

ISSN 2079-0333

ВЕСТНИК Камчатского государственного технического университета



Научный
журнал

Основан в 2002 г.

ВЫПУСК

28

2014

Издательство



КамчатГТУ

ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ

ISSN 2079-0333

**ВЕСТНИК
Камчатского
государственного
технического
университета**



Научный
журнал

Основан в 2002 г.

Bulletin of Kamchatka State Technical University

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

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

ВЫПУСК

28

2014

ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Исаков А.Я. (главный редактор)	доктор технических наук, доцент, ректор Камчатского государственного технического университета
Клочкова Н.Г. (научный редактор)	доктор биологических наук, проректор по научной работе Камчатского государственного технического университета
Ольхина О.В. (ответственный секретарь)	заведующая издательством Камчатского государственного технического университета
Климова А.В. (технический секретарь)	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
Журавель В.Ф.	доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента Камчатского государственного технического университета
Ефимова М.В.	кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой технологии пищевых производств Камчатского государственного технического университета
Карпенко В.И.	доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета
Кочарян Ю.Г.	кандидат филологических наук, доцент, 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, доцент, профессор кафедры систем управления Камчатского государственного технического университета
Огий О.Г.	кандидат социологических наук, доцент, первый проректор Камчатского государственного технического университета
Пюкке Г.А.	доктор технических наук, доцент, профессор кафедры систем управления Камчатского государственного технического университета
Токарева Г.А.	доктор филологических наук, доцент кафедры истории и философии Камчатского государственного технического университета
Швецов В.А.	доктор химических наук, доцент, профессор кафедры электро- и радиооборудования судов Камчатского государственного технического университета
Шевцов Б.М.	доктор физико-математических наук, профессор, директор Института космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук

EDITORIAL BOARD

Isakov A.Y (Editor-in-chief)	Doctor of Technical Science, Associate Professor, Rector of Kamchatka State Technical University
Klochkova N.G (Scientific Editor)	Doctor of Biology, Vice-Rector for Research of Kamchatka State Technical University
Olkhina O.V. (Executive Secretary)	Head of Publishing House of Kamchatka State Technical University
Klimova A.V. (Technical Secretary)	Junior researcher of science and innovations department of Kamchatka State Technical University
D'yakov U.P.	Doctor of Biology, Senior Researcher of marine biological resources department of Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
Zhuravel V.F.	Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of Management Department of Kamchatka State Technical University
Ephimova M.V.	Candidate of Biological Science, Associate Professor, Head of Food Production Technologies Department of Kamchatka State Technical University
Karpenko V.I.	Doctor of Biology, Professor, Head of Water Bioresources, Fishery and Aquaculture Department of Kamchatka State Technical University
Kocharyan Y. G.	Candidate of Philological Science, Associate Professor, Associate Professor of Foreign Languages Department of Kamchatka State Technical University
Lobkov E.G.	Doctor of Biology, Professor of Water Bioresources, Fishery and Aquaculture Department of Kamchatka State Technical University
Mandrikova O.V.	Doctor of Technical Science, Associate Professor, Professor of Control Systems Department of Kamchatka State Technical University
Ogiy O.G.	Candidate of Sociology, Associate Professor, Senior Vice Rector of Kamchatka State Technical University
Pukke G.A.	Doctor of Technical Science, Associate Professor, Professor of Control Systems Department of Kamchatka State Technical University
Tokareva G.A.	Doctor of Philology, Associate Professor of History and Philosophy Department of Kamchatka State Technical University
Shvetsov V.A.	Doctor of Chemistry, Associate Professor, Professor of Ships' Electro- and Radioequipment Department of Kamchatka State Technical University
Shevtsov B.M	Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Director of Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Science

Содержание

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Белозеров П.А., Швецов В.А., Белавина О.А., Шунькин Д.В., Коростылёв Д.В., Пахомов В.А., Малиновский С.А.	
Обоснование способа выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов	6
Букарос А.Ю., Труднев С.Ю., Онищенко О.А.	
Разработка имитационной модели подсистемы «Момент сопротивления однопоршневого компрессора»	12
Карпович О.Я., Марченко А.А., Онищенко О.А.	
Оценка влияния управляющих воздействий на механические характеристики вентильно-индукторного электропривода	16
Мандрикова О.В., Полозов Ю.А., Фетисова (Глушкова) Н.В.	
Моделирование и анализ временных рядов сложной структуры	23
Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Мирзаев О.Н., Каримов И.К.	
Алгоритмы диагностики заболеваний растений по изображению их листьев	32

РАЗДЕЛ II. ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Арчибисова А.С., Ефимов А.А., Ефимова М.В.	
Исследование влияния диоксида углерода на стабильность липидов при хранении фарша лососевого мороженого	41
Благонравова М.В., Грицаенко Л.Д.	
Уточнение классификации способов посола рыбы	45
Ефимова М.В., Патик Н.С., Кузьмичев Ю.В., Урушадзе Д.С., Алимов Н.А., Смирнова А.Е.	
Исследование качества икры лососевой зернистой, приготовленной с применением фосфатов	49
Климова А.В., Клочкова Н.Г.	
Ламинариевые водоросли восточной Камчатки и западной части Берингова моря. История и направления проведенных исследований, новые задачи	55
Писарева Н.А.	
Особенности экологии и географической изменчивости пластинчатых багрянок прикамчатских вод	67

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

Еремина М.Ю.		
Формирование логистически ориентированного внутрифирменного механизма управления рыбохозяйственными бизнес-структурами	75	
Мищенко Н.Г.		
Методика планирования производственной деятельности рыбохозяйственных предприятий ..	82	
Нестеренко Н.Ю.		
Оценка складской логистики на предприятии рыбной отрасли	92	
Токарева Г.А.		
Управление инвестициями в человеческий капитал в системе государственной службы	97	
Плотницкая М.Р.		
Толерантность к неопределенности как фактор формирования образа мира личности	105	
Правила направления, рецензирования и опубликования рукописей статей		115
Правила оформления рукописей статей		117
Информация об авторах		122

Contents

SECTION I. ENGINEERING SCIENCES AND INFORMATION SYSTEMS

Belozyorov P.A., Shvetsov V.A., Belavina O.A., Shyun'kin D.V., Korostylyov D.V., Pahomov V.A., Malinovskiy S.A.	
Bases of checkpoints selection technique to measure protective potential of vessels steel hull	6
Bukaros A.Y., Trudnev S.Y., Onischenko O.A.	
Development of subsystem simulation model "Resistance moment of single-piston compressor"	12
Karpovich O.Y., Marchenko A.A., Onischenko O.A.	
Control actions-impact evaluation on mechanical characteristics of valve-inductor electric drive	16
Mandrikova O.V., Glushkova N.V., Polozov Yu.A.	
Modeling and analysis of complex time series	23
Fazilov Sh. Kh., Mirzaev N.M., Mirzaev O.N., Karimov I.K.	
Algorithms for diagnosis of plant diseases according to the leaves images	32

SECTION II. ECOLOGY, BIOLOGICAL RESOURCES AND THEIR EXPLOITATION

Archibisova A.S., Efimov A.A., Efimova M.V.	
Study of carbon dioxide influence on lipids stability during salmon frozen mince storage	41
Blagonravova M.V., Gritsaenko L.D.	
Classification specification of fish salting methods	45
Efimova M.V., Patik N.S., Kuzmichev U.V., Urushadze D.S., Alimov N.A., Smirnova A.E.	
Quality research of salmon caviar made with adding phosphates	49
Klimova A.V., Klochkova N.G.	
Laminaria algae of eastern Kamchatka and western part of the Bering sea. History and area of research, new goals	55
Pisareva N.A.	
Peculiarities of ecological and geographical variability of lamellar red algae of Kamchatka coastal waters	67

SECTION III. ECONOMICS AND SOCIAL DEVELOPMENT

Eremina M.U.	
Formation of logistic-oriented intra-firm control mechanism of fishery business-structures	75
Mishchenko N.G.	
Planning procedure of fishery enterprises production activity	82
Nesterenko N.Y.	
Assessment of warehousing logistics at fishing enterprises	92
Tokareva G.A.	
The human capital investment management in state civil service	97
Plotnitskaya M.R.	
Tolerance to uncertainty as image forming factor of personality world	105
 Regulations for manuscripts direction, reviewing and publication	 115
Manuscripts guidelines	117
Information about authors	122

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 620.19:629.5.023

П.А. Белозеров¹, В.А. Швецов², О.А. Белавина², Д.В. Шунькин²,
Д.В. Коростылёв², В.А. Пахомов², С.А. Малиновский²

¹ Министерство обороны РФ, Петропавловск-Камчатский;

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

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ВЫБОРА КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТАЛЬНЫХ КОРПУСОВ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ

Предложен способ выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов. Применение этого способа позволяет установить расположение районов наибольшей коррозии в наружной обшивке и снизить трудоемкость контроля протекторной защиты корпуса судна от коррозии.

Ключевые слова: коррозия стальных корпусов кораблей и судов, электрохимическая защита корпуса судна от коррозии, протекторная защита, измерение защитного потенциала корпуса судна.

P.A. Belozyorov¹, V.A. Shvetsov², O.A. Belavina², D.V. Shyun'kin², D.V. Korostylov⁵, V.A. Pahomov², S.A. Malinovskiy² (¹Ministry of Defense of the Russian Federation, Petropavlovsk-Kamchatsky; ²Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Bases of checkpoints selection technique to measure protective potential of vessels steel hull**

Checkpoints selection technique to measure protective potential of vessels steel hull was introduced. The application of this method allows to reveal the most corrosive places in the hull plating and to decline monitoring labour-intensiveness of vessel hull protection from corrosion.

Key words: vessel hull corrosion, electrochemical protection of vessel hull from corrosion, protection, protective potential measurement of vessel hull.

Коррозия стальных корпусов кораблей и судов – одна из главных причин износа судов, снижения их прочности и безопасности [1, 2].

Предупреждение преждевременного износа корпуса судна (корабля) является повседневной задачей экипажа судна [3, 4].

Для защиты стальных корпусов кораблей и судов от коррозии используются системы электрохимической защиты (катодные и протекторные), которые должны обеспечить необходимый потенциал (минус 0,85 В) корпуса [5, 6].

На судах рыбопромыслового флота и большинстве кораблей для защиты стальных корпусов от коррозии применяют протекторную защиту [6, 7].

Согласно НД [6] «при работе системы протекторной защиты периодически ... необходимо измерять потенциал корпуса защищаемого объекта в контрольных точках по длине корпуса ... как вблизи протекторов, так и в наиболее удаленных от них точках ...».

В системах протекторной защиты используют десятки протекторов (например, на корпусе рыболовного сейнера после ремонта установлено 25 протекторов). Следовательно, периодически необходимо выполнять большое количество контрольных измерений защитного потенциала корпуса (50 измерений и более), а на это потребуется много времени (более трех часов). Однако необходимость выполнения такого большого количества измерений защитного потенциала корпуса судна (корабля) недостаточно обоснована [8].

Например, известно [1], что наружная обшивка корродирует весьма неравномерно. Следовательно, необходимо в первую очередь измерять защитный потенциал корпуса судна в кон-

трольных точках, соответствующих районам наибольшей коррозии. Однако экипаж судна не обеспечен методикой выявления этих точек.

Цель настоящей работы – обоснование способа выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов.

Для достижения поставленной цели был выполнен следующий эксперимент. Исследовали интенсивность коррозии наружной обшивки судна типа «Килектор» (проект 141). В качестве критерия интенсивности коррозии использовали значения силы тока, измеренной с помощью прибора ДВ-1 [9] в цепи: протектор – наружная обшивка – миллиамперметр – электрод сравнения – морская вода.

На судне нет схемы расположения протекторов на корпусе судна, поэтому измерения выполняли следующим образом. Выбрали по 97 контрольных точек на правом и на левом фальш-бортах судна. Расстояние между контрольными точками – 1 м. В каждой контрольной точке к хорошо защищенной поверхности фальшборта при помощи съемного контакта и контрольного провода присоединяли прибор ДВ-1. При этом электрод сравнения (часть прибора) опускали через борт в воду. В каждой контрольной точке дважды измеряли силу тока. Измерения проводили в стояночном режиме в период с 4.11.2013 по 1.12.2013. Результаты измерений приведены в табл. 1 и на рисунке.

Из полученных экспериментальных данных следует, что на левом борту интенсивность коррозии наружной обшивки равномерно возрастает по направлению от бака к корме, в районе, расположенном между точками № 59 и № 97. Снижение значения измеряемой величины силы тока в этом районе свидетельствует о том, что в нем вследствие усиления коррозионного процесса увеличивается расход защитного тока (создаваемого протекторами), необходимого для защиты кормы и гребных винтов.

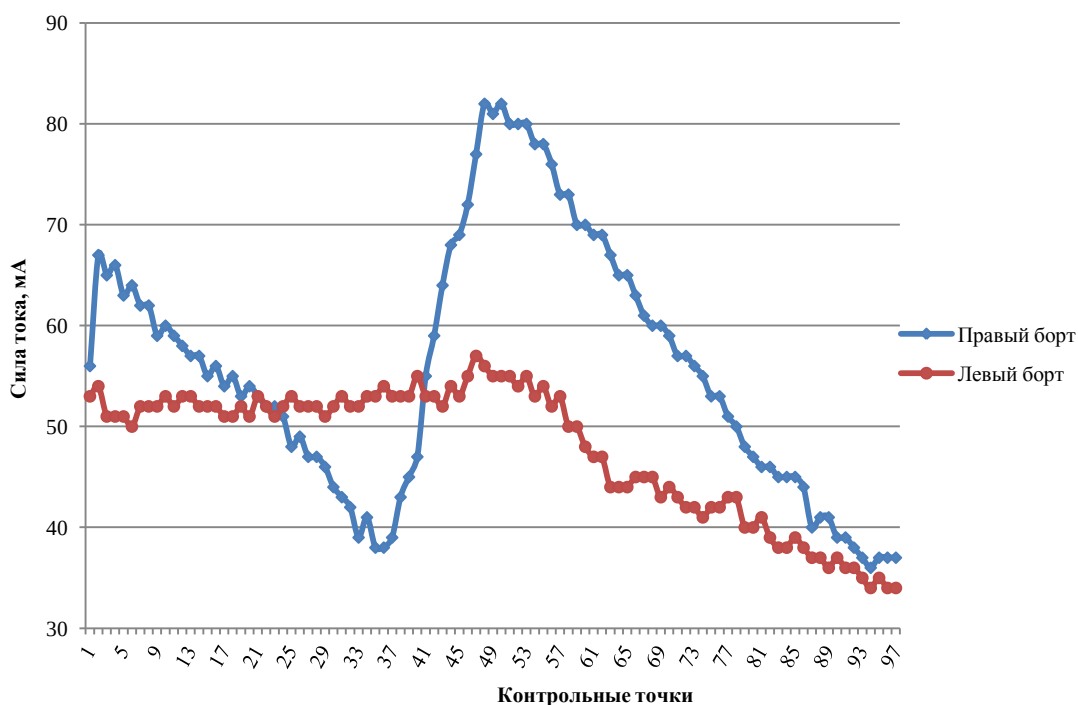
Таблица 1

Результаты измерений силы тока при подключении прибора ДВ-1 в контрольных точках

№ точки	Правый борт				Левый борт			
	Дата измерения	Сила тока (мА)			Дата измерения	Сила тока (мА)		
		Первое измерение, C_1	Второе измерение, C_2	Среднее значение, $\bar{C}$		Первое измерение, C_1	Второе измерение, C_2	Среднее значение, $\bar{C}$
1	4.11.2013	65	65	65,0	11.11.2013	53	53	53,0
2		67	69	68,0		54	52	53,0
3		65	66	65,5		51	51	51,0
4		66	66	66,0		51	51	51,0
5	5.11.2013	63	64	63,5	12.11.2013	51	52	51,5
6		64	63	63,5		50	52	51,0
7		62	62	62,0		52	51	51,5
8		62	61	61,5		52	53	52,5
9	6.11.2013	59	60	59,5	13.11.2013	52	52	52,0
10		60	60	60,0		53	52	52,5
11		59	58	58,5		52	52	52,0
12		58	58	58,0		53	53	53,0
13	7.11.2013	57	57	57,0	14.11.2013	53	53	53,0
14		57	57	57,0		52	51	51,5
15		55	55	55,0		52	50	51,0
16		56	55	55,5		52	50	51,0
17	8.11.2013	54	56	55,0	15.11.2013	51	51	51,0
18		55	55	55,0		51	50	50,5
19		53	53	53,0		52	52	52,0
20		54	53	53,5		51	51	51,0
21	9.11.2013	53	52	52,5	16.11.2013	53	53	53,0
22		52	52	52,0		52	51	51,5
23		52	52	52,0		51	52	51,5
24		51	50	50,5		52	52	52,0
25	11.11.2013	48	48	48,0	17.11.2013	53	52	52,5
26		49	48	48,5		52	52	52,0
27		47	47	47,0		52	52	52,0
28		47	47	47,0		52	52	52,0

№ точки	Правый борт				Левый борт			
	Дата измерения	Сила тока (мА)			Дата измерения	Сила тока (мА)		
		Первое измерение, C_1	Второе измерение, C_2	Среднее значение, $\bar{C}$		Первое измерение, C_1	Второе измерение, C_2	Среднее значение, $\bar{C}$
29	12.11.2013	46	46	46,0	18.11.2013	51	51	51,0
30		44	43	43,5		52	53	52,5
31		43	43	43,0		53	52	52,5
32		42	42	42,0		52	53	52,5
33	13.11.2013	39	40	39,5	19.11.2013	52	52	52,0
34		41	40	40,5		53	53	53,0
35		38	37	37,5		53	54	53,5
36		38	37	37,5		54	54	54,0
37	14.11.2013	39	41	40,0	20.11.2013	53	54	53,5
38		43	44	43,5		53	54	53,5
39		45	45	45,0		53	53	53,0
40		47	47	47,0		55	54	54,5
41	15.11.2013	55	56	55,5	21.11.2013	53	55	54,0
42		59	57	58,0		53	55	54,0
43		64	63	63,5		52	52	52,0
44		68	67	67,5		54	55	54,5
45	16.11.2013	69	70	69,5	23.11.2013	53	52	52,5
46		72	74	73,0		55	53	54,0
47		77	78	77,5		57	55	56,0
48		82	83	82,5		56	55	55,5
49	17.11.2013	81	81	81,0	24.11.2013	55	55	55,0
50		82	82	82,0		55	55	55,0
51		80	80	80,0		55	56	55,5
52		80	80	80,0		54	56	55,0
53	18.11.2013	80	80	80,0	25.11.2013	55	55	55,0
54		78	78	78,0		53	53	53,0
55		78	78	78,0		54	56	55,0
56		76	76	76,0		52	53	52,5
57	19.11.2013	73	72	72,5	26.11.2013	53	54	53,5
58		73	73	73,0		50	51	50,5
59		70	69	69,5		50	50	50,0
60		70	69	69,5		48	50	49,0
61	20.11.2013	69	69	69,0	27.11.2013	47	50	48,5
62		69	70	69,5		47	49	48,0
63		67	68	67,5		44	49	46,5
64		65	65	65,0		44	49	46,5
65	21.11.2013	65	65	65,0	28.11.2013	44	48	46,0
66		63	63	63,0		45	47	46,0
67		61	62	61,5		45	47	46,0
68		60	62	61,0		45	46	45,5
69	23.11.2013	60	60	60,0	30.11.2013	43	46	44,5
70		59	60	59,5		44	46	45,0
71		57	57	57,0		43	45	44,0
72		57	58	57,5		42	43	42,5
73	24.11.2013	56	56	56,0	1.12.2013	42	42	42,0
74		55	56	55,5		41	42	41,5
75		53	53	53,0		42	42	42,0
76		53	53	53,0		42	41	41,5
77	25.11.2013	51	51	51,0	2.12.2013	43	42	42,5
78		50	49	49,5		43	42	42,5
79		48	47	47,5		40	42	41,0
80		47	47	47,0		40	41	40,5
81	26.11.2013	46	48	47,0	3.12.2013	41	40	40,5
82		46	46	46,0		39	40	39,5
83		45	46	45,5		38	37	37,5
84		45	45	45,0		38	37	37,5

№ точки	Правый борт				Левый борт			
	Дата измерения	Сила тока (мА)			Дата измерения	Сила тока (мА)		
		Первое измерение, C_1	Второе измерение, C_2	Среднее значение, $\hat{C}$		Первое измерение, C_1	Второе измерение, C_2	Среднее значение, $\hat{C}$
85	27.11.2013	45	45	45,0	4.12.2013	39	38	38,5
86		44	45	44,5		38	37	37,5
87		40	40	40,0		37	37	37,0
88		41	41	41,0		37	37	37,0
89	28.11.2013	41	40	40,5	5.12.2013	36	36	36,0
90		39	39	39,0		37	36	36,5
91		39	38	38,5		36	37	36,5
92		38	38	38,0		36	35	35,5
93	30.11.2013	37	38	37,5	6.12.2013	35	36	35,5
94		36	36	36,0		34	36	35,0
95		37	37	37,0		35	35	35,0
96		37	36	36,5		34	35	34,5
97	1.12.2013	37	38	37,5	7.12.2013	34	34	34,0



Зависимости измеряемой силы тока от расположения контрольных точек на правом и левом бортах судна

Таким образом, в наружной обшивке левого борта судна можно выделить два района, отличающиеся по интенсивности коррозии: 1-й район, расположенный между контрольными точками № 1 и № 59; 2-й район, расположенный между точками № 59 и № 97. Поэтому контрольные измерения защитного потенциала корпуса судна на левом борту необходимо проводить в первую очередь в точках № 59 и № 97. В качестве дополнительных контрольных точек целесообразно использовать точки № 1 и № 49 [8].

В наружной обшивке правого борта судна можно выделить два района наибольшей интенсивности коррозии: 1-й район, расположенный между точками № 25 и № 40; 2-й район, расположенный между точками № 78 и № 97. Поэтому защитный потенциал корпуса судна на правом борту необходимо периодически контролировать в первую очередь в точках № 25, № 40, № 78 и № 97. Кроме того нужно измерять защитный потенциал в точках № 1 и № 49 [8]. Различия в закономерностях процесса коррозии наружной обшивки левого и правого бортов судна обусловлены расположением подруливающего устройства (точки № 35 и № 36) по правому борту судна.

Измерения, результаты которых приведены в табл. 1, выполнялись в разное время. Поэтому для того, чтобы использовать методику данного эксперимента в качестве стандартного способа

выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала корпуса судна, необходимо оценить прецизионность (воспроизводимость) результатов измерений [10], выполненных в разное время. Иными словами, необходимо показать, что фактор «время» не влияет на результаты измерений, полученных с помощью прибора ДВ-1. Для этого выполнили дополнительный эксперимент.

В период с 13.01.2013 по 19.01.2013 измеряли силу тока в измерительных цепях, образующихся при подключении прибора ДВ-1 к правому фальшборту в контрольных точках № 64 и № 89. В каждой точке выполнили по 30 измерений (представительная выборка измерений) силы тока, затем были получены точечные оценки прецизионности результатов измерений [10]. Результаты измерений и статистических расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Дополнительные результаты измерений силы тока
и расчетов точечных оценок их прецизионности**

Дата/группа измерений	№ измерения	Значения результатов измерений силы тока, мА, и статистических расчетов в контрольных точках №			
		64		89	
		Результат измерения, C_i	Результаты расчетов: среднее значение – $\hat{C}$; дисперсия – S^2 ; стандартное отклонение – S ; коэффициент вариации – V	Результат измерения, C_i	Результаты расчетов: среднее значение – $\hat{C}$; дисперсия – S^2 ; стандартное отклонение – S ; коэффициент вариации – V
13.01.2014/I	1	66	$\hat{C} = 65,6$; $S^2 = 0,30$; $S = 0,55$; $V = 0,84\%$	40	$\hat{C} = 40,2$; $S^2 = 0,20$; $S = 0,45$; $V = 1,11\%$
	2	66		40	
	3	65		40	
	4	65		41	
	5	66		40	
15.01.2014/II	6	66	$\hat{C} = 66,4$; $S^2 = 0,30$; $S = 0,55$; $V = 0,83\%$	41	$\hat{C} = 40,8$; $S^2 = 0,20$; $S = 0,45$; $V = 1,10\%$
	7	67		41	
	8	67		41	
	9	66		41	
	10	66		40	
16.01.2014/III	11	65	$\hat{C} = 65,6$; $S^2 = 0,30$; $S = 0,55$; $V = 0,84\%$	41	$\hat{C} = 40,8$; $S^2 = 0,20$; $S = 0,45$; $V = 1,10\%$
	12	66		41	
	13	66		41	
	14	66		40	
	15	65		41	
17.01.2014/IV	16	66	$\hat{C} = 66,2$; $S^2 = 0,70$; $S = 0,84$; $V = 1,26\%$	41	$\hat{C} = 40,0$; $S^2 = 0,50$; $S = 0,71$; $V = 1,77\%$
	17	67		40	
	18	66		40	
	19	67		39	
	20	65		40	
18.01.2014/V	21	66	$\hat{C} = 65,6$; $S^2 = 0,30$; $S = 0,55$; $V = 0,84\%$	41	$\hat{C} = 40,6$; $S^2 = 0,80$; $S = 0,89$; $V = 2,20\%$
	22	66		39	
	23	66		41	
	24	65		41	
	25	65		41	
19.01.2014/VI	26	65	$\hat{C} = 66,0$; $S^2 = 0,50$; $S = 0,71$; $V = 1,07\%$	40	$\hat{C} = 40,2$; $S^2 = 0,70$; $S = 0,84$; $V = 2,08\%$
	27	66		41	
	28	67		41	
	29	66		40	
	30	66		39	
Для всех измерений в контрольной точке			$\hat{C} = 65,9$; $S^2 = 0,16$; $S = 0,39$; $V = 0,60\%$	$\hat{C} = 40,4$; $S^2 = 0,15$; $S = 0,39$; $V = 0,96\%$	

Из экспериментальных и расчетных данных, приведенных в табл. 2, следует, что результаты измерений силы тока, в контрольно-измерительных цепях, полученные с помощью прибора ДВ-1, отличаются достаточно высокой прецизионностью ($V \leq 2,2\%$).

Результаты измерений, полученные в различных точках (№ 64 и № 89), являются равноточными, так как при сравнении дисперсий по критерию Фишера получили [11]:

$$F = 0,155/0,150 = 1,03; F = 1,03 < F(0,05; f_1 = 30; f_2 = 30) = 1,84.$$

Дисперсии однородны, таким образом показано, что с помощью прибора ДВ-1 можно получить воспроизводимые результаты измерений при выполнении их в разное время.

Между средними значениями результатов измерений в точках № 64 и № 89 имеется различие, значимость которого подтверждена с помощью критерия Стьюдента [11]:

$$t = \frac{65,9 - 40,4}{0,391} \cdot \sqrt{\frac{30 \cdot 30}{30 + 30}} = 252,4; t = 252,4 > t(0,01; f = 60) = 1,67.$$

Различие носит систематический характер. Следовательно, точки № 64 и № 89 относятся к районам с различной интенсивностью коррозии.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

- 1) с помощью прибора ДВ-1 можно выделить районы наружной обшивки, подвергающиеся наибольшей коррозии;
- 2) количество контрольных точек, используемых для измерения защитного потенциала корпуса, может быть значительно сокращено.
- 3) на судне должны быть оборудованы контрольно-измерительные пункты, на которых указывается привязка точек присоединения контрольного провода к корпусу судна.

Литература

1. Марткович А.М. Борьба с коррозией корпуса судна. – М.: Морской транспорт, 1955. – 170 с.
2. Зобочев Ю.Е., Солинская Э.В. Защита судов от коррозии и обрастания. – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
3. Максимаджи А.И., Беленький Л.М., Бринер А.С. Оценка технического состояния корпусов морских судов. – Л.: Судостроение, 1982. – 156 с.
4. Коробцов И.М. Техническое обслуживание и ремонт флота. – М.: Транспорт, 1975. – 195 с.
5. Улиг Г.Т., Ревя Р.У. Коррозия и борьба с ней. – Л.: Химия, 1989. – 454 с.
6. ГОСТ 9.056-75 Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 16 с.
7. Справочник судоремонтника-корпусника / под ред. А.Д. Юнитера. – М.: Транспорт, 1977. – 351 с.
8. ГОСТ 28812-83 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 45 с.
9. Швецов В.А., Шунькин Д.В., Белозеров П.А. Патент на полезную модель № 128719. – 2013. Бюл. № 15.
10. Смагунова А.Н., Шмелёва Е.И., Швецов В.А. Алгоритмы оперативного и статистического контроля качества работы аналитической лаборатории: метод. руководство. – Новосибирск: Наука, 2008. – 60 с.
11. Смагунова А.Н., Карпукова О.М. Методы математической статистики в аналитической химии: учеб. пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2012. – 346 с.

А.Ю. Букарос¹, С.Ю. Труднев², О.А. Онищенко³

¹Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, 65028;

²Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003;

³Одесская национальная морская академия, г. Одесса, 65029

e-mail: jeegsaw@mail.ru

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОДСИСТЕМЫ «МОМЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ОДНОПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА»

Предложены математические выражения и последовательность расчета момента сопротивления однопоршневого компрессора. На основе разработанной математической модели подсистемы «момент сопротивления однопоршневого компрессора» выполнен анализ изменения момента сопротивления в функции угла поворота вала приводного электродвигателя, конструктивных особенностей компрессора и условий его функционирования. Для компрессора ХКВ-6 малой холодильной установки проведена верификация результатов моделирования при работе на воздухе.

Ключевые слова: однопоршневой компрессор, момент сопротивления, угол поворота, моделирование.

A.Y. Bukaros¹, S.Y. Trudnev², O.A. Onischenko³ (¹Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, 65028; ²Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ³Odessa National Maritime Academy, Odessa, 65029). **Development of subsystem simulation model «Resistance moment of single-piston compressor»**

Mathematical expressions and calculation sequence of single-piston compressor's resistance moment are introduced. Based on the mathematical subsystem's model "resistance moment of single-piston compressor" we analyzed changes of resistance moment in the function of rotation angle of drive motor shaft, analyzed compressor's design features and conditions of its functioning. We verified simulation results while working in the open air for compressor ХКВ-6 of a small refrigerating plant.

Key words: single-piston compressor, moment of resistance, rotation angle, simulation.

Однопоршневые компрессоры находят широкое применение в различных судовых технологических механизмах, в том числе и в судовых холодильных и морозильных установках малой и средней холодопроизводительности. Тенденции развития современной электромеханики показывают, что при проектировании и модернизации разнообразных технологических механизмов и установок основное внимание уделяется развитию и применению принципов энергосбережения [1]. Наибольший эффект энергосбережения достигается использованием способов плавного регулирования производительности таких механизмов и установок, причем в строгой зависимости от технологической потребности и средствами регулируемого электропривода [1, 2]. До сегодняшнего времени считалось, что однопоршневые компрессоры малой и средней производительности должны работать только в релейном режиме регулирования производительности – «включено/выключено». Однако в связи с их массовостью и появившимися современными возможностями управления (например, частотными преобразователями различного типа) возникают многочисленные, не решенные до настоящего времени, задачи: технико-экономического обоснования, оценки достижимых энергетических свойств и характеристик, повышения энергетического фактора, снижения уровня пусковых токов, синтеза законов управления и другие. Очевидно, что комплексное решение таких задач возможно только средствами математического моделирования. Однако реализация математических моделей холодильных и компрессорных установок различного назначения существенно затруднена, поскольку момент сопротивления однопоршневых компрессоров сложно поддается аналитическому описанию и изменяется в зависимости от ряда факторов [3, 4].

