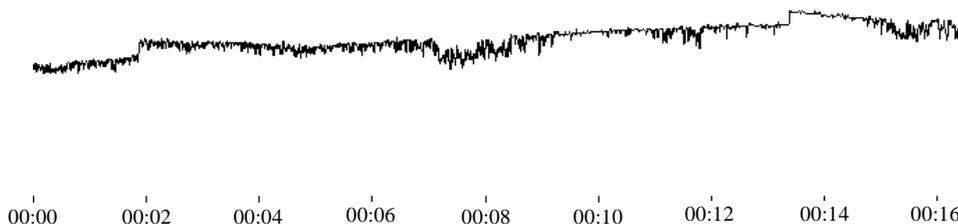


Рис. 4. Фоновая запись поведения моллюска *T. borealis*: в условиях протока УРС постепенно растет; $T = 4^{\circ}\text{C}$, соленость = 32‰

У гребешка *Ch. islandica* в условиях отсутствия пищи и постоянства других факторов средний УРС был стабилен (см. таблицу), часами сохраняясь неизменным (практически ровная линия), иногда прерывался редкой аддукцией (10–12 схлопываний в сут) и снова возвращался на прежний уровень (рис. 5).

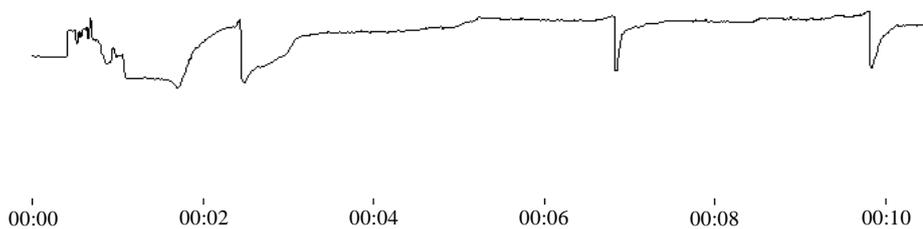


Рис. 5. Стабильный УРС и редкая аддукция у гребешка *Ch. islandica* в постоянных условиях (аэрация, 2°C, 34‰)

Усиление (по амплитуде) и учащение аддукции у гребешка происходило всегда при изменении условий среды. Схлопыванием створок, обычно неполным, и уменьшением среднего УРС гребешки быстрее других моллюсков реагировали на любые раздражители и изменения среды: свет/тьма, вибрацию, движение воды и шум (от аэрации), изменения температуры, солености, концентрации кислорода и проток (поступление пищи).

Морские гребешки, длительное время находившиеся в покое (например, в ночное время), были особенно чувствительны к внешним сигналам. С другой стороны, постоянно находясь в однородной среде при низкой температуре и голодании, гребешки, даже в условиях сильной аэрации, большую часть времени имели широко открытые створки (УРС от 60 до 90%), пребывая в состоянии некоторого «оцепенения». При этом их реакции на раздражители ослабевали, но быстрая аддукция как защитная реакция на импульс света (после длительного затенения) сохранялась в любых условиях до конца экспериментов.

Однако и в состоянии покоя у гребешков заметнее, чем у других видов, возникала регулярная, но редкая аддукция, позволявшая моллюску освободиться от накопившихся метаболитов, провентилировать жабры и активно «протестировать» состояние окружающей среды. Из трех исследованных видов типичная, то есть спонтанная и периодическая аддукция (полная или частичная) была свойственна только гребешку.

Несмотря на явные видовые различия, общим для поведения всех трех видов моллюсков Шпицбергена было то, что величина УРС, амплитуда его колебаний и частота аддукции определялись, главным образом, условиями среды и внешними воздействиями. В постоянных условиях средний УРС оставался практически неизменным. В то же время существовал медленный ритм, характеризующий периодические плавные колебания УРС и имевший у гребешка сложную структуру, которая, вероятно, определялась не только влиянием прилива и временем суток (освещением). Наличие плавного медленного ритма у мии и тридонты связано, видимо, в основном, с приливными колебаниями экологических факторов в местах природных биотопов. Паттерны поведения моллюсков всегда сохраняются некоторое время (несколько суток) и в постоянных условиях.

Содержание животных в полуприродных константных условиях дает важные преимущества в проведении измерений и экспериментов. Когда в ходе экспериментов используется вода, одномоментно взятая из мест обитания моллюсков, в аквариумах на время опыта (регистрации) происходит стабилизация ряда факторов природной среды (температуры, солености), к которой организм адаптирован. При этом сохраняются все основные физико-химические параметры морской воды естественных местообитаний. Данные, полученные в полуприродных константных условиях, более понятны экологически, адекватнее и надежнее в исследовании/анализе влияния отдельных факторов среды и различных воздействий.

Пребывание в квазистационарном состоянии пониженного уровня активности во многом обусловлено, очевидно, не столько их непродолжительным содержанием в постоянных условиях, сколько сезонным состоянием моллюсков, еще не перешедших к периоду интенсивного фильтрационного питания из-за низкой пока концентрации фитопланктона.

Интересно, что на Шпицбергене частота аддукции у гребешков была существенно ниже (10–12 схл/сут), чем на Восточном Мурмане (18–25 схл/сут), в летнее время [9], что, вероятно, связано с влиянием концентрации пищи и, отчасти, температуры.

Следует подчеркнуть, что в стабильных условиях низкой температуры и голодания даже у гребешка, наиболее чувствительного к окружающим условиям, заметные колебания УРС и учащение аддукции происходили только при соответствующих изменениях среды: солености, освещения, движения воды и др. Моментальные реакции на вибрацию субстрата и свет/тья являются, очевидно, защитными.

Установлено, что чувствительность моллюсков к изменениям условий среды зависит не только от времени года [10] и времени суток, но и от фонового уровня (амплитуды изменений) того или иного фактора, а также от продолжительности нахождения животного в постоянных условиях. Очевидно, что экологическая чувствительность животных возрастает в константных условиях пропорционально степени снижения амплитуды изменений/колебаний факторов среды и общего уровня внешних воздействий. В частности, после пребывания в условиях ночного покоя моллюски реагировали даже на самые слабые внешние раздражители, не замечаемые ими в дневное время.

Важно отметить, что возникающая во всех случаях аддукция, как и «реакция изоляции», является неспецифической реакцией двустворчатых моллюсков на любые внешние воздействия, включая загрязнение. Поэтому без фундаментальных исследований поведения животных прикладное применение биосенсорного (оперативного) мониторинга в целях экологического контроля качества вод является ненадежным, а его результаты иллюзорными.

Таким образом, полученные первые результаты дают возможность охарактеризовать фоновое состояние и естественный уровень активности двустворчатых моллюсков Шпицбергена в нормальных условиях и создают основу для дальнейшего изучения адаптаций и использования поведенческих реакций в оперативном биомониторинге природной среды арктических морей.

Автор искренне благодарен руководителю экспедиции Г.А. Тарасову за всестороннюю помощь в организации полевых и экспериментальных работ и А.В. Роскуляку за проведение водозлазных сборов материала.

Литература

1. *Dodgson R.W.* Report on mussel purification // *Fishery Invest. Lond. (Ser. 2).* – 1928. – Vol. 10 (1). – P. 1–498.
2. *Newell C.R., Campbell D.E., Gallagher S.M.* Development of the mussel aquaculture lease site model MUSMOD[®]: a field program to calibrate model formulations // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* – 1998. – 219. – P. 143–169.
3. *Borcherding J., Volpers M.* The Dreissena-monitor -1st results on the application of this biological early warning system in the continuous monitoring of water quality // *Water science and Technology.* – 1994. – 29. – P. 199–201.
4. *Bouget J.-F., Mazurie J.* Biological monitoring of water quality in an estuarine shellfish area, using a biosensor recording valve movements of oysters and mussels // *Tech. Sci. Methodes. Genie Urbain-Genie Rural.* – 1997. – № 11. – P. 71–75.
5. *Даутов С. Ш., Карпенко А.А.* Некоторые особенности поведения двух видов гребешков Японского моря, связанные с местом их обитания // *Поведение водных животных: Материалы 2 Всесоюз. симп. в Борке (Борок, октябрь 1975).* – Борок, 1975. – С. 17–19.
6. *Карпенко А.А., Тюрин А.Н.* Поведенческие адаптации приморского гребешка и мидии Грея к неблагоприятным факторам среды // *Физиология и биохимия гидробионтов.* – Ярославль, 1987. – С. 18–31.
7. *Гудимов А.В., Гайденок Н.Д.* Ритмическая двигательная активность мидий и ее исследование методом спектрального анализа // *Экология, биологическая продуктивность и проблемы марикультуры Баренцева моря: Тез. докл. II Всесоюз. конф.* – Мурманск, 1988. – С. 93–94.
8. *Слатина Л.Н.* Динамика суточных ритмов метаболизма и сократительной активности мускулатуры створок мидий Черного моря на протяжении годового цикла: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Иркутск, 1989. – 19 с.
9. *Гудимов А.В.* Первые записи поведенческих реакций двустворчатых моллюсков исландского гребешка *Chlamys islandica* и модиолуса *Modiolus modiolus* // *Вестник КамчатГТУ.* – 2012. – № 20. – С. 50–55.
10. *Гудимов А.В.* Поведение мидий (*Mytilus edulis* L.) в условиях колебаний факторов среды // *ДАН.* – 2006. – Т. 409, № 3. – С. 419–421.

ВЛИЯНИЕ СВЕТА И ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ МОРСКОЙ ВОДОРОСЛИ *ULVA FENESTRATA* (CHLOROPHYTA, ULVALES)

С.О. Очеретяна

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: sveta_kam_08@hotmail.ru

В работе представлены результаты изучения развития в естественных и искусственных условиях зеленой морской водоросли *Ulva fenestrata*. Растения для экспериментов были собраны летом 2011 г. в Авачинском заливе. В лаборатории одну часть образцов содержали при аномально высокой температуре 32–35°C и близком к природному режиму освещения, другую – при 23°C и избыточном освещении и третью – при 8–10°C в полной темноте. Показано, что при воздействии высокой температуры происходит ускоренное созревание продуктов размножения. Избыточное световое довольствие приводит к увеличению размеров клеток и подавляет у растений цитокINETические процессы. Полная темнота, напротив, способствует активному митотическому делению вегетативных клеток, но препятствует формированию в них продуктов размножения.

Ключевые слова: зеленые водоросли, *Ulva fenestrata*, биология развития, размножение, воздействие света, воздействие температуры, Камчатка.

Light and temperature conditions influence on the algae *Ulva fenestrata* (Chlorophyta, Ulvales) growth in laboratory environment. S.O. Ocheretiana (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

Research results of green seaweed *Ulva fenestrata* in natural and artificial conditions are described. Plants for the experiments were collected in summer of 2011 in Avacha Bay. One part of samples was hold in the laboratory at abnormally high temperature ranging from 32–35°C with close to natural mode of lighting, the second part – at 23°C and excess lighting, and the third – at 8–10°C in full darkness. We established the accelerated ripening of reproduction occur in high temperatures. Excessive light result in cells size increase and suppresses plant cytokinetic processes. Total darkness, on the contrary, promotes active mitotic division of vegetative cells, but prevents the formation of reproduction products.

Key words: algae, *Ulva fenestrata*, developmental biology, reproduction, exposure to light, the effect of temperature, Kamchatka.

Зеленая морская водоросль *Ulva fenestrata* относится к классу зеленых водорослей *Ulvophyceae*, семейству *Ulvaceae*. Род *Ulva* имеет широкое распространение в водах Мирового океана, представлен большим количеством видов [1, 2]. Представители рода *Ulva* имеют разнообразную форму слоевищ от пластинчатого, состоящего из двух слоев клеток, до однослойных, имеющих форму разветвленных и неразветвленных трубок. Форма пластинчатых растений у разных и одного и того же вида может быть разной: округлой, линейной, ланцетной, обратноланцетной, неправильно лопастной, клиновидной. Они могут быть цельными или перфорированными. Для всех представителей вида свойствен диффузный рост. Вместе с тем усиленное клеточное деление происходит в основном в краевой части пластины. Вегетативные клетки у *Ulva* одноядерные, в то же время у основания пластины встречаются многоядерные ризоидальные клетки, выполняющие функцию прикрепления пластины к субстрату. У представителей гаплоидных генераций вида количество хромосом может изменяться от 5 до 13, но в большинстве случаев оно равно 10.

Вегетативное размножение у представителей рода осуществляется путем фрагментации слоевищ или путем появления новых растений от базальных клеток. В жизненном цикле *Ulva* обычно наблюдается чередование изоморфных гаметофитного и спорофитного поколений. Мейоз у представителей рода происходит в ходе образования зооспор. Важной характеристикой видов рода *Ulva* является способность всех вегетативных клеток за исключением ризоидальных и некоторых базальных клеток участвовать в репродуктивном процессе и продуцировать зооспоры. Выход спор и гамет происходит через специальное отверстие – пору, образующуюся на вер-

шине сосочкообразного изгиба внешней стенки клетки. В настоящее время данный род насчитывает более двух десятков видов, и все они – представители морской флоры [3, 4].

U. fenestrata впервые была описана в работе А. Постельса и Ф.И. Рупрехта в середине позапрошлого века [5]. Типовым местом обитания вида является Камчатка [6]. В настоящее время, согласно международной альгологической базе данных <http://www.algaebase.org>, *U. fenestrata* рассматривается в качестве таксономического синонима атлантического вида *Ulva lactuca*, описанного в 1753 г. К. Линнеем [7]. Многие исследователи с этим не согласны и в своих публикациях продолжают рассматривать *U. fenestrata* в качестве валидного вида [8]. Автор настоящей работы также полагает, что основанием для окончательного решения вопроса о ее таксономическом положении могут быть молекулярно-генетические исследования образцов, собранных в типовом местообитании.

В альгофлоре Камчатки рассматриваемый вид встречается практически повсеместно, является одним из наиболее массовых представителей зеленых водорослей-макрофитов. Обитает *U. fenestrata* в широком диапазоне изменения прибойности и глубины, от среднего горизонта литорали до 5 м и более [9]. Она относится к числу эфемерных видов, вегетирует в теплую половину года и способна давать несколько генераций. При хорошем биогенном питании *U. fenestrata* имеет активный неограниченный рост и дает большой прирост биомассы. В связи с этим она является перспективной для искусственного выращивания, успех которого, в свою очередь, обеспечивает знание биологии ее развития и влияния на нее условий произрастания.

Интерес автора к изучению воздействия на *U. fenestrata* отдельных экологических факторов, и в первую очередь светового довольствия и температуры воды, связан еще и с тем, что в ходе изучения сезонной динамики и межгодовых изменений состава и структуры сообществ зеленых водорослей в Авачинской губе [10] было обнаружено, что в разные годы в естественных условиях произрастания обсуждаемый вид имел разную частоту встречаемости. Понять причины этого явления можно, только зная особенности воспроизводства вида при изменении условий произрастания. Описанию результатов проведенных нами экспериментов и посвящена настоящая работа.

Сбор материала для лабораторных исследований проводили в Авачинском заливе у северного входного в Авачинскую губу м. Маячный и небольшого, расположенного в некотором удалении от него о. Старичков. Водоросли собирали в летний период 2011 г. в литоральных ваннах и на открытых пологих участках литоральной зоны во время сизигийных отливов. Максимальная температура воды в литоральных ваннах в период сбора составляла плюс 20°C, температура воздуха плюс 24°C, а долгота светового дня в течение периода исследований изменялась от 15 ч 20 мин до 15 ч 42 мин. Общее количество собранных и использованных в лабораторных экспериментах растений составило более 100.

Изучение адаптивных способностей *U. fenestrata* к изменению условий произрастания проводили в лаборатории, используя специальное оборудование и микроскопическую технику. Используемые в эксперименте образцы представляли собой цельные или перфорированные и рассеченные на лопасти пластины, овально-удлиненной формы с волнистыми и густо складчатыми краями, до 25 см по максимальному поперечнику. Все они имели насыщенный зеленый цвет (рис. 1).



Рис. 1. *Ulva fenestrata*. Природные заросли вида (а), внешний вид слоевища (б)

Собранные в природе растения в специальных боксах с морской водой доставляли в лабораторию. Среди них выбирали стерильные растения, очищали их от микроэпифитов и осевших

взвешенных веществ. Крупные пластины делили на несколько частей таким образом, чтобы в каждой из них была краевая часть. Далее целые или фрагментированные растения помещали в чашки Петри с профильтрованной морской водой. В течение трех последующих дней растения прошли адаптацию к условиям искусственного содержания, после чего были использованы в экспериментах. Для того чтобы определить условия среды, стимулирующие процессы созревания продуктов размножения *U. fenestrata*, для разных групп образцов были созданы разные условия содержания водорослей.

В одном случае растения постоянно содержали при температуре воды 32–38°C, в условиях естественного освещения. Длительность темного периода при этом составляла 8 ч. В другом случае температура воды была 21–23°C, и образцы содержали при постоянном искусственном освещении. В третьем случае их выращивали при температуре воды 8–10°C и полном отсутствии света. В течение первой недели после начала наблюдений за изменением состояния этих образцов воду в чашках Петри не меняли. При необходимости ее только с разной периодичностью доливали. Это предотвращало иссушение слоевищ и обеспечивало обновление среды и поступление новой порции растворенных в морской воде питательных веществ.

Определение состояния фертильности изучаемых образцов проводили с помощью микроскопа Olympus BX-40. Все микрофотографии были выполнены с помощью фотонасадки Infinity-2. Их изучение показало, что в верхней части пластины вегетативные клетки были тесно сближены и имели округло-многоугольную форму, 10–20 мкм по максимальному поперечнику. Расстояние между соседними клетками не превышало 2 мкм. На поперечном срезе клетки имели округло-прямоугольную форму, располагались двумя плотно прилегающими друг к другу слоями. Соотношение длины к ширине клеток на поперечном срезе составляло 2:1. Общая толщина пластины не превышала 70 мкм (рис. 2, а, б). Стерильные клетки имели цельный пластинчатый хлоропласт, занимающий от 100 до 35% общей площади фронтальной поверхности клетки. Предфертильные клетки имели перфорированный хлоропласт, занимающий всю ее поверхность (рис. 2, в).

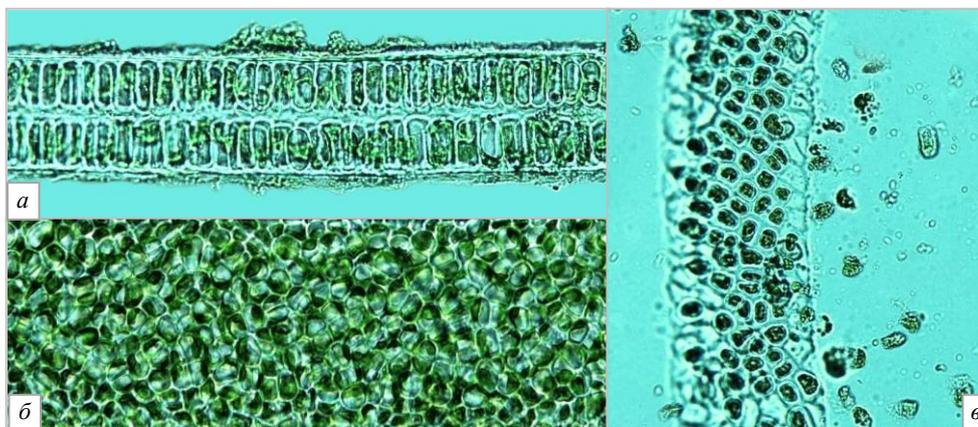


Рис. 2. Поперечный срез пластины в верхней стерильной части слоевища (а); стерильные клетки с поверхности слоевища (б); предфертильные клетки с поверхности пластины (в)

Наблюдения за развитием *U. fenestrata* в природной среде были начаты после появления проростков слоевища, не превышавших 2–4 см высоты. В течение всего периода наблюдений стояла сухая теплая погода. Температура воздуха колебалась в пределах 20–24°C, температура воды варьировала от 16 до 18°C. Из-за отсутствия большой облачности растения не испытывали недостатка в фотосинтетически активной радиации. Эти условия обитания обеспечили их активный рост и последующее активное размножение. Оно наступило через три недели после начала наблюдений. При этом у некоторых растений площадь фертильной зоны достигла 80% от общей площади поверхности пластины.

В ходе проведенных в лабораторных условиях экспериментов были получены следующие результаты. У первой группы образцов, содержащихся при температуре воды 32–38°C и дневном освещении, выход продуктов размножения начался через четыре дня после окончания периода адаптации, и проходил он достаточно активно. Важно отметить, что выходящие из клеток продукты размножения были сопоставимы по размерам с материнской клеткой и не

имели жгутиков. Скорее всего, это были апланоспоры. Через три недели в клетках, оставшихся стерильными, начался лизис хлоропластов, еще через неделю все они были мертвы.