Решению поставленной задачи посвящена данная статья.

Рассмотрим, предварительно, динамику кривошипного механизма (КШМ) компрессора, упрощенная конструкция которого показана на рис. 1.

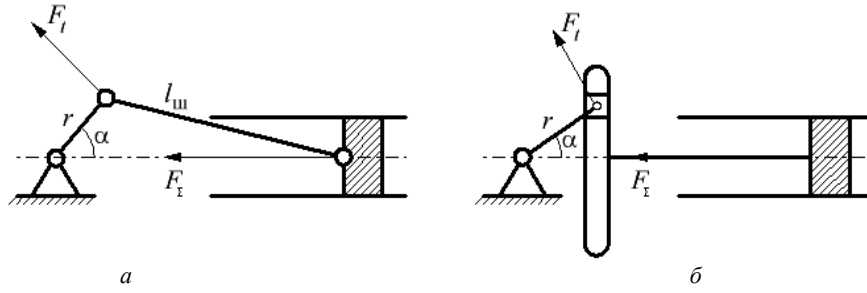


Рис. 1. Идеализованная кинематическая схема кривошипного механизма компрессора:
а – кривошипно-шатунный механизм; б – кривошипно-кулисный механизм

Разновидности КШМ компрессора с шатуном (1, а) и кулисой (1, б) встречаются в различных компрессорах и очень похожи по принципу действия. Кроме того, можно утверждать [1, 2], что кривошипно-кулисный механизм является частным случаем кривошипно-шатунного механизма с бесконечно длинным шатуном. Поэтому в дальнейшем рассматриваем динамику кривошипно-шатунного механизма (при необходимости для кривошипно-кулисного механизма принимаем длину шатуна $l_{ш} \approx \infty$).

Известно [3], что на поршень компрессора действует суммарная сила F_{Σ} , равная:

$$F_{\Sigma} = F_{\Gamma} + F_j + F_{\text{тр}}, \quad (1)$$

где F_{Γ} – газовая сила, действующая на поршень; F_j – суммарная сила инерции поступательно движущихся частей, в данном случае поршня; $F_{\text{тр}}$ – силы трения, действующие на поршень. Все силы, входящие в выражение (1), зависят от угла поворота вала электродвигателя компрессора, поэтому задача моделирования момента сопротивления компрессора сводится к определению зависимостей $F_{\Gamma}(\alpha)$, $F_j(\alpha)$ и $F_{\text{тр}}(\alpha)$.

Например, в компрессоре холодильной установки действующая на поршень газовая сила определяется давлением паров холодильного агента P_{Γ} и площадью поверхности поршня $S_{\text{п}}$:

$$F_{\Gamma}(\alpha) = P_{\Gamma}(\alpha) \cdot S_{\text{п}}. \quad (2)$$

Зависимость $P_{\Gamma}(\alpha)$ можно описать аналитически, используя схематизированную индикаторную диаграмму работы компрессора [3–5], пример которой изображен на рис. 2.

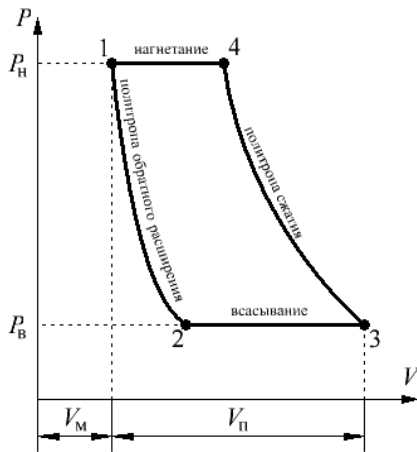


Рис. 2. Упрощенная индикаторная диаграмма компрессора

Если известны давления нагнетания $P_{\text{н}}$ и всасывания $P_{\text{в}}$ компрессора, мертвый объем $V_{\text{м}}$ и объем цилиндра $V_{\text{п}}$, описываемый поршнем, а также показатели политроп сжатия $n_{\text{с}}$ и обратного расширения $n_{\text{р}}$, то зависимость давления паров холодильного агента P_{Γ} от описываемого объема V определяется следующим образом [3]:

$$\left. \begin{aligned} P_{\Gamma}(V) &= P_{\text{н}} \cdot \left(\frac{V_{\text{м}}}{V} \right)^{n_{\text{р}}}, & \text{политропа 1-2} \\ P_{\Gamma}(V) &= P_{\text{в}} \cdot \left(\frac{V_{\text{м}} + V_{\text{п}}}{V} \right)^{n_{\text{с}}}, & \text{политропа 3-4} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$P_{\text{в}} \leq P_{\Gamma}(V) \leq P_{\text{н}}$$

В свою очередь объем цилиндра, описываемый поршнем, пропорционален ходу поршня h , который исходя из кинематической схемы, приведенной на рис. 1, можно приблизительно описать следующим выражением:

$$h(\alpha) \approx r \cdot \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda_r}{4} \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right], \quad (4)$$

где r – радиус кривошипа, $\lambda_r = r/l_{ш}$ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна.

Таким образом, объем, описываемый поршнем, при условии начала движения от нижней мертвой точки [3, 4]:

$$V(\alpha) = V_M + S_{\pi} \cdot h(\alpha) = V_M + S_{\pi} \cdot r \cdot \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda_r}{4} \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right]. \quad (5)$$

Подставив выражение (5) в (3), с учетом (2) получим окончательно:

$$F_r(\alpha) = P_{\pi} \cdot S_{\pi} \cdot \left(\frac{V_M}{V_M + S_{\pi} \cdot r \cdot \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda_r}{4} \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right]} \right)^{n_p}, \quad 0 \leq \alpha < \pi$$

$$F_r(\alpha) = P_{\pi} \cdot S_{\pi} \cdot \left(\frac{V_M + V_{\pi}}{V_M + S_{\pi} \cdot r \cdot \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda_r}{4} \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right]} \right)^{n_c}, \quad \pi \leq \alpha < 2\pi \quad (6)$$

$$P_{\pi} \cdot S_{\pi} \leq F_r(\alpha) \leq P_{\pi} \cdot S_{\pi}.$$

Для кривошипно-кулисного механизма в выражениях необходимо положить $\lambda_r = 0$.

Суммарную силу инерции поступательно движущихся частей КШМ компрессора можно определить, зная ускорение поршня j_{π} и сосредоточенную массу m_d всех деталей механизма (поршня, штока, шатуна или крейцкопфа и кулисы):

$$F_j(\alpha) = m_d \cdot j_{\pi}(\alpha). \quad (7)$$

Ускорение поршня может быть получено двойным дифференцированием выражения хода поршня (4) по времени:

$$j_{\pi}(\alpha) = \frac{d^2 l_{\pi}}{dt^2} = \frac{d^2 l_{\pi}}{d\alpha^2} \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \alpha + \lambda_r \cdot \cos 2\alpha), \quad (8)$$

где ω – угловая частота вращения ротора двигателя компрессора. Таким образом, сила инерции КШМ:

$$F_j(\alpha) = m_d \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \alpha + \lambda_r \cdot \cos 2\alpha). \quad (9)$$

Силы трения, действующие на поршень, можно выразить через индикаторную мощность $N_{\text{инд}}$ и механический КПД компрессора $\eta_{\text{мех}}$ по рекомендациям [3]:

$$F_{\text{тр}}(\alpha) = (0,6 \dots 0,7) \frac{N_{\text{инд}}(\alpha)}{2 \cdot h \cdot n} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{\text{мех}}} - 1 \right), \quad (10)$$

где n – частота вращения ротора двигателя компрессора, а $\eta_{\text{мех}}$ рекомендуется [3, 4] принимать в пределах 0,8...0,95. В свою очередь, пренебрегая потерями в нагнетательной и всасывающей линиях, индикаторную мощность можно определить так:

$$N_{\text{инд}}(\alpha) = P_{\pi} \cdot V_{\pi} \cdot \left(1 - \frac{V_M}{V_{\pi}} \cdot \left[\left(\frac{P_{\pi}}{P_{\pi}} \right)^{\frac{1}{k}} - 1 \right] \right) \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \left[\left(\frac{P_{\pi}}{P_{\pi}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right], \quad (11)$$

где $k \approx n_c \approx n_p$ – показатель адиабаты [3, 4]. Подставляя выражение (11) в (10), получим:

$$F_{\text{тр}}(\alpha) = (0,6 \dots 0,7) \frac{P_{\pi} \cdot S_{\pi}}{2 \cdot n_2} \cdot \left(1 - \frac{V_M}{V_{\pi}} \cdot \left[\left(\frac{P_{\pi}}{P_{\pi}} \right)^{\frac{1}{k}} - 1 \right] \right) \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \left[\left(\frac{P_{\pi}}{P_{\pi}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \cdot \left(\frac{1}{\eta_{\text{мех}}} - 1 \right). \quad (12)$$

Можно заключить, что силы трения при возвратно-поступательных движениях поршня не зависят от угла поворота вала компрессора, а лишь меняют свое направление при прохождении поршнем мертвых точек (реактивный момент сопротивления).

Момент сопротивления, с которым одноцилиндровый компрессор противодействует вращению вала электродвигателя, определяется как:

$$M_c(\alpha) = P_\Sigma(\alpha) \cdot r. \quad (13)$$

При этом необходимо учитывать момент сопротивления $M_{тр.вр}$, возникающий в результате действия сил трения на вращающийся кривошип с шатуном или кулисой со стороны паров холодильного агента. Этот момент сопротивления всегда положителен и определяется по аналогии с $F_{тр}$ по формуле:

$$\begin{aligned} M_{тр.вр}(\alpha) &= (0,3...0,4) \frac{N_{инд}}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n_2} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{мех}} - 1 \right) \cdot r = \\ &= (0,3...0,4) \frac{P_B \cdot V_{п}}{2 \cdot n_2} \cdot \left[1 - \frac{V_{м}}{V_{п}} \cdot \left[\left(\frac{P_H}{P_B} \right)^{\frac{1}{k}} - 1 \right] \right] \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \left[\left(\frac{P_H}{P_B} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \cdot \left(\frac{1}{\eta_{мех}} - 1 \right). \end{aligned} \quad (14)$$

Окончательно значение момента сопротивления компрессора определится выражением

$$M_c(\alpha) = P_\Sigma(\alpha) \cdot r + M_{тр.вр}. \quad (15)$$

С целью верификации результатов полученные зависимости (1), (6), (9), (12), (14) и (15) были использованы для расчета изменения момента сопротивления одноцилиндрового компрессора ХКВ-6 малой холодильной установки. Основные характеристики компрессора следующие.

1. Тип приводного электродвигателя – ДХМ-2/90.
2. Тип КШМ – кривошипно-кулисный; масса деталей КШМ, $m = 0,2$ кг.
3. Радиус кривошипа, $r = 7$ мм; диаметр цилиндра (поршня), $D_{п} = 23$ мм.
4. Максимальный ход поршня, $h_{max} = 14$ мм.
5. Относительное мертвое пространство, $V_{м} / V_{п} = 0,025$.
6. Давление всасывания (давление кипения), $P_B = 0,1325$ МПа.
7. Давление нагнетания (давление конденсации), $P_H = 1,5038$ МПа.

В результате расчетов получены зависимости момента сопротивления компрессора в функции угла поворота ротора вала электродвигателя, показанные на рис. 3.

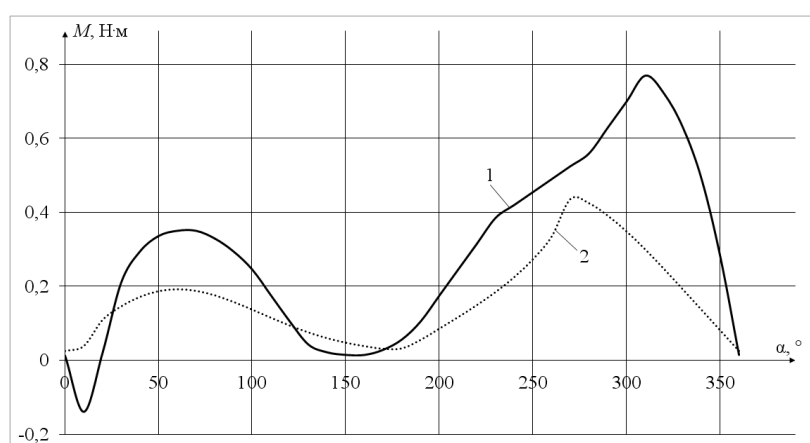


Рис. 3. Зависимость момента сопротивления компрессора ХКВ-6 от угла поворота вала приводного электродвигателя ДХМ-2/90:
1 – при номинальных условиях работы; 2 – на воздухе (при атмосферном давлении)

На рис. 3, на графике 2, показана работа компрессора на воздухе при практически одинаковых давлениях всасывания и нагнетания, равных атмосферному давлению, $P_B = P_H = 0,101$ МПа.

Расчет момента сопротивления на валу компрессора по изложенной методике показал, что среднее значение M_c в таком режиме работы ($P_B = P_H = 0,101$ МПа) равно примерно $0,175$ Н·м,

что составляет $0,58 \cdot M_n$ электродвигателя ДХМ-2/90 и практически совпадает с результатом специально проведенной дополнительной экспериментальной оценки ($M_{с.экспер} \approx 0,171 \pm 0,005 \text{ Н} \cdot \text{м}$).

Полученная зависимость $M_c(\alpha)$ реализована средствами *Matlab/Simulink* и может быть легко введена в имитационную модель холодильной или компрессорной установки в виде подсистемы *Compressor Torque*, приведенной на рис. 4. В подсистеме вычисление угла поворота ротора электродвигателя производится блоком *Integrator* со сбросом при достижении значения угла $\alpha = 2\pi$. Блок *Summary Force* рассчитывает (интерполирует) значения суммарных сил сопротивления на валу компрессора, полученных по приведенным выше уравнениям.

Моделирование подсистемы *Compressor Torque* показало, что среднее за один оборот вала электродвигателя значение момента сопротивления, рассчитанного по изложенной методике, для компрессора ХКВ-6 с электродвигателем ДХМ-2/90 составляет $0,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$, что полностью соответствует его номинальным (паспортным) данным (рис. 3, график 1).

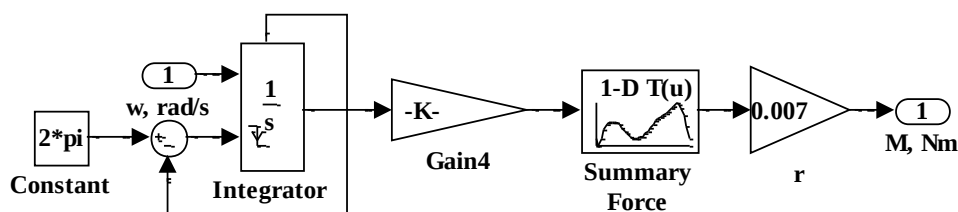


Рис. 4. Подсистема *Compressor Torque* имитационной модели холодильной установки

Таким образом, можно утверждать:

- об адекватности предложенной методики расчета и моделирования момента сопротивления на валу однопоршневого компрессора реальному физическому процессу;
- о допустимости использования разработанной подсистемы в имитационных моделях холодильно-компрессорных установок различного технологического назначения.

Литература

1. Браславский И.Я., Ишиматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: Академия, 2004. – 256 с.
2. Закладный О.М., Праховник А.В., Соловей О.И. Энергозбереження засобами промислового електроприводу: навч. посібн. – К.: Кондор, 2005. – 408 с.
3. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчет. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
4. Якобсон В.Б. Малые холодильные машины. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 368 с.
5. Оносовский В.В. Исследование холодильных машин и установок с целью повышения их эффективности: дис. ... д-ра техн. наук. – Л., 1980. – 381 с.

УДК 621.313-83

О.Я. Карпович¹, А.А. Марченко², О.А. Онищенко³

¹Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, 65028;

²Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003;

³Одесская национальная морская академия, г. Одесса, 65029

e-mail: olekar@mail.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

На основе разработанной авторами модели вентильно-индукторного электропривода выполнен анализ влияния углов включения фаз, напряжения и уставок токоограничения на характер изменения механических характеристик, форму тока и уровень пульсаций момента вентильно-индукторного двигателя.

В результате исследований установлено, что эффективными, с точки зрения снижения уровня пульсаций момента на низких скоростях, являются алгоритмы управления, осуществляющие одновременное воздействие на углы коммутации, напряжение питания и уровень токоограничения в зависимости от текущей скорости двигателя.

Ключевые слова: вентильно-индукторный электропривод, углы коммутации, механические характеристики, уставки токоограничения, моделирование.

O.Y. Karpovich¹, A.A. Marchenko², O.A. Onischenko³ (¹Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, 65028; ²Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ³Odessa National Maritime Academy, Odessa, 65029). **Control actions-impact evaluation on mechanical characteristics of valve-inductor electric drive**

Impact analysis of phase making angle, voltage and current limit settings on the mechanical characteristics behavior, current waveform and moment pulsation level of valve-inductor motor was carried out on the basis of the authors' valve-inductor electric drive model. As a result of research we proved control algorithms simultaneously affecting commutating angles, supply voltage and current limit level depending on the motor's current speed are effective in terms of reducing moment pulsation level at low speeds.

Key words: valve-inductor electric drive, commutating angles, mechanical characteristics, current limit setting, simulation.

Вентильно-индукторный электропривод (ВИП) – современный, теоретически не полностью исследованный электропривод [1–3]. Он начинает применяться во многих типах промышленных и бытовых механизмов, а также в судовых электроэнергетических системах и установках. ВИП отличается от других типов электроприводов наличием нескольких дополнительных управляющих воздействий, определяющих его основные статические, динамические и энергетические свойства [1, 2]. К этим воздействиям относятся:

- а) углы коммутации фаз, определяющие моменты времени переключения напряжения от одной фазы двигателя к другой (включения и отключения фазы);
- б) уставки уровня ограничения тока фаз;
- в) уровни постоянного напряжения, подводимого к фазам.

Как отмечено в [3], гибкое, меняющееся в зависимости от условий работы ВИП формирование углов коммутации фаз позволяет создавать более совершенные, отличающиеся от известных алгоритмы управления электроприводом. Такие алгоритмы, реализуемые с помощью микропроцессорной техники, существенно улучшают механические и энергетические характеристики ВИП, а выбор рационального соотношения между указанными выше воздействиями позволяет оптимизировать комплекс характеристик ВИП при его работе под нагрузкой [4].

Целью данной статьи является оценка влияния различных управляющих воздействий на механические характеристики ВИП, а также анализ возможных алгоритмов управления, осуществляющих одновременное воздействие на углы коммутации фаз, напряжения и уровни токоограничения в зависимости от текущей скорости вентильно-индукторного двигателя (ВИД).

Проводим такую оценку с помощью разработанной в [5] имитационной модели ВИП. В этой системе управления нет отрицательной обратной связи по скорости и применен одиночный симметричный режим коммутации ключей инвертора (частота 3,3 кГц при номинальном напряжении источника питания 280 В). Кроме того, с целью ускорения расчетов использован контур тока на основе «гибридной быстрой» модели [6] с коэффициентом обратной связи по току 0,45 В/А.

Исследование влияния на механические характеристики (МХ), форму тока и момента ВИД проведено для:

- опережающего на 2° угла включения фаз ($\theta_{ON(on)} = 6^\circ$) относительно базового угла включения ($\theta_{ON(б)} = 8^\circ$);
- отстающего на 2° угла включения ($\theta_{ON(отс)} = 10^\circ$) относительно базового угла включения ($\theta_{ON(б)} = 8^\circ$);
- изменения уставки токоограничения для базового, отстающего и опережающего углов включения фаз;
- уменьшения напряжения источника питания для базового угла включения фаз.

Угол отключения фаз во всех случаях принят неизменным – $\theta_{OFF} = 23^\circ$, а начальный (базовый) угол включения равен 8° . Зависимость изменения индуктивности для одной из фаз двигателя в функции углового положения ротора приведена на рис. 1.

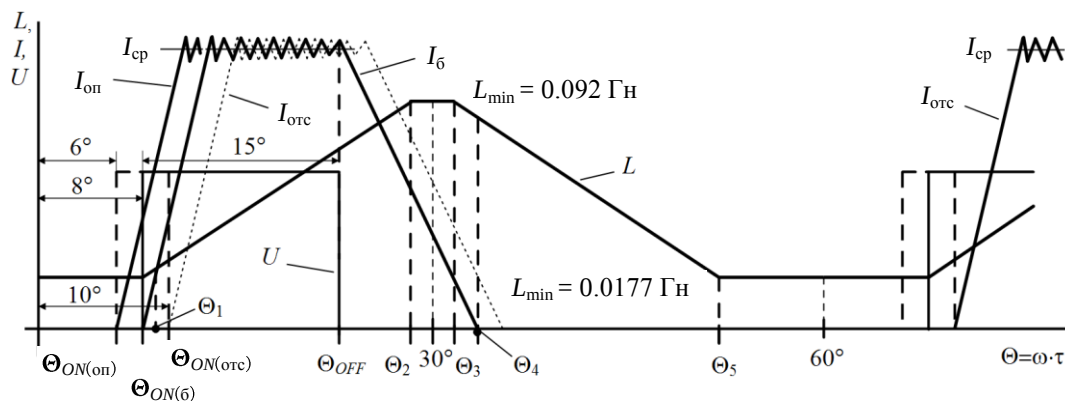


Рис. 1. Изменение индуктивности, тока и формирование углов включения/отключения для одной фазы

Как показано на рис. 1, ширина импульса для базового угла управления, коммутирующего ключи инвертора, равна $T_k = 23^\circ - 8^\circ = 15^\circ$, что соответствует ширине зубцов ротора исследуемого ВИД.

Из анализа графиков, иллюстрирующих формирование импульсов управления (базовый угол, период включения фазы T_B) для всех четырех фаз (рис. 2) двигателя, следует, что исходным при моделировании необходимо принять близкое к рассогласованному состоянию положение ротора ВИД.

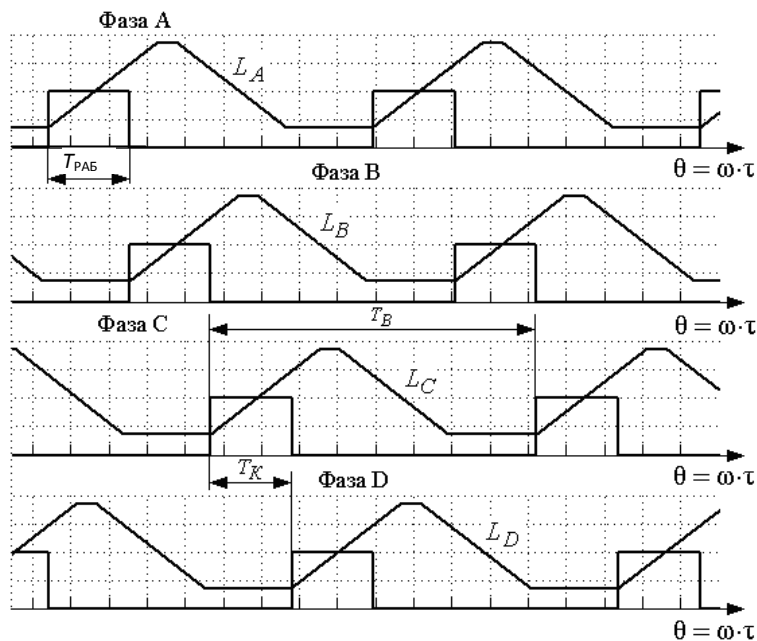


Рис. 2. Одиночная симметричная коммутация для ВИД конфигурации 8/6

Механические и регулировочные характеристики ВИД при базовых углах включения $\theta_{ON(б)} = 8^\circ$ и отключения $\theta_{OFF} = 23^\circ$ фазы, уровне токоограничения 6,67 А приведены на рис. 3 и 4 соответственно. Из приведенных на рис. 4 регулировочных характеристик следует, что поскольку зависимости $\omega = f(U_d)$ практически линейны, то для стабилизации частоты вращения при изменениях статического момента необходимо изменять напряжение источника U_d пропорционально нагрузке. Например, в тех случаях, когда в процессе эксплуатации у источника питания снижается напряжение, это позволит сформировать соответствующие корректирующие воздействия.

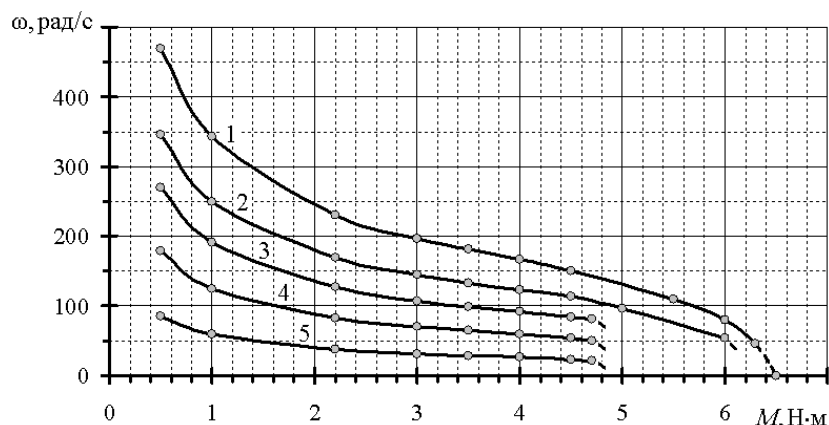


Рис. 3. Механические характеристики ВИД при различных напряжениях источника питания U_d :
 1 – 280 В (номинальное напряжение); 2 – 224 В (80% номинального);
 3 – 168 В (60%); 4 – 112 В (40%); 5 – 56 В (20%)

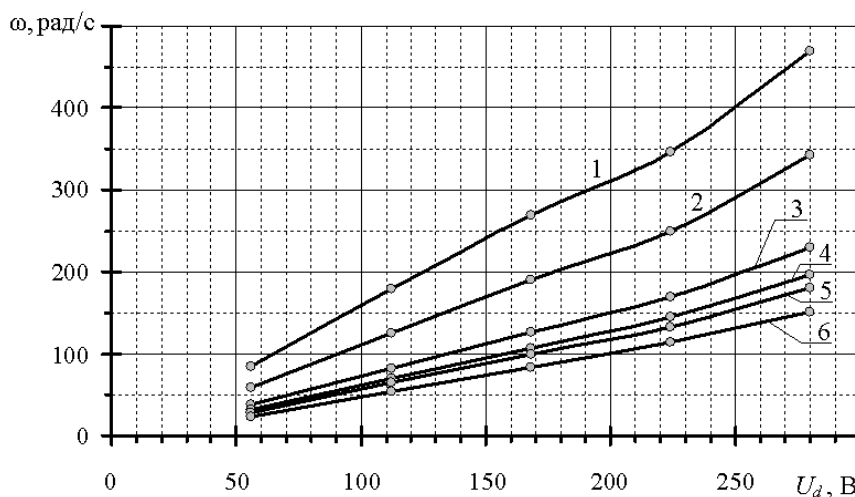


Рис. 4. Регулировочные характеристики $\omega = f(U_d)$ при базовых углах включения $\theta_{ON} = 8^\circ$ и отключения $\theta_{OFF} = 23^\circ$ фаз, токоограничения на уровне 6,67 А и фиксированных моментах сопротивления:
 1 – $M_c = 0,5 \text{ Н·м}$; 2 – $M_c = 1 \text{ Н·м}$; 3 – $M_c = 2,2 \text{ Н·м}$; 4 – $M_c = 3 \text{ Н·м}$; 5 – $M_c = 3,5 \text{ Н·м}$; 6 – $M_c = 4,5 \text{ Н·м}$

Таким образом, для регулирования скорости ВИД с обеспечением постоянства момента можно воспользоваться пропорциональным законом управления $U_d / \omega \approx \text{const}$, соответствующим зависимости М.П. Костенко для управления асинхронными электродвигателями.

Графики изменения токов в фазах двигателя при различных углах управления и статических нагрузках представлены на рис. 5.

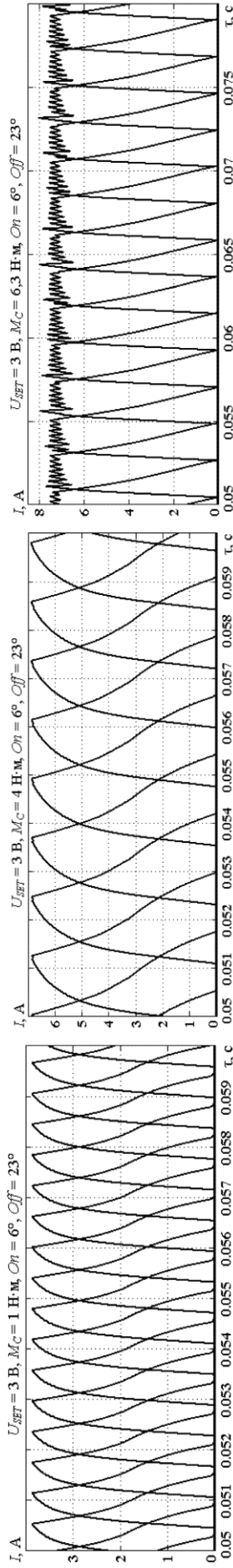
Графики изменения результирующего момента ВИД при нагрузках 1 Н·м, 4 Н·м, 6,3 Н·м, 5,5 Н·м и различных углах управления фазами приведены на рис. 6.

Анализ полученных результатов, в частности, показывает, что при опережающем угле включения ($\theta_{ON(on)}$) участки токоограничения начинаются при меньших значениях момента. Это связано с тем, что токоограничение начинает свое действие с участка, когда $dL/d\theta = 0$ (см. рис. 1) и момент практически не развивается [1], поскольку

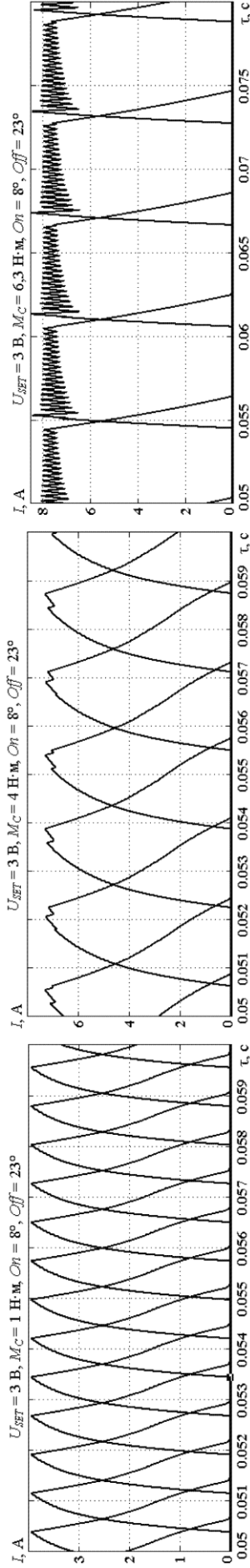
$$M = 0,5 \cdot I^2 \cdot (\Delta L / \Delta \theta) . \quad (1)$$

Как видно из рис. 5, а, при малых значениях статической нагрузки (на высоких скоростях) токоограничение отсутствует при любых углах коммутации, а из рис. 5, б (при базовом и отстающем углах) и рис. 5, в следует, что с момента нагрузки $M_c = 4 \text{ Н·м}$ токоограничение начинает свое действие, тогда как при опережающем угле (рис. 5, б) ограничения тока еще нет.

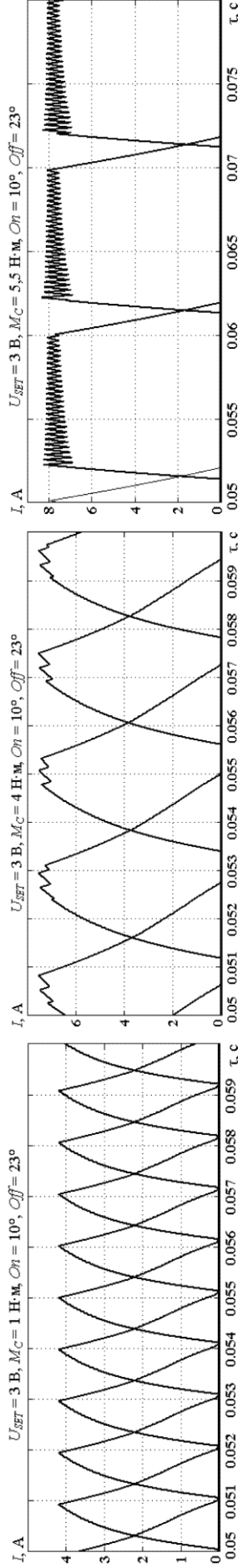
при опережающих углах включения $\theta_{ON} = 6^\circ$ и отключения $\theta_{OFF} = 23^\circ$ фаз ВИД



при базовых углах включения $\theta_{ON} = 8^\circ$ и отключения $\theta_{OFF} = 23^\circ$ фаз ВИД



при отстающих углах включения $\theta_{ON} = 10^\circ$ и отключения $\theta_{OFF} = 23^\circ$ фаз ВИД



а

б

в

Рис. 5. Графики токов в фазах ВИД при различных углах управления фазами: опережающем $\theta_{ON(on)} = 6^\circ$; базовом $\theta_{ON(б)} = 8^\circ$; отстающем $\theta_{ON(off)} = 10^\circ$ и статических нагрузках: а – $M_c = 1$ Н·м; б – $M_c = 4$ Н·м; в – $M_c = 6,3$ Н·м и $M_c = 5,5$ Н·м

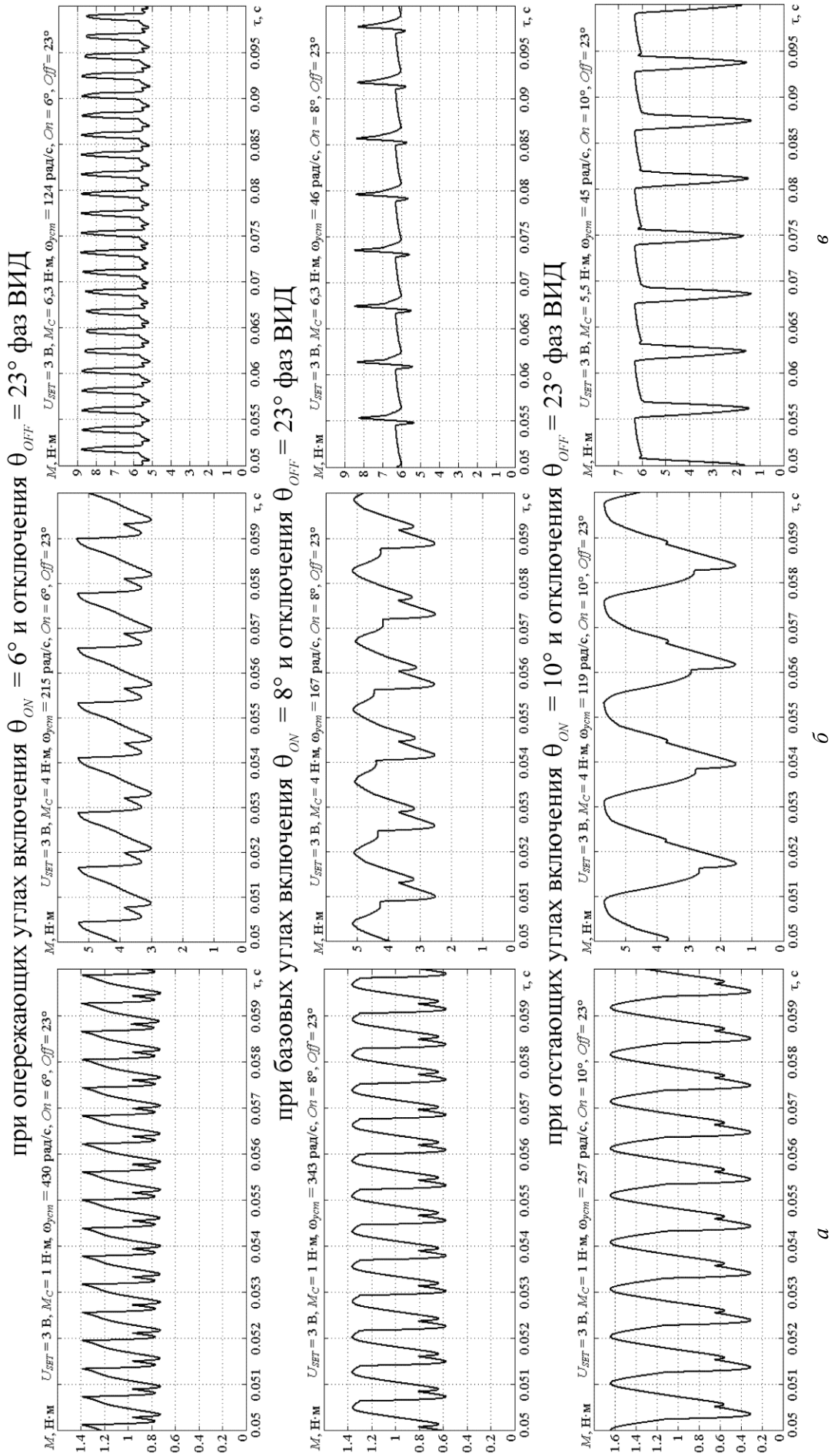


Рис. 6. Графики изменения результирующего момента ВИД при различных углах управления фазами:
опережающем $\theta_{ON(on)} = 6^\circ$; базовом $\theta_{ON(б)} = 8^\circ$; отстающем $\theta_{ON(отс)} = 10^\circ$ и
статических нагрузках: а – $M_c = 1$ Н·м; б – $M_c = 4$ Н·м; в – $M_c = 6,3$ Н·м и $M_c = 5,5$ Н·м

Это связано с тем, что при таком угле включения МХ находятся выше остальных. При отстающем угле включения МХ опускаются вниз, что определяет невозможность работы ВИД при больших статических нагрузках (более 5,5 Н·м). Отмеченные эффекты объясняются с помощью рассмотрения участков изменения тока относительно индуктивности фазы (см. рис. 1). Например, при отключении фазы при угле θ_{OFF} на участке $\theta_{OFF} \dots \theta_2$ создается движущий момент, поскольку индуктивность фазы продолжает увеличиваться и при низких скоростях протяженность участка $\theta_{OFF} \dots \theta_2$ уменьшается, приводя к снижению результирующего момента; на участке $\theta_2 \dots \theta_3$ момент нулевой, поскольку индуктивность фазы не изменяется; на участке $\theta_3 \dots \theta_4$ фаза двигателя создает тормозной момент, так как приращение индуктивности фазы отрицательное.

Амплитуды пульсаций результирующего момента ВИД при различных статических нагрузках и углах управления фазами рассчитаны по выражению:

$$\Delta M = \frac{M_{MAX} - M_{MIN}}{M_C} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Результаты расчетов приведены в таблице. Анализ ее данных показывает, что наименьшая амплитуда пульсаций электромагнитного момента достигается в диапазоне высоких и средних скоростей при опережающем угле включения, а наибольшая – при отстающем. На низких скоростях (при больших статических нагрузках) амплитуда пульсаций становится меньше уже при базовом, а не при опережающем угле включения.

Пульсации результирующего момента ВИД

M_C , Н·м	θ_{ON} , °	U_d , В	$\omega_{УСТ}$, рад/с	M_{MAX} , Н·м	M_{MIN} , Н·м	ΔM , %
1	6	280	430	1,388	0,725	66,3
		220	343	1,373	0,748	62,5
1	8	280	343	1,361	0,573	78,8
1	10	280	257	1,648	0,307	134,1
4	6	280	215	5,362	2,977	59,6
		221	167	5,210	2,950	56,5
4	8	280	167	5,138	2,514	65,6
4	10	280	119	5,678	1,500	104,5
6,3	6	280	124	8,500	5,155	53,0
		115	46	8,329	5,441	45,8
6,3	8	280	46	8,320	5,760	40,6
5,5	10	280	45	6,300	1,660	84,4

Очевидно, что в диапазоне высоких и средних скоростей для получения наименьшего значения амплитуды пульсаций результирующего момента ВИД необходимо работать с опережающим углом включения, снижая при этом напряжение источника U_d до значения, соответствующего той скорости, которая была бы при базовом угле включения.

Анализируя результаты влияния углов включения фаз, напряжения и уставок токоограничения на характер изменения механических характеристик и форму тока, можно утверждать, что эффективными, с целью снижения уровня пульсаций момента на низких скоростях (см. рис. 6), являются алгоритмы управления, осуществляющие одновременное воздействие на углы коммутации, напряжение U_d и уровень токоограничения в зависимости от текущей скорости ВИД. Дополнительной, здесь не рассмотренной, возможностью управления ВИП является изменение углов отключения фазы привода. Таким образом, установлены дополнительные возможности оптимизации алгоритмов управления ВИП при сохранении максимального момента ВИД.

Литература

1. Krishnan R. Switched reluctance motor drives. – CRC Press, 2001 – 398 p.
2. Miller T.J.E. Switched reluctance motors and their control. – Oxford: Magna Physics Publishing and Clarendon Press, 1993. – 205 p.
3. Влияние параметров коммутации на характеристики вентильно-реактивного электропривода / И.Н. Радимов, В.В. Рымша, З.П. Процына, М.В. Гулый // Электромашиностроение и электрооборудование. – 2006. – Вып. 67. – С. 82–87.

4. Determination of optimum switching angles for speed control of switched reluctance motor drive system / Hamid Ehsan Akhter et al. // Indian Journal of Engineering and Materials Sciences, 2004. – Vol. 11(3). – P.151–168.

5. Карпович О.Я, Онищенко О.А. Компьютерное исследование динамических свойств вентильно-индукторного двигателя // Электротехника и электромеханика. – 2003. – № 4. – С. 42–45.

6. Карпович О.Я., Онищенко О.А. Разработка моделей с упрощенными контурами тока для вентильно-индукторного микроэлектропривода // Вестник НТУ «ХПИ». Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – 2004. – № 43. – С. 91–94.

УДК 519.7+550.3

О.В. Мандрикова^{1,2}, Ю.А. Полозов^{1,2}, Н.В. Фетисова (Глушкова)^{1,2}

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

²Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,

с. Паратунка, Камчатский край, 684034

e-mail: oksanam1@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ СЛОЖНОЙ СТРУКТУРЫ

Предложены алгоритмы идентификации моделей временных рядов сложной структуры, основанные на совмещении вейвлетов с классом моделей авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего и нейронными сетями. Алгоритмы позволяют детально изучить структуру ряда и выделить характерные компоненты. В процессе моделирования и оценки ошибок алгоритмы позволяют выявить аномалии, обусловленные изменением структуры временного ряда.

Применение предложенных средств для моделирования временных рядов критической частоты ионосферы показало их эффективность и позволило выявить аномалии в периоды ионосферных возмущений. Построены аппроксимации временного хода параметров ионосферы для районов Камчатки и Магадана (регистрацию данных выполняет ИКИР ДВО РАН). Сопоставление выявленных аномалий с геомагнитными данными и каталогом землетрясений п-ова Камчатка позволяет сделать предположение, что аномальные изменения в ионосфере в анализируемых районах могут быть обусловлены повышенной солнечной активностью, а также могут наблюдаться в периоды повышенной сейсмической активности на Камчатке.

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

O.V. Mandrikova^{1,2}, N.V. Glushkova^{1,2}, Yu.A. Polozov^{1,2} (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, Paratunka, Kamchatka, 684034). **Modeling and analysis of complex time series**

In the paper we suggest algorithms for identification of complex time series models based on combining wavelets with a class of autoregressive-integrated moving average models, and neural networks. The algorithms allow us to study in detail the structure of time series and to extract characteristic components. During the course of modeling and error estimates the algorithms allow us to detect anomalies caused by changes in the structure of time series.

The application of the proposed techniques for modeling of the ionospheric critical frequency time series has shown their effectiveness and made it possible to detect anomalies during the periods of ionospheric disturbances. Approximations of the ionospheric parameter time variation were obtained for the regions located in Kamchatka and Magadan (data were registered by the Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation of the Far-Eastern Branch of Russian Academy of Science (IKIR FEB RAS)). The comparison of detected anomalies with geomagnetic data and the seismic catalogue data for Kamchatka Peninsula has made it possible to suggest that anomaly changes in the ionosphere in the monitored regions may be due to increased solar activity and may also occur during the periods of increased seismic activity in Kamchatka.

Key words: wavelet transform, an autoregressive-integrated moving average model, a neural network, the ionospheric critical frequency, anomalies.

Введение

Работа направлена на разработку математических моделей для аналитического описания природных временных рядов сложной структуры и построения автоматизированных систем моделирования и анализа на их основе. Наличие модели природного временного ряда, несущего информацию об исследуемом процессе либо явлении природы, значительно расширяет возможности их изучения, а также позволяет решать задачу предсказания их поведения во времени. Наряду с другими методами исследований анализ временных рядов систем геофизического мониторинга, регистрирующих вариации геофизических полей, имеет крайне важное значение для решения целого ряда фундаментальных научных задач физики атмосферы, ионосферы, магнитосферы, распространения радиоволн и практических задач обеспечения, в конечном счете, безопасной жизнедеятельности на Земле [1–5]. В данной статье рассматривается задача, связанная с анализом параметров ионосферы и обнаружением аномальных эффектов, возникающих в периоды ионосферных возмущений.

Регистрируемые временные ряды параметров ионосферы имеют сложную нестационарную структуру, зависящую от суточного и сезонного хода процесса, солнечной и геомагнитной активности [1–7]. В периоды повышения солнечной активности на фоне регулярных изменений в ионосферных параметрах могут наблюдаться аномальные изменения [1, 2, 4]. Моменты возникновения, относительная величина и временная протяженность ионосферных аномалий зависят от многих факторов. В сейсмоактивных районах Земли аномалии в ионосфере также могут быть обусловлены повышенной сейсмической активностью [1, 6, 7]. Ионосферные аномалии вызывают серьезные нарушения в новейших сложных коммуникационных и навигационных системах, поэтому задача контроля состояния ионосферы и оперативного выделения аномалий является весьма важной [1–5]. Несмотря на интенсивное развитие технологий мониторинга околоземного пространства и методов анализа данных, возможности контроля и прогноза состояния ионосферы в настоящее время еще весьма ограничены [1, 5]. Помимо сложности характера процесса данная проблема связана с отсутствием возможности прямых измерений, в некоторых случаях с редкой сетью ионозондов и низкой чувствительностью измерительных приборов, а также с разрозненностью используемых технологий и методов [1, 5].

Сложная структура ионосферных данных, а также наличие мешающих факторов различной природы делают неэффективным непосредственное применение к ним традиционных методов анализа временных рядов [8, 9]. В настоящее время интенсивное развитие в задачах контроля и прогноза состояния ионосферы получают методы адаптивной фильтрации, нейронные сети и вейвлет-преобразование [2–5, 9]. Естественным и наиболее эффективным способом представления ионосферных данных является построение нелинейных адаптивных аппроксимирующих схем на основе экстраполирующих фильтров. Инструментом, позволяющим реализовать такую процедуру, является вейвлет-преобразование [10, 11]. Использование в алгоритмах распознавания ионограмм методов вейвлет-преобразования [3] позволило значительно повысить скорость и качество их распознавания в автоматическом режиме для районов Юго-Восточной Азии, тем самым оптимизировать процесс мониторинга параметров ионосферы и раннего выявления ионосферных неоднородностей в этих районах. Расширяя область традиционных методов моделирования и анализа временных рядов, в более ранних работах авторами введены математические конструкции, основанные на вейвлетах и позволяющие описать данные сложной структуры [6, 7, 12]. Представленная работа является их продолжением. В статье предложены алгоритмы идентификации *моделей временных рядов*, основанные на совместном применении моделей авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС) и многослойных прямонаправленных нейронных сетей с вейвлет-преобразованием. Алгоритмы позволяют детально изучить структуру ряда и путем минимизации погрешности аппроксимации выделить характерные компоненты и подавить шум. Для детального анализа аномалий применяется алгоритм, основанный на непрерывном вейвлет-преобразовании и пороговых функциях.

На примере данных критической частоты ионосферы (f_0F2) показана эффективность алгоритмов. В исследовании использовались часовые данные критической частоты ионосферы (f_0F2) за период с 1969 по 2012 гг. для районов Камчатки и Магадана. Построены аппроксимации временного хода данных, выполнен анализ данных и выделены аномалии в ионосфере, возникающие в периоды повышенной солнечной и геомагнитной активности, также в моменты сильных землетрясений на Камчатке.

Описание алгоритмов

Представление данных на основе кратномасштабных вейвлет-разложений

В качестве базового пространства регистрируемых дискретных данных f_j рассмотрим замкнутое пространство $V_j = \text{clos}_{L^2(R)}(2^j \phi(2^j t - k)) : k \in Z$, порожденное масштабирующей функцией $\phi \in L^2(R)$, $L^2(R)$ – пространство Лебега, Z – множество целых чисел [10, 11]. Не нарушая общности, примем $j = 0$. На основе кратномасштабных вейвлет-разложений (КМА) до уровня m функция f_0 может быть представлена [6, 7, 10]:

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

где $f[2^{-m} t] = \sum_k c_{-m,k} \phi_{-m,k}(t)$ – сглаженная компонента масштаба m , $f[2^{-m} t] \in V_{-m}$, $c_{-m,k} = \langle f, \phi_{-m,k} \rangle$; $g[2^j t] = \sum_k d_{j,k} \Psi_{j,k}(t)$ – детализирующая компонента масштаба j , $g[2^j t] \in W_j$, W_j – пространство, порожденное вейвлет-базисом $\Psi_{j,k}(t) = 2^{j/2} \Psi(2^j t - k)$, $d_{j,k} = \langle f, \Psi_{j,k} \rangle$.

Схема представления функции f_0 на основе соотношения (1) показана на рис. 1.

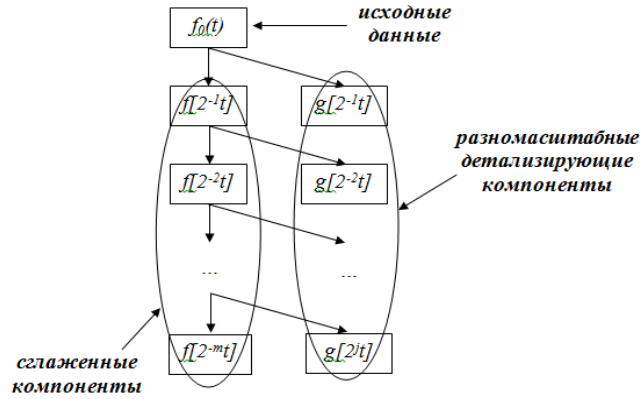


Рис. 1. Схема представления функции на основе КМА

Алгоритм идентификации модели временного ряда на основе совмещения вейвлет-преобразования с методами АРПСС

На основе КМА и путем изменения уровня разложения m мы можем получить различные представления временного ряда. Наша задача – определить *наилучшее представление*, которое выделит стационарные составляющие из шума и позволит получить для них адекватную модель АРПСС. Сглаженные компоненты вейвлет-разложений $f[2^{-m}t]$ менее подвержены влиянию случайного фактора, чем детализирующие $g[2^j t]$ (см. соотношение (1)), следовательно, решение задачи построим на анализе сглаженных компонент:

1. Выполним кратномасштабные вейвлет-разложения ряда до уровней $m = \overline{1, M}$ (максимальный допустимый уровень разложения M определяется длиной ряда N : $M \leq \log_2 N$) и получим набор сглаженных компонент $f[2^{-m}t] = \sum_k c_{-m,k} \phi_{-m,k}(t)$, $m = \overline{1, M}$.

2. Из набора компонент $f[2^{-m}t]$, $m = \overline{1, M}$ определим стационарные компоненты. Для стационарных компонент $f[2^{-m}t]$, используя традиционные подходы [13], выберем модели из класса АРПСС для их аппроксимации и получим представление каждой компоненты в виде:

$$f_{-m}[2^{-m}t] = \sum_k s_{-m,k} \phi_{-m,k}(t),$$

где $s_{-m,k} = \sum_{l=1}^p \gamma_{-m,l} \omega_{-m,k-l} - \sum_{n=1}^h \theta_{-m,n} a_{-m,k-n}$ – оценочное значение сглаженной компоненты;
 $\omega_{-m,k} = \nabla^v c_{-m,k}$, ∇^v – оператор взятия разности порядка v ; p , $\gamma_{-m,l}$ – порядок и параметры авторегрессии сглаженной компоненты; h , $\theta_{-m,n}$ – порядок и параметры скользящего среднего сглаженной компоненты, $a_{-m,k}$ – остаточные ошибки модели.

3. Выполним оценку погрешностей *моделей компонент*:

$$E_m = \sum_{k=1}^K \sum_{r=1}^R e_{k+r}^m,$$

где $e_{k+r}^m = (s_{-m,k+r}^{\text{факт}} - s_{-m,k+r}^{\text{прогноз}})^2$ – ошибка *модели компоненты* в точке k с упреждением r , $s_{-m,k+r}^{\text{факт}}$ – фактические значения компоненты ряда, $s_{-m,k+r}^{\text{прогноз}}$ – модельные значения компоненты ряда, R – длина упреждения данных, K – длина компоненты ряда.

4. *Наилучшим представлением* временного ряда будем считать представление, соответствующее КМА до уровня m^* , где $m^* : E_{m^*} = \min_m E_m$.

5. Из набора детализирующих компонент $g[2^j t]$, $j = \overline{-1, -m^*}$ определим стационарные компоненты. Для стационарных компонент $g[2^j t]$, используя традиционные подходы [13], выберем модели из класса АРПСС для их аппроксимации.

6. Компоненты $g[2^j t]$, которые не являются стационарными, содержат локальные особенности и шум.

7. Используя соотношение (1), объединим полученные *модели компонент* в общую многокомпонентную конструкцию, описывающую временной ход данных:

$$f_0(t) = \sum_{\mu=1, T} \sum_{k=1, N_j^\mu} s_{j,k}^\mu b_{j,k}^\mu(t), \quad (2)$$

где $s_{j,k}^\mu = \sum_{l=1}^{p_j^\mu} \gamma_{j,l}^\mu \omega_{j,k-l}^\mu - \sum_{n=1}^{h_j^\mu} \theta_{j,n}^\mu a_{j,k-n}^\mu$ – оценочное значение μ -й компоненты; p_j^μ , $\gamma_{j,l}^\mu$ – порядок и параметры авторегрессии μ -й компоненты; h_j^μ , $\theta_{j,n}^\mu$ – порядок и параметры скользящего среднего μ -й компоненты; $\omega_{j,k}^\mu = \nabla^{v^\mu} \beta_{j,k}^\mu$, v^μ – порядок разности μ -й компоненты, $\beta_{j,k}^\mu = c_{j,k}$, $\beta_{j,k}^\mu = d_{j,k}$, $\mu = \overline{2, T}$, T – количество моделируемых компонент, $a_{j,k}^\mu$ – остаточные ошибки модели μ -й компоненты, N_j^μ – длина μ -й компоненты, $b_{j,k}^1 = \phi_{j,k}$ – масштабирующая функция, $b_{j,k}^\mu = \Psi_{j,k}$, $\mu = \overline{2, T}$ – вейвлет-базис μ -й компоненты.

Прогнозирование значения $s_{j,k+r}^\mu$, $r \geq 1$ определяет прогноз $s_{j,k}^\mu$ в точке k с упреждением r . Значение $s_{j,k+r}^\mu$ на основе *модели μ -й компоненты* определяется как

$$s_{j,k+r}^\mu = \sum_{l=1}^{p_j^\mu} \gamma_{j,l}^\mu \omega_{j,k+r-l}^\mu - \sum_{n=1}^{h_j^\mu} \theta_{j,n}^\mu a_{j,k+r-n}^\mu.$$

Остаточные ошибки *модели μ -й компоненты* определяются как разность между фактическими и прогнозными значениями в точке $k+r$: $a_{j,k+r}^\mu = s_{j,k+r}^{\mu, \text{факт}} - s_{j,k+r}^{\mu, \text{прогноз}}$.

На рис. 2 в качестве примера представлены автокорреляционные функции (АКФ) ряда критической частоты ионосферы за период 19.12.2011–08.01.2012 г. Также на рис. 2 показаны АКФ первой разности ряда и выделенных, на основе предлагаемого алгоритма, его компонент $f[2^{-3}t]$ и $g[2^{-3}t]$.

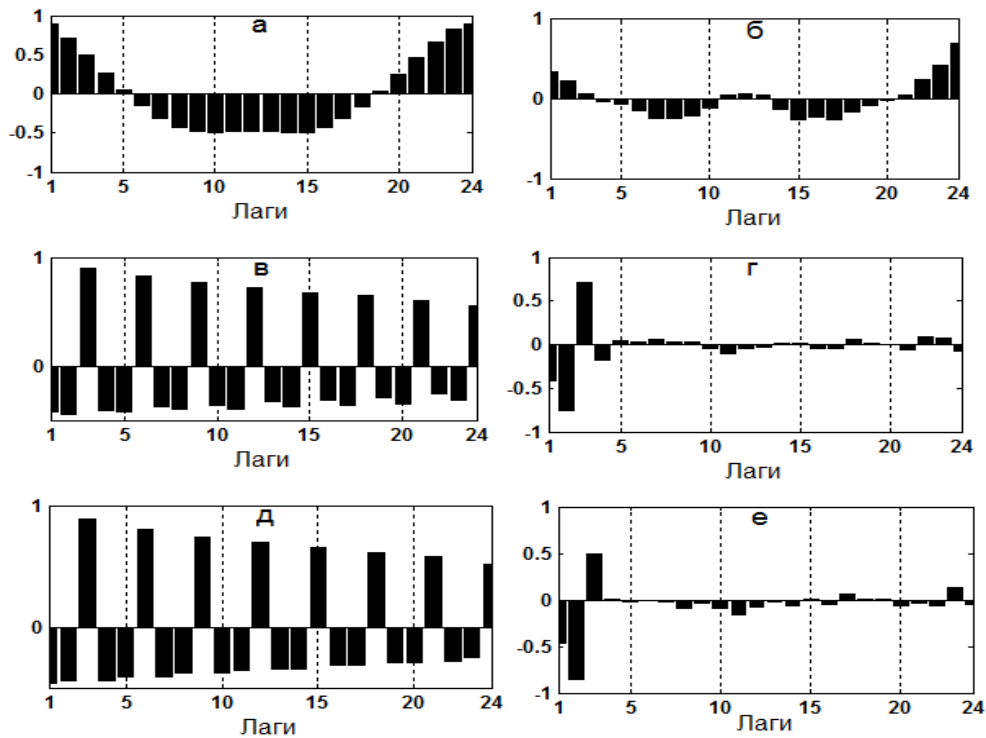


Рис. 2. Автокорреляционные функции:

а – АКФ ряда f_0F2 ; б – АКФ первой разности ряда f_0F2 ; в – АКФ компоненты $f[2^{-3}t]$;

г – частная АКФ компоненты $f[2^{-3}t]$; д – АКФ компоненты $g[2^{-3}t]$; е – частная АКФ компоненты $g[2^{-3}t]$

Анализ рис. 2 показывает, что исходный ряд имеет сложную нестационарную структуру, и непосредственное применение методов АРПСС не позволит получить для него адекватную модель. Выделенные компоненты ряда имеют затухающие автокорреляционные функции, что, в соответствии с методами АРПСС, позволяет идентифицировать для них модели и подтверждает эффективность предлагаемого алгоритма.

Аппроксимация сглаженной компоненты ряда на основе нейронной сети

Описанный выше способ моделирования и анализа параметров ионосферы, основанный на совмещении вейвлет-преобразования с методами АРПСС, позволяет выявлять закономерности в данных и получать прогноз параметров. Вместе с тем он имеет ограничения на возможность его использования для отдельных структур данных. Учитывая разнообразие и сложную форму аномалий, возникающих в ионосфере, для аппроксимации и анализа временных рядов критической частоты ионосферы совместно с данным способом в работе применяется аппарат нейронных сетей. Нейронные сети хорошо зарекомендовали себя при воспроизведении сложных нелинейных зависимостей данных [2, 4, 12]. В работах авторов [12, 14] показано, что данный аппарат совместно с вейвлет-преобразованием позволяет построить аппроксимации компонент ряда критической частоты ионосферы и выявить ионосферные аномалии [12, 14, 15]. Ниже представлен алгоритм аппроксимации сглаженной компоненты ряда критической частоты ионосферы, используемый в данной работе.

Алгоритм аппроксимации компоненты $f[2^{-3}t]$ ряда f_0F2 :

1. Выполняем вейвлет-восстановление компоненты $f[2^{-3}t]$ до исходного разрешения и получаем ее представление в виде [10]:

$$f(t) = \sum_k c_{0,k} \phi_{0,k}(t).$$

2. Для исключения влияния краевого эффекта, возникающего при вейвлет-обработке, у восстановленного набора данных удаляем первые и последние $2^{-j} * q$ отсчетов (размер окрестности, содержащей краевой эффект, на масштабном уровне $(-j)$ определяется по формуле $h_{-j} = 2^{-j} * q$, где q – размер носителя используемого вейвлета).