На основании этих наблюдений был сделан вывод о том, что высокая температура, намного превышающая таковую в естественной среде, вызывает у растений стресс. Он стимулирует ускоренную фертилизацию наиболее зрелых вегетативных клеток и в то же время препятствует дальнейшему развитию более молодых клеток и формированию в них продуктов размножения. Вместе с тем адаптировавшиеся к высокой температуре вегетативные клетки достаточно долго сохраняют жизнеспособность. В целом результаты этого эксперимента показали, что аномально высокий подъем температуры воды стимулирует ускоренное формирование продуктов размножения и появление в клетках не зооспор, прорастающих немедленно после оседания, а апланоспор, способных к длительному покою.

У второй группы образцов *U. fenestrata*, содержащихся при температуре 23°C и круглосуточном освещении, фертилизация клеток началась только через две недели. Создавая такие условия содержания, мы предполагали, что интенсивное освещение будет активизировать процесс фотосинтеза и способствовать образованию ассимилянтов. С другой стороны оно препятствует делению клеток, происходящему обычно в темное время суток. Наблюдения за развитием пластинок показали, что действительно заданные нами условия содержания водорослей привели к заметному увеличению размеров клеток. Их поперечник в отдельных случаях увеличился до 28 мкм. Париеальный хлоропласт, находящийся под воздействием избыточного света, при этом заметно сжался и занял в клетке центральное положение (рис. 3, а). В конце второй недели эксперимента появились признаки фертилизации клеток. Изменения клеток, связанные с формированием продуктов размножения, наблюдались в течение двух последующих недель. Однако к концу четвертой недели растения, содержащиеся в искусственных условиях, погибли, так и не образовав зрелых продуктов размножения.

В третьем эксперименте при содержании стерильных дисков *U. fenestrata* в условиях низкой температуры 8–10°C и полной темноты наблюдали следующие изменения в их развитии и строении. Прежде всего, отметим, что хлоропласт у клеток изучаемых растений приобрел вытянутую форму и занял пристеночное положение. Клетки начали активно делиться без последующего увеличения в размерах. К концу эксперимента основная их часть была не более 8–15 мкм в максимальном поперечнике, при этом расстояние между клетками увеличилось до 2–8 мкм (рис. 3, б).

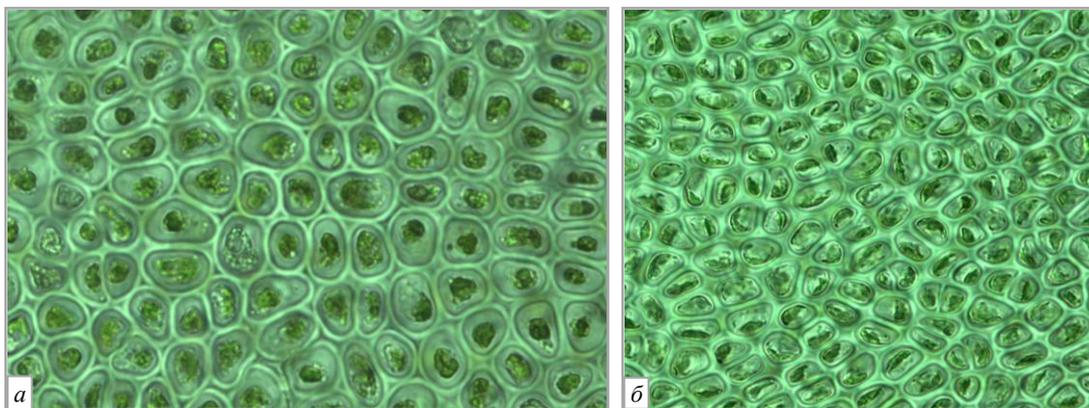


Рис. 3. Вид клеток с поверхности пластинок *Ulva fenestrata*, содержащихся при постоянном освещении (а) и в полной темноте (б)

Отметим также, что по мере содержания пластинчатых дисков в полной темноте пространство между слоями клеток стало заполняться слизью. В результате к концу эксперимента двухслойная пластинка практически полностью расслоилась на две однослойные. Признаки фертилизации в их клетках не наблюдались, и после четырех недель наблюдений растения все еще оставались живыми.

Проведенные исследования показывают, что *U. fenestrata* является очень пластичным в экологическом отношении видом. Она переносит как аномально низкую, так и высокую температуру, может в течение долгого времени сохранять жизнеспособность при полной темноте. В неблагоприятные периоды она существует в виде покоящихся апланоспор. Адаптацией к неблагоприятным условиям освещения у данного вида является изменение внутриклеточного положения хло-

ропластов, задержка или ускорение цитокинетических процессов, способность к быстрому формированию апланоспор. Благодаря этим способностям вид может встречаться в литоральных и сублиторальных альгоценозах в течение всего вегетационного периода в виде сменяющих друг друга генераций и при благоприятных условиях формировать заметные скопления.

Литература

1. Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. *European Journal of Phycology* 38 / H.S. Hayden, J. Blomster, C.A. Maggs, P.C. Silva, M.J. Stanhope & J.R. Waaland. – 2003. – P. 277–294.
2. Brodie J., Maggs C.A. & John D.M. Green seaweeds of Britain and Ireland. *British Phycological Society: London*. – 2007. – P. 1–242.
3. Альгологическая база данных: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=33&sk=0
4. Виноградова К.Л. Ульвовые водоросли (*Chlorophyta*) морей СССР. – Л.: Наука, 1974. – 143 с.
5. Postels A. & Ruprecht F. Illustrationes algarum in itinere circum orbem jussu imperatoris Nicolai I. Atque auspiciis navarchi Friderici Lütke annis 1826, 1827, 1828 et 1829 celoce Seniavin exsecuto in Oceano pacifico, inprimis septemtrionale ad littora rossica asiatico-americana collectarum. Petropoli [St. Petersburg]: Typis Eduardi Pratz. – 1840. – P. 40.
6. Silva P.C., Basson P.W. & Moe R.L. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. *University of California Publications in Botany* 79: 1996. – P. 1–1259.
7. Linnaeus C. Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas. Holmiae [Stockholm]: Impensis Laurentii Salvii. – 1753. – Vol. 2. – P. 561–1200.
8. Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов камчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 2009. – Т. 1. – 216 с.
9. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток; Петропавловск-Камчатский: Дальнаука, 1997. – 155 с.
10. Очеретяна С.О., Куплинова А.В. Состав, структура и динамика эфемерных литоральных сообществ зеленых водорослей в районах сильного антропогенного загрязнения в Авачинской губе // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XI Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 24–25 ноября 2010 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2010. – С. 194–198.

УДК 597.555.5(265.53-17)

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И ПРОМЫСЛА МИНТАЯ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Прикоки

Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Магадан, 685000
e-mail: prikoki@rambler.ru

Рассмотрены особенности биологии и промысла минтая во внутреннем море и территориальных морских водах Северо-Охотоморской подзоны в пределах Магаданской области в течение многолетнего периода. Исследована зависимость размерного состава минтая от глубины тралений и от районов промысла.

Ключевые слова: минтай, размерный состав, возрастной состав, внутренние морские воды, прибрежная зона.

Peculiarities of biology and Alaska pollack fishery in coastal waters of Magadan region. O.V. Prikoki (Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography, 685000)

Peculiarities of biology and Alaska pollack fishery in inland sea and territorial waters of the North-Okhotomorsk subzone within the territory of Magadan region for a long period of time are considered. Dependence of Alaska Pollack length frequency on the trawling depth and fishing areas is analyzed.

Key words: pollack, size structure, age structure, enclosed sea waters, coastal area.

Современный судовой промысел в прибрежной (12-мильной) зоне Магаданской области имеет следующую структуру: траловый промысел минтая, камбал, трески составляет 90%; ярусный лов трески, камбал, бычков и белокорого палтуса – 10%. Для рационального промыслового использования запасов минтая в прибрежной зоне основной задачей отраслевой рыбохозяйственной науки является достоверная оценка общего и нерестового запасов, прогноз промыслового запаса и общего допустимого улова (ОДУ) в пределах прибрежной зоны. В настоящее время доля квот минтая в территориальном море и внутренних морских водах в пределах Магаданской области составляет лишь 1,8% от ОДУ Северо-Охотоморской промысловой подзоны. Однако вполне возможно, что эта величина может быть изменена на основе анализа новых данных о состоянии запасов минтая в пределах прибрежной зоны.

Освоение недоиспользуемых в настоящее время рыбных ресурсов прибрежного комплекса необходимо для решения социальных и экономических задач Дальневосточного региона. Традиционно районы промысла минтая в прибрежной зоне Магаданской области занимают довольно значительную акваторию, но наиболее крупные скопления минтая наблюдаются у острова Завьялова и на участке от м. Алевина до м. Бабушкина (рис. 1).

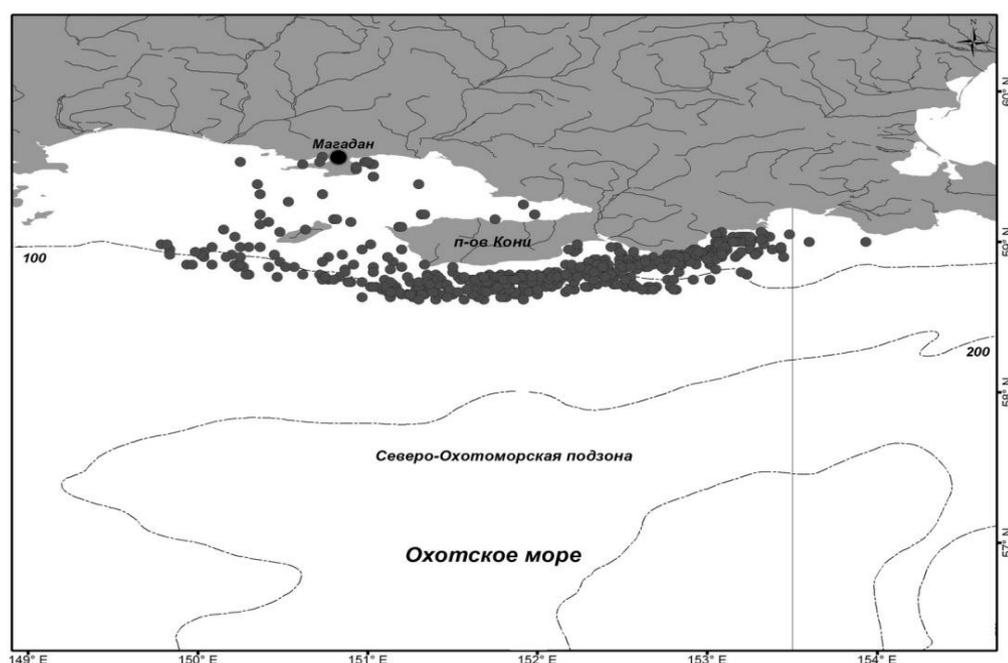


Рис. 1. Районы промысла минтая в прибрежной зоне Магаданской области

В данной работе нами проанализированы биологические показатели минтая из уловов в прибрежной зоне Магаданской области и ИЭЗ, собранные наблюдателями ФГУП «МагаданНИРО». Для этого использованы материалы, собранные при проведении работ на НИС «Зодиак» в 2001 г., СТР «Селихино» в 2005 г., СРТМ «Си-Хантер» в 2010 г. и СРТМ «Аскур» в 2012 г. Материалы по минтаю в ИЭЗ собирались в эти же годы на НИС «Профессор Кагановский», НИС «ТИНРО», МФТ «Морской Волк», РТМК-С «Майронис», БМРТ «ОГОЛЬ», БМРТ «Сиглан», РТМС «Простор». Кроме того, использованы многолетние данные, собранные с 1970-х годов и опубликованные В.А. Вышегородцевым [1].

Сбор и обработка ихтиологических материалов производились общепринятыми методами [2]. Улов каждого трала взвешивался, разбирался по видам, затем бралась проба на полный биологический анализ и массовые промеры со вскрытием. При невозможности проанализировать улов полностью анализировалась навеска, а результаты экстраполировались на весь улов.

По многолетним данным с 1970 по 1986 гг. улов на 1 траление на избатах 80–190 м в прибрежной зоне составлял в среднем 8 т [1]. В 2005 г. СТР «Селихино», работая на избатах от 50 до 100 м, вылавливал в среднем 5,5 т на траление. В 2009 г. на промысле минтая в прибрежной зоне Магаданской области работало два судна – СРТМ «Си Хантер» и СТР «Кирово». Траления велись на избатах от 45 до 90 м. Средний улов на траление составил 22,7 т. В 2010 г. на промысле прибрежного минтая также работали два судна – СРТМ-к «Си Хантер» и СТР «Лангери». Улов на траление в среднем достиг 25 т на избатах от 65 до 105 м. Всего было освоено 5604,4 т. В 2012 г. в том же районе на промысле минтая пелагическими тралами работало два судна – СРТМ «Си Хантер» и СРТМ «Аскур». Размах глубин составил 70–105 м, а вылов на траление 27,0 т (см. таблицу).

Данные о работе флота в прибрежном районе Магаданской области в разные периоды исследований

Источник данных, год	Улов на траление, т (среднее)	Вылов в сутки, т (среднее)	Глубина, м
По В.А. Вышегородцеву, 1970–1986 гг.	8,0	–	80–190
СТР «Селихино», 2005 г.	5,5	5,6	50–110
СРТМ «Си Хантер», СТР «Кирово», 2009 г.	22,7	40,3	45–90
СРТМ «Си Хантер», СТР «Лангери», 2010 г.	25,0	70,0	65–105
СРТМ «Си Хантер», СРТМ «Аскур», 2012 г.	27,0	54,1	70–105

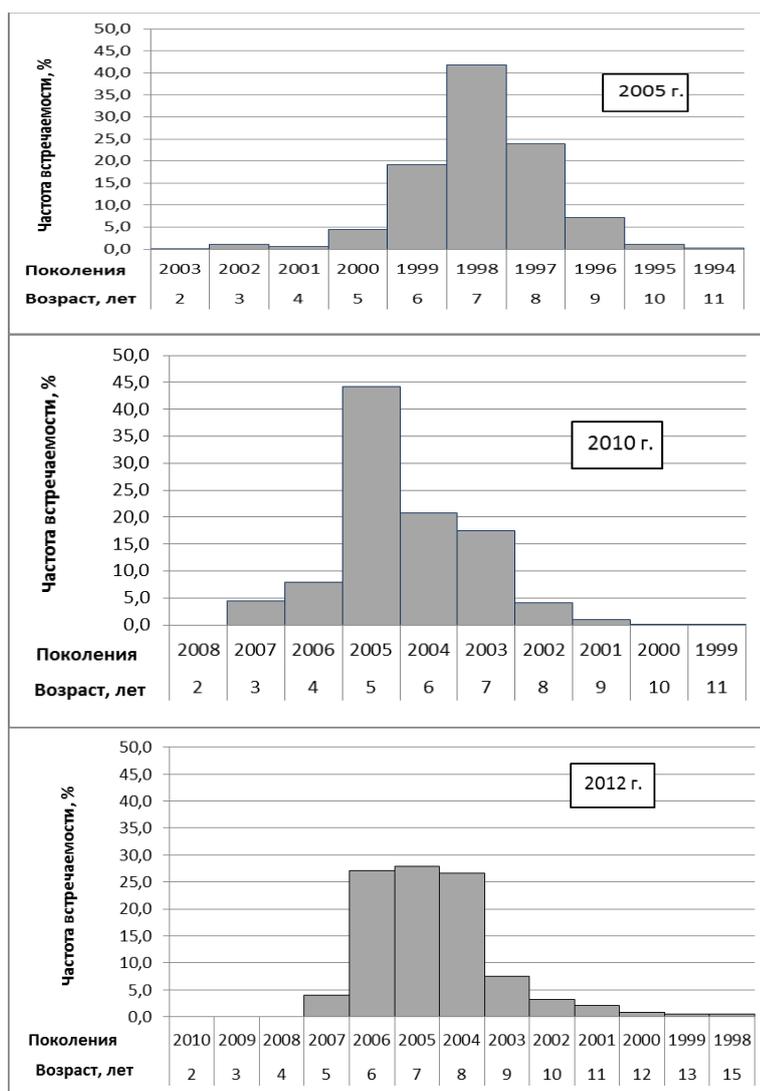


Рис. 2. Возрастной состав минтая в прибрежной зоне Магаданской области в разные годы

В связи с тем, что в основе всех расчетов ОДУ лежат знание ежегодной размерно-возрастной структуры облавливаемой популяции и ее прогноз на год ведения промысла, остановимся на размерных и возрастных показателях минтая, полученных по нашим данным (рис. 2).

Так видно, что диаграмма возрастного состава минтая, выловленного в 2005 г. донным тралом, показывает тенденцию к увеличению возраста по сравнению с таковой минтая, выловленного пелагическим тралом в 2010 г. При выполнении съемки в 2012 г. пелагическим тралом облавливались нижние горизонты, что также отразилось на структуре диаграммы. Опыт многолетних наблюдений за промыслом минтая показывает, что аналогичные тенденции наблюдаются и в 200-мильной исключительной экономической зоне – для добычи более крупного минтая, обитающего ближе ко дну, пелагический трал зачастую притапливается.

Сравнительные графики распределения исследованных особей минтая в ИЭЗ и прибрежной зоне Магаданской области по длине тела по Смитту подтверждают это заключение (рис. 3).

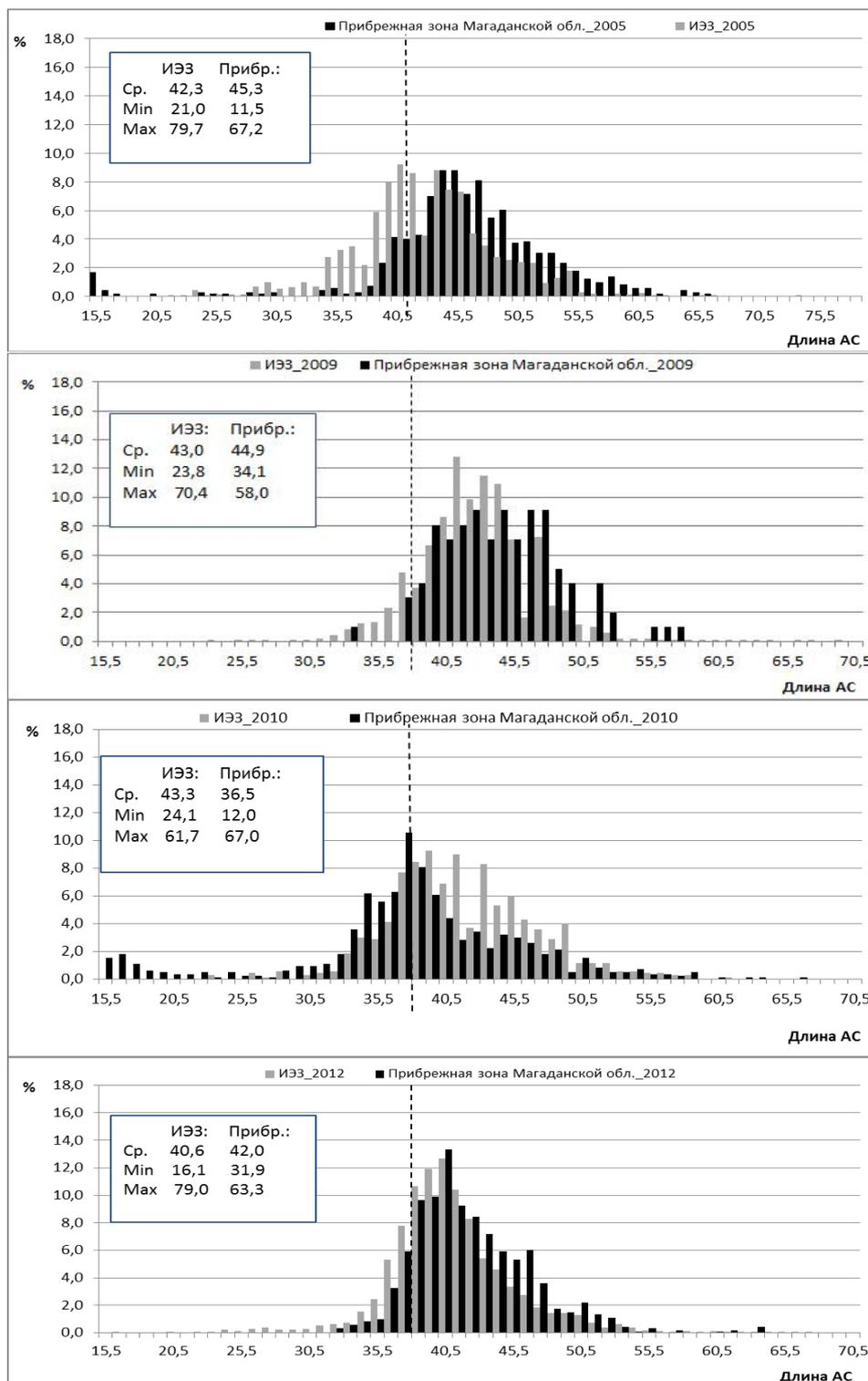


Рис. 3. Размерный состав минтая в ИЗЗ и прибрежной зоне Магаданской области в разные годы (пунктирной вертикальной чертой обозначена граница промысловой меры)

Например, данные, полученные при работе СТР «Селихино» в 2005 г., указывают на довольно высокие показатели средней длины прибрежного минтая – в среднем 45,3 см. Исследования во время прибрежного промысла минтая в 2010 г. СРТМ «Си Хантер» свидетельствуют, наоборот, о более низкой средней длине тела – 36,5 см, и, как следствие, большая доля особей имеет непромысловый размер. Очевидно, это связано с различиями в используемых орудиях лова – СТР «Селихино» в 2005 г. при работе в прибрежной зоне Магаданской области был оборудован донным тралом с жестким грунтропом, в то время как СРТМ «Си Хантер» в 2010 г. рабо-

тал пелагическим тралом. Результаты съемки на СРТМ «Аскур» 2012 г., когда пелагическим тралом облавливались нижние горизонты, также показали большую среднюю длину тела (42,0 см), чем полученную при чисто пелагических тралениях.