3. Полученный массив данных $\{c_{0,k}\}_{k=1}^K$, где K – число элементов массива, делим на блоки: $\{c_{0,k}\}_{k=1}^Q, \{c_{0,k}\}_{k=2}^{Q+1}, \dots, \{c_{0,k}\}_{k=K-Q}^K$. Длина блока $Q = 24$, определялась в соответствии с суточным ходом часовых данных $f_0 F2$.

4. Используя полученные блоки данных, формируем *сеть переменной структуры* [14]. Критерием качества обучения сети является:

$$E_A = \left(\frac{1}{I} \sqrt{\sum_{i=1}^I e_{A,i}^2(l)} \right) < \varepsilon_A,$$

где $\varepsilon_A > 0$ – наперед заданное маленькое значение, $e_{A,i}(l) = \hat{c}_{0,l}^i - c_{0,l}^i$ – ошибка решения в дискретный момент времени l с шагом упреждения i , $c_{0,l}^i$ – желаемое, $\hat{c}_{0,l}^i$ – действительное выходное значение сети, I – длина выходного вектора сети.

Выделение и детальный анализ аномалий на основе непрерывного вейвлет-преобразования

Относительно каждого базисного вейвлета Ψ непрерывное вейвлет-преобразование определяется формулой [10, 11]

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

Так как вейвлет Ψ имеет нулевое среднее значение, при стремлении масштаба α к нулю коэффициенты $(W_\Psi f_{v,\alpha})$ характеризуют свойства функции f в окрестности v . Согласно теореме Жаффара [10], когда масштаб α убывает, амплитуды коэффициентов $|W_\Psi f_{v,\alpha}|$ имеют быстрое убывание до нуля в областях, где функция f не имеет локальных особенностей. Это свойство непрерывного вейвлет-преобразования позволяет получать детальную информацию о локальных свойствах функции f .

Основываясь на этом свойстве вейвлет-преобразования, для выделения аномальных особенностей воспользуемся пороговой функцией:

$$P_{T_\alpha}(W_\Psi f_{v,\alpha}) = \begin{cases} W_\Psi f_{v,\alpha}, & \text{если } |W_\Psi f_{v,\alpha} - W_\Psi f_{v,\alpha}^{\text{med}}| \geq T_\alpha \\ 0, & \text{если } |W_\Psi f_{v,\alpha} - W_\Psi f_{v,\alpha}^{\text{med}}| < T_\alpha \end{cases},$$

где порог $T_\alpha = U * St_\alpha$ – определяет наличие аномалии на масштабе α вблизи точки ξ , содержа-

щейся в носителе $\Psi_{v,\alpha}$ (см. замечание ниже), $St_\alpha = \sqrt{\frac{1}{\Phi-1} \sum_{r=1}^{\Phi} (W_\Psi f_{v,\alpha} - \overline{W_\Psi f_{v,\alpha}})^2}$, $\overline{W_\Psi f_{v,\alpha}}$ и

$W_\Psi f_{v,\alpha}^{\text{med}}$ – соответственно среднее значение и медиана, определяемые в скользящем временном окне длины Φ и, с учетом суточного хода данных $f_0 F2$, вычисляемые для каждого часа отдельно, U – коэффициент порога.

Замечание [10]. Так как носитель $\Psi_{v,\alpha}$ на масштабе α равен $[v - \Omega\alpha, v + \Omega\alpha]$, то конус влияния точки ξ на масштабе α определяется неравенством

$$|v - \xi| \leq \Omega * \alpha.$$

Соответственно с замечанием *временная длительность аномалии на масштабе α определяется конусом влияния точки ξ и равна*

$$H_\alpha = 2 * \Omega * \alpha.$$

Моделирование и анализ данных ионосферы

Для идентификации моделей использовались данные в периоды спокойного геомагнитного поля и не содержащие сильных сейсмических событий. Поскольку временной ход данных f_0F2 существенно зависит от сезона, построение моделей для каждого сезона выполнялось отдельно. В разложениях использовался вейвлет Добеши 3-го порядка, который был определен путем минимизации погрешности аппроксимации.

На основе алгоритма, описанного в п. 2.2, идентифицирована модель ряда f_0F2 вида:

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

где $f[2^{-3}t] = \sum_k c_{-3,k} \phi_{-3,k}(t)$ – сглаженная стационарная компонента, $g[2^{-3}t] = \sum_k d_{-3,k} \Psi_{-3,k}(t)$ – детализирующая стационарная компонента, $g[2^j t] = \sum_k d_{j,k} \Psi_{j,k}(t)$ $j = -1, -2$ – детализирующие компоненты, содержащие локальные особенности и шум.

Для аппроксимации компоненты $f[2^{-3}t]$ ряда f_0F2 построена нейронная сеть, имеющая следующую структуру:

$$f_{ap}(t) = \varphi_u^3 \left(\sum_w \omega_{uw}^3 \varphi_w^2 \left(\sum_\eta \omega_{w\eta}^2 \varphi_\eta^1 \left(\sum_k \omega_{\eta k}^1 \left(\sum_k c_{0,k} \phi_{0,k}(t) \right) \right) \right) \right),$$

где $\omega_{\eta k}^1$ – весовые коэффициенты нейрона η входного слоя сети, $\omega_{w\eta}^2$ – весовые коэффициенты нейрона w скрытого слоя сети, ω_{uw}^3 – весовые коэффициенты нейрона u выходного слоя,

$$\varphi_\eta^1(z) = \varphi_w^2(z) = \frac{1}{1 + \exp(-z)}, \quad \varphi_u^3(z) = x * z + y.$$

На рис. 3, 4 представлены результаты совместного применения предлагаемых средств. Для анализа геомагнитной активности на рис. 3, 4 приведен К-индекс. Анализ рис. 3 показывает, что в период сейсмического события в ионосфере формируется многомасштабная положительная аномалия (повышение концентрации электронов относительно характерного уровня), длительность которой составляет около полутора суток (рис. 3, *д*), что согласуется с результатами моделирования данных (рис. 3, *в*). После землетрясения наблюдается увеличение ошибок моделей компоненты $f[2^{-3}t]$ (рис. 3, *б*, *з*), что, возможно, обусловлено переходным процессом в ионосфере.

В период повышенной геомагнитной активности (рис. 4, *е*) в ионосфере формируется крупномасштабная положительная аномалия, которая в ночное время сменяется на крупномасштабную отрицательную аномалию. Длительность отрицательной аномалии составила около 2 суток, в этот период в моделях компоненты $f[2^{-3}t]$ наблюдается увеличение ошибок (рис. 4, *б*, *з*). Мелкомасштабные аномалии (рис. 4, *д*) и ошибки модели детализирующей компоненты $g[2^{-3}t]$ (рис. 4, *в*), наблюдающиеся 08.08.2010, возможно, связаны с сильным землетрясением, произошедшим после магнитной бури 5 августа 2010 г. на Камчатке.

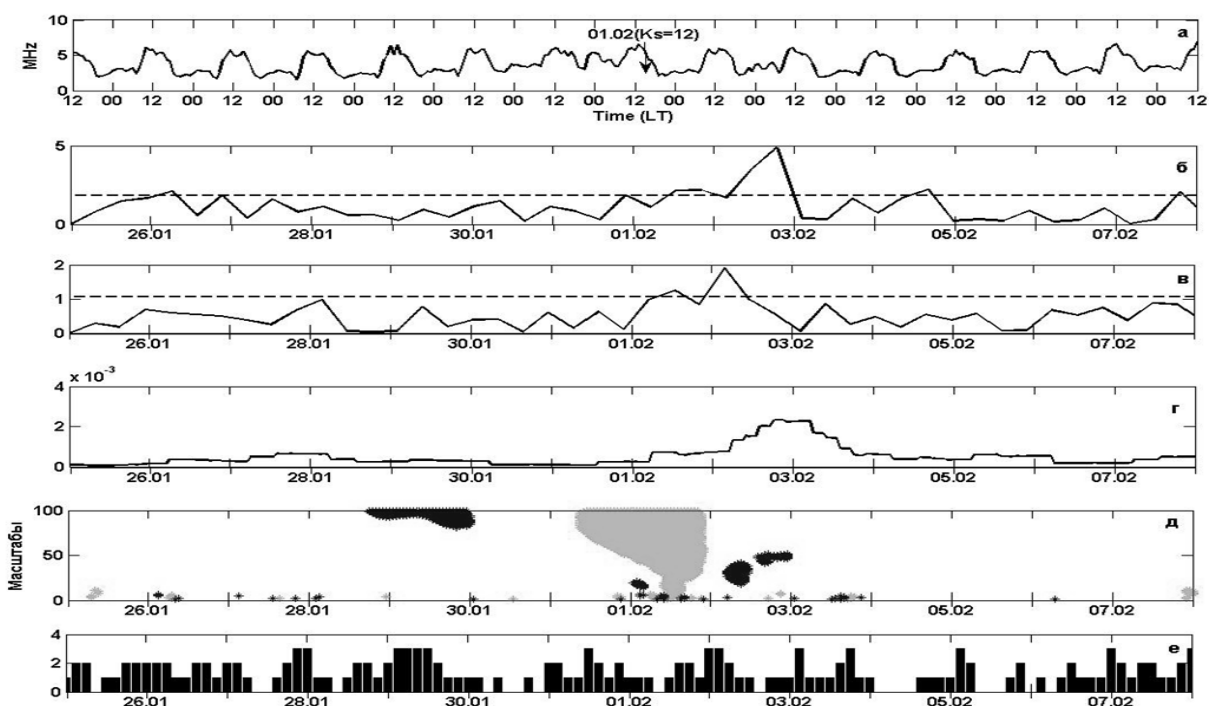


Рис. 3. Результаты обработки данных f_0F2 станции «Паратунка» за период 25.01–07.02.1987: а – временной ряд f_0F2 , время местное; б – абсолютные значения ошибок модели компоненты $f[2^{-3}t]$; в – абсолютные значения ошибок модели компоненты $g[2^{-3}t]$; г – абсолютные значения ошибок нейронной сети; д – аномалии, выделенные на основе алгоритма п. 2.4 (черным – отрицательные аномалии, серым – положительные), коэффициент порога $U = 2.3$, длина временного окна $\Phi = 336$ часов; е – К-индекс. Пунктирная линия (б) и (в) – стандартные отклонения ошибок моделей. Стрелкой отмечен момент возникновения землетрясения на Камчатке (энергетический класс $Ks = 12$)

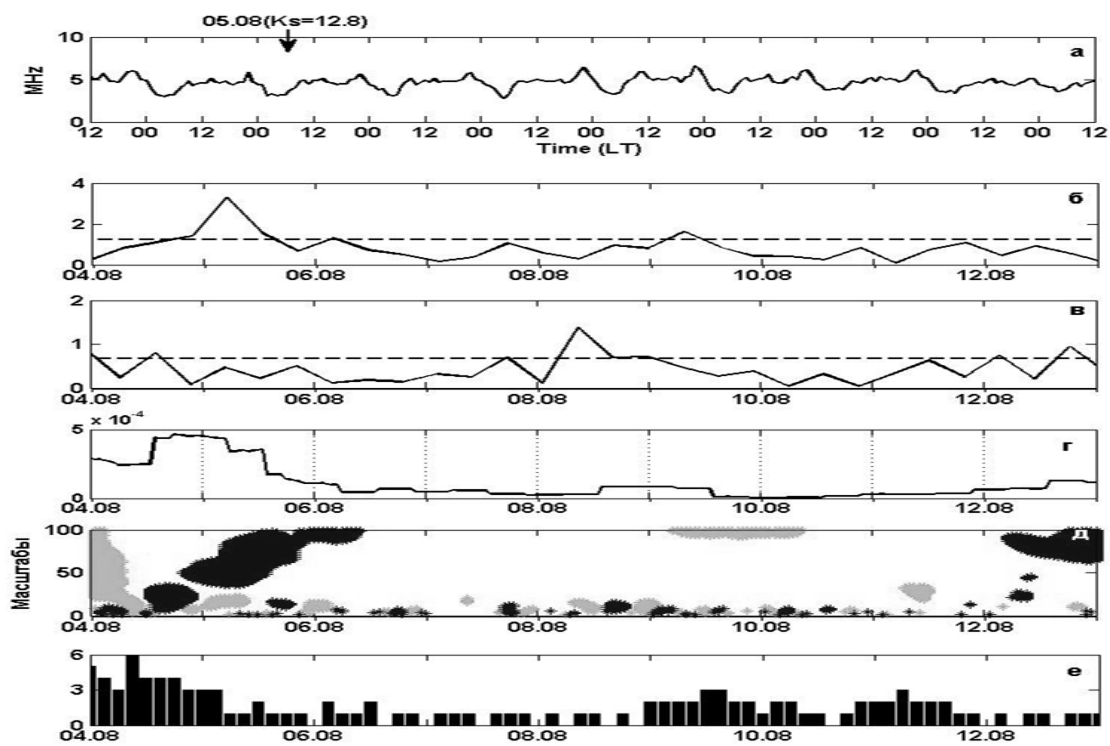


Рис. 4. Результаты обработки данных f_0F2 за период 04.08–12.08.2010: а – временной ряд f_0F2 , время местное; б – абсолютные значения ошибок модели компоненты $f[2^{-3}t]$; в – абсолютные значения ошибок модели компоненты $g[2^{-3}t]$; г – абсолютные значения ошибок нейронной сети; д – аномалии, выделенные на основе алгоритма п. 2.4 (черным – отрицательные аномалии, серым – положительные), коэффициент порога $U = 1.7$, длина временного окна $\Phi = 336$ часов; е – К-индекс. Пунктирная линия (б) и (в) – стандартные отклонения ошибок моделей. Стрелкой отмечен момент возникновения землетрясения на Камчатке (энергетический класс $Ks = 12.8$)

Выводы

На основе совмещения вейвлет-преобразования с методами АРПСС и нейронными сетями выполнены моделирование и анализ данных критической частоты ионосферы и выделены разномасштабные аномалии, возникающие в периоды ионосферных возмущений. Анализ результатов обработки данных показал, что аномальные изменения в ионосфере могут быть обусловлены повышенной солнечной активностью, а также могут наблюдаться в периоды повышенной сейсмической активности на Камчатке.

Разработанное программное средство по выделению и детальному анализу аномалий в параметрах ионосферы, основанное на непрерывном вейвлет-преобразовании, размещено на сайте http://www.ikir.ru/ru/Departments/Paratunka/lsa/patents_programs/art001.html.

Данные сейсмического каталога любезно предоставлены Камчатским филиалом геофизической службы РАН (г. Петропавловск-Камчатский).

Работа поддержана грантом стипендии Президента Российской Федерации СП-2976.2013.5, грантом «УМНИК» - № 11754р/17262 от 05.04.2013, грантом РНФ № 14-11-00194.

Литература

1. The use of GPS arrays in detecting the ionospheric response during rocket launchings / E.L. Afraimovich, E.A. Kosogorov, K.S. Palamarchouk, N.P. Perevalova, A.V. Plotnikov // *Earth, Planets, and Space*. – 2000. – Vol. 52, № 11. – P. 1061–1066.
2. Nakamura M., Maruyama T., Shidama Y. Using a neural network to make operational forecasts of ionospheric variations and storms at Kokubunji, Japan // *Journal of the National Institute of Information and Communications Technology*. – 2009. – Vol. 56. – P. 391–406.
3. Development of automatic scaling software of ionospheric parameters / H. Kato, Y. Takiguchi, D. Fukayama, Y. Shimizu, T. Maruyama M. Ishii // *Journal of the National Institute of Information and Communications Technology*. – 2009. – Vol. 56. – P. 465–474.
4. TEC prediction with neural network for equatorial latitude station in Thailand / K. Watthanasangmechai, P. Supnithi, S. Lerkvaranyu, T. Tsugawa, T. Nagatsum, T. Maruyama // *Earth, Planets and Space*. – 2012. – Vol. 64. – P. 473–483.
5. Bilitza D., Reinisch B.W. International Reference Ionosphere 2007: Improvements and new parameters // *Advances in space research*. – 2007. – Vol. 42. – P. 599–609.
6. Мандрикова О.В., Глушкова Н.В., Живетьев И.В. Моделирование и анализ параметров ионосферы на основе совмещения вейвлет-преобразования и авторегрессионных моделей // *Геомагнетизм и аэрономия*. – 2014. – № 5.
7. Mandrikova O., Glushkova N., Polozov Yu. Modeling and analysis of time variations of ionospheric parameters on the basis of wavelet transform and multicomponent models // *Pattern Recognition and Image Analysis*. – 2014. – Vol. 24.
8. Marple S. Digital spectral analysis with applications. – New-Jersey: Prentice-Hall, 1987.
9. Pervak S., Choliy V., Taradiy V. Spectral Analysis of the Ionospheric Irregularities from GPS Observations // *Proc. of the 17th Annual Conf. of Doctoral Students - WDS 2008, Prague, Part II - Physics of Plasmas and Ionized Media*. – 2008. – P. 189–191.
10. Mallat S. A Wavelet tour of signal processing [Пер. с англ.]. – М.: Мир, 2005. – 671 с.
11. Chui C.K. An introduction in wavelets. – New York: Academic Press, 1992.
12. Mandrikova O.V., Polozov Yu.A., Zaliaev T.L. Methods of analysis and interpretation of ionospheric critical frequency FOF2 data based on wavelet transform and neural networks // *European Seismological Commission 33-rd General Assembly (GA ESC 2012) 19.08.2012 – 24.08.2012*.
13. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов: прогноз и управление. – М.: Мир, 1974. – 604 с.
14. Method of detection of abnormal features in ionosphere critical frequency data on the basis of wavelet transformation and neural networks combination / O.V. Mandrikova, Yu.A. Polozov, V.V. Bogdanov, E.A. Zhizhikina // *A Journal of Software Engineering and Applications*. – 2012. – Vol. 5, № 12B. – P. 181–187. doi:10.4236/jsea.2012.512b035.
15. Martin J.D., Morton Yu T., Zhou Q. Neural network development for the forecasting of upper atmosphere parameter distributions // *Advances in Space Research*. – 2005. – Vol. 36. – P. 2480–2485.

Ш.Х. Фазылов¹, Н.М. Мирзаев¹, О.Н. Мирзаев¹, И.К. Каримов²

¹Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при
Ташкентском университете информационных технологий, Ташкент, 100125;

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

АЛГОРИТМЫ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАСТЕНИЙ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ИХ ЛИСТЬЕВ

Рассмотрена задача диагностики заболеваний сельскохозяйственных культур. Исходной информацией в задаче определения фитосанитарного состояния культурных растений являются изображения их листьев. Для решения рассматриваемой задачи предложена модель алгоритмов диагностики, основанных на принципе потенциалов. Идея предлагаемых алгоритмов состоит в формировании набора предпочтительных признаков и принятии диагностических решений на основе сопоставления этих признаков. Приведены этапы задания модели алгоритмов диагностики. Показана работоспособность предложенной модели при решении задачи диагностики заболеваний пшеницы по изображению листьев.

Ключевые слова: алгоритмы диагностики, базовые фрагменты изображений, диагностические признаки, предпочтительные признаки.

Sh. Kh. Fazilov¹, N.M. Mirzaev¹, O.N. Mirzaev¹, I.K. Karimov² (¹Centre for the development of software and hardware-program complexes at the Tashkent university of information technologies, 683003; ²Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Algorithms for diagnosis of plant diseases according to the leaves images.**

The problem of diagnosis of agricultural plants diseases is considered. Initial information for determining phytosanitary condition of cultivated plant is leaves' images. To solve the problem, a model of diagnosis algorithms based on the potentials' principle is proposed. The idea of the suggested algorithms is in forming a set of preferable signs and making diagnostic decisions on the base of these signs juxtaposition. The main stages of the model of diagnosis algorithms are presented. The performance of the proposed model in solving the problem of wheat diseases diagnosis according to the leaves images is shown.

Key words: diagnosis algorithms, base fragments of the images, diagnostic features, preferred features.

Введение. Вопросы создания и использования информационных систем и технологий в сельскохозяйственном производстве в современных условиях становятся основополагающим фактором развития инновационной деятельности и научно-технического прогресса в отрасли. Одна из основных задач в области применения современных информационных технологий связана с созданием компьютерных систем диагностики заболеваний сельскохозяйственных культур и прогнозирования их развития. В последние годы появился ряд работ, в частности [1, 2], в которых рассматриваются вопросы диагностики заболеваний растений. В работе [1] рассмотрена задача диагностики заболеваний культурных растений с использованием искусственных нейронных сетей. Основная идея данной работы заключается в выделении цветовых и текстурных признаков изображений растений. В работе [2] рассмотрена задача создания компьютерной системы диагностики заболеваний плодов культурных растений на основе обработки изображений их листьев. Применение автоматизированной системы диагностики позволяет использовать объективную диагностическую информацию, осуществить более раннюю и достаточно точную диагностику заболеваний растений и принять решение о проведении мероприятий по защите растений [3]. Центральное место при создании компьютерных систем диагностики заболеваний растений занимают методы и алгоритмы распознавания образов.

Анализ литературных источников по распознаванию образов [4–8] показывает, что на сегодняшний день построен и достаточно глубоко изучен ряд моделей распознавания. Среди них можно выделить следующие наиболее известные модели распознавания: модели, основанные на использовании принципа разделения; статистические модели; модели, построенные на принципе

потенциалов; модели, основанные на вычислении оценок и др. Эти модели в основном ориентированы на решение задач, где образы описаны в пространстве признаков небольшой размерности. На практике чаще встречаются прикладные задачи, связанные с распознаванием образов, заданных в пространстве признаков большого размера (например, распознавание дефектов по дефектоскопическим и металлографическим снимкам, распознавание личности по изображению лица и др.).

При решении данной задачи обрабатываемая информация представляется числовой матрицей [9, 10]. При этом исходное изображение листьев для диагностирования является избыточным, многие локальные характеристики, вычисленные по каждому фрагменту исходного изображения, взаимосвязаны между собой. В этих условиях построение алгоритма диагностики сталкивается с большими вычислительными трудностями. В связи с этим вопросы разработки и модификации алгоритмов диагностики заболеваний растений по изображению их листьев являются актуальными.

В работе рассматривается оригинальный подход к задаче диагностики фитосанитарного состояния культурных растений. Отличительная особенность рассматриваемого подхода заключается в формировании набора предпочтительных диагностических признаков и построении алгоритмов диагностики заболеваний растений на основе анализа изображений их листьев. Кроме того, он позволяет осуществить переход от отдельных алгоритмов диагностики к модели – семейству алгоритмов для единого описания методов решения. Следует отметить, что данная работа является переработанным и дополненным вариантом работы [3], в которой рассмотрены вопросы выделения признаков изображений листьев растений при диагностике.

Целью данной работы является разработка модели алгоритмов диагностики заболеваний растений на основе анализа изображений их листьев. Предложенная модель алгоритмов опирается на принцип потенциалов [4–6].

Постановка задачи. Исходные данные об исследуемых растениях L заданы в виде матрицы (изображений листьев) X размером $H \times W$. Пусть Γ – множество допустимых изображений листьев. Элементы этого множества разбиты, в соответствии с некоторым правилом, на k непересекающихся подмножеств диагнозов:

$$D_1, D_2, \dots, D_k \quad (D_i \cap D_j = \emptyset, \quad i \neq j, \quad i, j \in \{1, \dots, k\}). \quad (1)$$

Предполагается, что правило разбиения (1) на подмножества (т. е. алгоритм диагностики) неизвестно, а задана только некоторая начальная информация E_0 о возможных состояниях растений $D_1, D_2, \dots, D_k$ [5]:

$$E_0 = \{L_1, \dots, L_i, \dots, L_m; \quad \tilde{\alpha}(L_1), \dots, \tilde{\alpha}(L_i), \dots, \tilde{\alpha}(L_m)\}, \quad \tilde{\alpha}(L_i) = (\alpha_{i1}, \dots, \alpha_{ij}, \dots, \alpha_{ik}), \quad (2)$$

где α_{ij} – значение предиката $P_j(L_i) = "L_i \in D_j"$. Вектор $\tilde{\alpha}(L_i)$ называют информационным вектором изображения L_i , а матрицу $|\alpha_{ij}|_{mxk}$ – информационной матрицей $\tilde{L}^m$ ($\tilde{L}^m = \{L_1, \dots, L_i, \dots, L_m\}$).

Рассмотрим произвольный набор объектов $\tilde{L}^q = \{L'_1, \dots, L'_q\}$ ($\tilde{L}^q \in \Gamma$), который задан в виде числовой матрицы X [10]:

$$X = \begin{vmatrix} x_{11} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1W} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{iW} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{H1} & \dots & x_{Hj} & \dots & x_{HW} \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Задача заключается в построении такого алгоритма распознавания A , который определяет значение предиката $P_j(L_i)$ по начальной информации (2):

$$A(E_0, \tilde{L}^q) = \|\beta_{ij}\|_{q \times k}, \quad \beta_{ij} = P_j(L'_i), \quad \beta_{ij} \in \{0, 1, 2\}.$$

Здесь β_{ij} интерпретируется так же, как и в работах [5, 6]. Если $\beta_{ij} \in \{0,1\}$, то β_{ij} есть значение предиката $P_j(L_i)$, вычисленное алгоритмом A для изображения L_i по заданным его числовым характеристикам. В противном случае считается, что алгоритм A не смог вычислить значения предиката $P_j(L_i)$.

Метод решения. Для решения данной задачи предложена модель модифицированных алгоритмов диагностики, основанных на принципе потенциалов. Основная идея предлагаемой модели состоит в формировании определенного набора параметров, позволяющих определить систему предпочтительных диагностических признаков по допустимым изображениям листьев, и распознавании фитосанитарного состояния по этим признакам. При этом пространственная (двухмерная) структура изображений листьев представляется как одномерное пространство признаков большой размерности. Каждый признак характеризует только определенный участок (фрагмент) рассматриваемого изображения. Предполагается, что один и тот же фрагмент одного и того же изображения может быть описан несколькими признаками (числовыми характеристиками).

Задание модели модифицированных алгоритмов диагностики, основанных на принципе потенциалов, включает следующие основные этапы.

1. *Формирование базовых фрагментов изображений листьев.* Первым этапом задания модели является формирование системы базовых фрагментов изображений, зависящей от параметра κ ($\kappa = \kappa_H \times \kappa_W$) [10]. Данный параметр указывает на фиксированную мощность подмножеств, которые формируются в результате деления рассматриваемого изображения. Задавая различные целочисленные значения этому параметру, можно получить различные количества подмножеств признаков. Несомненно, что значение параметра κ определяется на основе анализа исходной размерности изображения листьев, и в некоторых случаях можно задавать, исходя из априорной информации об изображениях листьев. Однако в обоих случаях требуется, чтобы число элементов (пикселей) в каждом фрагменте изображений было одинаковым.

После реализации данного этапа получаем κ ($\kappa = \kappa_H \times \kappa_W$) одинаковых прямоугольных фрагментов, которые формируются на основе деления каждой стороны исходных изображений соответственно на κ_H и κ_W равных частей. Если размерность исходного изображения равна $H \times W$, то размерность выделенного фрагмента изображения будет ρ_q :

$$\rho_q = h_q \times w_q, \quad h_q = H \operatorname{div} \kappa_H + \delta_H, \quad w_q = W \operatorname{div} \kappa_W + \delta_W, \quad (4)$$

$$\delta_H = \begin{cases} 0, & \text{если } H \bmod \kappa_H = 0, \\ 1, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad \delta_W = \begin{cases} 0, & \text{если } W \bmod \kappa_W = 0, \\ 1, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad (5)$$

Здесь n_H , n_W – соответственно число строк и столбцов матрицы (3). В выражениях (4) и (5) знаками div и $\bmod$ задается порождение целых частного и остатка от деления нацело.

Таким образом, при наличии остатков от деления их можно добавить по одному пикселю ко всем фрагментам изображения, а те фрагменты, которым недостает пикселей, сдвигаются влево (вверх) на один пиксель, и в результате обеспечивается одинаковая размерность каждого фрагмента при формировании базовых фрагментов изображений листьев.

В зависимости от способа формирования системы базовых фрагментов H_u ($u = \overline{1, \kappa}$) можно получить разнообразные алгоритмы распознавания заболеваний растений по изображениям их листьев.

2. *Определение набора диагностических признаков по изображениям листьев.* На данном этапе формируется набор диагностических признаков, которые определяются как некоторые числовые характеристики рассматриваемого фрагмента изображения, например, текстурные признаки, основанные на статистике первого порядка распределений яркостей. Они по определению инвариантны относительно перестановки пикселей [11]. Кроме этих характеристик, в качестве диагностических признаков изображения можно использовать энтропию, автокорреляцию, моменты и др. [9, 10]. Вычисляя κ' характеристик для каждого фрагмента, получаем n ($n = \kappa \times \kappa'$) диагностических признаков.

Следует отметить, что отдельные характеристики, вычисленные для всех фрагментов изображений, рассматриваются как отдельное пространство признаков. Например, энтропия, вычисленная для всех фрагментов изображений, образует одно пространство признаков, а моменты первого порядка – другое.

3. *Выделение подмножеств диагностических сильносвязанных признаков.* На этом этапе определяется система «независимых» подмножеств диагностических признаков (для каждого пространства признаков в отдельности), состав которой будет зависеть от параметра n' [12]. При этом рассматривается каждое пространство признаков в отдельности (например, энтропия или моменты первого порядка) или все признаки вместе. В каждом конкретном случае в зависимости от значения этого параметра мы получаем различные алгоритмы. Значение параметра n' определяется на основе анализа исходных данных и в некоторых случаях задается априорно.

Выделение подмножеств сильносвязанных признаков осуществляется на основе вычисления оценки близости между подмножествами диагностических признаков. Пусть Ξ_q ($q = \overline{1, n'}$) – подмножества диагностических сильносвязанных признаков. Мету близости $L(\Xi_p, \Xi_q)$ между подмножествами Ξ_p и Ξ_q можно задать различными способами, например, среднее расстояние между элементами этих подмножеств [12].

Процедура выделения подмножества сильносвязанных признаков более подробно рассмотрена в [13]. В результате выполнения данного этапа определяется совокупность «независимых» подмножеств диагностических сильносвязанных признаков, которую обозначим через W_A ($W_A = \{\Xi_1, \Xi_2, \dots, \Xi_{n'}\}$).

В зависимости от способа задания меры близости между подмножествами сильносвязанных признаков (Ξ_p и Ξ_q) и функционала качества классификации можно получить разнообразные алгоритмы выделения независимых подмножеств диагностических сильносвязанных признаков.

4. *Определение репрезентативных диагностических признаков.* На этом этапе из каждого подмножества сильносвязанных признаков определяется один-единственный признак, и в результате выполнения данного этапа выделяется набор репрезентативных диагностических признаков. Основная идея выбора репрезентативных диагностических признаков заключается в их различии (несходстве) в формируемом наборе репрезентативных признаков. В процессе формирования набора репрезентативных признаков требуется, чтобы каждый выделенный признак был типичным представителем своего подмножества сильносвязанных признаков. В результате выполнения данного этапа получаем сокращенное пространство диагностических признаков, размерность которого намного меньше исходного n ($n' < n$). Далее сформированное пространство признаков обозначим через X' ($X' = (\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_{n'})$).

Процедура выделения набора репрезентативных признаков более подробно рассмотрена в [14].

5. *Определение предпочтительных диагностических признаков.* В результате выполнения данного этапа формируются предпочтительные признаки изображений листьев растений. Рассмотрим нахождение предпочтительного признака в рамках набора репрезентативных диагностических признаков. Пусть $\{y_1, \dots, y_i, \dots, y_{n'}\}$ – множества репрезентативных диагностических признаков, которые определены на предыдущем этапе. Известно, что каждому объекту L ($L \in \Gamma$) соответствует n' -мерный вектор $\bar{a} = (a_1, \dots, a_i, \dots, a_{n'})$ в пространстве репрезентативных диагностических признаков Y ($Y = (y_1, \dots, y_q, \dots, y_{n'})$). Выбор предпочтительного признака из множества Y осуществляется на основе оценки доминантности рассматриваемого признака, которая разделяет изображения листьев, принадлежащих множеству $\tilde{L}^m$, на два подмножества $\tilde{D}_j$ и $C\tilde{D}_j$:

$$\mathfrak{R}_{ij} = \frac{N_2 \sum_{j=1}^2 \sum_{S \in \tilde{D}_j} \sum_{S_u \in \tilde{D}_j} (a_i - a_{iu})^2}{N_1 \sum_{S \in \tilde{D}_j} \sum_{S_u \in C\tilde{D}_j} (a_i - a_{iu})^2}, \quad (6)$$

где $\tilde{N}_1 = (m_1(m_1 - 1) + m_2(m_2 - 1))/2$, $\tilde{N}_2 = m_1 \times m_2$, $m_1 = |\tilde{D}_j|$, $m_2 = |C\tilde{D}_j|$.

При вычислении $\mathfrak{R}_{ij}$ предполагается, что L и L_u – различные изображения (т. е. $L \neq L_u$). Основная идея выделения предпочтительного диагностического признака заключается в правиле: чем меньше величина $\mathfrak{R}_{ij}$, тем большее предпочтение получает соответствующий признак при разделении изображений листьев, принадлежащих $\tilde{D}_j$. Если два и более признака получают одинаковое предпочтение, то выбирается любой из них.

В результате выполнения данного этапа определяются предпочтительные признаки на основе анализа репрезентативных диагностических признаков, принадлежащих к рассматриваемому классу $\tilde{D}_j$. Набор предпочтительных диагностических признаков обозначается через $\tilde{\chi}_j$. Здесь индекс j подчеркивает, что данное множество признаков является предпочтительным при распознавании изображений листьев, принадлежащих к классу D_j . Таким образом, на данном этапе формируются множества предпочтительных диагностических признаков $\tilde{\chi}_j$ ($j=1, k_j$):

$$\tilde{\chi}_j = \{\chi_1^j, \chi_2^j, \dots, \chi_{k_j}^j\},$$

где k_j – мощность множества предпочтительных диагностических признаков ($k_j = |\tilde{\chi}_j|$).

Далее рассматриваются только предпочтительные диагностические признаки.

6. *Определение функции различия $d(L_u, L_v)$ между изображениями листьев L_u и L_v .* На этом этапе задается функция различия, которая характеризует различие между изображениями листьев L_u и L_v в пространстве предпочтительных диагностических признаков P , $P \subset \{\tilde{\chi}_1, \dots, \tilde{\chi}_j, \dots, \tilde{\chi}_k\}$, где $\tilde{\chi}_j$ – набор предпочтительных признаков, определяемых по формуле (6). При построении функции $d(L_u, L_v)$ используется следующий принцип: «чем больше значение функции $d(L_u, L_v)$, тем больше различие между этими изображениями».

Пусть заданы два изображения L_u и L_v в пространстве P ($n_0 = |P|$):

$$L_u = (a_{u1}, \dots, a_{un_0}) \quad \text{и} \quad L_v = (a_{v1}, \dots, a_{vn_0}).$$

Различие между этими изображениями следующее:

$$d(L_u, L_v) = \sum_{i=1}^{n_0} \lambda_i (a_{ui} - a_{vi})^2, \quad (7)$$

где λ_i – весовой коэффициент признака.

7. *Задание функции близости $\phi(L_u, L_v)$ между изображениями листьев L_u и L_v .* На данном этапе определяется функция близости между изображениями L_u и L_v с помощью потенциальных функций $\phi(L_u, L_v)$.

Введем положительную функцию $\phi(L_u, L_v)$ ($L_u, L_v \in Y$), убывающую при удалении изображения L_v от изображения L_u . Каждому объекту L_v в пространстве P соответствует одна точка, которую обозначим также через L_v . Функция $\phi(L_u, L_v)$ играет роль потенциала заряда, расположенного в точке L_v при фиксированном L_u [4].

С учетом (7) можно построить различные потенциальные функции [4, 6], которые характеризуют близость L_u и L_v в пространстве P :

$$\phi(L_u, L_v) = \frac{1}{1 + \xi d(L_u, L_v)}, \quad (8)$$

$$\phi(L_u, L_v) = \exp(-\xi d(L_u, L_v)), \quad (9)$$

$$\phi(L_u, L_v) = \left| \frac{\sin(\xi d(L_u, L_v))}{\xi d(L_u, L_v)} \right|, \quad (10)$$

где ξ – параметр алгоритма.

Следует отметить, что в потенциальных функциях, заданных в виде (9) и (10), определение параметра ξ намного усложняется относительно (8). Поэтому далее (9) и (10) не рассматриваются.

8. *Вычисление оценки принадлежности для изображения L по классу D_j .* На этом этапе вычисляется оценка (в виде суммарного потенциала) для L относительно изображений листьев, принадлежащих классу D_j . При этом каждый класс объектов (изображений) характеризуется своим суммарным потенциалом.

Предположим, что изображения листьев $L_{m_{j-1}+1}, L_{m_{j-1}+2}, \dots, L_{m_j}$ принадлежат классу D_j ($\{L_{m_{j-1}+1}, L_{m_{j-1}+2}, \dots, L_{m_j}\} = \tilde{L}^m \cap D_j$). Рассмотрим суммарный потенциал для изображения L по изображениям класса D_j . Пусть по формуле (8) вычислены значения потенциальных функций $\phi(L_{m_{j-1}+1}, L), \phi(L_{m_{j-1}+2}, L), \dots, \phi(L_{m_j}, L)$. Суммарным потенциалом для класса будем считать функцию:

$$\phi_j(L) = \sum_{S_u \in K_j} \gamma_u \phi(L_u, L), \quad \tilde{D}_j = \tilde{L}^m \cap D_j, \quad (11)$$

где γ_u – параметр алгоритма.

Таким образом, нами определены распознающие операторы. При последовательном применении оператора (11) к изображениям $L'_1, \dots, L'_i, \dots, L'_q$ получаем матрицу $\|\phi_i(L'_i)\|_{q \times k}$:

$$B(I_0, \tilde{L}^q) = \left\| \begin{array}{cccc} \phi_1(L'_1) & \dots & \phi_j(L'_1) & \dots & \phi_l(L'_1) \\ \dots & & \dots & & \dots \\ \phi_1(L'_i) & \dots & \phi_j(L'_i) & \dots & \phi_l(L'_i) \\ \dots & & \dots & & \dots \\ \phi_1(L'_q) & \dots & \phi_j(L'_q) & \dots & \phi_l(L'_q) \end{array} \right\|.$$

Данный оператор может быть расширен на основе введения новых параметров или применения различных эвристических принципов, например, на основе построения экстремальных источников потенциалов для каждого класса.

9. *Решающее правило.* Девятым этапом задания модели является задание решающего правила в виде [5]:

$$\beta_{ij} = C(B(L_i, D_j)) = \begin{cases} 0, & \text{если } B(L_i, D_j) < c_1, \\ 1, & \text{если } B(L_i, D_j) > c_2, \\ \Delta, & \text{если } c_1 \leq B(L_i, D_j) \leq c_2. \end{cases}$$

где c_1, c_2 – параметры алгоритма.

Нами определена модель модифицированных алгоритмов диагностики, основанных на принципе потенциалов. Любой алгоритм A из этой модели полностью определяется заданием набора параметров π : $\pi = (\kappa, \phi, \{N_q\}, n, n', k', \{\lambda_i\}, \xi, \{\gamma_u\}, c_1, c_2)$. Совокупность всех алгоритмов диагностики из предлагаемой модели обозначаем через $A(\pi, S)$. Поиск наилучшего алгоритма осуществляется в пространстве параметров π [16].

Экспериментальная проверка. Для практического использования и оценки работоспособности предложенных алгоритмов диагностики разработаны функциональные схемы и соответствующие программы диагностики. Разработанные программы реализованы на языке Delphi. В целях проверки работоспособности разработанных программ рассмотрим задачу диагностики желтой ржавчины пшеницы по изображениям листьев.

Известно, что ржавчинные болезни зерновых культур, особенно пшеницы, считаются наиболее вредоносными и опасными во многих частях мира. Вредоносность этих болезней пшени-

цы и объемы потерь урожая, вызываемых ими, зависят от ряда факторов, срока первичного поражения (т. е. фазы развития пшеницы, времени начала заболевания), интенсивности развития болезни и других.

Точное определение фазы развития имеет важное значение не только при изучении вредоносных ржавчинных болезней, но и при проведении исследования по прогнозированию развития заболеваний и в организации мероприятий по их защите.

В качестве исходных данных выбран набор из 200 изображений листьев пшеницы. При этом число возможных диагнозов (фитосанитарное состояние) равно двум:

- изображения листьев пшеницы, в которых обнаружена желтая ржавчина (D_1);
- изображения листьев пшеницы, в которых не обнаружена желтая ржавчина (D_2).

В первом подмножестве D_1 имеется 80 изображений, а во втором – 120. Эти изображения разбивались на обучающую и контрольную выборки (табл.1).

Таблица 1

Разделение исходных данных на обучающую и контрольную выборки

Диагноз	Объем обучающей выборки	Объем контрольной выборки
D_1	40	40
D_2	80	40
Всего	120	80

Принятие решений в рассматриваемой задаче производилось по следующей формуле (по аналогии с формулой для решающего правила в модели Ю.И. Журавлева [5]):

$$R(L) = \begin{cases} 1, & \text{если } U_1(L) = 1; \\ -1, & \text{если } U_2(L) = 1; \\ 0, & \text{если } U_1(L) \vee U_2(L) = 0; \end{cases}$$

$$U_1(L) = (B(L, \tilde{D}_j) > c_2) \wedge (B(L, C\tilde{D}_j) < c_1);$$

$$U_2(L) = (B(L, C\tilde{D}_j) > c_2) \wedge (B(L, \tilde{D}_j) < c_1).$$

Здесь $B(L, \tilde{D}_j)$, $B(L, C\tilde{D}_j)$ – оценки принадлежности допустимого изображения L к множествам $\tilde{D}_j$ и $C\tilde{D}_j$ соответственно. Эти оценки вычислены диагностическим оператором, который задан в первых восьми этапах.

Если $R(L) = 1$, то объект относится к классу $\tilde{D}_j$, при $R(L) = -1$ – объект относится к $C\tilde{D}_j$. В случае $R(L) = 0$ принадлежность изображения L к одному из классов не может быть установлена.

Данная задача диагностики решалась с применением: 1) классического алгоритма распознавания, основанного на принципе потенциалов [4, 5]; 2) алгоритма, описанного в [2]; 3) предлагаемого алгоритма. Результаты экспериментальных исследований при решении рассматриваемой задачи с использованием этих алгоритмов приведены в таблицах 2–4.

Таблица 2

Результаты решения задачи диагностики с применением классического алгоритма, основанного на принципе потенциалов

Диагноз	Количество правильных диагнозов	Количество неправильных диагнозов	Отказ от диагностики	Точность диагностики
D_1	25	11	4	62,5
D_2	28	10	2	70,0

Таблица 3

Результаты решения задачи диагностики с применением алгоритма, описанного в [2]

Диагноз	Количество правильных диагнозов	Количество неправильных диагнозов	Отказ от диагностики	Точность диагностики
D_1	29	8	3	72,5
D_2	33	5	2	82,5

Таблица 4

Результаты решения задачи диагностики с применением предлагаемого алгоритма

Диагноз	Количество правильных диагнозов	Количество неправильных диагнозов	Отказ от диагностики	Точность диагностики
D_1	32	6	2	80,0
D_2	34	5	1	85,0

Согласно табл. 2 при использовании классического алгоритма правильно распознаны фитосанитарные состояния 53 изображений листьев пшеницы из 80 исследуемых, что составляет 66,3%, а при использовании алгоритма, описанного в [2], правильно распознаны 62, что составляет 77,5%, (табл. 3). При использовании предлагаемого алгоритма из 80 объектов (изображений листьев) правильно распознаны 66, что составляет 82,5% (табл. 4).

Сравнение полученных результатов показывает, что точность диагностики предлагаемым алгоритмом намного выше, чем остальными рассмотренными алгоритмами. Это объясняется тем, что в предложенной модели алгоритмов диагностики учитываются характерные особенности диагностических признаков и производится выполнение ряда процедур по улучшению результатов диагностики. Следует подчеркнуть, что рассмотренная модель (в основном) отличается от других тем, что в предложенном методе диагностирование осуществляется по выделенным предпочтительным диагностическим признакам.

Заключение. Вопросы диагностики фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур и информационного обеспечения принятия решений по их защите являются одними из основных проблем управления урожаем. Несмотря на это, задачи разработки и применения автоматизированных систем диагностики заболеваний культурных растений исследованы недостаточно.

Разработана модель алгоритмов диагностики заболеваний культурных растений по изображению их листьев. Основная идея предлагаемой модели алгоритмов заключается в распознавании фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур по диагностическим признакам. При этом формирование диагностических признаков опирается на вычисление различных статистических характеристик для каждого фрагмента исходного изображения.

В процессе решения практической задачи определено, что этапы формирования подмножеств «независимых» признаков, а именно вопросы определения числа этих подмножеств и набора диагностических признаков по изображению листьев, а также выбор сглаживающего параметра в потенциальной функции имеют наиболее важное значение при решении задачи диагностики. Поэтому необходимо продолжить исследования с учетом выявленных направлений.

Разработанная модель может быть использована при составлении различных программных комплексов, ориентированных на решение задач классификации объектов, заданных в виде изображений.

Литература

1. Anami B.S., Pujari J.D., Yakkundimath R. Identification and classification of normal and affected agriculture/horticulture produce based on combined color and texture feature extraction // International Journal of Computer Applications in Engineering Sciences – 2011. – Vol. 1, № 3. – P. 356–360.
2. El-Helly M., Rafea A., El-Gammal S. An Integrated Image Processing System for Leaf Disease Detection and Diagnosis // In Proceedings of the 1st Indian International Conference on Artificial Intelligence (December 18-20, 2003). – Hyderabad, India, 2003. – P. 1182–1195.

3. *Мирзаев Н.М.* Модель выделения признаков в задаче диагностики фитосостояния растений по изображениям листьев // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань, 2012. – № 3. – С.17–21.
4. *Айзерман М.А., Браверман Э.М., Розоноэр Л.И.* Метод потенциальных функций в теории обучения машин. – М.: Наука, 1970. – 348 с.
5. *Журавлев Ю.И.* Избранные научные труды. – М.: Магистр, 1998. – 420 с.
6. *Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В.* Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. – М.: Фазис, 2006. – 159 с.
7. *Лбов Г.С., Бериков В.Б.* Устойчивость решающих функций в задачах распознавания образов и анализа разнотипной информации. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 2005. – 218 с.
8. *Duda R.O., Hart P.E., Stork D.G.* Pattern Classification. – New York: Wiley, 2001. – 680 p.
9. *Вудс Р., Гонсалес Р.* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 752 с.
10. *Mirzaev N. M.* About one model of image recognition // Computer Technology and Applications: Proceedings of The First Russia and Pacific Conference. – Vladivostok, 2010. – P. 394–398. – URL: ftp://ftp.dvo.ru/pub/RPC_2010/rpc2010_docs/
11. *Яне Б.* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2007. – 583 с.
12. Модель распознающих операторов, основанных на принципе ближайшего соседа, в условиях взаимосвязанности признаков / Ш.Х. Фазылов, Н.М. Мирзаев, С.С. Раджабов, И.К. Каримов // Информатика и системы управления. – Благовещенск, 2012. – № 4 (34). – С. 34–42.
13. *Мирзаев Н.* Алгоритмы выделения подмножеств сильносвязанных признаков // Вопросы кибернетики: сб. науч. тр. – Ташкент: ИМИТ АН РУз, 2008. – Вып.177. – С. 99–104.
14. *Мирзаев О.Н.* Выделение репрезентативных признаков при построении алгоритмов распознавания // Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2008. – № 6. – С.23–27.
15. *Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Раджабов С.С.* Построение модели алгоритмов вычисления оценок с учетом большой размерности признакового пространства // Вестник СГТУ. – Саратов, 2012. – №1 (64). – Вып. 2. – С. 274–274.
16. *Мирзаев Н.М., Раджабов С.С., Жумаев Т.С.* О параметризации моделей алгоритмов распознавания, основанных на оценке взаимосвязанности признаков // Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2008. – № 2–3. – С. 23–27.

РАЗДЕЛ II. ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК [664.951.037.5:639.211]:546.264-31

А.С. Арчибисова, А.А. Ефимов, М.В. Ефимова

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА СТАБИЛЬНОСТЬ ЛИПИДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ФАРША ЛОСОСЕВОГО МОРОЖЕНОГО

Дана характеристика процессов окислительной и гидролитической порчи липидов рыбы и мороженой рыбопродукции. Приведены результаты исследования изменения значения перекисного числа и кислотного числа липидов фарша лосося мороженого в процессе холодильного хранения в зависимости от способа обработки образцов диоксидом углерода. Показано положительное влияние объемной обработки фарша диоксидом углерода с последующим глазурованием раствором диоксида углерода на качество мороженого продукта.

Ключевые слова: фарш рыбный мороженный, хранение, окисление, гидролиз, диоксид углерода, перекисное число.

A.S. Archibisova, A.A. Efimov, M.V. Efimova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Study of carbon dioxide influence on lipids stability during salmon frozen mince storage**

Description of oxidative and hydrolytic fish lipids and frozen product spoilage processes is given. Study results of peroxide number and acid number of frozen minced salmon lipids during cold storage, depending on the method of processing samples with carbon dioxide are stated. We demonstrated positive effect of volumetric processing of minced fish with carbon dioxide and subsequent glazing with carbon dioxide solution on the frozen product quality.

Key words: frozen minced fish, storage, oxidation, hydrolysis, carbon dioxide, peroxide number.

Хранимособность любых пищевых продуктов характеризуется неизменностью органолептических, химических или физических свойств, исключением деятельности патогенной микрофлоры [1]. Проблема повышения хранимособности продуктов неизменно связана с выбором оптимальных условий хранения.

Снижение качества и порчу пищевых продуктов предотвратить невозможно, но можно снизить интенсивность протекания процессов ухудшения качества, для этого необходим правильный подбор рецептур, способов технологической обработки, упаковки, хранения и транспортирования продукции [2].

Рыбопродукты, как и все пищевые продукты, имеют биологическое происхождение и, следовательно, состоят из биоматериалов, которые в течение времени неизбежно разлагаются и портятся [2].

Порча рыбы является естественным процессом постепенной утраты качества, проявляющейся в потере цвета и ухудшении вкуса с последующим ухудшением консистенции. Основные виды пищевой порчи обусловлены химическими, биохимическими и (или) физическими изменениями, протекающими в продуктах при хранении, в том числе окислением липидов, ферментативным и неферментативным потемнением, миграцией или потерей влаги [3].

В настоящее время общепринято, что при хранении продуктов применение холода является одним из лучших способов их консервирования [4, 5]. Замораживание как способ реализации биологического принципа консервирования – криоанабиоза – является перспективным направлением, позволяющим обеспечить сохранность химического состава продукта, свести к мини-

муму все биохимические, микробиологические, гистологические и физико-химические процессы и в дальнейшем из замороженного сырья выпускать различные виды высококачественной пищевой продукции.

Понижение температуры благоприятно влияет на качество продуктов за счет снижения миграции влаги и сохранения их вкуса, аромата, цвета и текстуры. При температурах замораживания риск размножения микроорганизмов снижается, однако продолжительное хранение продуктов в замороженном виде часто негативно отражается на их качестве [3].

При длительном хранении мороженой продукции часть водо- и солерастворимых белковых фракций денатурирует и переходит в щелочерастворимую фракцию, что отрицательно отражается на пищевой и биологической ценности продукта [6]. Но основной показатель порчи продукта при хранении – переход белкового азота в небелковый (азот летучих оснований) [6]. В процессе хранения мороженой продукции также происходит окисление жира, гидролиз, высыхание верхних слоев мяса и др. Эти факторы ограничивают время реализации рыбной продукции.

Одним из самых распространенных дефектов мороженой рыбопродукции, а значит, и причиной снижения срока ее годности, является окисление тканевого жира.

Липиды рыб отличаются от липидов теплокровных животных составом высших жирных кислот, а именно степень ненасыщенности жирных кислот рыб выше. Это негативно влияет на окислительную стабильность в процессе автолиза рыб. По литературным данным в замороженной мышечной ткани лосося свободные жирные кислоты сами имеют специфический привкус, а при высвобождении из триацилглицеридов докозагексаеновой, пальмитолеиновой, линолевой и эйкозапентаеновой кислот их совместное присутствие обуславливает металлический привкус и горечь. Многие авторы считают также, что свободные жирные кислоты являются субстратами окисления в рыбе [2].

Окислительные процессы протекают в три последовательных стадии. Первая стадия – инициация окисления – заключается в образовании свободных радикалов под действием либо мышечного липолитического фермента (липоксигеназы), либо под воздействием света, влаги, повышения температуры, катионов металлов. Гемоглобин и миоглобин темных мышечных тканей выполняют при этом функции прооксидантов. Вторая стадия – элонгация – заключается в образовании пероксидных радикалов. При вступлении этих радикалов в реакцию с двойной связью образуются первичные продукты окисления – крайне нестабильные гидроксипероксиды. После их разложения высвобождаются многочисленные вторичные продукты окисления, некоторые из них активно участвуют в формировании вкусоароматических свойств продукта, также являются причиной проявления нежелательных вкусов и запахов при дальнейшей кулинарной обработке. На третьей стадии – терминации – протекают реакции свободных радикалов между собой и, соответственно, происходит утрата ими активности. В результате этих реакций образуются летучие вещества, формирующие желаемые вкусоароматические оттенки (некоторые эфиры) либо нежелательные свойства [3].

Эндогенная липоксигеназа, активный фермент первой стадии окисления, содержит железо и катализирует процесс присоединения молекулярного кислорода к полиненасыщенным жирным кислотам. Однако при хранении продуктов в замороженном виде липоксигеназа остается стабильной, и именно она отвечает за развитие прогорклого вкуса [3].

Негативно влияет на качество продукции и гидролиз липидов. В результате гидролиза происходит расщепление связей в молекулах жиров и жироподобных соединений при действии воды. При этом ионы H^+ и OH^- воды присоединяются по месту возникающих свободных связей с образованием жирных кислот и глицерина. Ион водорода присоединяется к кислотному остатку, а гидроксил-ион – к спиртовому радикалу [7]. Практически процесс распада триглицеридов протекает последовательно, с образованием промежуточных продуктов реакции – диглицеридов, затем моноглицеридов и окончательно – глицерина [3]. Скорость гидролитического распада увеличивается под воздействием фермента липазы, содержащегося в жирах. Низкомолекулярные кислоты сильно меняют вкус и запах жира. Высокомолекулярные жирные кислоты вкуса и запаха не имеют, и поэтому увеличение их содержания при гидролизе не приводит к изменению органолептических показателей жира (гидролитическому прогорканию) [3, 7].

Так как при замораживании практически вся вода (кроме химически связанной) переходит в твердое состояние, то при хранении мороженой продукции гидролитические процессы изменения липидов не могут проявляться незначительно в результате сохранения активности липазы при температуре хранения минус 18°C.

В связи с совершенствованием холодильной технологии проблема сохранения качества продуктов, изготавливаемых традиционным способом, является актуальной. Все большее внимание исследователей уделяется использованию, наряду с пониженными температурами, антисептическими средствами и антибиотиками, различных видов упаковки и инертных газов, особенно экологически чистых [8, 9].

В этой связи актуальной проблемой в области совершенствования технологии мороженных продуктов является разработка эффективных способов ингибирования окислительных и гидролитических процессов.

Весьма перспективным способом ингибирования окислительных процессов является применение диоксида углерода (CO_2). При регулировании газового состава воздуха концентрацию кислорода уменьшают, но не ниже 2%, а концентрацию углекислого газа повышают до 2–5%, но не выше 8%. Применение CO_2 чрезвычайно перспективно не только из-за простоты его получения, но и потому, что использование этого газа в различных агрегатных состояниях (газ, жидкость, твердое вещество) позволяет решать различные технологические задачи [10, 11].

Целью работы являлось исследование влияния диоксида углерода на протекание окислительных и гидролитических процессов в липидах фарша лососевого мороженого при холодильном хранении.

В качестве сырья для приготовления фарша была выбрана кета, которая относится к одному из наиболее широко распространенных и часто встречающихся видов лососевых рыб в северной части Тихого океана, составляет значительную долю уловов.

Способы обработки фарша были экспериментально обоснованы по изменению органолептических показателей продукта в процессе хранения. Для проведения испытания образцы были подготовлены следующим образом:

- фарш приготовлен по традиционной технологии, заморожен до температуры минус 18°C в толще, глазурирован пресной водой – контрольный образец;

- фарш приготовлен по традиционной технологии, заморожен до температуры минус 18°C в толще, глазурирован раствором диоксида углерода (с максимальной концентрацией диоксида углерода 0,32% от массы фарша с глазурью) – опытный образец № 1;

- фарш обработан диоксидом углерода по всему объему (рис. 1) при температуре 0°C в течение 40 мин и глазурирован пресной водой – опытный образец № 2;

- фарш обработан диоксидом углерода по всему объему (рис. 1) при температуре 0°C в течение 40 мин и глазурирован раствором диоксида углерода – опытный образец № 3.

Для установления динамики окислительной порчи продукта определяли перекисное число жира как самый распространенный химический показатель окислительной порчи жира [2].

Определение проводили по ГОСТ 7636 [12]. Оно основано на взаимодействии перекисей, содержащихся в жире, с йодистым калием в присутствии ледяной уксусной кислоты с выделением йода, который оттитровывают раствором тиосульфата натрия.

Динамика изменения значения перекисного числа жира исследуемых образцов фарша лососевого мороженого в процессе хранения представлена на рис. 2.

Как видно из рис. 2, у контрольного и у опытного образца № 1 фарша лососевого мороженого значение перекисного числа жира в процессе холодильного хранения повышалось достаточно интенсивно и к концу срока испытания превысило первоначальное значение в среднем в 1,8 раза. У образцов фарша № 2 и № 3, обработанных перед замораживанием диоксидом углерода по всему объему, значение перекисного числа к окончанию процесса холодильного хранения выросло лишь в 1,2 раза, то есть интенсивность окислительных процессов при хранении в образцах фарша № 2 и № 3 оказалась значительно ниже.

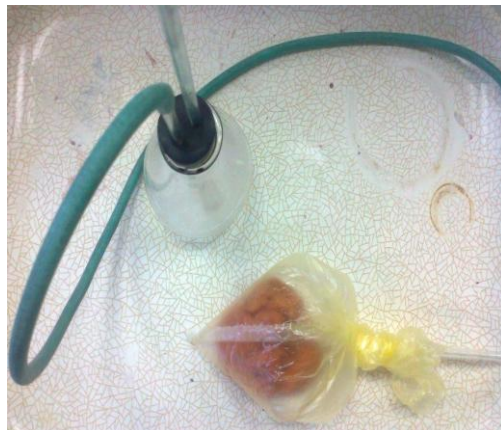


Рис. 1. Получение диоксида углерода и обработка им рыбного фарша по всему объему

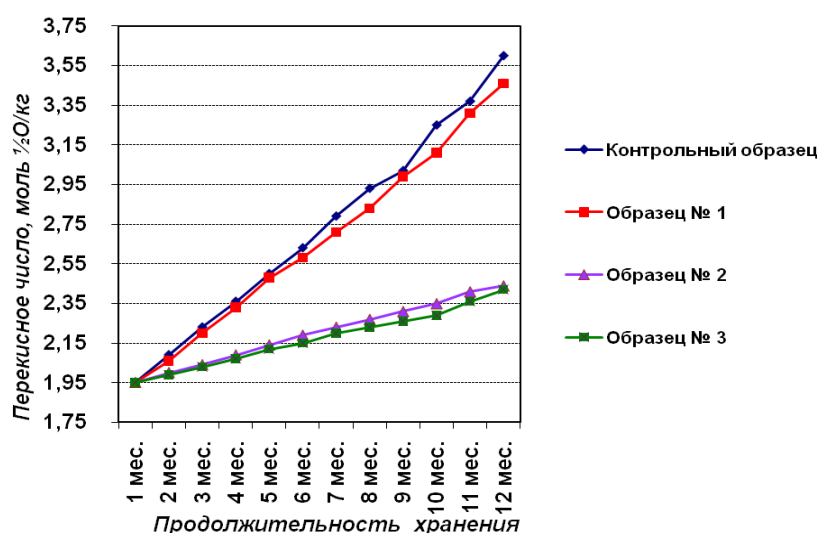


Рис. 2. Динамика изменения значения перекисного числа жира при хранении фарша лососевого мороженого в зависимости от способа обработки

Для установления динамики гидролитической порчи продукта определяли кислотное число жира. Определение проводили по ГОСТ 7636 [12]. Динамика изменения значения кислотного числа жира исследуемых образцов фарша лососевого мороженого в процессе хранения представлена на рис. 3.

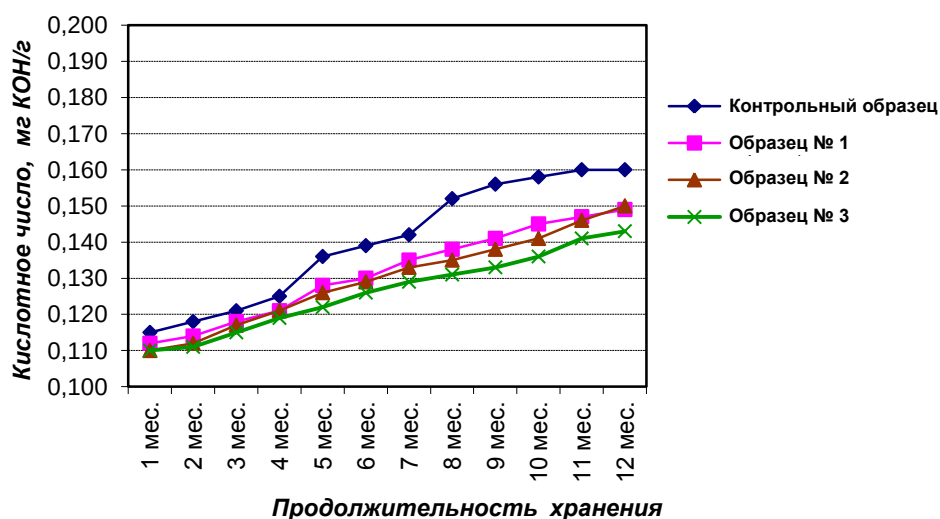


Рис. 3. Динамика изменения значения кислотного числа жира при хранении фарша лососевого мороженого в зависимости от способа обработки

Как видно из рис. 3, у контрольного образца и у опытного образца № 1 фарша лососевого мороженого значение кислотного числа жира в процессе холодильного хранения росло интенсивнее и к концу срока испытания (12 месяцев) превысило первоначальное значение в среднем в 1,38 раза. У образцов фарша № 2 и № 3, обработанных перед замораживанием диоксидом углерода по всему объему, значение кислотного числа к окончанию процесса холодильного хранения выросло в среднем в 1,32 раза. Результаты показывают, что интенсивность гидролитических процессов при хранении в образцах фарша № 2 и № 3 оказалась значительно ниже.