Для сравнения размерного состава особей минтая, выловленного в 2005 г. при работе СТР «Селихино» донным тралом и в 2010 г. СРТМ «Си Хантер» пелагическим, на рис. 4 приведен график распределения уловов.

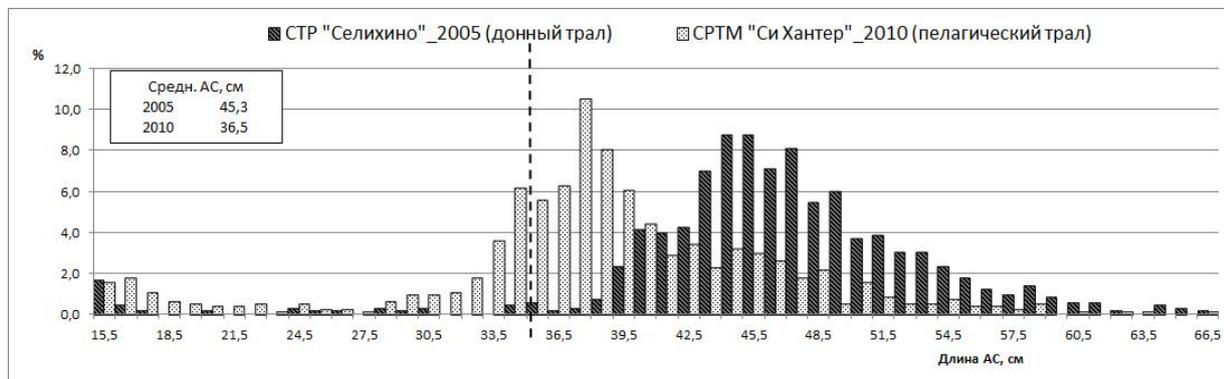


Рис. 4. Размерный состав минтая в уловах СТР «Селихино» 2005 г. и СРТМ «Си Хантер» 2010 г. (пунктирной вертикальной чертой обозначена граница промысловой меры)

Очевидно, что в уловах при работе донным тралом размерный состав особей минтая значительно отличается в сторону увеличения по сравнению с уловами при работе пелагическим тралом, что логично дополняет данные, полученные при сравнении возрастных структур уловов в течение этих рейсов. Доля особей непромыслового размера в уловах донным тралом, соответственно, значительно ниже.

По нашему мнению, это связано с особенностями питания минтая разных размерно-возрастных групп – более крупные особи держатся у дна, в то время как особи меньших размеров и возрастов тяготеют к пелагиали, то есть nektonному типу питания в толще воды либо ближе к поверхности. Молодь минтая питается планктоном, в основном эвфаузидами, которые в темное время суток поднимаются в верхние слои воды, а днем рассеиваются по всей ее толще.

При исследовании закономерностей распределения и размерного состава минтая была установлена зависимость размерного ряда рыб (а также доли неполовозрелых особей) от района промысла. На этом основании проведенные за многолетний период исследования позволяют

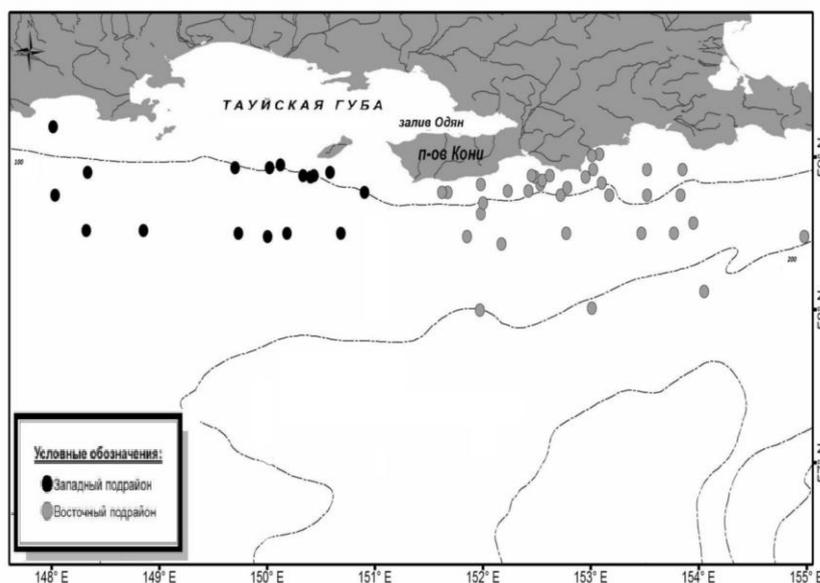


Рис. 5. Схема станций (тралений) в ходе научных съемок 2001, 2005 и 2012 гг.

разделить скопления прибрежного минтая на две пространственные группировки – западную и восточную, четко различающихся по размерному составу. Так, на рис. 5 приведены точки станций (тралений), выполненных в ходе научных съемок, а на рис. 6 – графики размерных рядов минтая из выделенных двух подрайонов, условно названных западным и восточным. При построении последнего графика использовалась вся совокупность материалов по длине тела минтая, полученная за многолетний период исследований.

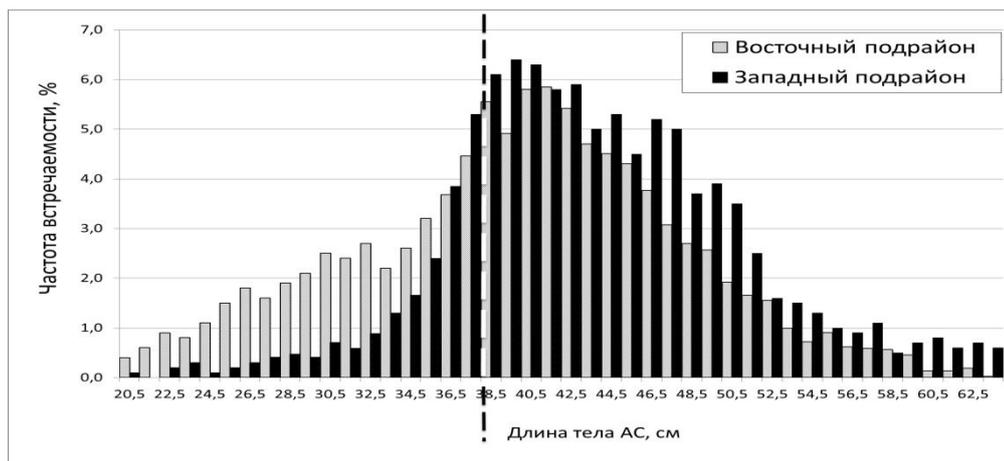


Рис. 6. График размерных рядов минтая в разных подрайонах прибрежной зоны Магаданской области за многолетний период

На приведенном рис. 6 видно, что размерный ряд минтая, выловленного в западном подрайоне, значительно смещен в сторону увеличения длины тела по сравнению с минтаем, выловленным в восточном подрайоне. Последнее свидетельствует о большей перспективности работы в западном подрайоне прибрежной зоны Магаданской области. В восточной части присутствует нагуливающаяся молодь минтая, поэтому считаем целесообразным во избежание вылова минтая непромыслового размера основной промысел вести в западном подрайоне. Для добычи крупноразмерного минтая, который держится в придонных горизонтах, можно использовать снюрреводы, как это практикуется в прибрежной зоне Камчатки [3].

Таким образом, можно заключить, что минтай, добываемый в прибрежной зоне, характеризуется присутствием как мелкоразмерных, так и крупноразмерных особей. Это согласуется с литературными данными о качественных показателях минтая из прибрежных районов других областей [1, 3]. Меньшая средняя длина тела минтая в уловах пелагическим тралом обусловлена большей долей непромысловых особей, свидетельствующей о необходимости использования орудий лова с более высокой селективностью (снюрреводов или специально оборудованных донных тралов), что позволит добывать рыбу промыслового размера.

По биологическим показателям минтая в уловах в прибрежной зоне Магаданской области четко выделяются на два подрайона – западный и восточный. В западном подрайоне средняя длина особи минтая составляет 43,0 см, а доля особей непромыслового размера не превышает 18,5%, в то время как в восточном подрайоне соответственно 34,3 см и 76,2%.

Литература

1. *Вышегородцев В.А.* Минтай северной части Охотского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1986. – 25 с.
2. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб // Пищевая промышленность. – М., 1966. – 376 с.
3. *Датский А.В.* Минтай в прибрежных водах северо-западной части Берингова моря // Вопросы рыболовства. – М., 2004. – Т. 5, 1(17). – С. 28–65 с.

ЭФФЕКТЫ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОЛЕННОСТИ НА ОПЛОДОТВОРЕННУЮ ИКРУ РАДУЖНОГО ГУБАНА (*LABRUS BERGYLTA*) ПРИ ИНКУБИРОВАНИИ

Л.В Щепак¹, Н.Г. Журавлева¹, Oddvar Ottesen²

¹Мурманский государственный технический университет, Мурманск, 183010

² Faculty of Bioscience and Aquaculture, Associate Professor of University of Nordland, Norway, Bodø 8049

e-mail: lakilul@rambler.ru

e-mail: NonnaZh@yandex.ru

e-mail: Oddvar.Ottesen@hibo.no

Эмбриональное развитие вида *Labrus bergylta* еще недостаточно изучено, а влияние таких факторов окружающей среды, как температура и соленость, вовсе не исследовано. Для лучшего понимания уровня толерантности к таким параметрам окружающей среды, как температура и соленость при инкубации оплодотворенной икры *Labrus bergylta*, было изучено влияние этих факторов на морфометрические характеристики личинок, и определен процент выклева при разных комбинациях экспериментальных условий.

Ключевые слова: *Labrus bergylta*, аквакультура, эмбриональное развитие, личинки, влияние температуры и солености, морфометрические параметры, процент выклева.

Effects of temperature and salinity on fertilized eggs of ballan wrasse while incubation (*Labrus bergylta*). L.V. Shchepak¹, N.G. Zuravleva¹, Oddvar Ottesen² (¹Murmansk State Technical University, Murmansk, 183010; ²University of Nordland, Associate Professor of Faculty of Bioscience and Aquaculture, Norway, Bodø 8049)

Development of Ballan wrasse is not well described and the combined effect of environmental parameters such as temperature and salinity is not known. For better understanding of the tolerance of Ballan wrasse to various range of environmental conditions like temperature and salinity at early developmental stages, the effects of different temperature and salinity on morphometric characteristics of newly hatched larvae were examined and larvae hatching success were determined.

Key words: *Labrus bergylta*, aquaculture, embryonal development, larvae, effect of temperature and salinity, morphometric characteristics, hatching success.

Введение

Аквакультура в современном мире – это чрезвычайно бурно развивающаяся отрасль сельского хозяйства. Культивируемый лосось живет в очень ограниченном пространстве, что благоприятствует развитию болезней и размножению паразитов. Была зафиксирована высокая степень зараженности молоди рыб лососевой вошью [1–3].

Существующие средства контроля лососевой вши можно грубо разделить на биологические методы, то есть использование губанов, и химические препараты. Норвежские специалисты в области аквакультуры предложили альтернативу химическим методам борьбы с «проблемой морской вши» – использование рыбы-чистильщика вида *Ballan wrasse (Labrus bergylta)* – естественного охотника на паразита [4–7].

Основным препятствием в масштабном использовании *B. wrasse* для аквакультуры является ограниченность их популяции в дикой природе, которая уменьшается по мере вылова [4, 8]. Таким образом, успешное использование экологически чистых мер (использование *B. wrasse*), а не химических средств для борьбы с вшами в море влечет за собой еще одну задачу: обеспечение достаточного количества чистильщика для лососевой марикультуры. А для этого требуется наладить его искусственное воспроизводство.

Успешное выполнение этой задачи во многом будет зависеть от определения оптимальных условий инкубирования икры для получения жизнеспособного потомства *B. wrasse* [9–12]. При этом эмбриональное развитие этого вида недостаточно изучено, а эффекты таких параметров среды, как температура и соленость, вовсе не исследованы.

Главной целью данной работы было изучить влияние таких факторов среды, как температура и соленость, на раннее эмбриональное развитие наиболее перспективной рыбы чистильщика *Labrus bergylta* (*Ballan wrasse*), что не было изучено прежде.

Методы

Работа проведена на Морской исследовательской станции университета северной Норвегии (Marine Research Station of University of Nordland, Bodø, Norway), откуда и был взят материал для работы. Икра *L. bergylta* была получена от рыб-производителей, пойманных в Agder (Sørlandet, Norway) и адаптированных к искусственным условиям в течение двух лет на станции. Для эксперимента была выбрана одна кладка с оплодотворенной икрой (95% оплодотворения) на стадии морулы для дальнейшей инкубации в девяти разных комбинациях температуры и солености: 10C° 26‰; 10C° 30‰; 10C° 33‰; 15C° 26‰; 15C° 30‰; 15C° 33‰; 20C° 26‰; 20C° 30‰; 20C° 33‰. Эксперимент дублировался пять раз с использованием икры от одних и тех же рыб для более значимых результатов.

Эксперимент с инкубированием икры был завершен после выклева свободных эмбрионов (0 день после выклева), которые были зафиксированы в фиксативе для электронной микроскопии (EM-fixative) для дальнейшего исследования морфометрических характеристик личинок с помощью микроскопа Olympus SZ-12 и «software program Cell A, Olympus». Точные измерения морфометрических характеристик (до 0,01 мм) были сделаны с помощью системы анализа фотографий, соединенной с микроскопом.

Таким образом, 2246 оплодотворенных икринок *L. bergylta* было взято для инкубации и 1523 личинок было исследовано после их выклева.

Все полученные данные были обработаны с помощью «JMP 7 statistical software package» и Microsoft Excel software. В статистическом анализе морфометрических данных использованы: one/two-way analyses of variance (ANOVA), analysis of variance, Turkey-Kramer HSD test. Процентные данные были трансформированы в арксинусный вариант перед статистическим анализом.

Результаты и обсуждение

Исследуемая донная икра *L. bergylta* была клейкая, светло-кремового цвета и имела сферическую форму среднего диаметра $0,95 \pm 0,02$ мм.

Эмбриональное развитие происходило по той же схеме, что и для большинства личинок морских рыб [13–16]. Первые мышечные сокращения эмбриона наблюдались за день до выклева во всех экспериментальных комбинациях температуры и солености.

Личинки *L. bergylta* вылупились из икры, полученной при естественном нересте дикого маточного стада, адаптированного к искусственным условиям в течение двух лет на станции (рис. 1). Стандартная длина только что вылупившейся личинки *L. bergylta* составляла $3,297 \pm 0,2$ мм. Наибольшее значение стандартной длины достигало 3,961 мм, наименьшее – 2,615 мм. Средняя ширина миотома составляла $0,185 \pm 0,01$ мм. Личинка при выклеве *L. bergylta* была почти прозрачной и имела несегментированный овальный желточный мешок (средняя длина желточного мешка $0,985 \pm 0,13$ мм; средняя ширина желточного мешка $0,418 \pm 0,045$ мм; средний объем желточного мешка (мм^3) $0,09 \pm 0,019$ мм³).



Рис. 1. Личинка *L. bergylta* при выклеве, среднее значение стандартной длины $3,297 \pm 0,2$ мм (световой микроскоп)

В ходе работы были рассчитаны следующие морфометрические характеристики всех личинок *L. bergylta* (мм), зафиксированных в EM-fixative [17]: стандартная длина (мм); ширина миотома (мм); горизонтальный диаметр глаза (мм); длина желточного мешка (мм); ширина желточного мешка (мм); объем желточного мешка (мм³). Также для каждой из комбинаций исследуемых параметров был рассчитан процент выклева.

Процент выклева варьировался от 51,98% до 84,57%, и самый высокий был найден в комбинации 15°C температуры и 33‰ солености (84,57±9,0). Однако не было обнаружено большой статистической разницы между комбинациями 10°C 26‰, 10°C 30‰, 10°C 33‰, 15°C 26‰, 20°C 26‰ (рис. 2).

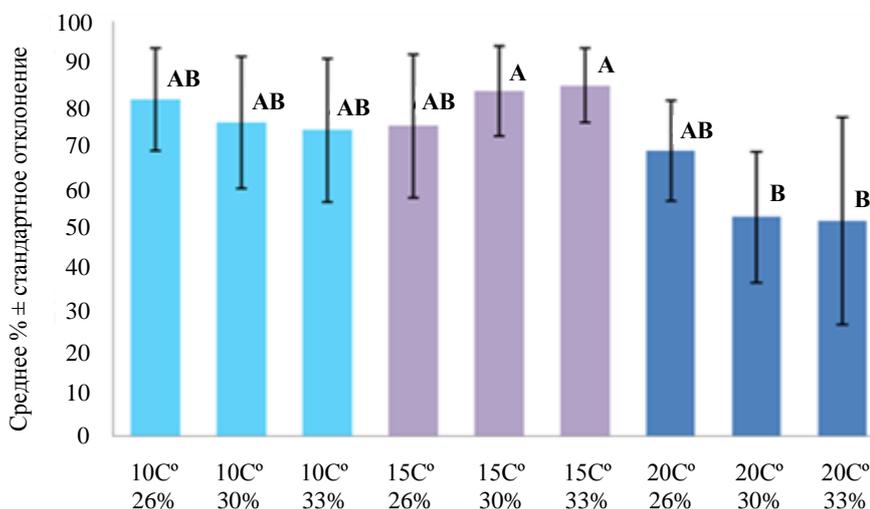


Рис. 2. Графическое представление процентного выклева личинок (среднее значение % ± стандартное отклонение) при инкубировании оплодотворенной икры *Ballan wrasse* в различных вариациях температуры и солености. Буквы над столбцами означают значительную статистическую разницу между вариациями ($p < 0,001$)

Комбинация температуры и солености, при которой среднее значение длины личинки было наибольшее, следующая: 10°C 26‰. Но эти результаты при статистической обработке данных не показали большого отличия от комбинаций 10°C 30‰, 10°C 33‰, 15°C 30‰ (рис. 3).

Наименьшая средняя длина личинки была в экспериментальной группе с комбинации 20°C 30‰ (рис. 3). Исходя из анализа вариаций, мы можем заключить, что взаимный эффект температуры и солености на значения стандартной длины только что вылупившихся личинок *L. bergylta* был существен ($F = 4,76$; $p < 0,001$).