Из результатов определения изменения значений перекисного и кислотного чисел липидов фарша лососевого мороженого в процессе холодильного хранения следует, что применяемая обработка фарша способом распределения диоксида углерода по всему объему с последующим глазированием раствором диоксида углерода позволяет значительно снизить интенсивность окислительной и гидролитической порчи продукта, позволяет повысить сохраняемость фарша, а значит и продлить срок его годности при аналогичной динамике других физико-химических, а также органолептических показателей.

Литература

1. Голубева Л.В. Хранимоспособность пищевых продуктов // Теоретические основы пищевых технологий / под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – Кн. 2. – 800 с.
2. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / под ред. Р. Стеле. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.
3. Килкаст Д., Субраманиам П. Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты. – СПб.: Профессия, 2012. – 420 с.
4. Технология переработки рыбы и морепродуктов: учебное пособие / Г.И. Касьянов, Е.Е. Иванова, А.Б. Одинцов, Н.А. Студенцова, М.В. Шалак. – Ростов н/Д.: Март, 2001. – 416 с.
5. Уитон Ф.У., Лосон Т.Б. Производство продуктов питания из океанических ресурсов. Т. 1. – М.: Агропромиздат, 1989. – 350 с.
6. Артюхова С.А., Богданов В.Д., Дацун В.М. Технология продуктов из гидробионтов / под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
7. URL: <http://www.znaytovar.ru/new588.html>
8. Петров Н. Современные виды упаковки для рыбной продукции // Рыбные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 26–27.
9. Упаковка, хранение и транспортировка рыбы и рыбных продуктов: учебное пособие / Н.В. Долганова, С.А. Мижуева, С.О. Газиева, Е.В. Першина. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 272 с.
10. Боковой Т.Н., Касьянов Г.И., Тарасов В.Е. Новые пути использования диоксида углерода // Теоретическое и экспериментальное обоснование суб- и сверхкритической CO₂-обработки сельскохозяйственного сырья: материалы науч.-практ. конф. – Краснодар, 2010. – С. 14–17.
11. Касьянов Г.И., Коробицын В.С., Рохмань С.В. Перспективы использования диоксида углерода // Инновационные технологии в мясной, молочной и рыбной промышленности: материалы междунар. науч.-техн. интернет-конф. – Краснодар: КубГТУ, 2012. – С. 91.
12. ГОСТ 7636. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы испытаний. – М.: Госстандарт, 1988. – 115 с.

УДК 664.951.2

М.В. Благоднравова, Л.Д. Грицаенко

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

УТОЧНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ СПОСОБОВ ПОСОЛА РЫБЫ

В статье проводится обзор современных технологий посола рыбы. Приводятся технологические схемы производства малосоленной продукции из лососевых сухим низкотемпературным посолом. Обосновывается расширенная классификация способов посола рыбы с учетом современных технологических разработок. Предложенная классификация представляет интерес для разработчиков технологий соленой рыбной продукции.

Ключевые слова: посол, созревание, классификация способов посола, интенсификация просаливания, биохимическое созревание.

M.V. Blagonravova, L.D. Gritsaenko (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Classification specification of fish salting methods**

The given article deals with review of modern fish salting technologies. We described production flow sheet of mildly salted salmon products made with dry low-temperature salting. The expanded classification of fish salting methods is substantiated in accordance with modern technological techniques. The offered classification is of interest to developers of salty fish production technologies.

Key words: the salting, maturing, classification of salting methods, an intensification of salting, biochemical maturing.

Посол – один из самых древних способов сохранения качества рыбы. В результате постепенного развития и совершенствования на настоящий момент разработано огромное количество различных технологий посола. Существует классификация способов посола рыбы, в основе которой лежат различные факторы, в том числе способ образования системы «рыба – соль – солевой раствор», температура посола, продолжительность, концентрация соли к окончанию процесса просаливания, степень завершенности посола, вид тары. В то же время предлагаемые на настоящий момент классификации не учитывают все многообразие разработанных видов посола.

За последнее время сделаны существенные шаги по совершенствованию посола. Разработана технология производства солено-мороженой рыбы, которая предусматривает замораживание рыбы сразу после ее просаливания и созревания. Предложена технология сладкого посола, с увеличенной концентрацией сахара [1]. Существует технология, использующая в качестве дополнительного технологического фактора посол под давлением [2].

Разрабатываются технологии, интенсифицирующие процессы биохимического созревания. Предложена технология предварительного созревания, в которой предусмотрено созревание рыбы в регулируемых условиях без внесения соли, что дает существенные технологические и производственные преимущества [3]. Разработаны технологии совместного созревания рыб, обладающих различной активностью ферментативной системы, что позволяет направлять на посол несозревающие виды [4].

С целью интенсификации просаливания разработаны новые технологии, сокращающие продолжительность посола, в частности отваривание с солью рыбы, упакованной в пластмассовый пакет; предлагается солить измельченное мясо рыбы либо пересыпанием солью, либо увеличенным количеством тузлука. Разработана технология сублимационного посола с последующим впитыванием солевого раствора [5].

Также с целью использования несозревающего сырья в технологиях посола предлагается в несозревшую рыбу вносить ароматические вещества, в том числе коптильную жидкость, придающие продукту приятные вкус и аромат, не достигая при этом созревания рыбы [6].

Сам посол, традиционно основанный на использовании поваренной соли, все больше уходит от использования этого ингредиента. Внедряются различные заменители хлористого натрия, в перспективе возможна разработка способов посола без его использования [7].

В последние годы найдено новое направление технологии продуктов, консервированных солью, – разработана технология низкотемпературного посола, в которой впервые рассмотрена возможность проведения процесса просаливания при температуре ниже криоскопической [8].

Технологическая схема приготовления рыбы низкотемпературного посола с использованием инъектирования приведена на рис. 1.

С целью упрощения существующей технологии и оптимизации технологической схемы нами разработаны технологии сухого низкотемпературного посола [9, 10], в которых применяется соль различного помола. На рис. 2 и 3 приведены технологические схемы низкотемпературного посола лососевых с использованием мелкой и крупной соли.

Технологии, схемы которых приведены на рис. 2 и 3, позволяют существенно сократить продолжительность посола, повысив при этом качество готового продукта. Трудности при посоле рыбы мелкой солью (рис. 2) связаны главным образом с образованием солевого ожога на поверхности рыбы.

В то же время в процессе низкотемпературного посола целесообразно использование именно мелкой соли, так как это позволяет увеличить скорость просаливания мяса рыбы, ограничив этот процесс продолжительностью замораживания, с последующим перераспределением соли в процессе холодильного хранения. Ускорению посола способствует также разделка на филе-кусочки с кожей. Как установлено, при использовании мелкой соли в количестве, не превышающем 5% от массы рыбы, и последующем замораживании удастся избежать последствий применения мелкой соли, и солевой ожог на поверхности рыбы не возникает. Очевидно, это связано с влиянием низких температур на процессы просаливания. В то же время уже в процессе замораживания, совмещенного с просаливанием, удастся достигнуть массовой доли хлористого натрия в мясе рыбы, соответствующей требованиям нормативной документации. Надо отметить, что использование больших количеств соли (10%) приводит к появлению солевого ожога на поверхности рыбы и при низких температурах.

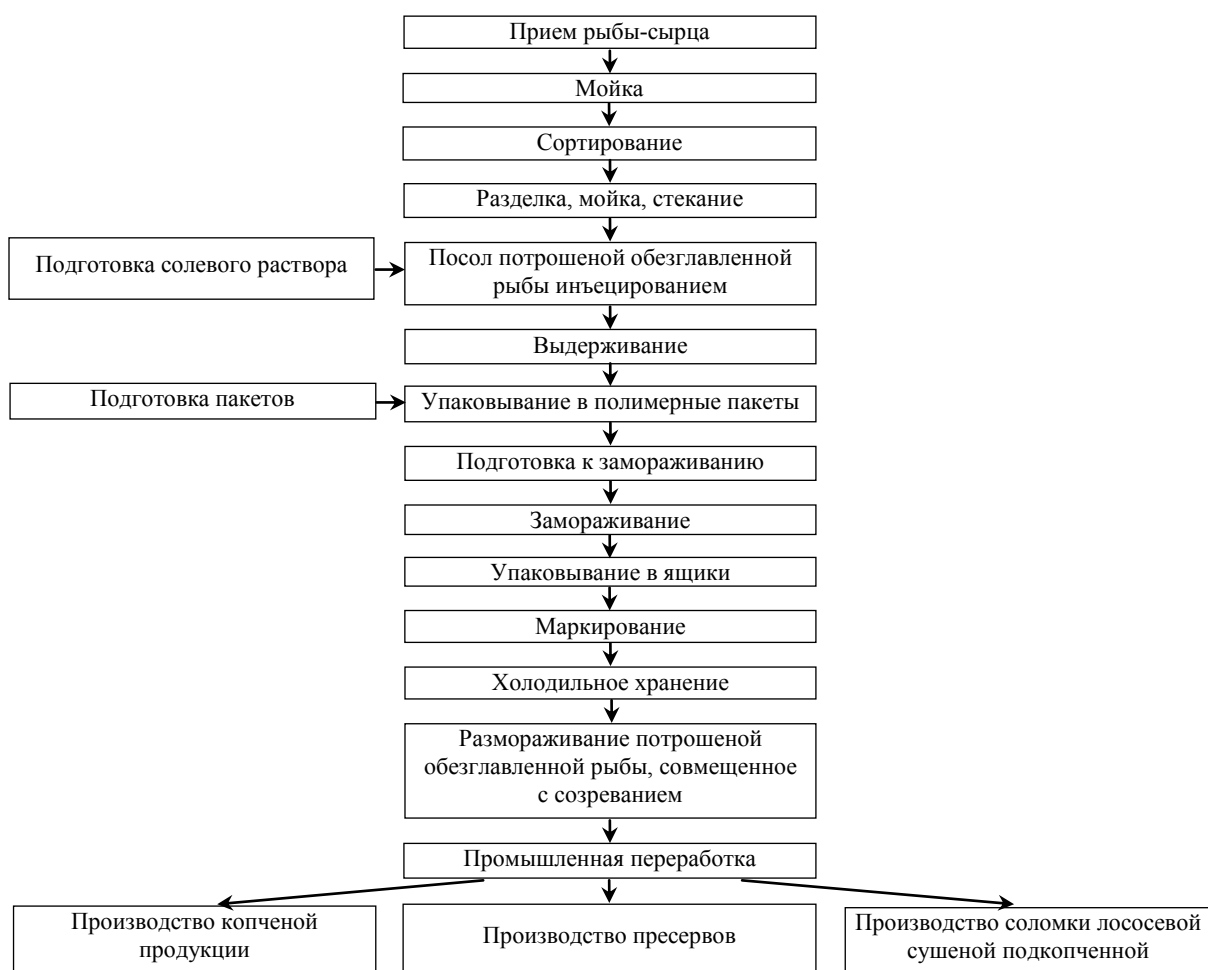


Рис. 1. Технологическая схема производства малосоленых тихоокеанских лососевых рыб низкотемпературным посолом с использованием инъектирования



Рис. 2. Технологическая схема производства малосоленой продукции из лососевых сухим низкотемпературным посолом с использованием мелкой соли



Рис. 3. Технологическая схема производства малосоленой продукции из лососевых сухим низкотемпературным посолом с использованием крупной соли

Отсутствие протекания процесса биохимического созревания в мясе рыбы во время холодильного хранения, в результате чего замороженная малосоленая продукция не достигает кулинарной готовности, предлагается компенсировать совмещением созревания с операцией размораживания в регулируемых условиях.

Предлагается также вариант использования крупной соли в технологии низкотемпературного посола (рис. 3). Полученный с использованием сухого низкотемпературного посола крупной солью соленый полуфабрикат после размораживания, совмещенного с созреванием, достигает полной кулинарной готовности либо может быть использован для производства пресервов, копченой продукции, рыбных палочек без дополнительного созревания.

Очевидно, что существующая на настоящий момент классификация способов посола не учитывает все многообразие современных разработок. В связи с вышесказанным назрела необходимость уточнить классификацию способов посола рыбы с тем, чтобы охватить все существующие в настоящее время технологии. С этой целью нами разработана [11] расширенная классификация, представленная в таблице. Курсивом выделены признаки и способы посола, внесенные в классификацию автором.

Классификация способов посола рыбы

Основные признаки способов посола	Способы посола рыбы
Способ образования системы «рыба – соль – солевой раствор»	Сухой, мокрый (тузлучный), инъекторный (шприцевание, струйный), смешанный
Температура просаливания	Теплый, охлажденный, холодный, <i>низкотемпературный</i>
Концентрация соли в мышечном соке к моменту завершения процесса просаливания рыбы	Насыщенный (крепкий), ненасыщенный (слабый, средний)
Степень завершенности процесса просаливания рыбы в системе «рыба – тузлук»	Законченный, прерванный
Вид тары	Чановый, бочковый, контейнерный, стоповый, ящичный, баночный
Используемый способ интенсификации процесса созревания	Под действием собственных ферментов рыбы (обычный, с использованием предварительного созревания), под действием внесенного ферментного препарата, с использованием созревания рыб с различной активностью ферментной системы
Основной компонент, вносимый при посоле	Посол хлористым натрием, посол хлористым калием
Степень созревания	С проведением созревания рыбы, без проведения созревания рыбы
Состав посольной смеси	Обычный, пряный, специальный, сладкий
Использование способов ускорения процесса просаливания	Обычный, ускоренный (сублимационный, посол с отвариванием, посол с использованием увеличенной удельной поверхности рыбы)

Как известно, посол рыбы складывается из двух самостоятельно протекающих процессов: просаливания с целью консервирования поваренной солью, основанного на законах диффузии и осмоса, а также созревания соленого продукта [11]. В связи с этим нами предлагается классифицировать способы посола, в том числе в зависимости от степени созревания рыбы, учитывая возможность отсутствия созревания при получении соленой ароматизированной продукции. Также возможно классифицировать по используемому интенсификатору процесса созревания, в том числе под действием собственных ферментов рыбы (обычный способ созревания, либо с использованием предварительного созревания), под действием внесенного ферментного препарата, с использованием созревания рыб с различной активностью ферментной системы (например, сельдь совместно с навагой). В классификацию впервые вносится понятие низкотемпературного посола, то есть посола, проводимого при температурах ниже криоскопической.

В предложенной выше классификации сделана попытка максимально охватить существующие способы посола рыбы в зависимости от всех существующих в посоле параметров и режимов. В то же время классификация может быть уточнена по мере создания новых технологий.

Литература

1. Технология рыбы и рыбных продуктов / А.С. Артюхова, В.В. Баранов, Н.Э. Бражная, В.А. Гроховский, В.В. Димова, С.Ю. Дубровин, А.М. Ершов, В.И. Киселев, Л.Л. Константинова,

Т.К. Лебская, М.Д. Мукатова, О.А. Николаенко, В.Ю. Новиков, Б.Ф. Петров, Н.Н. Рулев, Б.Н. Семенов, Л.Т. Серпунина, Е.Н. Харенко, В.Ф. Толкачева, Ю.В. Шокина. – М.: Колос, 2010. – 1064 с.

2. Уитон Ф.У., Лосон Т.Б. Производство продуктов питания из океанических ресурсов (в 2 т.). – М.: Агропромиздат, 1989. – 765 с.

3. Богданов В.Д., Салтанова Н.С. Технология слабосоленой сельди предварительного созревания // Рыб. хоз-во. – 2005. – № 1. – С. 64–65.

4. Попова О.О. Разработка технологии рыбных пресервов в гелеобразных заливках // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы III Всерос. науч.-техн. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 74–78.

5. Del Valle F.R., Gonzales-Ynigo J.L. A quick-salting process for fish. – Behavior of different species of fish with respect to the process // Food Technol. – 1968. – № 22. – Р. 85–88.

6. Ким Г.Н. Разработка технологии деликатесных пресервов из слабосозревающих рыб с использованием копильного препарата: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Калининград, 1998. – 25 с.

7. Салтанова Н.С., Вербя Е.Н. Исследование процессов гидролиза и окисления липидов сельди тихоокеанской при использовании в качестве интенсификатора созревания хлорида натрия // Вестник КамчатГТУ. – 2012. – № 21. – С. 48–53.

8. Богданов В.Д., Благодравова М.В. Обоснование технологии низкотемпературного посола лососевых // Рыб. хоз-во. – 2005. – № 5. – С. 89–91.

9. Благодравова М.В., Шаповалова А.А. Обоснование технологической схемы низкотемпературного посола гольцов // Вестник КамчатГТУ. – 2012. – № 20. – С. 41–44.

10. Благодравова М.В., Шелева А.В. Обоснование сроков холодильного хранения горбуши низкотемпературного посола // Вестник КамчатГТУ. – 2012. – № 19. – С. 35–38.

11. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун, Э.Н. Ким, О.Я. Мезенова, С.А. Мижуева, А.Б. Одинцов, Т.М. Сафронова, Б.Н. Семенов, Т.Н. Слуцкая, В.П. Терещенко, В.И. Шендерюк. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

УДК 664.955.2:664.44

**М.В. Ефимова¹, Н.С. Патик¹, Ю.В. Кузьмичев², Д.С. Урушадзе¹,
Н.А. Алимов¹, А.Е. Смирнова¹**

¹ Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003

² ОАО «Озерновский рыбоконсервный завод № 55»,
п. Озерновский, Усть-Большерецкий р-н, Камчатский край
e-mail: efimova-ff@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ИКРЫ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ, ПРИГОТОВЛЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОСФАТОВ

Дана характеристика видов порчи икры лососевой зернистой. Приведены результаты исследования органолептических и микробиологических показателей образцов икры, приготовленных с консервантами, без консервантов и с фосфатами. Показано сохранение качества икры с консервантами и с фосфатами в течение периода проведения эксперимента. Сделан вывод о возможности применения фосфатов в качестве консервантов для икры лососевой зернистой.

Ключевые слова: икра лососевая зернистая, порча, фосфаты, органолептические показатели, микробиологические показатели, хранение.

M.V. Efimova¹, N.S. Patik¹, U.V. Kuzmichev², D.S. Urushadze¹, N.A. Alimov¹, A.E. Smirnova¹ (¹ Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003, ² Open Joint-Stock Company «Fish cannery № 55», Ozernovskiy village, Ust'-Bolsheretsk district, Kamchatka region). **Quality research of salmon caviar made with adding phosphates**

Description of salmon caviar spoilage types is given in the article. Research results of organoleptic and microbiological indexes of caviar samples made with preservatives, without preservatives and with phosphates are introduced. Caviar quality conservation with preservatives and phosphates during experiment period is stated in the article. We drew a conclusion about possibility of phosphates application as preservatives for salmon caviar.

Key words: salmon caviar, spoilage, phosphates, organoleptic indexes, microbiological indexes, conservation.

В процессе хранения пищевых продуктов наблюдается естественный процесс постепенной утраты качества. Порча приводит к тому, что продукт становится или нежелательным (потеря цвета, ухудшение вкуса, ухудшение консистенции), или опасным для потребления. Основные виды порчи пищевых продуктов обусловлены химическими, биохимическими либо физическими изменениями, протекающими в пище при хранении, в том числе окислением липидов, ферментативным и неферментативным потемнением, миграцией или потерей влаги, развитием патогенной микрофлоры [1–4].

В рыбоперерабатывающей практике, к сожалению, участились случаи развития пороков качества лососевой зернистой икры, что порой связано как с удаленностью мест обработки от мест вылова, так и с сезонным возникновением «предприятий-однодневок», задача которых выпустить как можно больше икры, не заботясь о ее качестве [5].

По данным Л.С. Абрамовой и Л.Р. Копыленко [6], результаты экспертизы, проводимой в Испытательной лаборатории «ВНИРО-ТЕСТ» начиная с 2004 г., показывают, что лососевая икра, предназначенная для реализации в торговой сети г. Москвы и Подмосковья, в разные годы не соответствовала требованиям нормативной документации от 30% (баночная) до 90% (бочковая). Среди обнаруженных дефектов были выделены следующие: потемнение икры, жидкая консистенция; слишком вязкая консистенция; значительное количество лопанца, отстой, уплотненная оболочка, затхлый запах, запах сероводорода, запах дрожжей, горечь во вкусе икры рыб, для которых не свойственна естественная горчинка (как для икры кижуча и нерки), посторонний химический привкус [7].

Для обеспечения высокого качества лососевой зернистой икры необходимо своевременно и правильно разделять рыбу-сырец и обрабатывать икру-сырец, применяя при этом усовершенствованное оборудование, доброкачественные основные, вспомогательные материалы и тару, соблюдать установленный режим хранения и транспортирования, так как порча лососевой зернистой икры обусловлена, в первую очередь, жизнедеятельностью микроорганизмов и активностью присущих икре ферментов.

Во время хранения икорных продуктов их вкус, запах, внешний вид постепенно изменяются. Для зернистой лососевой икры характерно появление остроты и привкуса горечи. Запах икры со временем приобретает кисловатый или затхлый оттенок. Консистенция икры со временем становится более мягкой (порой разжиженной): оболочки икринок ослабевают, вследствие чего иринки постепенно теряют упругость, становятся более мягкими, лопаются. При недостаточно плотной укупорке тары на поверхности икры может развиваться плесень. Изменение органолептических показателей икры при хранении наступает вследствие распада ее белков, липидов и гликогена под действием ферментов самой икры и под действием микроорганизмов [3, 4].

Продуктами распада белков являются пептиды и свободные аминокислоты, непосредственно влияющие на вкус продукта и выступающие в качестве субстратов для последующих реакций, обуславливающих появление запаха [8]. В результате распада белков в икре накапливаются небелковые азотистые вещества, в том числе летучие основания [9].

Распад липидов обусловлен действием липолитических ферментов. Основную роль играют кислые липаза и фосфолипаза с оптимальным рН действия 4,5–5,5. В процессе липолиза образуются свободные жирные кислоты, которые вместе с полиненасыщенными кислотами подвергаются дальнейшему окислению с образованием летучих веществ, обуславливающих, в первую очередь, запах прогорклости, а также другие неприятные запахи. Образующиеся свободные жирные кислоты при дальнейшем окислении придают икре желтоватый оттенок [10]. Липиды икры (триглицериды, фосфолипиды) подвергаются в основном гидролитическому расщеплению, но при длительном хранении продукта жир может окисляться.

Наиболее распространенными бактериями, вызывающими порчу рыбной продукции, являются псевдомонады (*Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, *P. fragi*, *P. perolens*), альтеромонады

(*Alteromonas nigrifaciens*), *Shewanella putrefaciens*, *Brochothrix thermosphacta* и *B. campestris*, фотобактерии (*Photobacterium phosphorous*), аэромонады (*Aeromonas hydrophila*, *A. salmonicida*) и некоторые молочнокислые бактерии, которые вызывают порчу продуктов при хранении, особенно в вакуумной упаковке [2, 8]. Из икры выделено более 80 видов различных микроорганизмов, многие из которых обладают способностью активно разлагать белки и липиды и вызывать глубокое изменение и порчу икры при хранении. Для предотвращения микробиальной порчи икры применяют антисептики, проблема применения которых в настоящее время особенно остра [11–14].

Для оценки порчи пищевых продуктов, в том числе икры, применяется достаточно много методов, основным из которых является микробиологический [8, 15]. Потенциальным индикатором степени свежести и безопасности пищевых продуктов является зависимость между ростом и размножением микроорганизмов и биохимическими реакциями, протекающими в продукте в процессе его хранения.

Икра, находящаяся в ястыках, практически стерильна. Однако после гибели рыбы микроорганизмы довольно быстро проникают в ястыки, где создаются благоприятные условия для их развития. Микрофлора свежепосолённой икры представлена мезофильными палочковидными неспорообразующими бактериями и кокками. Наиболее распространены *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Ps. fluorescens*, *Bacillus mycoides*, *Bac. circulaus*, *Bac. mesentericus*, *Micrococcus candicans*, *Sarcina lutea* и др. [16]. Главным возбудителем порчи икры являются бактерии группы кишечных палочек и близкие к ним по семействам *Bacterium lactis aerogenes*, *Bact. rubber*, *P. fluorescens lig.* Они вызывают скисание икры. Кокки и микроскопические грибы способствуют образованию прогорклого вкуса [17, 18].

При соблюдении всех правил технологического процесса приготовления зернистой икры в ней должны отсутствовать бактерии группы кишечной палочки, стафилококки, сальмонеллы, протей, анаэробные бактерии. Кроме бактерий в икре могут быть обнаружены актиномицеты, дрожжи и плесени. Развитие плесеней снижает качество и может вызвать порчу икры. При правильном хранении икры при температуре минус 4 – минус 6°C обычно наблюдается снижение числа микроорганизмов. Под влиянием низкой температуры и пониженной рН среды происходит отмирание многих чувствительных к низким температурам и кислой среде микроорганизмов. Видовой состав микрофлоры становится менее разнообразным. Повышение температуры хранения зернистой икры до 5°C существенно ускоряет развитие микробиальных процессов [16–20].

Целью проводимых исследований являлось определение влияния обработки икры фосфатами [7] на ее микробиологические показатели. Предметами исследования являлись икра-сырец горбуши, соответствующая по качеству требованиям ТУ 9246-011-33620410 «Рыбы лососевые дальневосточные-сырец» [21], икра горбуши зернистая, соответствующая требованиям ГОСТ 18173 «Икра лососевая зернистая баночная» [22], икра горбуши зернистая баночная с добавлением фосфатов.

Заготавливали образцы икры в период летней путины в августе 2012 г. В качестве контрольных образцов изготавливали икру без консервантов (контроль 1) и с консервантами (контроль 2) по ГОСТ 18173 «Икра лососевая зернистая баночная» [22] в соответствии с ТИ 80 [23].

В качестве экспериментального образца готовили икру без применения сорбиновой кислоты и БКН по способу, разработанному ООО «ТД Арника» [7]. В качестве добавки использовался фосфат торговой марки «Буденхайм» Carnal 2110 с рН 8,8. В отличие от технологии, разработанной ООО «ТД Арника», предусматривающей обработку икры фосфатами после пробивки, ястыки икры охлаждали в течение 4 мин в льдо-водяной смеси с добавлением 0,5% фосфата, а затем пробивали, после чего солили в насыщенном тузлуке при температуре 12°C в течение 4 мин; антисептики не использовали. Икру фасовали в полимерные баночки вместимостью до 160 см³.

В табл. 1 приведена характеристика образцов заготовленной икры.

Таблица 1

Характеристика образцов икры лососевой зернистой

Номер образца	Образец	Содержание поваренной соли, %
1 (контроль 1)	Икра горбуши зернистая без консервантов	4,5
2 (контроль 2)	Икра горбуши зернистая с бензойнокислым натрием (БКН) и сорбиновой кислотой	4,3
3	Икра горбуши зернистая с фосфатами	4,3

Для определения органолептических показателей икры применяли описательный метод [24–29].

Микробиологические показатели продукции определяли в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078 (п. 1.3.4.5) [30]. Оценку проводили по показателю величины КМАФАнМ. Отбор проб исследуемых объектов, подготовку проб к микробиологическим анализам, проведение анализов осуществляли в соответствии с ГОСТ 26668, ГОСТ 26669, ГОСТ 10444.15 [31–33].

Сравнительные результаты органолептических исследований отражены в табл. 2 [3, 4].

Таблица 2

Сравнительные органолептические показатели икры горбуши зернистой

Показатель	Образец № 1 (контроль 1 – без консервантов)			Образец № 2 (контроль 2 – с консервантами)			Образец № 3 (с фосфатами)		
	3 мес.	6 мес.	12 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.
Внешний вид	Одно- родного цвета. Икринки помятые, значи- тельное количе- ство ло- панца	Неодно- родного цвета, пожелте- ние, пле- сень. Икринки помятые, значи- тельное количе- ство ло- панца	Неодно- родного цвета, пожелте- ние, пле- сень. Икринки помятые, значи- тельное количе- ство ло- панца	Одно- родного цвета. Икринки чистые, целые, незначи- тельное количе- ство ло- панца	Одно- родного цвета. Икринки чистые, целые, незначи- тельное количе- ство по- мятых икринок, более значи- тельное количе- ство ло- панца	Неодно- родного цвета, участки пожелте- ния и потемне- ния. Ик- ринки чистые, незначи- тельное количе- ство по- мятых, значи- тельное количе- ство ло- панца	Одно- родного цвета. Икринки чистые, целые, едва за- метное количе- ство ло- панца	Одно- родного цвета. Икринки чистые, целые, едва за- метное количе- ство ло- панца	Одно- родного цвета. Икринки чистые, целые, незначи- тельное количе- ство ло- панца
Консистенция и состояние	Икринки слабые, с влажной поверх- ностью, отде- ляющие- ся одна от другой	Икринки слабые, с влажной поверх- ностью, склеен- ные в общую массу	Икринки очень слабые, влажные, склеен- ные в общую вязкую массу	Икринки упругие, со слегка влажной поверх- ностью, разбори- стые	Икринки ослабев- шие, со слегка влажной поверх- ностью, разбори- стые	Икринки ослабев- шие, с влажной поверх- ностью, не разбори- стые	Икринки упругие, со слегка влажной поверх- ностью, разбори- стые	Икринки упругие, со слегка влажной поверх- ностью, разбори- стые	Икринки упругие, со слегка влажной поверх- ностью, разбори- стые
Запах	Свойст- венный данному виду продук- ции, с легким призна- ком окисле- ния	Неприят- ный, кислова- тый	Неприят- ный, с оттенком серово- дорода	Прият- ный, свойст- венный данному виду продук- ции, без пороча- щих при- знаков	Свойст- венный данному виду продук- ции, с легким оттенком окисле- ния	Несвой- ственный данному виду продук- ции, с выра- женным оттенком окисле- ния	Прият- ный, свойст- венный данному виду продук- ции, без пороча- щих при- знаков	Прият- ный, свойст- венный данному виду продук- ции, без пороча- щих при- знаков	Прият- ный, свойст- венный данному виду продук- ции, с едва уло- вимым окисле- нием
Вкус	Свойст- венный данному виду продук- ции, с легким призна- ком окисле- ния	–	–	Прият- ный, свойст- венный данному виду продук- ции, без пороча- щих при- знаков	Свойст- венный данному виду продук- ции, с легким оттенком окисле- ния	Несвой- ственный данному виду продук- ции, с выра- женным оттенком окисле- ния	Прият- ный, свойст- венный данному виду продук- ции, без пороча- щих при- знаков	Прият- ный, свойст- венный данному виду продук- ции, без пороча- щих при- знаков	Прият- ный, свойст- венный данному виду продук- ции, с едва уло- вимым окисле- нием

Как видно из табл. 2, у икры, приготовленной без консервантов, уже через 3 месяца наблюдались признаки снижения качества. На момент окончания срока хранения икра была непригодна в пищу из-за явных признаков порчи. У икры, приготовленной с сорбиновой кислотой и БКН, практически до окончания срока хранения наблюдалось незначительное снижение показателей качества, ослабела консистенция, появился вкус и запах окисления. У икры, приготовленной с фосфатами, качество было достаточно стабильно до окончания срока хранения.

В процессе хранения определяли микробиологические показатели икры горбуши зернистой – изменение КМАФАнМ, значение которого, в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078 [30], не должно превышать 1×10^5 КОЕ/г.

Сравнительные результаты микробиологических исследований отражены в табл. [3, 4].

Таблица 3

Сравнительные значения КМАФАнМ икры горбуши зернистой, КОЕ/г

Икра-сырец	Образец № 1 (контроль 1 – без консервантов)			Образец № 2 (контроль 2 – с консервантами)			Образец № 3 (с фосфатами)		
	3 мес.	6 мес.	12 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.
$3,4 \times 10^4$	$9,7 \times 10^3$	$3,8 \times 10^5$	$3,2 \times 10^7$	$4,6 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$	$8,7 \times 10^3$	$4,7 \times 10^3$	$5,3 \times 10^3$	$9,1 \times 10^3$

Как видно из табл. 3, значение КМАФАнМ для образцов икры № 2 и № 3 на протяжении контрольного периода хранения при температуре минус 5°C оставалось в пределах допустимого с большим запасом. Для образца № 1, изготовленного без консервантов, уже при оценке через 6 месяцев значение КМАФАнМ намного превысило допустимое, что согласуется с ГОСТ 18173 [22], определяющий срок годности для икры лососевой зернистой баночной без консервантов 4 месяца.

Опытный образец икры с фосфатами после трех месяцев хранения был направлен для лабораторных исследований на санитарно-микробиологические показатели в «Центр гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае» в г. Елизово. Результаты микробиологических исследований представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты микробиологических исследований икры горбуши, изготовленной с фосфатом «Карнал-2110»

Определяемый показатель	Результат исследований	Гигиенический норматив по СанПиН 2.3.2.1078	Единица измерения	Нормативный документ на методы исследований
КМАФАнМ	3×10^3	не более 1×10^5	КОЕ/см ³	ГОСТ 10444.15
БГКП (колиформы)	в 1,0 не обнаружены	в 1,0 не допускается	см ³ , г	ГОСТ Р 52816
<i>S. aureus</i>	в 1,0 не обнаружены	в 1,0 не допускается	см ³ , г	ГОСТ Р 52815
Сульфитредуцирующие клостридии	в 1,0 не обнаружены	в 1,0 не допускается	см ³ , г	ГОСТ 29185
Дрожжи	менее 10	не более 300	КОЕ/см ³	ГОСТ 10444.12
Плесени	менее 10	не более 50	КОЕ/см ³	ГОСТ 10444.12
Патогенные, в т. ч. сальмонеллы	в 25,0 не обнаружены	в 25,0 не допускается	см ³ , г	ГОСТ 52814 (ИСО 6579)

Как видно из данных табл. 4, по микробиологическим показателям безопасности икра, приготовленная с применением обработки фосфатом «Карнал-2110», соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [30].

Таким образом, на основании проведенных исследований обоснована возможность применения фосфата «Карнал-2110» в качестве консерванта для икры лососевой зернистой. Установлено, что предварительная обработка икры в растворе фосфата «Карнал-2110» обеспечивает стабильность качества при хранении, в том числе микробиологических показателей икры.

Литература

1. Коулз Р., МакДауэлл Д., Корван М.Дж. Упаковка пищевых продуктов. – СПб.: Профессия, 2008. – 416 с.
2. Микробиологическая порча пищевых продуктов / под ред. К. де В. Блекберна. – СПб.: Профессия, 2011. – 784 с.

3. Технология глубокой переработки водных биоресурсов Камчатки: отчет о науч.-исслед. работе / М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, В.Б. Чмыхалова, М.В. Благонравова, Т.М. Бойцова, В.И. Карпенко, Ю.В. Приходько, К.М. Афанасьева, М.А. Творогова, К.А. Белова, Ю.В. Кузьмичев, Н.С. Патик. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – 80 с.
4. Патик Н.С. Разработка технологии икры лососевой зернистой баночной с использованием фосфатов: дис. ... магистра. – Петропавловск-Камчатский, 2013 г. – 114 с.
5. Актуальные проблемы технологий производства зернистой лососевой икры на современном этапе / А.А. Ефимов, Н.В. Лазутина, М.В. Ефимова, Д.С. Лысенко // Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения: материалы регион. науч.-практ. конф. (17–19 мая 2006 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – С. 97–100.
6. Абрамова Л.С., Копыленко Л.Р. Проблемы качества и безопасности икры лососевых рыб // Рыбная промышленность. – 2009. – № 1. – С. 4–5.
7. Применение фосфатов в технологии лососевой зернистой икры / Ю.В. Кузьмичев, Я.Е. Крымская, М.Е. Крымский, Н.С. Авдеева // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 64–67.
8. Килкаст Д., Субраманиам П. Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты. – СПб.: Профессия, 2012. – 420 с.
9. Технология обработки водного сырья / И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев, Л.П. Миндер, В.Н. Подсевалов, Л.Л. Лагунов; под ред. И.В. Кизеветтера. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 696 с.
10. Беззубов Л.П. Химия жиров. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 280 с.
11. Актуальные проблемы технологий производства зернистой лососевой икры на современном этапе / А.А. Ефимов, Н.В. Лазутина, М.В. Ефимова, Д.С. Лысенко // Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения: материалы регион. науч.-практ. конф. (17–19 мая 2006 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – С. 97–100.
12. Ефимов А.А., Ефимова М.В., Коргун С.В. Использование консервантов при производстве зернистой лососевой икры // Научно-технические исследования в рыбохозяйственной отрасли Камчатского края: материалы ежегодной науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава и аспирантов КамчатГТУ (5–7 мая 2009 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009. – С. 19–22.
13. Семенова О.В., Ефимова М.В. Исследование органолептических показателей икры, изготовленной с использованием пищевой добавки «Варэкс-2» // Природно-ресурсный потенциал региона: современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы межрегион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (23–25 марта 2010 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – С. 42–44.
14. Кузьмичев Ю.В. Современные проблемы сохранения качества икры // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (15–18 марта 2011 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 113–117.
15. Микробиология / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Л.И. Войно. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 287 с.
16. Перетрухина А.Т., Перетрухина И.В. Микробиология сырья и продуктов водного происхождения. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 320 с.
17. Долганова Н.В., Першина Е.В., Хасанова З.К. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Мир, 2005. – 224 с.
18. Долганова Н.В., Першина Е.В., Хасанова З.К. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. – СПб.: Лань, 2012. – 288 с.
19. Техническая микробиология рыбных продуктов / Е.Н. Дутова, М.М. Гофтарш, И.И. Призренова, А.С. Сазонова; под ред. Е.Н. Дутовой. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 271 с.
20. Углистый Г.М., Мартеньянова Н.П. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 143 с.
21. ТУ 9246-011-33620410 Рыбы лососевые дальневосточные-сырец. – М.: Стандартиформ, 2003. – 11 с.

22. ГОСТ 18173. Икра лососевая зернистая баночная. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 6 с.
23. Инструкция по изготовлению лососевой зернистой икры // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / под ред. А.Н. Белогузова и М.С. Васильевой. Т. 2. – М.: КолосС, 2003. – С. 379–391.
24. *Вытовтов А.А.* Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.
25. *Головин А.Н.* Контроль продукции из водного сырья. – М.: Колос, 1992. – 255 с.
26. *Николаенко О.А., Шокина Ю.В., Волченко В.И.* Методы исследования рыбы и рыбных продуктов: учебное пособие. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 176 с.
27. *Сафронова Т.М.* Органолептическая оценка рыбной продукции: Справ. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.
28. *Сафронова Т.М.* Справочник дегустатора рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.
29. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегеда. – М.: Колос, 2008. – 534 с.
30. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078. – М.: Минздрав России, 2001. – 21 с.
31. ГОСТ 26668. Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 10 с.
32. ГОСТ 26669. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
33. ГОСТ 10444.15. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – Минск: Изд-во стандартов, 1995. – 8 с.

УДК 582.272.46(571.66)

А.В. Климова, Н.Г. Клочкова

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

ЛАМИНАРИЕВЫЕ ВОДОРОСЛИ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ И ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ. ИСТОРИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, НОВЫЕ ЗАДАЧИ

В статье на основании анализа более 250 научных альгологических и гидробиологических публикаций дается обзор результатов изучения ламинариевых водорослей восточной Камчатки и западной части Берингова моря, полученных с 1840 по 1997 гг. и с 1998 г. по настоящее время. Показано, что исследования, проведенные до конца прошлого века, характеризовались в основном альгофлористической и альгоценотической направленностью и дали представления о видовом составе, экологии, распределении и распространении ламинариевых у берегов обсуждаемого района. В текущем столетии значительную долю работ, содержащих информацию по ламинариевым водорослям района, составили публикации, включающие данные изучения фенологии, процессов воспроизводства, популяционной биологии (46% от общего количества проанализированных публикаций). Важнейшими задачами текущих исследований являются изучение сезонных изменений химического состава, процессов спорогенеза, постановка лабораторных культур для изучения особенностей развития микроскопических гаметофитов.

Ключевые слова: порядок Laminariales, *Saccharina bongardiana*, история изучения, изученности, восточная Камчатка, Берингово море.

A.V. Klimova, N.G. Klochkova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Laminaria algae of eastern Kamchatka and western part of the Bering sea. History and area of research, new goals**

In the given article we review the research results of laminaria algae of eastern Kamchatka and western part of the Bering Sea obtained from 1840 till 1997 and from 1998 until now, having analyzed more than 250 scientific algological and hydrobiological publications. It was shown that last century researches were defined as algofloristic and algocenotic and represented Laminaria species structure, ecology and their distribution in shore. Nowadays the publications including data of phenology, reproduction processes, population biology study (46% from analyzed publications) composed the considerable part of research, containing the information about regional Laminaria alga. The most important tasks of researches are the study of seasonal chemical composition changes, sporogenesis processes, laboratory cultivation for microscopic gametophytes study.

Key words: Laminariales, developmental biology, reproduction, status of observation, eastern Kamchatka, Bering Sea.

Представители порядка Laminariales (Phaeophyceae) образуют подводные леса и создают основной объем первичной продукции в верхних отделах шельфа холодных и умеренных вод Северного полушария [1]. Они характеризуются ценным химическим составом и широко используются в разных отраслях промышленности [2]. Благодаря высокой экологической и хозяйственной значимости они во всем мире являются важнейшими объектами альгологических исследований. В последние десятилетия ламинариевые активно изучаются и в камчатском регионе. Обзору состояния их изученности здесь посвящена настоящая работа.

Описание представителей обсуждаемого порядка в альгофлоре Северной Пацифики было начато еще в позапрошлом веке, и большинство встречающихся здесь его родов и видов были описаны уже к середине XIX – началу XX вв. [3–7]. У азиатского побережья Тихого океана выявление их видового состава активно продолжалось и в прошлом веке [8–12]. Вплоть до конца прошлого столетия новые для науки виды и роды активно описывались и российскими учеными [13–20].

Сведения о ламинариевых прикамчатских вод к концу прошлого столетия были ограничены информацией, полученной в основном в ходе альгофлористических исследований, проводившихся в разных районах этого обширного региона. Они давали представления о видовом составе ламинариевых сообществ, морфологии представителей разных видов, их экологии, распространении и распределении. Немногие появившиеся к тому времени сведения о содержании у ламинариевых камчатского региона ценных химических веществ были основаны на изучении их разовых сборов [21]. Обобщение собранной к концу прошлого века информации по камчатским ламинариевым можно найти в публикациях Ю.Е. Петрова [22], Н.Г. Клочковой [23], Н.Г. Клочковой и В.А. Березовской [24].

Следует отметить, что в ходе изучения порядка Laminariales в Мировом океане достаточно регулярно предлагалось изменение взглядов на количество и объем семейств и родов. По мере изучения разных форм внутривидовой изменчивости менялись представления об объеме видов. При этом к началу текущего века сложилось мнение о том, что все роды ламинариевых уже описаны. Однако в новом столетии появились описания новых для науки монотипических родов *Tauya* и *Aureophycus* и их видов *T. basicrassa* и *A. aleuticus*. Первый, имеющий достаточно своеобразную морфологию, был обнаружен у материкового побережья Охотского моря [25], второй, характеризующийся неповторимыми чертами морфологии и спороношения, был описан с Алеутских островов [26, 27].

Благодаря сложной дифференциации слоевищ ламинариевых и наличию множественных внешних различий между разными группами видов порядка Laminariales с учетом хорошо выраженных устойчивых групповых признаков был разделен на роды и семейства. Применение в таксономических исследованиях методов молекулярно-генетических исследований значительно поколебало ранее разработанную казавшуюся стройной систему. На основе полученных с их использованием результатов в порядке Laminariales были выделены новые семейства Akkesiphycaceae [28] и Costariaceae [29], Aureophycaceae [27].

Значительные изменения произошли также в понимании объема отдельных родов. Так, например, были объединены роды *Thalassiosiphonum* и *Agarum* [30], виды которых не имеют морфологического сходства по признакам родового уровня. Из рода *Lessonia* был выделен род *Pseudolessonia*. При этом единственный вид рода *Pseudolessonia*, *P. laminarioides*, очень близкий в морфологическом отношении к видам *Lessonia*, не попал, как того следовало ожидать, в семейство *Lessoniaceae*, а был отнесен, в соответствии с молекулярной филогенией, к семейству

Laminariaceae [31]. При отсутствии каких-либо морфологических различий, только по молекулярной филогении род *Laminaria* был разделен на *Laminaria* и *Saccharina* [29]. Один из видов рода *Alaria* был отнесен к самостоятельному роду – *Eualaria* [32].

Номенклатурные изменения, приведшие к объединению очень непохожих видов или разнесению близких видов в разные роды, коснулись и других ламинариевых, встречающихся на юге российского Дальнего Востока [29, 33, 34 и др.]. Таким образом, стало ясно, что номенклатурные изменения, основанные на данных молекулярных исследований, отвергают ценность традиционно используемых в биологической систематике морфологических признаков. Вопрос о том, являются ли они достаточными для пересмотра системы порядка Laminariales, требует отдельного обстоятельного обсуждения, которое не является задачей нашего исследования. Отметим лишь, что виды-эндемы российских территориальных вод молекулярным исследованиям еще не подвергались, поэтому таксономическую ревизию порядка Laminariales на российском Дальнем Востоке, и в том числе в прикамчатских водах, нельзя считать завершенной. В целом же следует отметить, что описательный этап в изучении ламинариевых этого региона близится к завершению.

Судить о географии и объеме альгологических исследований, в ходе которых были получены сведения о ламинариевых восточной Камчатки и западной части Берингова моря, можно по данным, представленным на рис. 1. Он подготовлен на основе анализа аннотированной библиографии по водорослям этого района [23], содержащей информацию о распространении здесь видов, и публикаций, в которых они указываются. В общей сложности в цитируемой выше работе упомянуто 70 источников отечественных и зарубежных авторов.

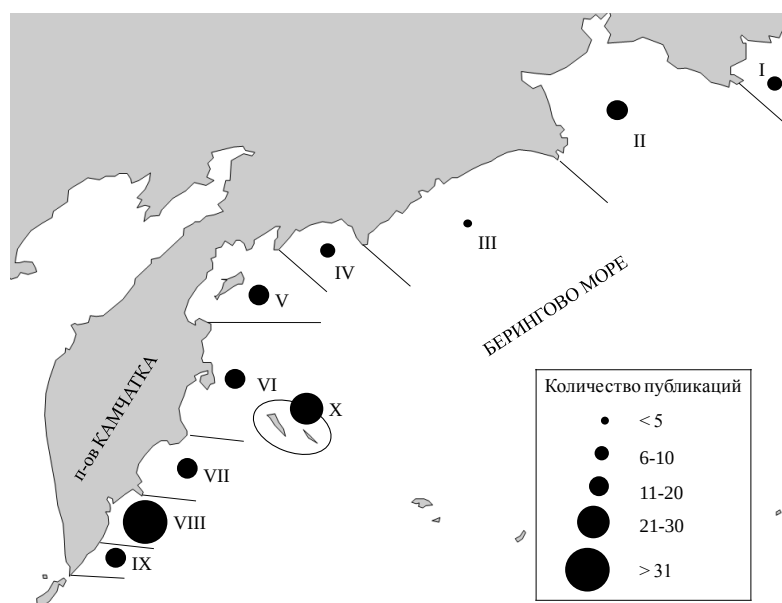


Рис. 1. Число научных публикаций, содержащих сведения о ламинариевых водорослях восточной Камчатки и западной части Берингова моря, вышедших за период 1840–1997 гг. I–X – районы побережья:

I – залив Лаврентия, II – Анадырский залив, III – м. Наварина – м. Олюторский, IV – Олюторский залив, V – заливы Корфа и Карагинский, VI – м. Столбовой – м. Красный, VII – Кроноцкий залив, VIII – Авачинский залив, IX – мыс Безымянный – м. Лопатка, X – Командорские острова

Из данных, приведенных на рис. 1, видно, что информация о ламинариевых, произрастающих у разных участков побережья восточной Камчатки и Берингова моря, встречается в разном количестве публикаций. Анализ самих работ показывает, что особенно скудны сведения о представителях этой группы для района III, расположенного в месте, где происходит резкая смена гидрологических условий, влияющих на распространение ламинариевых водорослей. Неудивительно поэтому, что северные границы ареалов у ряда камчатско-берингоморских видов до сих пор не определены.

К районам, в которых альгологические исследования проводились с наибольшей интенсивностью, относятся Командорские острова и Авачинский залив. Первый из них интересен исключительным альгофлористическим богатством, своеобразным географическим положением, обес-

печивающим проникновение к Командорским островам некоторых представителей американской альгофлоры. Отметим также, что Командоры являются типовым местообитанием некоторых видов ламинариевых [5].

Высокий уровень интереса к водорослям района VIII (Авачинский залив) объясняется, прежде всего, тем, что здесь, в Петропавловске-Камчатском, в течение нескольких десятилетий работают научные организации, ведущие морские биологические исследования, в том числе альгологические. Этот район активно посещали научные экспедиции и отдельные специалисты – альгологи и гидробиологи. Среди пионерных работ, заложивших основу знаний о видовом составе ламинариевых обсуждаемого района, отметим, прежде всего, публикации Е.С. Зиновой [35–38], Е.А. Кардаковой-Преженцовой [39], Ю.Е. Петрова [1, 18, 22, 40]. К настоящему времени известно 15 их видов. О распространении и распределении представителей этой группы в прикамчатских водах в свое время писали В.П. Савич [41], Г.И. Гайл [42], Е.И. Блинова и И.С. Гусарова [43], Н.Е. Толстикова [44, 45], М.В. Суховеева [46], О.Ю. Вилкова с соавторами [47], А.В. Климова и С.В. Ермакова [48].

С появлением в конце 90-х гг. в камчатских научно-исследовательских институтах (КФ ТИГ ДВО РАН, КамчатНИРО) альгологических подразделений заметно увеличилось количество альгологических публикаций, особенно содержащих сведения по ламинариевым водорослям восточной Камчатки и западной части Берингова моря. Это хорошо видно из рис. 2, на котором показана динамика появления таких работ.

Резкий всплеск публикационной активности с 2000-го г. был обеспечен аспирантами и соискателями Камчатского государственного технического университета, начавшими всестороннее изучение ламинариевых. Важно отметить, что все они обрабатывали одни и те же многолетние сезонные сборы водорослей, что делало сопоставимыми результаты их исследований.

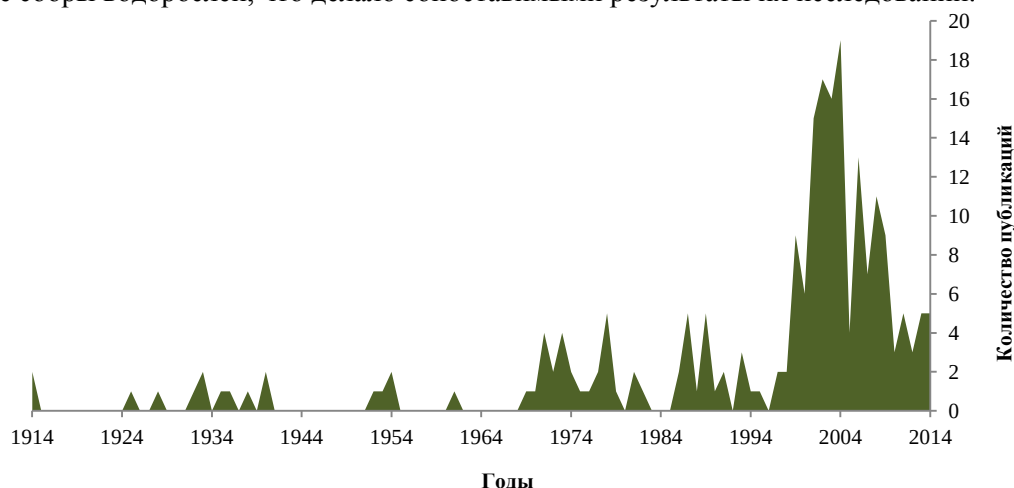


Рис. 2. Публикационная активность исследователей, изучавших ламинариевые водоросли западного побережья Северной Пацифики за период 1914–2014 гг.

К этой работе были привлечены также специалисты из других регионов. В результате в течение двух последних десятилетий была накоплена обширная информация о ламинариевых водорослях прикамчатских вод, особенно о промысловых и потенциально промысловых видах. К настоящему времени только им посвящена 141 публикация. Кроме работ, которые касаются исключительно ламинариевых, в анализе тематической направленности публикаций, вышедших после 1998 г., показанном на рис. 3, были также учтены другие работы, в которых так или иначе упоминаются ламинариевые водоросли [49–54 и др.]. Общий список таких публикаций, вышедших после 1998 г., составил более 40 наименований.

Из представленного рис. 3 видно, что, как и в предыдущий период (1840–1997 гг.), основными районами альгологических исследований оставались Авачинский залив и Командорские острова. В остальных районах побережья исследования, посвященные только ламинариевым, не проводились.

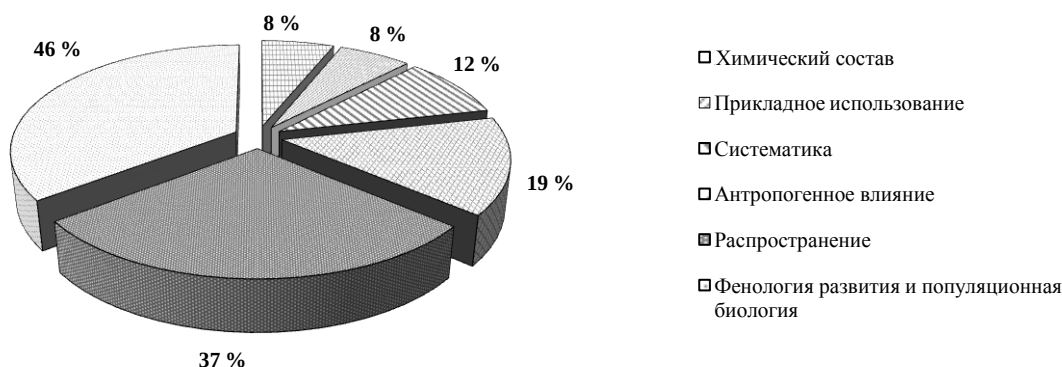


Рис. 3. Публикационная активность авторов, изучавших ламинариевые водоросли Восточной Камчатки с конца 1998 по 2014 гг. (обозначения районов те же, что на рис. 1)

Тематическая направленность всех известных для обсуждаемого района работ показана на следующем рис. 4. Он свидетельствует о разнообразии направлений изучения ламинариевых. Это изучение химического состава промысловых видов, воздействия на них антропогенных факторов, изучение вопросов фенологического развития в разных условиях среды, популяционной биологии и др.

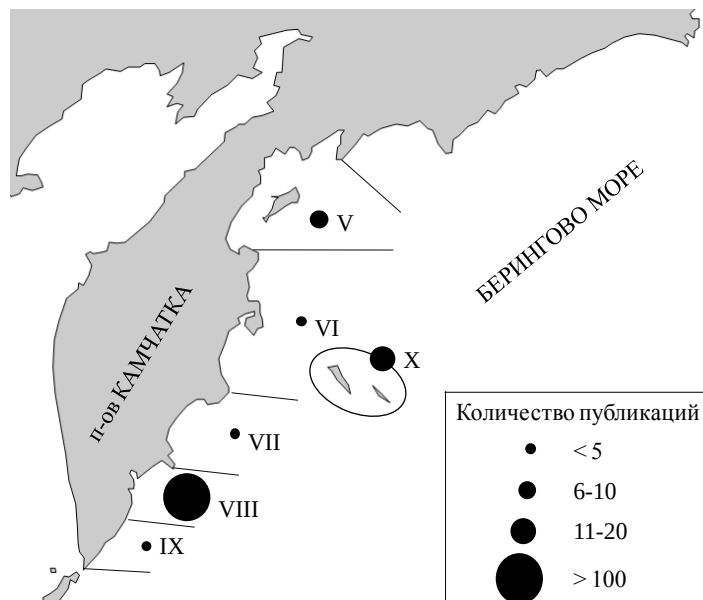


Рис. 4. Основные направления изучения ламинариевых прикамчатских вод (по количеству публикаций)

Самый большой объем работ, как это видно из диаграммы, посвящен вопросам биологии развития видов и сезонным изменениям их морфологических и размерно-массовых характеристик. Число этих работ достигает 46% от общего количества публикаций. В них описываются стадии фенологического развития, особенности бесполого размножения и сопутствующие этим процессам морфолого-анатомические изменения.

Не менее важным направлением изучения ламинариевых оставалось определение их видового состава в разных районах восточной Камчатки. Это – 37% от общего числа проанализированных работ. В их число входят в основном публикации, дающие сведения о видовом составе всей альгофлоры того или иного района, и в том числе ламинариевых.

Особое место в исследованиях ламинариевых прибрежных акваторий Камчатки уделяется изучению влияния на их рост и развитие антропогенных факторов (19% от общего числа работ). Из числа этих работ, прежде всего, следует отметить публикации В.А. Березовской и Н.Г. Клочковой [55–57], В.А. Березовской [58–61], Н.Г. Клочковой [62–64], Л.Н. Саушкиной [65–69], Н.Г. Клочковой и В.А. Березовской [70], Т.Н. Королевой, [71, 72] и А.Э. Кусиди [73].

Местом проведения этих работ являлась Авачинская губа. Разные ее участки в зависимости от орографии, речного стока, расположения промышленных производств, портовых сооружений, канализационных коллекторов испытывают различный уровень загрязнения всевозможными поллютантами. С одной стороны это ведет к разрушению макрофитобентоса, с другой – дает уникальную возможность проведения сравнительного изучения антропогенного воздействия на разные виды ламинариевых. Исследования в этом направлении позволили выявить виды-индикаторы загрязнения морских вод и проследить динамику антропогенной деструкции макрофитобентоса как в целом, так и на различных уровнях его организации – ценотическом, популяционно-видовом и организменном [61, 70].

Благодаря исключительной экологической пластичности и гибкой адаптивной стратегии *Saccharina bongardiana* является самым показательным видом-индикатором среди камчатских ламинариевых. Неудивительно, что ей в перечисленных работах уделялось особое внимание, и она была объектом исследований в трех кандидатских диссертациях [67, 71, 73] и одной докторской, важной частью которой являлось обсуждение антропогенного влияния на макрофитобентос Авачинской губы на популяционно-видовом уровне [61].

К настоящему времени для указанного выше вида определены особенности распространения вдоль побережья Камчатки [24, 75], Командорских и Курильских островов [76–79], описаны сезонные изменения размерно-массовых характеристик и общего химического состава его разновозрастных генераций, распределение по пластине пластических веществ в зависимости от фазы онтогенеза, прослежена размерно-возрастная структура популяций и продукционные показатели в различных географических районах и экологических условиях, морфо-физиологические изменения у разновозрастных растений под воздействием экологических факторов [71, 72, 74, 80–85 и др.].

Интересны данные изучения морфогенеза *S. bongardiana*, произрастающей в разных экологических условиях как способа адаптивного приспособления к негативному воздействию среды [65, 67–69, 86–96]. В указанных работах описывается сезонная и возрастная морфологическая изменчивость, стратегия выживания и воспроизводства вида в неблагоприятных условиях. В ходе этих исследований было показано, что *S. bongardiana* имеет растянутый срок размножения и два пика массового спороношения.

Значительно хуже по сравнению с *S. bongardiana* изучена биология других камчатских ламинариевых водорослей. В настоящее время в число изучаемых видов попали представители родов, имеющих высокую промысловую ценность, *Laminaria*, *Saccharina* и *Alaria*. Достаточно интересные исследования по биологии развития *S. bongardiana*, *S. dentigera*, *L. longipes* и *L. yezoensis* были проведены А.Э. Кусиди [73, 84, 97] и А.Э. Кусиди и Н.Г. Клочковой [98, 99]. Эти работы дают представление о продолжительности жизни, особенностях спороношения, размерно-массовых характеристиках их разновозрастных растений. В них также рассматривается стратегия возрастного и сезонного развития указанных видов у берегов восточной Камчатки.

Изучение *S. bongardiana*, проведенное в последние годы, позволило получить данные по изменениям анатомического строения пластин на разных стадиях спорогенеза [100] и определить воздействие аномальных изменений гидрологических факторов на ее фенологическое развитие и воспроизводство [101].

Первые сведения о продолжительности жизни камчатских аляриевых водорослей были опубликованы в работе Н.Г. Клочковой и В.А. Березовской [24]. Последующие исследования, расширяющие понимание процессов биологии развития *Alaria angusta* и *A. marginata*, содержатся в публикациях Т.Н. Королевой [102–106], Т.Н. Королевой и А.Э. Кусиди [107, 108], А.В. Климовой [109–111]. В указанных работах описаны возрастные особенности морфогенеза и анатомического строения, выявлены адаптивные изменения морфологии, появляющиеся в условиях загрязнения.