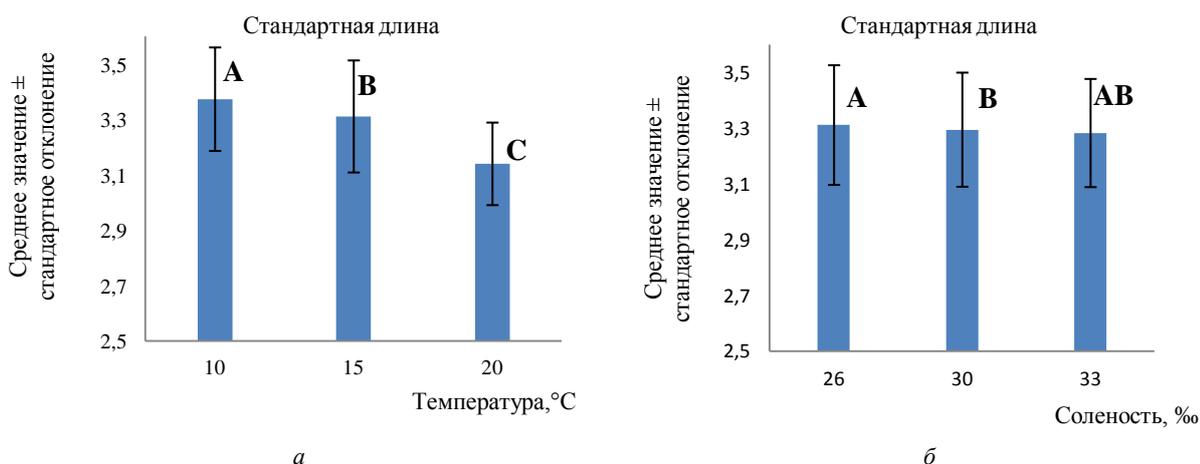


Рис. 3. Стандартная длина личинки (среднее значение ± стандартное отклонение) при инкубировании оплодотворенной икры *L. bergylta* в различных вариациях температуры (а) и солености (б). Различные буквы показывают значительную статистическую разницу между вариациями ($p < 0,001$)

Личинки, которые вылупились из икры, инкубированной при 10°C, имели большие показатели ширины миотома (0,192±0,011 мм), наименьшие же показатели соответствовали экспериментальной группе 15°C (0,176±0,014 мм).

Статистически эффект температуры на диаметр глаза личинок был значителен (F Ratio = 240,9; $p < 0,001$), но не наблюдалось такого же эффекта солености на эту морфометрическую характеристику. Личинки, вылупившиеся из икры, инкубированной при 10°C, имели больший диаметр глаза, чем при других экспериментальных температурах (0,27±0,01 мм) (рис. 4, а), в то время как у личинок, вылупившихся из икры, инкубированной при 20°C, этот показатель был наименьшим (0,24±0,01 мм) (рис. 4, а).

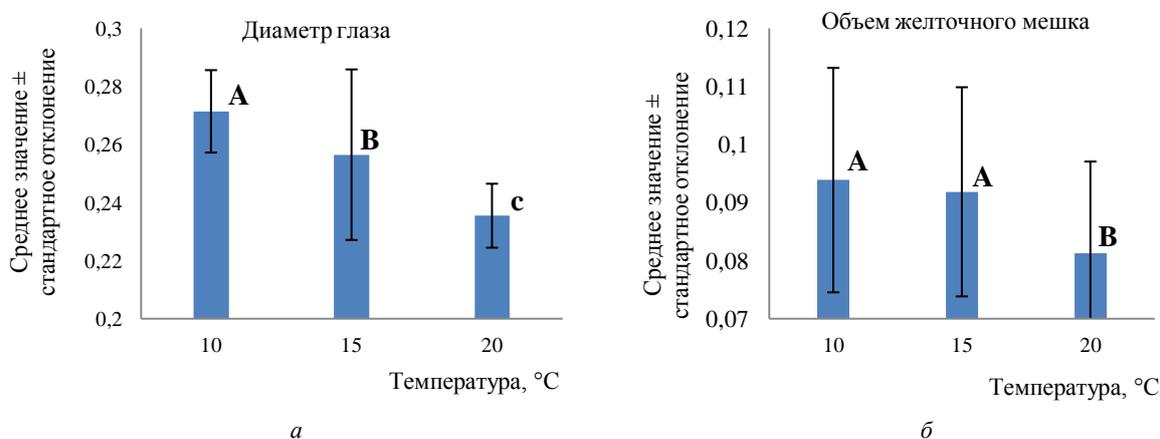


Рис. 4. Диаметр глаза личинки (среднее значение ± стандартное отклонение) (а); объем желточного мешка (среднее значение ± стандартное отклонение) (б) при инкубировании оплодотворенной икры *L. bergylta* в различных вариациях температуры. Различные буквы показывают значительную статистическую разницу между вариациями ($p < 0,001$)

По результатам статистического анализа данных, на длину желточного мешка влияла как температура, так и соленость ($F = 609,6$, $p < 0,001$; $F = 4$, $p < 0,019$). Наибольшее значение средней длины желточного мешка было зафиксировано при инкубации в температуре 10°C (1,07±0,08 мм), разница значений длины этого параметра не была значительной при инкубации икры в разных экспериментальных значениях солености. Наименьшая длина желточного мешка была у личинок, вылупившихся при инкубации в температуре 20°C (0,83±0,11 мм).

На ширину желточного мешка влияла только температура (по результатам статистической обработки $F = 26,0743$, $p < 0,001$). Величина ширины желточного мешка не отличалась значительно при инкубации в разных экспериментальных значениях солености. Статистический анализ по типу «One way» показал, что наименьшее среднее значение ширины желточного мешка принадлежит экспериментальным условиям инкубирования при 10°C (0,407±0,04мм), а наибольшее среднее значение – 20°C (0,431±0,05мм).

Объем желточного мешка у личинок при выклеве подвергался влиянию лишь со стороны показателя температуры ($F = 45,6804$, $p < 0,001$). «One way» анализ выявил, что наименьшее среднее значение объема было в группе личинок, инкубированных при температуре 20°C (0,0813±0,02 мм³), наибольшее – при 10°C (0,0939±0,02 мм³) (рис. 4, б). Объем желточного мешка у личинок при выклеве после инкубации икры в разных экспериментальных значениях солености не изменялся в значительной степени.

Личинки, вылупившиеся из икры, инкубированной при разных комбинациях температуры и солености, различались по морфометрическим параметрам. Стандартная длина при выклеве в разных температурах, использованных в эксперименте, сильно различалась, начиная от 2,6 мм, заканчивая 3,96 мм. Средняя стандартная длина только что вылупившейся личинки *L. bergylta* составляла 3,297±0,2 мм. Эти значения согласуются с данными других авторов: длина личинок *L. bergylta*, полученных искусственным оплодотворением, 3,64±0,05 мм [18], длина личинок, вылупившихся из икры, собранной вместе с ихтиопланктоном, 2,7–3 мм [13,15]. Такое отличие в величине личинок может быть объяснено следующим: происхождением икры, условиями выращивания маточного стада вида, условиями инкубирования оплодотворенной икры такими, как температура, соленость, режим смены воды, уровень кислорода, световой режим.

В работе Artuz [15] средней температурой для развития икры *L. bergylta* была 17,5°C. Artuz также подчеркнул, что оплодотворенная икра этого вида выдерживает диапазон температур от 10°C до 25°C, но при этом наблюдаются разные уровни отхода оплодотворенной икры.

Информации, касающейся эффекта температуры и солености на эмбриональное развитие и выживание личинок *L. bergylta*, недостаточно, а по результатам предварительной работы предполагается, что температура 10°C является предпочтительной для нормального развития до выклева для икры этого вида, полученной от маточного стада на морской исследовательской станции университета северной Норвегии (Marine Research Station of University of Nordland, Bodø, Norway), откуда и был взят материал для работы.

Как было показано во многих исследованиях, высокая температура инкубации может провоцировать рождение более мелких и коротких личинок [19–21].

Это утверждение соотносится с результатами нашей работы, где только что вылупившиеся личинки *L. bergylta* из икры, инкубированной при более низких температурах (из экспериментального ряда), проявляли тенденцию быть больше и длиннее и иметь больший желточный мешок при выклеве. Так, личинки из икры, инкубированной при 10°C, длиннее (3,37±0,19 мм), имели большие значения других морфометрических параметров, чем при температурах 15°C и 20°C. Самые маленькие личинки были зарегистрированы при инкубировании икры в 20°C (3,14±0,15 мм). Что касается солености, результаты обработки данных эксперимента (процента выклева, морфометрические характеристики личинок при выклеве) указывают на то, что оплодотворенная икра радужного губана *Labrus bergylta* (*Ballan wrasse*) может развиваться до выклева в широком диапазоне солености.

Как предполагают другие ученые, редуцированный желточный мешок, а следовательно, и запасы питательных веществ, у вылупившихся личинок *могут приводить к ухудшению выживаемости этих особей после выклева, и эти особи должны начать экзогенное питание раньше, чем другие особи* [22].

Выводы

Результаты обработки данных эксперимента (процента выклева, морфометрические характеристики личинок при выклеве) указывают на то, что оплодотворенная икра радужного губана *Labrus bergylta* (*Ballan wrasse*) может развиваться до выклева в широком диапазоне солености, но мы заключили, что оптимальная температура для успешного развития оплодотворенной икры лежит в пределах температур от 10°C до 15°C, где был зафиксирован самый высокий коэффициент выклева и самые высокие показатели морфометрических характеристик. Однако необходимо провести дальнейшее исследование для того, чтобы оценить комбинированный эффект температуры и солености на эмбриональное развитие радужного губана *L. bergylta*.

Данное исследование дает ценную информацию о влиянии различных условий инкубирования, таких как температура (10, 15, 20°C) и соленость (26, 30, 33‰). А также данная работа может быть полезна для установления требований к условиям инкубирования в коммерческом выращивании радужного губана для достижения оптимального состояния здоровья и дальнейшего роста личинок.

Литература

1. Salmon aquaculture and coastal ecosystem health in Chile: Analysis of regulations, environmental impacts and bioremediation systems / A.H. Buschmann, F. Cabello, K. Young, J. Carvajal, D. Varela, L. Henríquez // *Ocean & Coastal Management*. – 2009. – № 52(5). – P. 243–249.
2. Costello M.J. Ecology of sea lice parasitic on farmed and wild fish // *Trends in Parasitology*. – 2006. – № 22(10). – P. 475–483.
3. Treasurer J.W. A review of potential pathogens of sea lice and the application of cleaner fish in biological control // *Pest Management Science*, 2002. – № 58(6). – 546–558.
4. Sayer M., Treasurer J.W., Costello M.J. *Wrasse: biology and use in aquaculture*. – Oxford, Fishing News Books, 1996.
5. Kvenseth P.G., Andreassen J. Use of wrasse for small salmon // *Norsk fiskeoppdrett*. – 2003. – № 53. – P. 12–16.
6. Kvenseth P.G., Andreassen J. Ballan wrasse – strong medicine // *Norsk fiskeoppdrett*. – 2003. – № 53. – P. 18–26.
7. Skiftesvik A.B., Bjelland R.M. Farming of ballan wrasse (*Labrus bergylta*) // *Norsk fiskeoppdrett*. – 2003. – № 12. – P. 41–44.
8. Treasurer J.W. Welfare of wrasse // *Fish Farmer*. – 2002. – № 25(6). – P. 38–39.

9. *Helvik J.V., Walther B.T.* Environmental parameters affecting induction of hatching in halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) embryos // *Marine Biology*. – 1993. – № 116(1). – P. 39–45.
10. *Morehead D.T., Hart P.R.* Effect of temperature on hatching success and size of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae // *Aquaculture*. – 2003. – № 220(1–4). – P. 595–606.
11. *Gracia-López V., Kiewek-Martínez M., Maldonado-García M.* Effects of temperature and salinity on artificially reproduced eggs and larvae of the leopard grouper *Mycteroperca rosacea* // *Aquaculture*. – 2004. – № 237(1–4). – 485–498.
12. *Yang Z., Chen Y.* Effect of temperature on incubation period and hatching success of obscure puffer *Takifugu obscurus* (Abe) eggs // *Aquaculture*. – 2005. – № 246(1–4). – P. 173–179.
13. *Fives J.M.* Labridae of the eastern North Atlantic // *Fiches Identif. Zooplanct. Ireland* no. 149. Sep. 1976.
14. Embryonic and larval development of the brown wrasse *Labrus merula* (Pisces: Labridae) / *J. Dulcic, V. Kozul, M. Kraljevic, B. Skaramuca, B. Glamuzina, P. Re* // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. – 1999. – № 79(2). – P. 327–332.
15. *Artuz M.L.* Embryonic and larval development of the ballan wrasse *Labrus bergylta* Ascanius // *Hidrobiologica*. – 2005. – № 10. – P. 98–101.
16. *Bjelland R.M., Skiftesvik A.B.* Larval development in European hake (*Merluccius merluccius* L.) reared in a semi-intensive culture system // *Aquaculture Research*. – 2006. – № 37(11). – P. 1117–1129.
17. Effects of salinity on embryos and larvae of tawny puffer *Takifugu flavidus* / *Zhang Genyu, Shi Yonghai, Zhu Yazhu, Liu Jianzhong, Zang Weiling* // *Aquaculture*. – 2010. – № 302(1–2). – P. 71–75.
18. *Dunaevskaya E.* Histological investigations of organs and tissues development of ballan wrasse larvae during ontogenesis. – Bodø, 2010. E. Dunaevskaya. 49.
19. *Naesje T.F., Jonsson B.* Impacted stress – a causal agent of reduced whitefish (*Coregonus lavaretus*) egg incubation time // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 1988. – № 45(1). – P. 27–31.
20. Effect of water temperature on size and biochemical composition of Winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* at hatching and feeding initiation / *L.J. Buckley, A.S. Smigielski, T.A. Halavik, G. Laurence* // *Fishery Bulletin*. – 1990. – № 88(3). – P. 419–428.
21. *Blaxter J.H.S.* The effect of temperature on larva fishes // *Netherlands Journal of Zoology*. – 1992. – № 42(2–3). – P. 336–357.
22. The role of temperature on the growth and survival of early and late hatching Pacific cod larvae (*Gadus macrocephalus*) / *B.J. Laurel, T.P. Hurst, L.A. Copeman, M.W. Davis* // *Journal of Plankton Research*. – 2008. – № 30(9). – P. 1051–1060.

Уважаемые читатели!

В 21-м выпуске журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета» напечатана статья **Е.В. Лепской, Т.В. Бонк, Д.Д. Данилина, В.Д. Свириденко** «ЛЕТНИЙ ПЛАНКТОН И БЕНТОС ИЗ НЕБОЛЬШИХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ОЗЕР В ОКРЕСТНОСТЯХ ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО», в которой на стр. 42, в верхнем абзаце, в третьем предложении, вместо «таксономическим разнообразиям» следует читать «видовому богатству».

Авторы приносят извинение за пропущенную недоработку.

*Ведущий научный сотрудник
лаборатории гидробиологии КамчатНИРО,
к.б.н. Е.В. Лепская*

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

УДК 613.96(571.66)

ОЦЕНКА ПИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ КАМЧАТКИ

А.А. Клочков

Камчатский медицинский колледж, Петропавловск-Камчатский, 683032

e-mail: andrejklochkov@mail.ru

В работе приводятся результаты изучения особенностей пищевого рациона, режима питания, некоторых аспектов отношения к собственному здоровью у самой социально активной прослойки камчатской молодежи – студентов вуза. Результаты получены в ходе многофакторного анализа анкет, включавших 29 вопросов и от трех до шести вариантов ответов. Проведенное исследование позволяет установить ряд очевидных причин, влияющих на ухудшение показателей здоровья этой части жителей Камчатки, и объясняет причины заметного изменения возрастной структуры среди лиц, стоящих на учете по заболеваемости органов пищеварения и высокую запущенность болезни.

Ключевые слова: питание, отношение к здоровью, вредные привычки, студенты вуза, Камчатка.

Evaluation of eating habits and health condition of the University students in Kamchatka. A.A. Klochkov (Kamchatka medical college, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683032)

The present article deals with research results concerning peculiarities of dietary intake, eating pattern, some aspects of attitude to their own health of the most socially active section of Kamchatka youth – University students. The results are obtained from multifactorial questionnaires analysis. Questionnaires included 29 questions and from 3 to 6 options of answer. This analysis enables us to detect obvious reasons which have a bad influence on these citizens health, it also accounts for reasons of noticeable age structure change with people registered with digestive apparatus morbidity and high neglected illnesses.

Key words: nourishment, attitude to health, harmful habits, University students, Kamchatka.

Демографическая структура общества на Камчатке, как в любом регионе страны, достаточно пестрая по возрастному составу, уровню материального обеспечения и образованию, профессиональной принадлежности, физическому и умственному развитию представителей разных социальных слоев населения. Культура питания и общественное здоровье в каждом из них имеют свои особенности, обусловленные воспитанием, образом жизни и другими причинами. В рамках проведенного исследования были изучены некоторые аспекты образа жизни питания и менталитета вузовской молодежи, той прослойки населения, медико-социальное состояние которой во многом определяет будущее камчатского региона.

Студенты высшей школы – самый интеллектуально развитый, трудоспособный, социально активный слой молодежи. В период обучения в вузе они испытывают интенсивную интеллектуальную, психическую и физическую нагрузки [1–3]. Многие из них в это время создают собственные семьи, что также отражается на их психосоматическом состоянии и здоровье [4–6].

Изучение медико-социальных проблем молодых людей в других регионах страны показывает, что на состояние их здоровья влияет социально-экономическая и экологическая обстановка. Наряду с генетической предрасположенностью она приводит к появлению заболеваний, среди которых большой удельный вес занимают заболевания пищеварительной системы [7]. Эпидемиологические исследования, направленные на изучение культуры, привычек и режима питания, влияющих на состояние желудочно-кишечного тракта, окружающей среды и социально-экономических факторов, активно ведутся в разных регионах страны [8–13]. Они свидетельствуют о высокой детской и юношеской заболеваемости и позволяют наметить основные пути профилактики возникновения заболеваний.

У населения Камчатского края также отмечается высокий уровень заболеваний пищеварительной системы, в том числе новообразований желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [14]. Среди общего количества впервые взятых на учет онкобольных растет доля лиц возрастной группы 35–45 лет. В целом же, судя по данным канцеррегистра Камчатского краевого онкологического диспансера, лица с онкопатологией ЖКТ обычно составляют около 20%. Среди всех больных, состоящих на учете на конец года, их доля уменьшается в среднем до 15%, что свидетельствует о высокой смертности этой категории больных. Одной из важнейших ее причин является позднее обращение больных за специализированной помощью. Онкопатология, как известно, возникает на фоне неинфекционных заболеваний пищеварительной системы: язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, гастрита, дуоденита, неинфекционного энтерита и др. [15]. Одной из причин их появления, в свою очередь, является неправильное питание. В связи с этим изучение образа жизни и культуры питания студенческой молодежи обосновано необходимостью выявления причин распространения заболеваний ЖКТ и предупреждения их появления у данной категории населения.

В 2006–2008 гг. для изучения питания, образа жизни студентов Камчатского государственного университета им. Витуса Беринга (КамГУ) было проведено анонимное анкетирование стратифицированной по полу и возрасту выборки, включавшей 620 учащихся. Разработанные автором анкеты включали по три – шесть и более вариантов ответов на 29 вопросов, касающихся рациона и режима питания, образа жизни и отношения к собственному здоровью. Далее был выполнен многофакторный анализ, позволивший проследить зависимость рациона питания от уровня дохода семьи, оценки жизненных ценностей студентов. Полученные в ходе исследования данные приводятся ниже.

Прежде всего, отметим, что 64,6% от общего числа опрошенных нами студентов являются жителями Петропавловска-Камчатского, остальные – иногородние. Среди анкетированных студентов менее 1% на момент исследования имели собственные семьи, 74% проживали с родителями, среди остальных 25% студентов 3,8% имели собственное жилье, 22,2% – наемное.

Выбор рациона, как известно, является не только отражением вкусовых пристрастий и привычек. В значительной мере он определяется финансовыми возможностями, и чем они меньше, тем более вынужденным становится выбор продуктов питания. Судя по данным обработки анкет, материальное положение семей, в которых живут студенты, в среднем не высоко. Среднемесячный доход на одного члена семьи только у 13,3% в изученной выборке был выше среднего по Камчатке уровня жизни. У 5,3% он был меньше официального прожиточного минимума.

В период с 17 до 20 лет у молодых людей сильно изменяются менталитет, физические, психические возможности, способность к адаптации, поэтому при анализе анкет мы, наряду с усредненными показателями, в отдельных случаях приводим данные по каждой возрастной группе. Их сравнение позволяет выявить некоторые тенденции изменения у студентов привычек и определенную «моду» на ту или иную модель поведения.

Учеба, работа, занятия спортом, другие регулярные мероприятия, безусловно, формируют напряженный ритм жизни. Данные проведенного нами опроса показывают, что многие студенты, особенно учащиеся первого и второго курсов, оценивают ритм своей жизни как напряженный. Это, на наш взгляд, достаточно субъективная оценка, и она, скорее, свидетельствует не о реальной их загруженности, а о напряженном психоэмоциональном состоянии, связанном с адаптацией к вузовской системе обучения. Это подтверждает и то, что у большей половины студентов среднее количество занятого в течение суток времени составляет шесть – восемь часов (табл. 1). Многофакторный анализ анкет показывает, что подавляющее число студентов, загруженных более восьми часов в день, принадлежат к обеспеченным семьям, возможно, потому, что они копируют образ жизни своих родителей, имеющих высокую интенсивность труда и, как следствие, более высокие, чем у других семей, доходы.

Таблица 1

Оценка студентами ритма своей жизни, % по возрастной группе

Группа	Ритм жизни			Среднее количество занятого времени в день		
	очень напряженный	напряженный	спокойный	6 часов	8 часов	10 часов
Студенты 17 лет	7,7	78,1	14,2	49,8	35,7	14,5
Студенты 18 лет	4,5	72,0	23,5	45,0	40,5	14,5
Студенты 19 лет и старше	18,8	44,1	37,1	62,8	25,2	12,0
Вся выборка	9,6	63,7	26,7	52,7	34,2	13,1

О питании студентов можно судить по следующим показателям. Только дома питаются среди них 3,8%. Остальные обедают вне дома и тратят на обед в два – четыре раза меньше средней стоимости полного обеда в университетской столовой. Среди таких респондентов высока доля студентов, проживающих без родителей или в семьях с низким достатком. Однако 5,6% студентов, в семьях которых, судя по данным их анкет, достаток выше среднего, также не имеют полноценных обедов.

Результаты изучения режима питания студентов очной формы обучения показаны в табл. 2. Из представленных в ней данных видно, что регулярное трехкратное питание в течение семестра имеют только 8,7% респондентов. Остальные либо не завтракают, либо не обедают, реже не ужинают. Регулярно завтракают во время семестра 49,4%, обедают – 53,2% и ужинают – 60,8% учащихся. Во время каникул режим питания у них улучшается, но кардинально не меняется.

Таблица 2

Режим питания студентов-очников в разные периоды учебного года

Период	Завтрак			Обед			Ужин		
	регулярный	нерегулярный	отсутствует	регулярный	нерегулярный	отсутствует	регулярный	нерегулярный	отсутствует
Семестр	49,4	36,1	14,5	53,2	43,7	3,1	60,8	34,2	5,0
Сессия	62,7	30,4	6,9	55,1	43,0	1,9	62,7	34,2	3,1
Каникулы	68,4	24,7	6,9	66,5	28,6	4,9	70,3	26,6	3,1

Во время сессии, когда умственная и психическая нагрузка возрастает, еще большее количество студентов питаются нерегулярно. Вместо полного обеда учащийся может «перекусить» и утолить возникшее чувство голода разными сладостями. Регулярно так поступают 22% студентов, нерегулярно 50%.

Полноценное питание предполагает разнообразие продуктов, поставляющих организму все необходимые ему вещества. Результаты изучения «продовольственной корзины» студентов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание продуктов в пищевом рационе студентов

Употребление	Пищевые продукты*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Часто	66,8	34,2	51,3	74,1	77,9	57,0	37,1	61,8	31,1	71,3
Редко	30,9	60,8	44,9	25,8	21,9	39,9	58,9	36,1	58,9	24,7
Отсутствует	2,3	5,0	3,8	0,1	0,2	3,1	4,0	2,1	10,0	4,0

* 1 – мясо, 2 – рыба, 3 – молоко, 4 – фрукты и овощи, 5 – картофель, 6 – макаронные изделия и крупы, 7 – консервированные овощи, 8 – хлебобулочные изделия, 9 – выпечка, 10 – сладости.

Из представленных в таблице данных видно, что самыми распространенными продуктами питания являются картофель (77,9%), овощи и фрукты (74,1%), сладости (71,3%), хлебобулочные изделия (61,8%), макаронные изделия и крупы (57%).

Диетологи считают, что картофель, как и сахар, имеет один из наиболее высоких гликемических индексов, и его частое потребление приводит к постоянной гипергликемии и вызывает напряжение поджелудочной железы [10]. Вырабатываемый ею инсулин не только расщепляет глюкозу, но и способствует образованию жиров. Хлебобулочные и макаронные изделия, столь популярные в студенческой среде, также вызывают гипергликемию, а при чрезмерном употреблении – ожирение.

Потребление полноценной белковой пищи, особенно мяса и рыбы, как это видно из табл. 3, для части студентов явно недостаточное: 49,2% из них указали на редкое потребление основных видов белковых продуктов. У части респондентов те или иные белковые продукты или их сочетания в рационе вообще отсутствуют. В целом их диету можно охарактеризовать как преимущественно углеводную, которая для жителей более холодных и менее комфортных для проживания северных регионов менее оптимальна, чем белковая.

О последствиях неправильного питания знают далеко не все студенты. Данные, приведенные в табл. 4, показывают, что около четверти студентов имеют слабое представления о последствиях для здоровья неправильного питания, а от 4,2% до 15,3% не имеют никакого представления о правильном питании.

Уровень осведомленности студентов о последствиях неправильного питания

Тип питания	Знание последствий для здоровья (%)		
	хорошее	слабое	отсутствует
Однообразное питание	56,9	37,5	5,6
Нерегулярное питание	70,8	25,0	4,2
Несбалансированное питание	44,4	48,7	6,9
Употребление вредных пищевых добавок	47,2	37,5	15,3
Высококалорийное питание	68,0	26,4	5,6

Анализ ответов, полученных на разные вопросы, показывает, что студенты, знающие о последствиях нерегулярного питания, сами питаются крайне не регулярно, такой же низкий уровень знаний учащиеся имеют о последствиях несбалансированного питания. Об отдаленных последствиях употребления в пищу пищевых добавок не имеют представления 15,3% опрошенных, хотя современная пищевая промышленность использует в качестве консервантов, эмульгаторов, красителей, усилителей вкуса и т. д. вещества, относящиеся к категории опасных, очень опасных или запрещенных, таких как E102, E103, E111, E121, E123, E127, E130 и др. [16].

На заболевание органов пищеварения большое влияние оказывают также некоторые вредные привычки, в частности употребление спиртных напитков и курение. Из данных, приведенных в табл. 5, видно, что только 7,6% студентов вообще не употребляют никаких спиртных напитков, но больше половины из них (59,8%) употребляют их чаще одного раза в неделю. При этом среди регулярно выпивающих много студентов первого курса.

Таблица 5

Распространение у студентов очной формы обучения вредных привычек, % в группе

Группа	Употребление спиртного				Предпочтительно			
	реже 1 раза в неделю	один раз в неделю	чаще 1 раза в неделю	никогда	пиво	вино	крепкие напитки	ничего
Студенты 17 лет	–	35,6	64,4	–	50,0	50,0	–	–
Студенты 18 лет	4,5	23,5	58,5	13,5	31,5	45,5	9,5	13,5
Студенты 19 лет и старше	18,9	18,9	56,7	5,5	37,8	52,8	3,1	6,3

Наиболее распространенным в студенческой среде алкогольным напитком после вина является пиво. Определенную «моду» на него, несомненно, формирует телевизионная реклама, которая создает новый имидж молодого, уверенного в себе человека с банкой или бутылкой пива в руках. Между тем известно, что длительное потребление пива приводит к развитию тяжелых заболеваний сердечно-сосудистой системы и печени [17].

Курение, в первую очередь, оказывает влияние на органы дыхания, а также на пищеварительную и другие системы органов. С ним во многом связывают развитие рака губы, гортани, пищевода, желудка. Наши исследования показали, что курение студентов – чрезвычайно распространенное явление (табл. 6).

Таблица 6

Распространение среди студентов курения, % в группе

Курение	Возраст студентов		
	17 лет	18 лет	19 и более
Да	64,0	32,0	32,0
Нет	36,0	68,0	68,0

Как и в случае с употреблением алкогольных напитков, среди курящих больше первокурсников, чем студентов старших курсов. Более половины из них девушки, хотя стоит отметить, что осведомленность респондентов об отдаленных последствиях для здоровья вредных привычек достаточно высокая, что показывают приведенные ниже данные.

Вредная привычка:	Знание последствий (%):
Употребление психостимуляторов	да 58,3 нет 41,7
Употребление наркотиков	да 88,9 нет 11,1
Употребление гормональных препаратов	да 75,0 нет 25,0
Курение	да 93,1 нет 6,9
Чрезмерное употребление алкоголя	да 94,4 нет 5,6
Переядание	да 88,8 нет 11,1

Высокий уровень знаний о вреде курения (93,1%) и употребления алкоголя, однако, не является гарантией сознательного отказа от этих привычек. Более низкие знания студенты имеют о действии психостимуляторов (58,35%) и гормональных препаратов (75,0%), возможно, потому, что не сталкиваются с ними в своей жизни и в своей среде. О вреде наркотиков ничего не знали 11% респондентов. Результаты проведенного исследования говорят о том, что пропаганда здорового образа жизни требует использования в молодежной среде более эффективных методов просветительской работы, способных оказывать влияние на выбор ими стереотипов поведения и образа жизни.

Выявленный в ходе исследования парадокс: достаточно высокая информированность студентов о последствиях неправильного питания и других вредных привычек, с одной стороны, и широкое распространение вредных привычек и нерегулярное питание основной массы студентов – с другой, безусловно, требуют своего объяснения. Причина этого явления, на наш взгляд, кроется в отношении к собственному здоровью и оценке его места в общей системе жизненных ценностей молодых людей. В ходе анкетирования им было предложено распределить по степени приоритетности такие ценности, как благополучная семья, хорошее образование, здоровье, удачная карьера, высокое материальное обеспечение, другое. Результаты обработки полученных ответов представлены в табл. 7.

Таблица 7

Расстановка приоритета жизненных ценностей у студентов, %

Место	Благополучная семья	Хорошее образование	Здоровье	Удачная карьера	Материальное обеспечение	Другое
I	36,1	2,8	51,4	1,4	1,4	6,9
II	43,0	12,5	30,6	5,5	2,8	5,5
III	5,5	38,9	6,9	13,9	29,2	5,5
IV	4,2	25,0	6,9	43,1	12,5	8,3
V	2,8	20,8	4,2	25,0	41,7	5,5
VI	8,3	–	–	11,1	12,5	68,0

Анализ ответов студентов показывает, что большинство из них наивысшей ценностью считают наличие хорошей семьи и здоровья. При этом 51,4% опрошенных ставят его на первое место, чуть более 10% отводят ему в системе жизненных ценностей лишь четвертое – пятое места, но никто не ставит его на последнее место.

Чтобы выявить мотивацию желания иметь хорошее здоровье, студентам было предложено определить рейтинговое место для четырех основных мотивов, которые были обозначены ими в ходе устного собеседования на проводимых автором учебных занятиях по учебной дисциплине «Валеология». Результаты анализа ответов студентов на этот вопрос приведены в табл. 8.

Таблица 8

Мотивы заботы о собственном здоровье, % ответов

Место	Мотивы			
	ощущение бодрости и жизнерадостности	желание дольше прожить	желание многого достичь в жизни	стремление иметь здоровое потомство
I	19,4	22,2	26,4	19,4
II	25,0	18,0	16,7	15,3
III	12,5	18,0	13,9	31,9
IV	22,2	22,2	25,0	8,3

Из представленной табл. 8 видно, что среди предложенных вариантов ответов мотивы заботы о здоровье по степени приоритетности распределились достаточно равномерно. На первое место большинство из студентов поставили достижение поставленных жизненных целей, здоровье при этом они рассматривают как средство осуществления этого желания. Следующим существенным для большинства опрошенных мотивом заботы о здоровье является сохранение ощущения бодрости и жизнерадостности. Третье место среди доминирующих установок у опрошенных респондентов заняло желание иметь здоровое потомство.

Отметим, что здесь, как и в других случаях сравнительного изучения ответов респондентов на другие разделы анкеты, обнаруживается некоторая логическая нестыковка. Так, при выборе жизненных приоритетов большинство студентов в списке предложенных ценностей на одно из двух первых мест поставили наличие благополучной семьи. Однако, указывая мотивы заботы

о собственном здоровье, 31,9% из них стремлению иметь здоровое потомство отдали лишь третье место, а 8,3% – последнее, четвертое место. Это показывает, что хорошее собственное здоровье студенты не рассматривают как потенциал и гарантию здоровья их будущих детей, а также то, что многие из них благополучие семьи не ассоциируют с наличием здоровых детей или детей как таковых.

В ходе исследования мы попросили студентов оценить собственное здоровье, здоровье их родителей и прямых ближайших родственников. Обработка полученных ответов показала, что здоровье родителей 37,4% респондентов оценили как хорошее, 65,3% – как удовлетворительное и плохое. Что касается собственного здоровья, то среди опрошенных респондентов хорошо и очень хорошо себя чувствуют только 42,5%, еще 42% чувствуют себя удовлетворительно, а 8,3% оценивают его как слабое. Остальные студенты испытывали затруднение в оценке собственного здоровья. Анализ анкетных данных показал, что исключительно редко болеют среди них только 50%, регулярно – 18%. Хронические диагностированные заболевания органов зрения, нервной системы, органов кровообращения, дыхания или мочеполовой системы имеют 32% опрошенных.

На состояние ЖКТ огромное влияние оказывает состояние ротовой полости и, прежде всего, зубов. Неправильное питание, низкая минерализация природной воды, другие причины приводят к появлению кариеса. Среди опрошенных респондентов абсолютно здоровые зубы имеют только 4,2%, у 44,4% они уже требуют лечения. Ответы респондентов на вопросы о состоянии органов пищеварения распределились следующим образом: жалоб нет – 41,7%; редко ощущают дискомфортное состояние – 58,3%; иногда бывают боли, связанные с приемом пищи, – 23,6%; возникают регулярные боли, связанные с приемом пищи, – 2,8%; бывает вздутие живота – 27,8%, дисфункция кишечника – 11,1%.

Проведенное исследование показало, что многие вовлеченные в него студенты нуждаются в медицинском обследовании и лечении. Излечение болезни, как известно, – результат обоюдных усилий врача и пациента. В медицине существует такое понятие, как «культура лечения». Между тем, только 69,4% из вовлеченных в исследование студентов регулярно посещают врачей. Культура лечения предполагает выполнение всех рекомендаций врача. Однако 19,4% из них не готовы выполнять все его назначения, 30,5% респондентов не имеют силы воли исключить во время болезни бесполезные, но любимые ими продукты, а 48,6% не могут отказаться от вредных привычек.

Полученные в ходе опроса результаты в особых комментариях не нуждаются. Они свидетельствуют о безответственном отношении большей части студенческой молодежи к собственному здоровью. Об этом говорит и то, что 33,3% студентов не имеют интереса к информации о здоровом образе жизни, 26,4% – о здоровом питании, а 54,1% – не заинтересованы в получении знаний о последствиях вредных привычек. Причины такого отношения к вопросам здорового образа жизни разные, но на первое место большинство включенных в исследование студентов ставят отсутствие времени (34,7%) и отсутствие силы воли (25%) – результата правильного воспитания.

Таким образом, проведенный нами анализ питания, образа жизни, состояния здоровья и отношения к нему студентов показывает, что молодые люди живут очень напряженной жизнью и в целом имеют благородные устремления. Умозрительно они осознают важность здоровья, но реально многие из них не рассматривают его как наследственное приобретение и важнейший ресурс для благополучного будущего.

Многие из обследованных студентов по объективным или субъективным причинам имеют неполноценное питание, у подавляющего большинства оно крайне нерегулярное. Выбор диеты в семье и вне дома диктуется ограниченными финансовыми возможностями и низкой культурой питания. В студенческой среде широко распространены такие вредные привычки, как курение и употребление алкогольных напитков.

Здоровье у лиц, вовлеченных в анкетирование, нельзя признать удовлетворительным, поскольку одна пятая студентов в условиях холодного влажного камчатского климата часто болеет ОРЗ, более чем у половины студентов проявляются начальные или уже хорошо выраженные симптомы заболеваний ЖКТ: кариес зубов, эпизодические и постоянные боли, связанные с приемом пищи, дисфункция кишечника. Заболевания ЖКТ: гастриты, язвенная болезнь и др. – распространены не только у некоторых студентов, но и у части их родителей и ближайших родственников, что может указывать на их генетическую предрасположенность к этим болезням.

Проведенный анализ указывает на ряд очевидных причин, влияющих на ухудшение показателей здоровья части жителей Камчатки, омолаживание раковых заболеваний и их запущенность. К ним следует отнести низкий уровень жизни, неполноценное питание, широкое распространение среди населения вредных привычек и очень низкое осознание ценности здоровья.

Литература

1. *Кишкина Н.В., Милютина Н.Н., Кибанов С.М.* Студенчество: медико-социальные проблемы // Проблемы здоровья семьи – 2000: Материалы IV Междунар. науч.-образоват. конф. Пермь (Россия) – СУСС (Тунис), 2000. – С. 32–33.
2. *Чечельницкая С.М., Волкова Н.М., Михеева А.А.* Головные боли напряжения как фактор развития дизадаптивных состояний в студенческой среде // Человек в экстремальных условиях. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГПУ, 2003. – С. 25–27.
3. *Мухамедрахимова Л.В.* Состояние здоровья и отношение к нему студентов медицинских учебных заведений: Автореф. дис. .. канд. мед. наук. – СПб., 2004. – 26 с.
4. *Васильева О.Л., Поздеева Т.В.* Семья в системе жизненных приоритетов студентов высших учебных заведений // Проблемы здоровья семьи – 2000: Материалы IV Междунар. науч.-образоват. конф. Пермь (Россия) – СУСС (Тунис), 2000. – С. 21.
5. *Маркович Н.И., Виленчик К.Е., Баранников В.Г.* Качество жилой среды и здоровье семьи // Проблемы здоровья семьи – 2000: Материалы IV Междунар. науч.-образоват. конф. Пермь (Россия) – СУСС (Тунис), 2000. – С. 65–66.
6. *Халикова А.Ф.* Клиническая оценка здоровья молодой семьи с позиций семейного терапевта // Проблемы здоровья семьи – 2000: Материалы IV Междунар. науч.-образоват. конф. Пермь (Россия) – СУСС (Тунис), 2000. – С. 25–26.
7. *Филимонов Р.М.* Подростковая гастроэнтерология: Руководство для врачей. – М.: МИД, 2008. – 576 с.
8. *Маркович Н.И., Виленчик К.Е., Баранников В.Г.* Качество жилой среды и здоровье семьи // Проблемы здоровья семьи – 2000: Материалы IV Междунар. науч.-образоват. конф. Пермь (Россия) – СУСС (Тунис), 2000. – С. 65–66.
9. Гигиеническая оценка состояния питания и неинфекционной заболеваемости населения Приморского края / М.П. Лапардин, П.Ф. Кичу, Д.В. Маслов, А.Г. Саенко, Н.Н. Степанова // Вопросы питания. – 2001. – № 4. – С. 3–6.
10. *Куролан С.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В.* Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды. – Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2006. – 220 с.
11. *Мартинчик А.Н., Маев И.В., Янушевич О.О.* Общая нутрициология. – М.: МЕДпрессинформ, 2005. – 392 с.
12. *Платонов Д.Ю., Петрухин И.С., Волков В.С.* Некоторые привычки питания взрослого населения Тверской области и их связь с демографическими и социально-экономическими факторами // Профилактика заболевания и укрепление здоровья. – 2007. – Т. 10, № 1. – С. 28–36.
13. Экологическая обусловленность злокачественных новообразований у детей в Воронежской области / Н.М. Пичужкина, Б.Б. Кравец, М.В. Печерских, А.Ф. Карелин // Экология человека. – 2009. – № 4. – С. 8–14.
14. *Клочков А.А.* Роль факторов среды обитания на развитие онкопатологии среди коренных жителей Камчатки // Личность в экстремальных условиях: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Часть I. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамГУ, 2005. – С. 57–66.
15. *Кичу П.Ф., Гельцер Б.И.* Экологические проблемы здоровья. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 228 с.
16. Химический состав пищевых продуктов: Справочник. – Т. 3. – М.: Агропроиздат, 1987. – 131 с.
17. *Панкратьева Н.В., Попов В.Ф., Шиленко Ю.В.* Здоровье – социальная ценность. – М: Мысль, 1989. – 237 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАЗЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ

Т.А. Потапова

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: potapova_trace@mail.ru

Определена и систематизирована проблематика деятельности казенных учреждений в рамках реформирования деятельности бюджетных организаций. Внесены предложения по совершенствованию финансовой деятельности казенных учреждений, связанные с уточнением правового статуса и организации финансовой дисциплины и контроля в казенных учреждениях.

Ключевые слова: государственный сектор экономики, казенные учреждения, финансовая деятельность учреждения, правовой статус учреждения.

Financial performance improvement of public institutions as a factor of public finance efficiency increase. T.A. Potapova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

Subject matter of government institutions within the scope of reformation of government-financed organization activity is defined and systematized. Proposals to enhance government institutions financial activity are made. The proposals are linked with a more precise definition of legal status and organization of financial discipline and control at government institutions.

Key words: public sector of economy, government institutions, financial activities of the institution, the legal status of the institution.

Существующая в России система бюджетных учреждений была сформирована в иных социально-экономических условиях и до сих пор функционирует в отрыве от современных подходов к развитию государственного управления, от принципов оптимальности и достаточности для предоставления государственных и муниципальных услуг. Соответственно, ранее закрепленные правовые механизмы не были реализованы на практике, что не позволило решить проблемы оптимизации бюджетной сети. В настоящее время бюджетной сфере предстоят кардинальные изменения. Согласно новому Федеральному закону «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием правового положения государственных (муниципальных) учреждений», все существующие бюджетные учреждения получают новую правовую форму. Тем, кто в состоянии в рыночных условиях зарабатывать доходы самостоятельно, предоставляются расширенные права по использованию заработанных средств и распоряжению имуществом. Для остальных учреждений появится новый статус – казенные, и все их внебюджетные доходы будут поступать в бюджет [4]. Данный закон направлен на повышение эффективности предоставления государственных и муниципальных услуг при условии сохранения (либо снижения темпов роста) расходов бюджетов на их предоставление. В связи с этим создаются условия и стимулы для сокращения внутренних издержек учреждений и привлечения ими внебюджетных источников финансового обеспечения. Для федеральных органов исполнительной власти будут разработаны условия и стимулы для оптимизации подведомственной сети.

В 2011 г. бюджетные учреждения прошли глобальную реорганизацию. В соответствии с 83-м Федеральным законом с 1 января 2011 г. все бюджетные учреждения должны были принять статус казенных, бюджетных или автономных. Несмотря на то, что цели реформы государственных и муниципальных учреждений направлены на достижение позитивных результатов, жизненно необходимых для населения и государства в целом, существует ряд правовых, финансовых и организационных проблем, которые могут снизить эффективность ее реализации (см. таблицу).

Основные группы проблем деятельности казенных учреждений

Группа проблем	Основное содержание проблем
Правовые проблемы	Не вполне ясные формулировки законодательства относительно статуса казенных учреждений
	Требования к формированию перечня услуг (работ), выполняемых учреждениями для населения за счет средств бюджета, для регионов и муниципалитетов не закреплены федеральным законодательством
Финансовые проблемы	Невозможность брать кредиты, участвовать в тех или иных правовых отношениях, так как закон либо напрямую запрещает это казенным учреждениям, либо вводит ограничения на такие действия
	Непрозрачность вопросов с доходами от платных услуг, получаемыми казенными учреждениями, а именно, невозможность возмещения затрат при оказании платных услуг за счет бюджетных средств
	Проблема лимитов бюджетных обязательств, а именно: а) отсутствие к началу года доведенных лимитов бюджетных обязательств, в пределах которых можно было бы осуществлять закупки товаров (работ, услуг); б) если на сумму доведенных заказчику лимитов бюджетных обязательств уже заключен контракт, то без его расторжения заказчик не имеет права повторно заключить контракт на эти же денежные средства
	Проблемы налогообложения в переходный период: а) несмотря на официально утвержденный «переходный период реформирования» до 01.07.2012, требования налогового законодательства были скорректированы в соответствии с изменениями правового статуса, системы финансового обеспечения и бухгалтерского учета государственных (муниципальных) учреждений уже с 01.01.2011 и не учитывали особенностей налогообложения их приносящей доход деятельности в переходный период; б) даже несмотря на соответствующие изменения в НК РФ на переходный период, не решен целый ряд проблем налогообложения прибыли государственных (муниципальных) учреждений, а также порядка исчисления и уплаты НДС
Организационные проблемы	Законодательно не определен вопрос, как администрация муниципального образования, будучи казенным учреждением, сможет учреждать соответствующие учреждения
	Проблема кадрового обеспечения
	Проблема формирования эффективной системы контроля за деятельностью казенных учреждений

Много вопросов возникает по поводу не вполне ясных формулировок законодательства относительно статуса казенных учреждений. Первыми беспокоились финансисты. Как брать кредиты, как участвовать в тех или иных правовых отношениях, когда закон либо напрямую запрещает это казенным учреждениям, либо вводит ограничения на такие действия? И, наконец, как администрация муниципального образования, будучи казенным учреждением, сможет учреждать соответствующие учреждения? Надо сказать, что на сегодняшний день какого-либо легального и обязательного к исполнению толкования подобных нюансов нет [8].

Кроме того, не все однозначно с доходами от платных услуг, получаемыми казенными учреждениями. Ведь оказание платных услуг предполагает расходы на оплату труда, накладные расходы и т. д. Возмещение же затрат при оказании платных услуг за счет бюджетных средств будет нецелевым использованием этих средств. Это же произойдет, если на оплату труда работников при оказании ими платных услуг использовать бюджетные средства. Фактически это означает необходимость вернуть бюджетному учреждению как минимум часть полученного дохода от оказания платных услуг и зачисленного в бюджет (за вычетом прибыли). То есть произойдет только учет этих средств в бюджете. Тогда зачисление доходов от платных услуг в бюджет в данном случае теряет смысл.

Также существует проблема кадрового обеспечения. Данную ситуацию усугубляет отсутствие на муниципальном уровне квалифицированных специалистов, владеющих правовыми, экономическими и профессиональными знаниями в соответствующих сферах, профессионально понимающих, каким образом организовать работу по эффективному использованию бюджетных средств при размещении заказов. Такими специалистами многие муниципалитеты также не обладают [5].

Много вопросов вызывает и перечень услуг (работ), требование к формированию которого для регионов и муниципалитетов не закреплено федеральным законодательством. Однако без перечня, в котором были бы закреплены виды деятельности, выполняемые учреждениями для населения за счет средств бюджета, невозможно выстроить систему оказания услуг (выполнения работ), обеспечив сопоставимость видов деятельности, оказываемых разными учреждениями в разных сферах. Вопросы вызывает также и возможность условного разделения видов деятельно-

сти учреждения на услуги и работы в зависимости от того, кто является потребителем услуги – конкретный потребитель (физическое или юридическое лицо, запрашивающее услугу) или общество в целом. В последнем случае заказчиком работ будет выступать орган, выполняющий функции и полномочия учредителя соответствующего учреждения [9].

Одной из серьезных проблем является и проблема формирования эффективной системы контроля за деятельностью казенных учреждений. Так, в рамках реализации Федерального закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с совершенствованием правового положения государственных (муниципальных) учреждений» необходимо разработать порядок осуществления контроля за деятельностью бюджетных и казенных муниципальных учреждений для органов, осуществляющих функции и полномочия учредителя. Данный порядок, по своей сути, совпадает с порядком организации финансового контроля на территории муниципального образования. Получается, что органы финансового контроля и органы администрации, осуществляющие функции и полномочия учредителей, выполняют одну и ту же контрольно-ревизионную работу. На сегодняшний день среди модельных проектов нормативных правовых документов, разработанных федеральными органами государственной власти для субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, модельный проект такого документа отсутствует. Поэтому данный порядок необходимо разрабатывать самостоятельно или с использованием примеров таких документов в других территориях. Контроль за деятельностью казенных и бюджетных учреждений необходимо понимать шире, чем традиционный финансовый контроль, тем более что в отношении бюджетных учреждений, которые перестают финансироваться по смете, такой традиционный контроль уже теряет свою адекватность. В отношении бюджетных учреждений целесообразно включить в данный документ правила, по которым учреждение будет должно согласовывать с учредителем сделки по распоряжению особо ценным движимым имуществом, крупные сделки, сделки с заинтересованностью. Кроме того, внимание в этом документе стоит уделить правилам, согласно которым учредитель будет контролировать выполнение учреждением государственного или муниципального задания.

Таким образом, необходимо отметить, что с правовой точки зрения большинство вопросов в настоящее время урегулировано должным образом. Нерешенные вопросы и проблемы сохраняются в правоприменительной практике и непосредственной деятельности учреждений.

Остается нерешенной и проблема лимитов бюджетных обязательств. Так, согласно ст. 161 Бюджетного кодекса, п. 5, накладываются серьезные ограничения на заказчиков. Напомним, что согласно указанной норме «заключение и оплата учреждением государственных (муниципальных) контрактов, иных договоров производятся в пределах доведенных учреждению лимитов бюджетных обязательств и с учетом принятых и неисполненных обязательств» [1]. В силу данного положения большинство заказчиков всех уровней бюджетной системы регулярно испытывали как минимум две проблемы:

1) отсутствие к началу года доведенных лимитов бюджетных обязательств, в пределах которых можно было бы осуществлять закупки товаров (работ, услуг), потребность в которых существует в организации непрерывно, то есть непосредственно с 1 января каждого года (энергоснабжение, охрана, транспортные услуги, связь и многое другое). Фактически до утверждения финансирования заказчик приходилось потреблять данную продукцию, услуги «в долг», а затем искать правомерные основания для проведения платежей в пользу соответствующих поставщиков;

2) если на сумму доведенных заказчику лимитов бюджетных обязательств уже был заключен контракт, то без его расторжения заказчик не имел права повторно заключить контракт на эти же денежные средства. При этом такое ограничение сохранялось даже в том случае, если заказчик был уверен, что данный контракт не будет исполнен поставщиком (подрядчиком, исполнителем) и обязанности по перечислению ему денежных средств по контракту у заказчика не возникнет.

Данные проблемы до настоящего времени не имеют законодательно закрепленных решений и какое-то время еще будут сохраняться для органов власти и казенных учреждений. Справиться с ними можно будет только тогда, когда лимиты бюджетных обязательств будут доводиться до всех получателей заранее, как минимум за один-два месяца до начала очередного финансового года [6].

И, наконец, необходимо упомянуть о проблемах налогообложения в переходный период.

Очевидно, что наблюдается определенная неготовность бюджетной системы страны к осуществлению коренных преобразований организационно-правовых форм государственных (му-

ниципальных) учреждений и системы их финансового обеспечения, что выразилось в задержках проведения мероприятий по внесению изменений в учредительные документы учреждений, формированию и доведению до них учредителями государственных заданий, перевода их финансового обеспечения (в части бюджетных и автономных учреждений) с прямого бюджетного финансирования на предоставление бюджетных субсидий и т. д. В результате процесс перевода системы финансового обеспечения учреждений на бюджетные субсидии был преобразован в так называемый переходный период реформирования [7]. Однако требования налогового законодательства были скорректированы в соответствии с изменениями правового статуса, системы финансового обеспечения и бухгалтерского учета государственных (муниципальных) учреждений уже с 01.01.2011 и не учитывали особенностей налогообложения их приносящей доход деятельности в переходный период (выпущенные на указанный период распорядительные документы Минфина, как правило, касаются только разъяснения особенностей организации бухгалтерского учета учреждений и не могут быть применены для решения проблем их налогообложения).

В связи с тем, что переходный период реформирования системы финансового обеспечения и бухгалтерского учета государственных (муниципальных) учреждений затягивался до 01.07.2012, то возникла необходимость регулирования их системы налогообложения. Для решения этой задачи был принят Федеральный закон от 18.07.2011 № 239-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с совершенствованием правового положения автономных учреждений» (далее – Федеральный закон № 239-ФЗ), который внес в НК РФ изменения, регламентирующие новый порядок налогообложения государственных (муниципальных) учреждений, в частности:

- от обложения налогом на прибыль были освобождены доходы бюджетных учреждений, доведенные до них в установленном порядке до 01.07.2012, в виде лимитов бюджетных обязательств (бюджетных ассигнований), то есть до момента перехода на финансовое обеспечение в форме бюджетных субсидий (абз. 4 пп. 14 п. 1 ст. 251 НК РФ);

- установлены особенности ведения налогового учета государственными (муниципальными) учреждениями на переходный период (ст. 331.1 НК РФ), которые в основном восстановили требования п. 3 исключенной из НК РФ с 01.01.2011 ст. 321.1 НК РФ [4].

Вместе с тем замена в НК РФ на переходный период ст. 321.1 на ст. 331.1 не решила целый ряд проблем налогообложения прибыли государственных (муниципальных) учреждений.

Так, в связи с тем, что требования ранее действовавшей ст. 321.1 НК РФ реализованы во введенной в НК РФ с 01.01.2011 ст. 331.1 лишь частично, пп. 2 п. 4 ст. 321.1 НК РФ, позволяющий учреждениям принимать для целей налогообложения прибыли расходы на ремонт основных средств, эксплуатация которых связана с ведением некоммерческой и (или) коммерческой деятельности, и которые приобретены (созданы) за счет бюджетных средств, если финансовое обеспечение данных расходов не предусмотрено выделенными учреждению бюджетными ассигнованиями, в 2011 г. не действовало, что не позволяло учреждениям в течение переходного периода ремонтировать «бюджетные» основные средства за счет поступлений от приносящей доход деятельности с уменьшением на эти расходы облагаемой базы по налогу на прибыль.

Не всегда корректны и разъяснения Минфина РФ по применению новых положений налогового законодательства, касающихся налогообложения прибыли государственных (муниципальных) учреждений в переходный период. Например, в Письме Минфина РФ от 10.08.2011 № 03-03-06/4/97 после дословного цитирования пп. 2 п. 1 ст. 331.1 НК РФ, регламентирующего полное отнесение расходов учреждений на оплату коммунальных услуг, услуг связи (за исключением мобильной) и ремонт основных средств на уменьшение облагаемой базы по налогу на прибыль, при условии отсутствия выделенных на эти цели бюджетных ассигнований и эксплуатации соответствующих основных средств в рамках приносящей доход деятельности, в резюмирующей части неожиданно делается вывод о пропорциональном распределении перечисленных выше расходов между источниками финансового обеспечения учреждения. С одной стороны, такой вывод кажется правильным, поскольку при отсутствии назначений бюджетных средств доля средств от приносящей доход деятельности учреждения равна 100%. Однако, учитывая, что эта доля согласно требованиям пп. 1 п. 1 ст. 331.1 НК РФ определяется исходя из соотношения общих объемов поступлений из «бюджетных» и «внебюджетных» источников (за исключением внереализационных доходов), а не только из бюджетных ассигнований по соответствующим статьям КОСГУ, пропорциональное распределение указанных расходов между источниками фи-

нансового обеспечения учреждений для целей налогообложения при отсутствии бюджетных назначений на оплату перечисленных выше услуг не только не соответствует требованиям ст. 331.1 НК РФ, но и приводит к необоснованному завышению налоговой базы по налогу на прибыль учреждений [3].

Казенные учреждения – это новый тип государственных и муниципальных учреждений, которые требуют особого внимания со стороны законодательства.

В соответствии со статьей 161 п. 10 Бюджетного кодекса РФ казенные учреждения не имеют права предоставлять и получать кредиты (займы), приобретать ценные бумаги. Субсидии и бюджетные кредиты казенным учреждениям не предоставляются. Финансовое обеспечение казенных учреждений осуществляется за счет средств соответствующего бюджета на основании сметы. Самостоятельность казенного учреждения в использовании бюджетных средств сведена к минимуму, более того, на лицевом счете получателя бюджетных средств, открытом казенному учреждению в органе Федерального казначейства или финансовом органе, отсутствует показатель «деньги», их заменяют лимиты денежных обязательств, определяющие заданные конкретные направления расходов, которые вправе осуществлять казенные учреждения, и их размеры [1]. Но что делать, если расходы учреждения превышают лимиты бюджетных обязательств и не соответствуют заданным направлениям?

Подводя итог вышеизложенному, отметим, что перечисленные выше проблемы налогообложения финансово-хозяйственной деятельности государственных (муниципальных) учреждений в переходный период однозначно требуют нормативного регулирования процедур их решения.

Предлагается внести частичное изменение в данную статью и разрешить казенным учреждениям получать бюджетные кредиты, но под строгим контролем муниципального образования. В связи с этим казенные учреждения смогут получать кредиты, но сроком не более одного года, при согласии муниципального образования. Обязательным условием предоставления бюджетного кредита является проведение предварительной проверки финансового состояния получателя бюджетного кредита. При неспособности заемщика обеспечить исполнение обязательств по бюджетному кредиту бюджетный кредит предоставлен быть не может. Для этого учреждение должно представить необходимые документы, подтверждающие остроту получения данного кредита и возможность самостоятельно исполнять бюджетные обязательства по кредиту. Казенное учреждение обязуется ежемесячно представлять отчет в финансовый орган муниципального образования о состоянии кредита и информацию, и отчет об использовании бюджетного кредита. Возможность получения кредита даст возможность казенным учреждениям саморазвиваться.

В соответствии со статьей 161 п. 3 Бюджетного кодекса РФ казенные учреждения могут осуществлять приносящую доход деятельность. Доходы, полученные от указанной деятельности, поступают в соответствующий бюджет бюджетной системы РФ. Но, как уже упоминалось выше, оказание платных услуг предполагает дополнительные расходы, а в бюджетной смете это не предусмотрено [1].

В связи с этим предлагается внести изменения в данную статью и дать право казенным учреждениям самостоятельно распоряжаться доходами, полученными от указанной деятельности (как минимум в пределах суммы связанных с этой деятельностью затрат). Таким образом, учреждение сможет самостоятельно возмещать затраты от деятельности платных услуг и прочих расходов, включая бюджетные обязательства по кредиту (если такие обязательства существуют). Но, в связи с этим, казенное учреждение обязуется также представлять отчет в финансовый орган муниципального образования о доходах, полученных в результате предоставления платных услуг, и их использовании.

Необходимо также на законодательном уровне решить проблему с использованием лимитов бюджетных обязательств. Справиться с ней можно будет только тогда, когда лимиты бюджетных обязательств будут доводиться до всех получателей заранее, как минимум за один-два месяца до начала очередного финансового года.

Распространенной проблемой в Российской Федерации во всех отраслях является проблема отсутствия квалифицированных кадров. Отсутствие квалифицированных кадров не дает возможности организовать работу по эффективному использованию бюджетных средств. Для решения данной проблемы необходимо:

– эффективное взаимодействие между образовательными учреждениями и работодателями в сфере заказов на нужных специалистов;

– оказание содействия местным властям в профессиональной переподготовке или повышении квалификации специалистов;

– формирование кадрового резерва.

Решение указанных проблем на базе предложенных мероприятий позволит во многом повысить эффективность работы казенных учреждений.

Литература

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации. – М.: Проспект, КноРус, 2012. – 320 с.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации. Части первая, вторая, третья и четвертая. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/popular/gkrf1/>
3. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 03.05.2012) (с изм. и доп., вступающими в силу с 24.05.2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/popular/nalog1/>
4. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием правового положения государственных (муниципальных) учреждений [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 08.05.2010 № 83-ФЗ. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=115887>
5. *Александрова Е.А.* Казенные учреждения – новый тип государственных (муниципальных) учреждений // Советник бухгалтера в здравоохранении. – 2010. – № 7. – С. 7–10.
6. *Беляев А.* Изменение правового статуса учреждений: деление на бюджетные и казенные // Учреждения физической культуры и спорта: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2010. – № 8. – С. 12–16.
7. *Король Е.А.* Совершенствование правового положения учреждений // Бухгалтерский учет в бюджетных и некоммерческих организациях. – 2010. – № 12. – С. 28–33.
8. *Обухова Т.* Казенные учреждения – новый тип некоммерческих организаций // Бюджетные организации: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2010. – № 12. – С. 33–35.
9. *Саакян Т.В.* Казенные учреждения: переходный период // Бюджетный учет. – 2011. – № 8. – С. 25–28.

РАЗДЕЛ IV. ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ, ИСТОРИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 378:811.111

КЕЙС-МЕТОД КАК ИНТЕНСИВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ (АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК; ТЕХНИЧЕСКИЙ ВУЗ)

Т.И. Иваненко

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: raduga39@mail.ru

В статье рассматривается возможность использования метода Case-study как интенсивной образовательной технологии и методологической инновации на занятиях по иностранному языку в техническом вузе. Применение кейс-метода на занятиях по иностранному языку в профессиональной среде преследует две взаимодополняющие цели, а именно: дальнейшее совершенствование коммуникативной компетенции (лингвистической и социокультурной) и формирование профессиональных качеств обучаемых. Данный метод позволяет сделать акцент на активную мыслительную деятельность обучающихся, требующую для своего оформления владения определенными языковыми средствами.

Ключевые слова: кейс-метод, образовательная технология, иностранный язык, языковые средства, информационные ресурсы.

Case-study method as the intensive educational technology at the classes of the foreign language (english language; technical university). T.I. Ivanenko (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

The article deals with the possibility of using the case-study method as the intensive educational technology and methodological innovation at the classes of the foreign language at Technical University. The use of case-study method in professional environment pursues two complimentary purposes: the further improvement of communicative competence (linguistic and social-cultural) and the formation of students' professional characteristics. The above-mentioned method stresses the active cognitive activity of the students and requires the knowledge of the certain linguistic means.

Key words: case-study, educational technology, foreign language, linguistic means, information resources

В недавно разработанной модели «Российское образование – 2020» третьим направлением является непрерывное образование, в котором предложена реальная система мер, позволяющих обеспечить гражданам возможность учиться и переучиваться в течение всей жизни, осваивая те образовательные модули, которые им необходимы в определенный момент их профессиональной карьеры.

Применительно к иностранным языкам в настоящее время появляется необходимость изменения системы организации учебного процесса, организации самостоятельной работы студентов. Как предполагает модель образования, студентам должен быть обеспечен доступ к образовательным ресурсам, библиотекам не только отечественным, но и зарубежным [4].

В последнее время преподавание иностранного языка претерпело необычайно много подходов и нововведений, методик и технологий, призванных повысить эффективность обучения, обеспечить интенсивность процесса и мотивацию изучения. Педагогами-новаторами созданы и успешно используются игровые технологии, технологии индивидуализации обучения, проблемное обучение, коммуникативные технологии и др. Все они основаны на методах активного обучения, поэтому с полным правом именуется интенсивными образовательными технологиями. К ним, прежде всего, относятся компьютерные и сетевые технологии, технологии тотальной индивидуализации обучения и другие методы обучения, базирующиеся на личностно-ориентированном подходе.

Для того чтобы будущие выпускники технического вуза могли чувствовать себя уверенно в реальной жизненной ситуации, они и на занятиях должны быть поставлены в такие условия, при которых с помощью иностранного языка они могли бы решить нужные для себя проблемы [3].

Так, применение метода Case-study на занятиях по иностранному языку позволяет решать задачи развития творческого и критического мышления студентов, формирования умений самостоятельно конструировать свои знания и применять их для решения познавательных и практических задач, ориентироваться в информационном пространстве, анализировать и актуализировать полученную информацию, поскольку в разные моменты познавательной, экспериментально-прикладной, творческой деятельности студенты используют совокупность всех перечисленных интеллектуальных навыков и умений. Данный метод позволяет сделать акцент на активную мыслительную деятельность обучающихся, требующую для своего оформления владения определенными языковыми средствами.

Применение кейс-метода на занятиях по иностранному языку в профессиональной среде (деловой английский, английский для менеджеров, английский для экономистов) преследует две взаимодополняющие цели, а именно: дальнейшее совершенствование коммуникативной компетенции (лингвистической и социокультурной) и формирование профессиональных качеств обучаемых. Знакомство с кейсом (чтение профессионально направленного текста, в котором сформулирована задача по специальности, в оригинале или с небольшими сокращениями и незначительной адаптацией, и последующий перевод), самостоятельный поиск решения (внутренняя монологическая речь на английском языке), процесс анализа ситуации во время занятия (монологическая и диалогическая речь, подготовленная и спонтанная, также на английском языке) – все это примеры коммуникативных задач [2].

Метод Case-study включает одновременно и особый вид учебного материала, и особые способы его использования в учебной практике иностранного языка. К таким видам, в частности, можно отнести и интернет-источники. Использование информационных технологий в обучении иностранному языку позволяет обучающимся иметь доступ к широкому спектру современной информации с целью развития различных компетенций. Применение компьютерных средств, информационных источников сети Интернет способствует развитию высокого уровня информационной компетентности, формированию профессионального мышления на иностранном языке, повышению мотивации к изучению учебных предметов [5].

Многообразие информационных ресурсов, а именно: веб-страницы всех газет мира на английском языке, страноведческие сайты, энциклопедии – предлагает своим пользователям информационная система Интернет. На практических занятиях по иностранному языку студенты работают, используя компьютерные словари и страноведческие сайты, которые дают возможность получить полезную информацию о быте и культуре страны изучаемого языка [1]. Также в сети Интернет можно найти множество сайтов, посвященных обучению иностранной грамматике. Как информационная система, Интернет предлагает своим пользователям набор услуг, включающий в себя электронную почту (e-mail), телеконференции (usenet), видеоконференции; возможность публикации собственной информации, создание собственной домашней странички (homepage) и размещение ее на Web-сервере; доступ к информационным ресурсам, справочные каталоги (Yahoo, Galaxy) и поисковые системы (Google, Yandex); разговор в сети (Chat).

Таким образом, работа с данными ресурсами может быть успешно интегрирована в процесс обучения иностранному языку с использованием интенсивной образовательной технологии – кейс-метода – в техническом вузе.

Литература

1. Агафонова Е.А. К вопросу о применении метода Case-study и использовании Интернет-ресурсов как активных методов обучения иностранному языку в техническом вузе // Молодой ученый. – 2011. – Т. 2, № 6. – С. 114–116.
2. Использование кейсовой методики (case-study) в преподавании делового иностранного языка студентам неязыковых специальностей [Электронный ресурс]: Электронный каталог БелСХБ. – Режим доступа: http://catalog.belal.by/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BELAL&P21DBN=BELAL&S21CNR=20&Z21ID=143
3. Колесникова И.Л., Долгина О.А. Англо-русский терминологический справочник по методике преподавания иностранных языков. – СПб.: Изд-во «Русско-Балтийский информационный центр “БЛИЦ”»; Cambridge University Press, 2001.
4. Модель «Российское образование – 2020» [Электронный ресурс]: Образовательный портал EduRT.ru. – Режим доступа: <http://www.edurt.ru/index.php?rubrika=6&st=5021&type=3&str=151>
5. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петров. – М., 2001.

КРИТЕРИИ ОТБОРА ТЕКСТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

И.Д. Попова

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: popova2003@yandex.ru

Компетентность современного специалиста подразумевает умение получать профессионально значимую информацию из текстов, написанных на английском языке. Поэтому одной из задач обучения английскому языку в неязыковом вузе является формирование у студентов умений работать с оригинальной англоязычной литературой по специальности. В данной статье рассматриваются вопросы о роли чтения в системе профессионально-ориентированного обучения иностранному языку и критериях отбора текстов при обучении студентов неязыковых факультетов вузов.

Ключевые слова: иностранный язык, профессиональная деятельность, обучение чтению, аутентичность, чтение и перевод текстов по специальности, профессионально-ориентированное обучение.

Texts selection criteria for EFL students at non-linguistic institutions. I.D. Popova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)

The competence of a modern specialist means the ability to receive important information regarding his speciality from the English written texts. That is why one of the main tasks of language teaching is to form the skill to work with literature in the original. This article deals with the role of reading in the system of professionally-oriented teaching of foreign language and texts selection criteria.

Key words: foreign language, professional activity, reading instruction, authenticity, reading and translation of the texts according to speciality, professionally-oriented teaching.

В современных условиях иноязычное общение становится существенным компонентом будущей профессиональной деятельности специалиста, в связи с этим значительно возрастает роль дисциплины «Иностранный язык» на неязыковых факультетах вузов.

Процессы интеграции и интернационализации разных сфер человеческой жизнедеятельности, отражающиеся во множественных профессиональных и личностных контактах представителей разных стран и культур, а также новая социально-политическая обстановка, обозначившая стремление России к вступлению в мировое сообщество, и в частности в европейское общеобразовательное пространство, – все это обусловило необходимость владения иностранными языками как средством общения в конкретных профессиональных, деловых, научных сферах жизни.

Согласно концепции модернизации российского образования, основной целью профессионального образования в высшей школе является подготовка квалифицированного специалиста соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного, компетентного, способного к эффективной работе на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности. Поэтому в первую очередь необходимо учитывать профессиональную специфику при изучении иностранного языка, его нацеленность на реализацию задач будущей профессиональной деятельности выпускников, то есть необходимо обучать профессионально-ориентированному языку.

Иноязычная коммуникативная компетенция в сфере профессиональной деятельности на сегодняшний день не может быть сведена лишь к проблеме делового общения. Требования, предъявляемые к современным специалистам, включают в себя также умение работать с информацией на иностранном языке, критически оценивать иноязычные источники, принимать взвешенные решения при ведении деловых переговоров.

На современном этапе, благодаря научно-техническому прогрессу и расширению международных связей, увеличивается количество информации на разных языках, возрастает потребность в людях, умеющих ее принять и использовать в тех или иных целях. В связи с расширени-

ем сотрудничества во всех сферах человеческой деятельности все более высокие требования предъявляются к овладению иностранным языком как средством межкультурного общения и, соответственно, чтением как видом опосредованного общения между людьми.

Одной из основных задач на неязыковых факультетах вузов является подготовка студентов к использованию знаний по иностранному языку в своей будущей профессиональной деятельности, а именно обучение будущего специалиста чтению и пониманию (без словаря) содержания текстов по своей специальности. Следует констатировать тот факт, что в системе профессионально-ориентированного обучения иностранному языку студентов неязыковых факультетов вузов особое место занимает обучение информационному поиску и чтению научно-технических текстов по определенной отрасли знаний.

Согласно точке зрения С.К. Фоломкиной, чтение входит в сферу коммуникативно-общественной деятельности человека и обеспечивает в ней одну из форм вербального общения [5]. Чтению принадлежит исключительно важная роль, так как оно открывает будущему специалисту доступ к ведущим источникам информации. Чтение является также одним из основных средств удовлетворения познавательных потребностей обучающихся. Познавательный интерес к овладению навыками чтения у студентов неязыковых факультетов вузов связан с будущей профессиональной деятельностью. Поэтому при отборе текстового материала считается целесообразным учитывать его профильную ориентацию, способность вызвать профессиональный интерес и обеспечить познавательный эффект.

Процесс обучения чтению текстов по специальности должен вестись целенаправленно на основе специально отобранных текстов, соответствующих критериям аутентичности, профессиональной направленности и содействия созданию положительной мотивации учения [4].

Обучение интерпретации профессиональных текстов на иностранном языке представляет собой многоплановый процесс, связанный с формированием целого комплекса навыков и умений технического, учебно-информационного, речевого, учебно-интеллектуального, интеллектуального, ассимилятивного, аккомодационного, инновационного и учебно-организационного характера. Весь набор умений необходим для успешного осуществления профессиональной деятельности.

В настоящее время одной из главных задач обучения иностранному языку является формирование умения читать неадаптированные тексты по специальности и извлекать из них необходимые сведения. Компетентность современного специалиста подразумевает умение получать профессионально значимую информацию из текстов, написанных на иностранном языке, – в первую очередь на английском, являющемся сегодня не только языком межнационального общения, но и основным языком ведения международного бизнеса. Выпускникам неязыковых вузов иностранный язык требуется главным образом для более глубокого освоения специальности и для практического использования в профессиональной деятельности. Таким образом, студенты, получающие высшее образование, должны уметь свободно читать научные, публицистические и деловые тексты по своей специальности. Поэтому одной из задач обучения английскому языку в неязыковом вузе является формирование у студентов умений работать с оригинальной англоязычной литературой по специальности.

В современной методике обучения иностранным языкам чтение признается одним из основополагающих умений, без освоения которого невозможно дальнейшее обучение. Чтение как речевая деятельность всегда целенаправленно, его целью является извлечение информации, содержащейся в записанном речевом произведении – тексте [5]. Кроме того, на базе читаемого текста можно обучать и другим видам речевой деятельности: говорению, аудированию, письму на изучаемом языке. Таким образом, перед преподавателями иностранных языков в высшей школе сегодня остро стоят задачи выработки методов обучения чтению, соответствующих современным требованиям.

Анализ научной и научно-методической литературы, изучение опыта работы преподавателей кафедры иностранных языков, анкетирование студентов неязыковых факультетов привели к выводу о том, что основными факторами, стимулирующими познавательный интерес к овладению навыками чтения, являются страноведческая насыщенность и профессиональная направленность учебного материала, эмоциональная окрашенность текстов, разнообразие тем и жанров, аутентичность текстового материала, коммуникативная направленность заданий. А для этого преподавателю необходимо создать у обучающихся положительную мотивацию, помочь сориентироваться в цели чтения и выбрать соответствующую стратегию, определить доступные студентам уровни понимания и формировать более высокие [4].

По мнению ведущих специалистов по методике преподавания иностранного языка, обучение чтению и пониманию текстов по специальности на факультетах неязыковых вузов должно вестись целенаправленно. Работа с текстом требует от читающего в первую очередь знания самого языка, что включает знание лексики, правил и моделей порождения лексических единиц, знания идиоматических выражений, правил грамматики (морфологии и синтаксиса), правил орфографии, знания лексических и синтаксических средств связности текста и т. д. Помимо этого необходимо иметь общее представление о том, как употребляются средства языка. Очевидно, что для понимания экономического текста особое значение приобретает знание терминологии: как общенаучных терминов, так и узкоэкономических. Тексты, относящиеся к специальной литературе, а также тексты статей периодической печати, содержащие терминологическую лексику, обладают рядом специфических лексико-грамматических особенностей, которые необходимо учитывать при их чтении, а также переводе с английского языка на русский. Эти особенности необходимо учитывать при подготовке студентов к чтению и переводу текстов по специальности.

Работа по обучению студентов чтению и переводу специальных текстов ведется на занятиях по английскому языку на материалах англоязычной периодической печати, в которых освещаются темы, связанные с их профессией. Как правило, студенты самостоятельно находят тексты по своей специальности, читают их и переводят, а роль преподавателя заключается в контроле понимания прочитанного и проверке точности перевода. К сожалению, довольно часто при таком подходе проверка носит формальный характер, и студенты не осваивают эффективные приемы работы с оригинальным текстом и не учатся читать тексты по своей специальности, содержащие терминологическую лексику и специальную фразеологию.

В связи с этим встает вопрос о критериях отбора текстов для домашнего чтения. Традиционно в литературе рекомендуется придерживаться таких критериев, как актуальность материала, тематическая близость предмета изложения жизненному опыту и интересам обучаемых, наличие различных точек зрения, дающих повод для дискуссий и др. [2].

Некоторые специалисты полагают, что формирование умений интерпретации текстов по специальности у студентов должно быть основано на профессионально значимых текстах, отбор которых осуществляется по критериям: а) соответствие текстов целям и задачам подготовки студентов неязыкового вуза; б) соответствие содержания текстов будущей профессиональной деятельности обучаемых; в) ориентация отобранных текстов на активизацию межпредметных связей; г) соответствие текстов методическим и прагматическим задачам современного иноязычного образования; д) учет диверсификации, то есть культурного многообразия текстового материала; е) соответствие текстов языковым и речевым возможностям студентов.

Мы придерживаемся мнения М. Степановой, которая считает, что основных критериев, которым должны соответствовать тексты для чтения по специальности, всего три [4]:

- 1) аутентичность;
- 2) тематическая направленность, соответствующая профессиональным интересам студента;
- 3) содействие созданию положительной мотивации.

Процесс обучения чтению в высшем учебном заведении подразумевает самостоятельный поиск материала. К наиболее доступным источникам знаний для студентов традиционно относятся книжные магазины и библиотеки. Кроме того, при наличии современного компьютера у студентов имеется реальная возможность найти необходимый материал в Интернете. Так, не составляет труда воспользоваться электронными версиями всех ведущих мировых газет и журналов. Использование интернет-источников как для самостоятельного чтения, так и в дальнейшем для написания рефератов по специальности на английском языке приветствуется, так как в современном мире специалист в любой области не может обойтись без обращения к ресурсам «всемирной паутины». Задача преподавателя – предоставить студентам информацию об этих источниках и дать рекомендации по выбору статей для индивидуального чтения.

Инициатива при выборе текста для домашнего чтения должна принадлежать студенту. Это позволит ему найти наиболее интересную для себя тему и будет способствовать получению более глубоких и прочных знаний как по иностранному языку, так и по изучаемой специальности. Однако на начальном этапе организации работы по чтению преподавателю рекомендуется проверять, какие тексты студенты отбирают для самостоятельного чтения, и соответствуют ли эти тексты целям и задачам обучения.

Одним из принципов отбора текста должна быть его доступность и посильность для студента. Так, студентам первых курсов не следует выбирать для самостоятельного чтения тексты из

серьезных научных изданий, поскольку они содержат слишком большое количество специальной терминологии, которая может быть еще не знакома студенту-первокурснику, только осваивающему азы своей специальности. На наш взгляд, при организации домашнего чтения на первом курсе оптимально выбирать статьи из газет и журналов общего характера и ориентированные на массового читателя. Такие статьи можно найти во всех ведущих мировых газетах, например, «The Daily Telegraph», «The Guardian», «The Washington Post», «The New York Times» и др.

На втором курсе можно переходить к более специализированным текстам, содержащим большое количество терминологии. Аналитические обзоры и научные статьи могут использоваться для самостоятельного чтения и написания реферативных работ на третьем и последующем курсах.

Таким образом, для целенаправленного обучения самостоятельному чтению по специальности должен быть обеспечен систематизированный подход к отбору текстов для чтения. Это закономерно приведет не только к овладению навыками самостоятельного чтения и повышению уровня владения английским языком, но и к усилению профессиональной направленности при обучении иностранным языкам в высшем учебном заведении.

Литература

1. *Зорькина О.С.* О психолингвистическом подходе к изучению текста // Язык и культура. – Новосибирск, 2003. – С. 205–210.
2. *Наказнюк Н.И.* Принципы отбора текстов для занятий по домашнему чтению для студентов лингвистических специальностей // Вопросы методики преподавания в вузе. Вып. 10: Сб. ст. – СПб.: Нестор, 2007. – С. 138–143.
3. *Образцов П.И., Иванова О.Ю.* Профессионально-ориентированное обучение иностранному языку на неязыковых факультетах вузов: Учеб. пособие / Под ред. П.И. Образцова. – Орел: ОГУ, 2005. – 114 с.
4. *Степанова М.М.* Отбор текстов для домашнего чтения при обучении английскому языку на неязыковых факультетах // Иностранные языки и инновационные технологии в образовательном пространстве технического вуза: Сб. науч. ст. по проблемам высшей школы. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2009. – С. 282–285.
5. *Фоломкина С.К.* Обучение чтению на иностранном языке в неязыковом вузе. – М.: Высшая школа, 2005.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ В НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК КАМЧАТГТУ»

Журнал «Вестник КамчатГТУ» выпускается четыре раза в год и публикует результаты научных исследований по направлениям:

- научное обеспечение развития флота рыбной промышленности, техники промысла водных биологических ресурсов;
- математическое моделирование и научное обеспечение информатизации рыбохозяйственной деятельности;
- охрана водных биологических ресурсов и среды их обитания, воздействие природных и антропогенных факторов на состояние водных экосистем;
- пищевые технологии и рыбоперерабатывающая техника;
- аквакультура;
- социально-экономическое развитие регионов;
- образование.

Статьи, направляемые в «Вестник», должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Работа должна отвечать указанному выше направлению, обладать несомненной новизной, иметь теоретическую и практическую значимость.

2. Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала.

3. Объем статьи может быть не более 12 страниц текста. Статьи должны представлять сжатое, четкое изложение полученных автором результатов, без повторений одних и тех же данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

4. К статье должны быть приложены:

- для внешних авторов – разрешение на опубликование материалов от организации, в которой работает автор;
- для внутренних авторов – отзыв рецензента журнала «Вестник КамчатГТУ»;
- сведения об авторах: полное имя и отчество, фамилия, ученая степень, звание, должность и место работы, членство в академиях (РАЕН, РАН, МАНЭБ, Военная и др.), домашний адрес, номер телефона (мобильный, служебный, домашний), e-mail.

Если у статьи несколько авторов, то сведения предоставляются полностью о каждом из них.

Предоставление статей

Рукописи статей со сведениями об авторе направляются ответственному секретарю в редакционную коллегию журнала. Статьи обязательно подписываются всеми авторами на обороте последнего листа. Все материалы предоставляются распечатанными на ксероксной бумаге формата А4 и в электронном виде (набранными в текстовом редакторе Microsoft Word, шрифт 11 Times New Roman, абзац сопровождается отступом в 0,7 см; печатать через 1,0 интервал). Поля: верхнее – 23 мм, нижнее – 22 мм, правое – 20 мм, левое – 28 мм. Название файла на электронном носителе должно соответствовать фамилии автора статьи.

Текст таблиц, подписи к рисункам набираются курсивом, 9 кеглем, через 1,0 интервал. 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. Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation Editor.

Оформление статей

Начало статьи:

- индекс универсальной десятичной классификации (УДК), выровненный влево (шрифт 11);
- через один межстрочный интервал – название статьи на русском языке прописными (заглавными) полужирными буквами, без переносов, выровненное по центру (шрифт 11);
- через один межстрочный 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 указываются электронные адреса авторов (шрифт 10, курсив);

– через один межстрочный интервал – текст краткой аннотации (≈ 150 слов) на русском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);

– через один межстрочный интервал – ключевые слова (не более 10 слов) на русском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);

– через один межстрочный 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 межстрочный интервал – текст краткой аннотации на английском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);

– через один межстрочный интервал – ключевые слова на английском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);

– через два межстрочных интервала – текст статьи (шрифт 11).

Разметка статьи

Статья должна включать краткий обзор информации по данной проблеме, методы, результаты и их обсуждение, выводы и список литературы.

Образец оформления начала статьи

УДК 519.6:550.38

МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРНОЙ СУТОЧНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ЛОКАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ГЕОМАГНИТНОМ СИГНАЛЕ

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

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

²*Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,
с. Паратунка, Камчатский край, 684034
e-mail: oksanam1@mail.kamchatka.ru
e-mail: kamigsol@yandex.ru*

Предложенный в работе метод, основанный на конструкции вейвлет-пакетов, позволяет в автоматическом режиме выделить в геомагнитном сигнале характерную составляющую и разномасштабные локальные особенности, формирующиеся в периоды магнитных бурь. Локальные особенности несут информацию об интенсивности и характере развития магнитной бури, и их динамический анализ дает возможность проследить изменения энергетических параметров поля и фиксировать момент предстоящей бури. Выделенная характерная суточная составляющая геомагнитного сигнала описывает вариации поля в спокойные периоды времени и их существенное изменение в периоды возрастания геомагнитной активности. Апробация метода выполнена на модельных сигналах и данных магнитного поля Земли, полученных на обсерватории «Паратунка» (с. Паратунка, Камчатский край).

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

Characteristic diurnal constituent and local features in geomagnetic signal extraction method.
O.V. Mandricova^{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)

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 sub-

stantial 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, вставленные в текст, должны правиться средствами Microsoft Word, быть четкими, обозначения и надписи читаемыми. Номер рисунка и подпись к нему печатаются ниже и выносятся отдельно от рисунка для возможности редактирования.

Образец оформления рисунков

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.

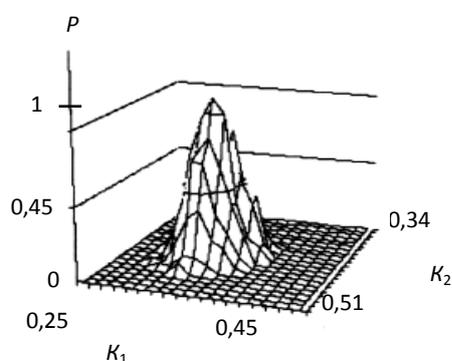


Рис. 3. Функция $P(K1, K2)$ вероятности работоспособности трехфазового мостового выпрямителя

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 .

Все формулы нумеруются, и на них должны быть ссылки в тексте в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой после ссылки. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается вправо.

Образец оформления формул

Полученные из опыта значения коэффициентов передач по каждому из каналов $K1(y_j)$ и $K2(y_j)$ соответственно удовлетворяют неравенствам (8):

$$\begin{aligned} -1 \leq K1(y_j) \leq 1, \\ -1 \leq K2(y_j) \leq 1. \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая более жесткие ограничения (1), получим систему неравенств (9):

$$\begin{aligned} K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max), \\ K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max). \end{aligned} \quad (9)$$

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 $y_j^H(x)$.

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 но-

мером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и строки первой части таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы курсивом, над другими частями пишут слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» с указанием номера таблицы.

Образец оформления таблиц

В исходной флоре Авачинской губы, включающей 165 видов, преобладали массовые и поясообразующие (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение массовых, часто, редко и единично встречающихся видов во флоре Авачинской губы в различные периоды

Группы видов	1970 г.		1991 г.		1999 г.	
	Количество видов	%	Количество видов	%	Количество видов	%
Массовые	54	32,7	35	22,15	24	23,3
Частые	46	27,9	36	22,8	6	5,8
Редкие	38	23,0	35	22,15	33	32,1
Единичные	27	16,4	52	32,9	40	38,8
Всего	165	100	158	100	103	100

За двадцатилетний период сильного загрязнения (1970–1991 гг.) видовой состав сократился незначительно.

Литература. Цитируемая литература приводится под заголовком **Литература** в конце текста статьи. Все ссылки нумеруются. В ссылке указываются все соавторы и их инициалы. Для иностранных авторов ссылки даются на языке оригинала.

Номера ссылок в тексте должны идти по порядку и быть заключены в квадратные скобки. Цитирование двух или более работ под одним номером или одной и той же работы под разными номерами не допускается.

По желанию автора список цитируемой литературы предоставляется не только на русском, но и на английском языках.

Образец оформления списка литературы

Литература

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации. – М.: Эксмо, 2009. – 320 с.
2. Аксёненко А.В. Бюджетирование, ориентирование на результат: региональный опыт внедрения // Финансы. – 2009. – № 1. – С. 20–22.
3. Гамукин И.И. Новации бюджетного процесса, ориентированного на результат: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gpir.narod.ru/ve/661936.htm>
4. Мокрый В.С. Государственное управление: реализация реформ: Учебное пособие / В.С. Мокрый, А.А. Сапожников, О.С. Семкина. – М.: КНОРУС, 2008. – 216 с.
5. Матлин А.М. Деньги и экономические решения. – М.: Дело, 2001. – 272 с.
6. Горвая О.Ю. Экологические особенности гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes: Salmonidae*) Камчатки: анализ фауны и сообществ паразитов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 25 с.
7. Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.
8. Taylor F.J.R. Red tides, brown tides and other harmful algal blooms: the view into the 1990's // Toxic marine phytoplankton: Proc. 4th Int. Conf. – New York: Elsevier, 1990. – P. 169.
9. Biernaux J. Eutrophisation et «hypertrophisation» des eaux de surface // Ann. Gemblox. – 1979. – Vol. 85. – № 11. – P. 55–64.
10. Chalker S., Weiner E. The Oxford dictionary of English Grammar. – Oxford; New York, 1998. – 448 p.

**АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ
«ВЕСТНИК КАМЧАТГТУ» В 2012 ГОДУ (№ 19–22)**

Афанасьева К.М. Исследование влияния структурорегулирующих добавок на структуру рыбных формованных изделий	22	61
Бабаян В.К. Рациональный подход к разработке ежегодных прогнозов ОДУ для запасов средне- и длинноцикловых видов рыб	21	30
Безуглая Г.В. Структурно-содержательный анализ договороспособности специалистов экономического профиля	20	100
Белаш А.П. Гидроакустика на охране водных биоресурсов Камчатки	19	5
Благодрава М.В., Теплюк К.В. Обоснование целесообразности разработки технологии производства палтуса холодного копчения с пролонгированным сроком годности	22	66
Благодрава М.В., Шаповалова А.А. Обоснование технологической схемы низкотемпературного посола гольцов	20	41
Благодрава М.В., Шелевая А.В. Обоснование сроков холодильного хранения горбуши низкотемпературного посола	19	35
Бурлаченко Д.С. Ценностные ориентации и отношение к труду: опыт социологического исследования ...	19	61
Бурый В.В., Кравцова Л.Я. Изучение уровня экологической культуры школьников Быстринской средней общеобразовательной школы (с. Эссо, Быстринский район)	21	34
Верба Е.Н., Салтанова Н.С. Технология пресервов из рыбного сырья с применением нового способа созревания	19	38
Веснина Л.В., Пермякова Г.В. Биологические особенности рачка рода <i>Artemia</i> Leach, 1819 в озере Большое Яровое Алтайского края	22	70
Веснина Л.В., Пермякова Г.В., Ронжина Т.О. Биота промысловых гипергалинных озер Алтайского края в трансгрессивную и регрессивную фазы водности	21	24
Головко У.С. Совершенствование жилищной политики на уровне субъекта РФ (на примере Камчатского края)	21	89
Горюшкин В.А. Математические модели с логическими регуляторами	20	5
Горюшкин В.А. Об условиях стабилизации нечетких <i>TS</i> -систем	19	9
Горяка Е.Н., Балыкова Л.И., Алексейчук С.И. Обоснование режимов сушки бурых водорослей при использовании парокомпрессионного теплового насоса	19	42
Горяка Е.Н., Балыкова Л.И., Сарайкина И.П. Обоснование параметров воздуха для сушки бурых водорослей	20	44
Гудимов А.В. Первые записи поведенческих реакций двустворчатых моллюсков исландского гребешка <i>Chlamys islandica</i> и модиолуса <i>Modiolus modiolus</i>	20	50
Гудимов А.В. Поведение двустворчатых моллюсков Шпицбергена в контролируемых условиях	22	77
Заляева Г.О., Четырин А.А. Сравнительный анализ энергоэффективности хлебопекарных печей	22	5
Иваненко Т.И. Использование интерактивной доски при обучении студентов экономического факультета иностранному языку (английский язык; технический вуз)	21	112

Иваненко Т.И.	
Кейс-метод как интенсивная образовательная технология в обучении иностранному языку (английский язык; технический вуз)	22 111
Изергин Л.И., Питернов Р.В., Изергин И.Л.	
Особенности ихтиофауны бассейна лагуны Амаам (Чукотка)	20 55
Иодис В.А., Балыкова Л.И.	
Мобильная холодильная цепь переработки двухстворчатых моллюсков	21 10
Каримов И.К., Раджабов С.С., Мирзаев О.Н., Даминов О.А.	
Распознающие операторы, основанные на принципе потенциалов, в условиях большой размерности признакового пространства	22 8
Клочков А.А.	
Оценка питания и здоровья студенческой молодежи Камчатки	22 98
Комлева Е.В.	
Информация к размышлению: геологические, экологические и политические аспекты хранения и захоронения ядерных материалов	19 95
Кулинич Ал. И.	
Актуальность решения задачи мониторинга судов в северных широтах	21 14
Кулинич Ал. И.	
Возможность создания глобальной системы мониторинга рыбопромысловых судов на основе спутниковых станций автоматической идентификационной системы	19 14
Кулинич Ал. И.	
Передача данных позиционирования судов в северных широтах с помощью спутниковых систем связи на круговых и эллиптических орбитах для решения задач мониторинга	22 14
Кулинич Ал. И.	
Работа службы «Опросный вызов и отчетные данные» в системах спутниковой связи для решения задач мониторинга	20 14
Кулинич Анд. И.	
Замирания сигналов в месте приема при использовании высокочастотной связи рыбопромысловыми судами	19 18
Кулинич Анд. И.	
Расчет энергетических характеристик каналов высокочастотной связи рыбопромысловых судов	20 17
Лебедева А.П., Русинов М.Н.	
Расчет аэрозольного транспорта для предприятия ИП Макаров	22 18
Лепская Е.В., Бонк Т.В., Данилин Д.Д., Свириденко В.Д.	
Летний планктон и бентос из небольших рекреационных озер в окрестностях Петропавловска-Камчатского	21 38
Логинов М.Э.	
Реформирование системы финансирования здравоохранения Российской Федерации: организационно-экономический аспект	20 85
Максимов А.Ю.	
Решение задачи сокращения затрат на трафик спутниковой системы Inmarsat	20 21
Максимов А.Ю.	
Факторы, влияющие на эффективность отраслевой системы мониторинга рыболовства ...	19 21
Мандрикова О.В., Глушкова Н.В.	
Метод анализа и заполнения пропусков во временных рядах критической частоты ионосферы с учетом их суточного и сезонного хода	22 22
Мандрикова О.В., Глушкова Н.В.	
Метод прогнозирования и анализа ионосферных параметров на основе совмещения вейвлет-преобразования и авторегрессионных моделей	20 24
Мандрикова О.В., Глушкова Н.В.	
Метод заполнения пропусков в данных критической частоты на основе совмещения метода вейвлет-преобразования и авторегрессионных моделей ..	21 5
Мандрикова О.В., Заляев Т.Л.	
Аппроксимация ионосферных параметров на основе совмещения вейвлет-преобразования и нейронных сетей	21 18

Мандрикова О.В., Заляев Т.Л.		
Выявление сильных наземных возрастных энергий космических лучей на основе совмещения кратномасштабного анализа и нейронных сетей	22	26
Мандрикова О.В., Соловьев И.С.		
Метод выделения характерной суточной составляющей и локальных особенностей в геомагнитном сигнале	20	31
Мандрикова О.В., Соловьев И.С.		
Метод оценки состояния магнитного поля земли на основе многокомпонентной модели	22	31
Матвеев А.В.		
Исследование термохимических процессов, происходящих при нарушениях в контактных соединениях силового электрооборудования	19	24
Машлыкина О.В.		
Биополитика и риски модернизационного развития	19	102
Мищенко Н.Г.		
Методические аспекты формирования производственной стратегии предприятий рыбной отрасли в условиях риска	19	70
Ножкина Т.В.		
Особенности аудиторских проверок туристических компаний	20	90
Огий О.Г.		
Основные тенденции распространения протестных настроений в Камчатском крае	19	78
Очеретяна С.О.		
Влияние света и температуры на развитие в лабораторных условиях морской водоросли <i>Ulva fenestrata</i> (Chlorophyta, Ulvales)	22	82
Пахомова В.В., Швецов В.А., Белавина О.А., Шунькин Д.В., Адельшина Н.В.		
О прогнозировании величины систематической погрешности результатов пробирного анализа	19	29
Питернов Р.В., Изергин Л.И., Изергин И.Л.		
Оценка численности, распространение и возрастной состав лососей рода <i>Oncorhynchus</i> бассейна лагуны Амаам (Чукотка)	21	62
Плазий Н.Д.		
Совершенствование процесса разработки и реализации программ по обеспечению поддержки коренных малочисленных народов Севера в Камчатском крае	21	97
Попова И.Д.		
К вопросу о профессионально-ориентированном обучении иностранному языку в неязыковом вузе	20	102
Попова И.Д.		
Критерии отбора текстов при обучении иностранному языку студентов неязыковых специальностей	22	113
Портнягин Н.Н., Марченко А.А.		
Моделирование процесса испытаний асинхронного электродвигателя	22	35
Потапов В.В., Мин Г.М., Горбач В.А.		
Исследование физико-химических характеристик твердых отложений коллоидного кремнезема в скважинах, теплооборудовании ГеоЭС	22	40
Потапова Т.А.		
Совершенствование финансовой деятельности казенных учреждений как фактор повышения качества предоставления государственных и муниципальных услуг	22	105
Прикоки О.В.		
Особенности биологии и промысла минтая в прибрежных водах Магаданской области	22	86
Пьянкова А.С.		
Получение и использование полисахаридов бурых водорослей	20	62
Пюкке Г.А.		
Аналитические методы формирования массива функций передачи многополюсных систем при решении задач технической диагностики	22	52
Салтанов Д.М.		
Определение пищевой ценности формованных продуктов на основе сурими	21	43

Салтанова Н.С., Благонравова М.В.		
Современные тенденции производства соленой продукции из гидробионтов	20	67
Салтанова Н.С., Верба Е.Н.		
Исследование процессов гидролиза и окисления липидов сельди тихоокеанской при использовании в качестве интенсификатора созревания хлорида калия	21	48
Салтанова Н.С., Малиновская У.В.		
Влияние растительных компонентов, входящих в состав заливок на изменение качества пресервов при хранении	21	53
Смагина А.В.		
Использование заливок, соусов и гарниров при производстве пресервной продукции	21	59
Сныткина Л.И.		
Использование зарубежных образовательных практик в процессе обучения иностранным языкам	20	105
Тараканова Ю.Г.		
Специфика формирования доходной части предприятий, занятых на ремонте и строительстве автомобильных дорог общего пользования на территории Камчатского края	19	88
Тристанов Б.А., Абдрашитов А.Г.		
Об аварии траулера «Аметист»	19	32
Труднев С.Ю., Портнягин Н.Н.		
Разработка цифровых моделей режимных свойств для исследования динамической устойчивости судовой электроэнергетической системы	20	37
Фрумак И.В.		
Становление и развитие местного самоуправления в дореволюционной России: ретроспективный анализ	20	110
Чмыхалова В.Б.		
Перспективные направления использования бурых водорослей в пищевой промышленности	21	66
Чмыхалова В.Б.		
Содержание альгинатов у камчатских представителей <i>Fucus evanescens</i>	19	47
Чмыхалова В.Б., Стрелкова Е.А.		
Влияние способов сушки водорослевого сырья, используемого при приготовлении майонезных соусов, на качественные характеристики готового продукта	20	75
Чувилин А.Г.		
Инвентаризация отходов в Карагинском муниципальном районе: вскрытые проблемы ..	19	51
Чувилин А.Г.		
Критерии выбора оптимального способа обращения с отходами для населенных пунктов Карагинского муниципального района	20	78
Чувилин А.Г.		
Экологические проблемы добычи, транспортировки, переработки и использования золота на Озерновском рудном поле Карагинского района	21	78
Шарахматова В.Н.		
Использование возможностей рекреационного потенциала на особо охраняемых природных территориях для устойчивого развития экологического и этнографического туризма	20	93
Ширкова Е.Э.		
Сколько стоит биологическое разнообразие?	19	91
Шуликов А.О.		
Механизмы контроля и взаимодействия федерального центра с региональными политическими элитами	21	105
Щепак Л.В., Журавлева Н.Г., Oddvar Ottesen		
Эффекты температуры и солености на оплодотворенную икру радужного губана (<i>Labrus bergylta</i>) при инкубировании	22	92
Якушева И.А., Ефимов А.А., Ефимова М.В.		
Влияние дезинтеграции биомассы на экстрагирование фикобилиновых пигментов синезеленых и красных водорослей	19	56

СПИСОК РЕЦЕНЗЕНТОВ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2012 ГОДУ

Бильчинская С.Г., к.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой информационных систем КамчатГТУ

Бонк А.А., к.б.н., доцент кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры КамчатГТУ

Волков В.С., к.ф.н., доцент кафедры иностранных языков КамчатГТУ

Ганич Я.В., к.э.н., доцент, зав. кафедрой менеджмента КамчатГТУ

Ефимов А.А., к.т.н., доцент, доцент кафедры технологии рыбных продуктов КамчатГТУ

***Ефимова М.В.**, к.б.н., доцент, зав. кафедрой технологии рыбных продуктов КамчатГТУ

Ильина И.В., доцент, зав. кафедрой высшей математики КамчатГТУ

Карпенко В.И., д.б.н., профессор, зав. кафедрой водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры КамчатГТУ

Клиппенштейн Е.В., к.с. н., доцент, декан факультета повышения квалификации специалистов и дополнительных образовательных услуг населению КамчатГТУ

Клочкова Н.Г., д.б.н., профессор кафедры экологии и природопользования, проректор по научной работе КамчатГТУ

Клочкова Т.А., к.б.н., профессор-исследователь Национального университета Конджу, Республика Корея

Кочарян Ю.Г., к.ф.н., доцент кафедры иностранных языков КамчатГТУ

Лобков Е.Г., д.б.н., профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры КамчатГТУ

Мандрикова О.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры систем управления КамчатГТУ

Миловская Л.В., к.б.н., доцент кафедры экологии и природопользования КамчатГТУ

Михайлова Е.Г., к.э.н., доцент, зав. кафедрой экономики и управления КамчатГТУ

Морозова Ю.С., к.э.н., доцент, декан факультета заочного обучения КамчатГТУ

Морузи И.В., д.б.н., профессор, зав. кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры Новосибирского государственного аграрного университета

Огий О.Г., к.с.н., доцент, первый проректор КамчатГТУ

Павлова М.В., к.э.н., декан факультета экономики и управления КамчатГТУ

Пахомова Н.А., к.б.н., доцент кафедры биоэкологии Мурманского государственного технического университета

***Портнягин Н.Н.**, д.т.н., профессор кафедры электрооборудования и радиооборудования судов КамчатГТУ

Проценко И.Г., д.т.н., профессор кафедры информационных систем КамчатГТУ

***Пюкке Г.А.**, д.т.н., доцент, профессор кафедры систем управления КамчатГТУ

Салтанова Н.С., к.т.н., доцент кафедры технологии рыбных продуктов КамчатГТУ

Ступникова И.А., к.б.н., доцент, зав. кафедрой экологии и природопользования КамчатГТУ

Швецов В.А., д.х.н., профессор кафедры электрооборудования и радиооборудования судов КамчатГТУ

* Более четырех рецензий

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Камчатский государственный технический университет»

Издание зарегистрировано в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций по Камчатскому краю
ПИ № ТУ 41-00167 от 07 декабря 2011 г.

Главный редактор А.Я. Исаков
Научный редактор Н.Г. Клочкова

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) 424–538
E-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru
www. kamchatgtu.ru

Подписано в печать 28.12.2012 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 13,13. Уч.-изд. л. 13,67. Усл. печ. л. 14,88
Тираж 500 экз. Заказ № 418

Цена свободная

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства
ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный технический университет»