Все более важное значение при изучении биологии развития ламинариевых водорослей уделяется определению сезонных изменений их химического состава, поскольку они наиболее наглядно отражают физиологическое состояние растений. Если одни работы по химии водорослей в большей степени проводились с целью определения хозяйственной ценности видов и выявления периода максимального накопления у них ценных веществ [112–117 и др.], то другие – с целью изучения биологии их развития. Для этого, прежде всего, определялось содержание в разных частях таллома воды и сухих веществ [71, 73, 81, 83, 84, 97, 118 и др.]. В последние годы в сухих веществах ламинариевых начали определять содержание органических и минеральных соединений, альгинатов, маннита, фукоидана и йода [119–121].

Определенная, пусть небольшая часть вышедших работ по ламинариевым обсуждаемого района касается их промысла и культивирования [122, 123 и др.] (16% от общего количества, см. рис. 3). Отметим, что информация по этим вопросам явно недостаточна для серьезного решения вопросов их добычи и выращивания на Камчатке, поскольку таковые требуют экспериментальной проверки и углубленного изучения жизненных циклов ламинарий и всех стадий развития спорофитов и гаметофитов.

Таким образом, анализ более чем 250 публикаций, содержащих сведения о ламинариевых водорослях восточной Камчатки и западной части Берингова моря, показывает, что относительно полно среди них изучены только массовые промысловые виды: *L. longipes*, *L. yezoensis*, *S. bongardiana*, *S. dentigera*, в меньшей степени – потенциально промысловые *Alaria* и *Eualaria*. Информация по другим представителям порядка, *Agarum*, *Arthrothamnus* и др., все еще крайне скудна. Данные по запасам ламинариевых водорослей также явно недостаточны. Они были получены более 20–40 лет назад только для отдельных участков побережья и к настоящему моменту устарели.

На современном этапе основными задачами исследования этой важнейшей группы макрофитобентоса является изучение таких аспектов биологии развития, как спорообразование и спороношение. Для этого необходимо детальное исследование процессов закладки спороносной ткани, ее последующего развития, влияния на эти процессы гидрологических и гидрохимических условий. Столь же актуальной задачей будущих исследований является изучение процессов формирования гаметофитов, созревания у них органов размножения, особенностей протекания ранних стадий развития спорофитов. Все эти сведения крайне необходимы для прогнозной оценки возможных изменений запасов промысловых видов на шельфе обсуждаемого района под воздействием природных и антропогенных факторов и разработки рекомендаций по рациональному использованию и культивированию ламинариевых в прибрежных водах Камчатки.

Литература

1. Петров Ю.Е. Отдел Бурые водоросли (*Phaeophyta*) // Жизнь растений. В 6 т. – Т. 3. Водоросли, лишайники. – М.: Просвещение, 1977. – С. 143–191.
2. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. – 243 с.
3. Постельс А., Рупрехт Ф.И. Изображения и описания морских растений, собранных в северном Тихом океане у берегов Российских владений в Азии и Америке. – СПб., 1840. – 22 с.
4. Ruprecht F.I. Algae Ochotensis. – St.-Peterburg, 1850. – 243 p.
5. Kjellman F.R. Om Beringhafvets algflora // Kongl. Sven. Vetensk. Akad. Handl. – 1889. – Vol. 23, № 8. – P. 1–58.
6. Setchell W.A., Gardner N.L. Algae of Northwestern America // Univ. Calif. Publ. Bot. – 1903. – Vol. 1. – P. 165–418.
7. Setchell W.A., Gardner N.L. The marine algae of the Pacific coast of North America // Univ. Calif. Publ. Bot. – 1925. – Vol. 8. – P. 383–898.
8. Miyabe K. Laminariaceae of Hokkaido // Report to Fish. Dept. of Hokkaido Prefecture Government. – 1902. – №. 3. – 60 p.
9. Yendo K. A monograph of the genus *Alaria* // J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo – 1919. – Vol. 43, № 1. – P. 1–145.
10. Yamada Y. Notes on some Japanese algae. VI // Sci. Papers Inst. Algol. Res. Hokkaido Imp. Univ. – 1935. – Vol. 1, № 1. – P. 27–35.
11. Miyabe K., Nagai M. Marine algae of the Kurile islands. I // J. Fac. Agr. Hokkaido Imp. Univ. – 1940. – Vol. 46. – Pt. 1. – P. 1–137.
12. Nagai M. Marine algae of the Kurile Islands. I. // Fac. Agr. Hokkaido Imp. Univ, 1940. – Vol. 46. – Pt 1. – 137 p.
13. Петров Ю.Е., Возжинская В.Б. Новые род и вид ламинариевых водорослей из Охотского моря // Новости сист. низш. раст. – 1966. – Т. 3. – С. 100–102.
14. Петров Ю.Е., Возжинская В.Б. Новые виды рода *Laminaria* из Охотского моря // Новости сист. низш. раст. – 1970. – Т. 7. – С. 81–87.

15. Петров Ю.Е., Гусарова И.С. Новый вид и род ламинариевых водорослей с Курильских островов // Новости сист. низш. раст. – 1970. – Т. 7. – С. 87–90.
16. Петров Ю.Е., Гусарова И.С. Новый вид и род ламинариевых водорослей с о. Симушир // Новости сист. низш. раст. – 1972. – Т. 9. – С. 39–44.
17. Петров Ю.Е. Систематика некоторых дальневосточных видов рода *Laminaria* Lamour // Новости сист. низш. раст. – 1972. – Т. 9. – С. 47–58.
18. Петров Ю.Е. Род *Alaria* Grev. в морях СССР // Новости сист. низш. раст. – 1973. – Т. 10. – С. 49–59.
19. Петров Ю.Е., Суховеева М.В. *Laminaria multiplicata* sp. nov. из Охотского моря // Новости сист. низш. раст. – 1976. – Т. 13. – С. 51–53.
20. Петров Ю.Е., Кусакин О.Г. *Undariella kurilensis* – новые род и вид ламинариевой водоросли с литорали вулканического острова Янкича (Курильские острова) // Биология моря. – 1997. – Вып. 23, № 2. – С. 79–83.
21. Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова А.П. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. – М.: Лег. и пищ. промышленность, 1981. – 110 с.
22. Петров Ю.Е. Ламинариевые и фукусовые водоросли морей СССР: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1975. – 54 с.
23. Klochko N.G. An annotated bibliography of marine macroalgae of the northwest coast of the Bering Sea and Southeast Kamchatka. First Revision of Flora // *Algae*. – 1998. – Vol. 13, № 4. – P. 375–418.
24. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток, Петропавловск-Камчатский: Дальнаука, 1997. – 155 с.
25. Ключкова Н.Г., Крупнова Т.Н. Новые и интересные таксоны ламинариевых водорослей (*Laminariales*, *Phaeophyta*) дальневосточных морей России *Tauya basicrassa* Kloczc. et Krupn. gen. et sp. nov. // *Альгология*. – 2004. – Т. 1 (14), № 1. – С. 52–61.
26. Morphology and molecular phylogeny of *Aureophycus aleuticus* gen. et sp. nov. (*Laminariales*, *Phaeophyceae*) from the Aleutian Islands / H. Kawai, T. Hanyuda, M. Lindeberg, S.C. Lindstrom // *J. Phycol.* – 2008. – Vol. 44. – P. 1013–1021.
27. Ancestral reproductive structure in basal kelp *Aureophycus aleuticus* / H. Kawai, T. Hanyuda, L.M. Ridgway, K. Holser / *Sci. Rep.* – 2013. – Vol. 3: 2491. – URL: <http://www.nature.com/srep/2013/130822/srep02491/full/srep02491.html> (дата обращения: 15.05.2014). DOI:10.1038/srep02491
28. Kawai H., Sasaki H. Molecular phylogeny of the brown algal genera *Akkesiphycus* and *Halosiphon* (*Laminariales*), resulting in the circumscription of the new families *Akkesiphycaceae* and *Halosiphonaceae* // *Phycologia*. – 2000. – Vol. 39. – P. 416–428.
29. A multi-gene molecular investigation of the kelp (*Laminariales*, *Phaeophyceae*) supports substantial taxonomic re-organization / C.E. Lane, C. Mayes, L.D. Druehl, G.W. Saunders // *J. Phycol.* – 2006. – Vol. 42. – P. 493–512.
30. Taxonomy and biogeography of *Agarum* and *Thalassiophyllum* (*Laminariales*, *Phaeophyceae*) based on sequences of nuclear, mitochondrial, and plastid markers / G.H. Boo, S.C. Lindstrom, N.G. Klochkova, N. Yotsukura, E.C. Yang, H.G. Kim, J.R. Waaland, G.Y. Cho, K.A. Miller, S.M. Boo // *Taxon*. – 2011. – Vol. 46. – P. 831–840.
31. The reclassification of *Lessonia laminarioides* (*Laminariaceae*, *Phaeophyta*): *Pseudolessonia* gen. nov. / G.Y. Cho, N.G. Klochkova, T.N. Krupnova, S.M. Boo // *Phycology*. – 2006. – V. 42, № 6. – P. 1286–1299.
32. Wynne M.J. Marine algae and early explorations in the Upper North Pacific and Bering sea // *Algae*. – 2009. – Vol. 24. – P. 1–29.
33. Селиванова О.Н., Жигадлова Г.Г., Хэнсен Г.И. Пересмотр систематики водорослей порядка *Laminariales* (*Phaeophyta*) из дальневосточных морей России на основании молекулярно-генетических данных // *Биол. моря*. – 2007. – Т. 33, № 5. – С. 329–340.
34. Nucleotide sequence diversity of the 5S rDNA spacer in the simple blade kelp genera *Laminaria*, *Cymathaere* and *Kjellmaniella* (*Laminariales*, *Phaeophyceae*) from northern Japan / N. Yotsukura, T. Kawai, S. Kawashima, H. Ebata, T. Ichimura // *Phycol. Res.* – 2006. – Vol. 54. – P. 269–279.
35. Зинова Е.С. Водоросли Камчатки // *Исслед. морей СССР*. – 1933. – Вып. 17. – С. 7–42.
36. Зинова Е.С. Морские водоросли Командорских островов // *Тр. Тихоокеан. комитета*. – 1940. – Т. 5. – С. 165–243.

37. *Зинова Е.С.* Высшие водоросли Чукотского моря и Берингова пролива // Крайний северо-восток СССР. Т. 2. Фауна и флора Чукотского моря. – М.: Наука, 1952. – С. 83–97.
38. *Зинова Е.С.* Морские водоросли юго-восточной Камчатки // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. – 1954. – Сер. 2, вып. 9. – С. 365–400.
39. *Кардакова-Преженцева Е.А.* Водорослевая растительность Командорских островов // Изв. ТИНРО. – 1938. – Т. 14. – С. 77–108.
40. *Петров Ю.Е.* Обзорный ключ порядков Laminariales и Fucales морей СССР // Новости сист. низш. раст. – Л.: Наука, 1974. – Т. 11. – С. 153–169.
41. *Савич В.П.* Альгологический обзор Авачинской губы в мае 1909 г. // Тр. Камч. эксп. Ф.Б. Рябушинского. Ботан. отд. – 1914. – Вып. 2. – С. 451–472.
42. *Гайл Г. И.* Ламинариевые водоросли дальневосточных морей // Вестн. ДВФ АН СССР. – 1936. – Вып. 19. – С. 31–65.
43. *Блинова Е.И., Гусарова И.С.* Водоросли сублиторали юго-восточного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. – 1971. – Т. 76. – С. 139–155.
44. *Толстикова Н.Е.* Макрофитобентос сублиторали Берингова моря в районе бухты Провидения // Труды ВНИРО. – 1971. – Т. 87. – С. 60–77.
45. *Толстикова Н.Е.* Распределение водорослей и характеристика состояния запасов промысловых водорослей в Анадырском заливе // Научный отчет. – М.: ВНИРО, 1973. – 92 с.
46. *Суховеева М.В.* Ламинариевые Камчатского залива и перспективы их использования // Биологические ресурсы Камчатского шельфа и их рациональное использование и охрана: тез. докл. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КОТИНРО, 1987. – С. 124–126.
47. Запасы ламинариевых водорослей бухт Восточной Камчатки / О.Ю. Вилкова, В.В. Бадудин, В.Б. Муравьев, С.Е. Акимов // Материалы Всерос. конф., посвященной 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО» (26–27 сентября 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. – С. 122–128.
48. *Климова А.В., Ермакова С.В.* Распределение запасов ламинариевых водорослей у юго-восточной Камчатки // Вестник КамчатГТУ. – 2013. – Вып. 23. – С. 58–64.
49. *Селиванова О.Н.* Морские водоросли-макрофиты охраняемой прибрежной акватории Южно-Камчатского заказника // Флора и растительность Южной Камчатки: на примере Южно-Камчатского государственного заказника / под ред. В.Ю. Нешатаевой. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2002. – С. 104–128.
50. *Селиванова О.Н.* Макрофиты российского шельфа Берингова моря, Командорских островов и юго-восточной Камчатки: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток: ДВГУ, 2004. – 39 с.
51. *Клочкова Н.Г., Бонк А.А., Клочкова Т.А.* Макрофитобентос районов воспроизводства Корфо-Карагинской сельди и значение отдельных видов растений в ее размножение // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: докл. IV науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 57–70.
52. *Жигадлова Г.Г.* Водоросли-макрофиты особо охраняемой морской акватории Кроноцкого государственного биосферного заповедника (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы VII междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. – С. 336–342.
53. *Селиванова О.Н., Жигадлова Г.Г.* Морские водоросли-макрофиты прибрежных вод острова Старичков // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. – Вып. 8. – С. 25–58.
54. *Чмыхалова В.Б., Королева Т.Н.* Некоторые особенности вегетации бурых водорослей *Laminaria bongardiana* и *Fucus evanescens* в разных экологических районах Авачинского залива // Ресурсы и средства рациональной эксплуатации прибрежных акваторий Камчатки: материалы науч.-технич. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2003. – С. 40–44.
55. *Березовская В.А., Клочкова Н.Г.* Накопление тяжелых металлов в водорослях. Возможности использования *Laminaria bongardiana* для оценки техногенного загрязнения // Науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава и сотрудников ПКВМУ: тез. докл. – Петропавловск-Камчатский: ПКВМУ, 1995. – С. 72–73.
56. *Березовская В.А., Клочкова Н.Г.* Изменения сублиторальных ассоциаций водорослей в Авачинской губе // В кн.: Эколого-экономические проблемы рационального природопользования на Камчатке. Вып. 5. – Петропавловск-Камчатский: КГАРФ, 1998. – С. 33–39.

57. Березовская В.А., Ключкова Н.Г. Изменение стратегии жизненного цикла *Laminaria bongardiana* под воздействием в неблагоприятных условиях // Современные средства воспр. и использ. водн. биоресурсов: тез. докл. конф. – СПб., 2000. – Т.1. – С. 60–63.
58. Березовская В.А. Использование ламинариевых водорослей с целью биоиндикации состояния прибрежных сообществ // Проблемы ботаники на рубеже XX–XXI вв.: тез. докл., предст. II (X) съезду Русского ботан. общ-ва. – СПб., 1998. – Т. 2. – С. 86.
59. Березовская В.А. Накопление тяжелых металлов *Laminaria bongardiana* P. et R. (Phaeophyta) в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка, Россия) // Актуальные пробл. современ. альгологии: тез. докл. II междунар. конф. – Альгология, 1999. – Т. 9, № 2. – С. 16.
60. Березовская В.А. Изменение морфологических характеристик у *Laminaria bongardiana* под влиянием загрязнения // Проблемы сохранения и рац. использ. биоресурсов Камчатки: тез. докл. конф. – Петропавловск-Камчатский: Госкомэкология, 1999. – С. 44–45.
61. Березовская В.А. Макрофитобентос как показатель состояния среды в прибрежных водах Камчатки: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – Владивосток, 2002. – 49 с.
62. Ключкова Н.Г. Некоторые особенности биологии развития массового промыслового вида у Камчатки (Россия) *Laminaria bongardiana* P. et R. (Phaeophyta) // Актуальные проблемы современной альгологии: тез. докл. II междунар. конф. (май, 1999). – Альгология, 1999. – Т. 9, № 2. – С. 57–58.
63. Ключкова Н.Г. Ламинариевые водоросли Камчатки // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: тез. докл. I междунар. конф. – М.: ВНИРО, 2002. – С. 181.
64. Ключкова Н.Г. Ламинариевые водоросли северной Пацифики // Материалы XI съезда Русск. ботанического общ-ва. – Барнаул: АзБука, 2003. – Т.1. – С. 102–103.
65. Саушкина Л.Н. Особенности спороношения камчатской бурой водоросли *Laminaria bongardiana* в антропогенной среде // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: материалы I междунар. конф. – М.: ВНИРО, 2002. – С. 35.
66. Саушкина Л.Н. Сезонные изменения фотосинтетической поверхности слоевища ламинарии Бонгарда как адаптация к гидрохимическим и гидродинамическим факторам // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 237–241.
67. Саушкина Л.Н. Особенности морфологии бурой водоросли *Laminaria bongardiana* P. et R., связанные с ростом, размножением и условиями обитания: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – 25 с.
68. Саушкина Л.Н. Общие тенденции в изменении морфологии *Saccharina bongardiana* под воздействием факторов среды обитания // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 2. – С. 54–56.
69. Саушкина Л.Н. Общие закономерности в изменении морфологии *Laminaria bongardiana* // Основные направления социально-экономического и демографического развития Камчатки, повышение качества жизни и качества образования: материалы I науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009. – С. 73–75.
70. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.
71. Королева Т.Н. Развитие бурой водоросли *Laminaria bongardiana* P. et R. в прикамчатских водах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2004. – 28 с.
72. Королева Т.Н. Развитие бурой водоросли *Saccharina bongardiana* и адаптация к антропогенному загрязнению. – КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 122 с.
73. Кусиди А.Э. Биология развития некоторых видов рода *Laminaria* в прикамчатских водах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 24 с.
74. Королева Т.Н. Сезонная динамика содержания воды и сухого вещества у бурой водоросли *Laminaria bongardiana* P. et R. // Ресурсы и средства рациональной эксплуатации прибрежных акваторий Камчатки: материалы науч.-техн. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2003. – С. 35–39.
75. Ключкова Н. Г., Королева Т. А., Кусиди А. Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод: в 2 т. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – Т. 1. – 216 с.
76. Иванюшина Е.А., Жигадлова Г.Г. Биология *Laminaria bongardiana* на литорали о-ва Беринга (Командорские о-ва) // Биол. моря. – 1994. – Т. 20, № 5. – С. 374–380.

77. Ключкова Н.Г., Трофимова Т.Н. Морская бентосная флора острова Парамушир (Северные Курилы) и некоторые ее особенности // Альгология. – 2003. – Т. 16, № 4. – С. 68–79.
78. Трофимова Т.Н. Особенности роста и развития камчатских промысловых водорослей *Laminaria bongardiana* P. et R. и *Laminaria yezoensis* Miyabe // Современные средства воспр. и использ. водных биоресурсов: тез. докл. науч.-техн. симпозиума. – СПб., 2000. – Т.1. – С. 65–68.
79. Королева Т.Н., Вялых А.Э. Особенности развития *Laminaria bongardiana* (P. et R.) на литорали о. Беринга (Командорские острова) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы III науч. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2002. – С. 226–228.
80. Королева Т.Н. Географическая и экологическая изменчивость промысловой бурой водоросли *Laminaria bongardiana* у берегов Камчатки и Северных Курильских островов // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: тез. докл. I междунар. конф. – М., 2002. – С. 24–25.
81. Королева Т.Н. Изменчивость удельных показателей камчатской бурой водоросли *Laminaria bongardiana* (P. et R.) // Ботанические исследования в азиатской России: материалы XI съезда Русского ботанического общества. – Новосибирск, Барнаул, 2003. – Т. 1. – С. 110–111.
82. Королева Т.Н. Изменения удельной массы и толщины пластин бурой водоросли *Saccharina bongardiana* в разных экологических условиях // Изв. Южного федерального ун-та. Техн. науки. – 2009. – Т. 95, № 6. – С. 221–229.
83. Кусиди А.Э. Размерно-возрастная структура популяции бурой водоросли *Laminaria bongardiana* P. et R. острова Беринга (Командорские острова) // Материалы XI съезда Русск. ботанического общ-ва. – Барнаул: АзБука, 2003. – Т.1. – С. 119–121.
84. Кусиди А.Э. Возрастная изменчивость у представителей рода *Laminaria* // Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – С. 51–55.
85. Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Линейный рост и накопление массы *Laminaria bongardiana* (P. et R.) в районах с разными условиями произрастания // Ботанические исследования на Камчатке: материалы I и II сессий Камч. отд. Русского ботанического общ-ва. – Петропавловск-Камчатский: КГПУ, 2004. – С. 56–67.
86. Саушкина Л.Н. Методические аспекты изучения динамики спороношения *Laminaria bongardiana* у берегов Камчатки // Биологические основы устойчивого развития прибрежных экосистем: тез. докл. междунар. конф. – Мурманск: Апатиты, 2001. – С. 207–209.
87. Саушкина Л.Н. Изучение развития спороносной ткани и процесса созревания зооспор у *Laminaria bongardiana* // Рациональное использование морских биоресурсов: материалы науч.-техн. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2002. – С. 38–42.
88. Саушкина Л.Н. Форма сорусов зооспорангиев у *Laminaria bongardiana* // Проблемы научно-технического развития Камчатского края: материалы науч.-техн. конф. профес.-преподават. состава и аспирантов: в 2 ч. – Петропавловск-Камчатский, 2008. – Ч. 1. – С. 150–154.
89. Саушкина Л.Н. Морфологическая изменчивость отдельных представителей порядка Laminariales // Научно-технические исследования в рыбохозяйственной отрасли Камчатского края: материалы ежегод. науч.-техн. конф. профес.-преподават. состава и аспирантов КамчатГТУ: в 2 ч. – Петропавловск-Камчатский, 2009. – Ч. 1. – С. 46–48.
90. Саушкина Л.Н. Роль разновозрастных групп ламинариевых водорослей в размножении популяции // Вестник КамчатГТУ. – 2010. – Вып. 11. – С. 65–68.
91. Саушкина Л.Н. Закладка и развитие сорусов зооспорангиев у бурой водоросли *Saccharina bongardiana* (Phaeophyta, Laminariales) // Вестник КамчатГТУ. – 2011. – Вып. 16. – С. 44–53.
92. Саушкина Л.Н., Ключкова Н.Г. Морфогенез бурой водоросли *Laminaria bongardiana* и его изменение под воздействием факторов среды обитания // Вестник КамчатГТУ. – 2004. – Вып. 3. – С. 50–57.
93. Саушкина Л.Н., Ключкова Н.Г. Морфология фертильных растений *Laminaria bongardiana* в разных экологических условиях // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: материалы II междунар. конф. – М., 2005. – С. 92–97.
94. Саушкина Л.Н., Ключкова Н.Г. Развитие сорусов зооспорангиев и выход зооспор у камчатской бурой водоросли *Laminaria bongardiana* // Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения: материалы регион. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2006. – С. 59–62.

95. Саушкина Л.Н., Ключкова Н.Г. Практическое значение изучения морфогенеза *Laminaria bongardiana* // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы VII междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. – С. 298–301.
96. Саушкина Л.Н., Ключкова Н.Г. Сезонные изменения морфологии бурой водоросли *Laminaria bongardiana* и рекомендации к ее промыслу // Изв. вузов Сев.-Кавказ. региона. Техн. науки. – 2006. – С. 107–112.
97. Кусиди А.Э. Рост и развитие некоторых видов рода *Laminaria* у юго-восточной Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы VII междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. – С. 276–279.
98. Кусиди А. Э., Ключкова Н.Г. Стратегия возрастного и сезонного развития у Восточной Камчатки *Laminaria longipes* (Phaeophyta, Laminariales) // Современное состояние водных биоресурсов: материалы науч. конф. – Владивосток, 2008. – С. 568–572.
99. Кусиди А.Э., Ключкова Н.Г. Стратегия возрастного и сезонного развития *Saccharina dentigera* (Phaeophyta, Laminariales) у восточной Камчатки // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-запад. части Тихого океана. – 2009. – № 14. – С. 14–19.
100. Куплинова (Климова) А.В. Закладка, развитие и созревание спороносной ткани у *Saccharina bongardiana* (Phaeophyta, Laminariales) в период осеннего пика размножения у юго-восточной Камчатки // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 240–244.
101. Куплинова (Климова) А.В. Воздействие на развитие *Saccharina bongardiana* (Phaeophyta, Laminariales) аномального летнего прогрева прибрежных вод у берегов юго-восточной Камчатки в 2011 году // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 125–128.
102. Королева Т.Н. Рост бурой водоросли *Alaria angusta* Kjellm. в Авачинском заливе (юго-восточная Камчатка) осенью // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 223–225.
103. Королева Т.Н. Изменчивость *Alaria angusta* Kjellm. в прикамчатских водах // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы VII междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. – С. 268–271.
104. Королева Т.Н. Некоторые сведения по развитию *Alaria marginata* (P. et R.) в Авачинском заливе // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы VII междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. – С. 272–275.
105. Королева Т.Н. Некоторые особенности биологии *Alaria angusta* Kjellm. в прикамчатских водах // Современное состояние водных биоресурсов: материалы науч. конф. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. – С. 127–129.
106. Королева Т.Н. Некоторые особенности анатомо-морфологического развития представителей рода *Alaria* Grev. в различных условиях среды // Вестник КамчатГТУ. – 2011. – Вып. 15. – С. 49–56.
107. Королева Т.Н., Вялых А.Э. Камчатские ламинариевые водоросли, перспективные для промышленного использования. Род Алярия // Рыбное хозяйство. – 2002. – № 6. – С. 43–45.
108. Королева Т.Н., Вялых А.Э. Алярия – перспективные для промышленного использования камчатские ламинариевые водоросли // Рыбное хоз-во. – 2002. – № 6. – С. 45–47.
109. Климова А.В. Аномальное развитие спороносной ткани у *Alaria angusta* Kjellm. в Авачинском заливе // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы XIII междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2013. – С. 266–270.
110. Климова А.В. Развитие *Alaria marginata* в условиях антропогенного загрязнения прибрежных вод юго-восточной Камчатки // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 173–176.
111. Климова А.В. Случаи необычного воспроизводства аляриевых водорослей в Авачинском заливе (юго-восточная Камчатка) // Современные научные достижения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Прага: Education and science, 2014. – С. 30–32.
112. Усов А.И., Добкина И.Н. Полисахариды водорослей // Биоорг. химия. – 1991. – Т. 17, № 8. – С. 1051–1058.

113. Усов А.И., Ключкова Н.Г. Бурые водоросли Камчатки как источник маннита // Биоорганическая химия. – 1994. – Т. 20, № 11. – С. 1236–1241.
114. Аминина Н.М., Ключкова Н.Г. Химический состав бурых водорослей Камчатки // Рыболовство России. – 2002. – № 1. – С. 514–56.
115. Состав и возможности использования бурых водорослей дальневосточных морей / Н.М. Аминина, Т.И. Вишневская, О.Н. Гурулёва, Л.Т. Ковековдова // Вестник ДВО РАН. – 2007. – № 7. – С. 123–130.
116. Химический состав *Laminaria bongardiana* из Авачинского залива / Е.И. Кальченко, Н.М. Аминина, О.Н. Гурулёва, Т.И. Вишневская, М.И. Юрьева // Известия ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 347–354.
117. Гурулёва О.Н., Вишневская Т.И., Аминина Н.М. Сравнительная характеристика элементного состава сахарины Бонгарда из различных районов Авачинского залива // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 190–193.
118. Ключкова Н.Г., Королева Т.Н. Особенности морфолого-анатомической организации и вегетации *Laminaria bongardiana* (Phaeophyta) и других представителей рода *Laminaria* // Ботанические исследования на Камчатке: материалы I и II сессий Камч. отд. Русского ботанического общ-ва. – Петропавловск-Камчатский: КГПУ, 2004. – С. 40–55.
119. Конева А.А., Ключкова Н.Г. Сезонная динамика общего химического состава у *Saccharina bongardiana* (Laminariales, Phaeophyta), произрастающей в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2013. – № 30. – С. 82–88.
120. Конева А.А., Ключкова Н.Г. Сезонная динамика общего химического состава у *Laminaria* sp. (AvB_1) (Laminariales, Phaeophyta), произрастающей в загрязненных районах Авачинской губы (юго-восточная Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – № 33. – С. 78–86.
121. Конева А.А., Аминина Н.М. Химический состав различных частей слоевища *Alaria fistulosa* P. et R. (Laminariales, Phaeophyta) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы V Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – С. 102–104.
122. Аминина Н.М., Ключкова Н.Г. Перспективы развития производства по переработке водорослей на побережье Камчатки // Рыболовство России. – 2002. – № 1. – С. 54–56.
123. Селиванова О.Н. Конкуренция среди водорослей и проблема выбора видов, перспективных для санитарной марикультуры // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2003. – Вып. IV. – С. 152–171.

УДК 582.272(571.66)

Н.А. Писарева

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

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПЛАСТИНЧАТЫХ БАГРЯНОК ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД

В статье описываются особенности экологии и географической изменчивости 14 пластинчатых багряных водорослей прикамчатских вод. Большинство из них относятся к стенобионтным видам, которые плохо переносят изменения условий окружающей среды. Для каждого из них характерны свои экологическо-ценотические оптимумы. Приведены данные, показывающие, что на морфологическое и анатомическое строение пластинчатых багрянок оказывают влияние экологические факторы, и свидетельствующие об их географической изменчивости.

Ключевые слова: красные водоросли, пластинчатые багрянки, прикамчатские воды, особенности экологии, географическая изменчивость.

N.A. Pisareva (Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography, Far East Branch, Russian Academy of Sciences (KB PGI) FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000). **Peculiarities of ecological and geographical variability of lamellar red algae of Kamchatka coastal waters.**

Peculiarities of ecological and geographical variability of 14 lamellar red algae of Kamchatka coastal waters are described in the article. Most of them belong to stenobiotic species which endure changes of environmental conditions badly. Each of them has its own eco-cenoticoptimum. The data used in the article indicate that ecological factors influence morphological and anatomical structure of lamellar red algae, thus proving their geographical variability.

Key words: red algae, lamellar red algae, Kamchatka coastal waters, characteristics of ecology, geographical variability.

Красные водоросли являются самой разнообразной по таксономическому составу группой водорослей-макрофитов [1, 2 и др.] и включают в свой состав ценные промысловые виды. Их использование, безусловно, требует всесторонних знаний, в том числе по их экологии. Пластинчатые багрянки, в силу высокого морфологического сходства, сложны для таксономической обработки. В полевых условиях определить их систематическую принадлежность к родам и тем более к видам часто не удастся. Поэтому полевые наблюдения за их экологией проводить не просто.

Поскольку для прикамчатских вод многие пластинчатые водоросли были описаны по материалам, собранным в штормовых выбросах, судить о месте их произрастания также сложно. Этими обстоятельствами во многом объясняется слабая изученность их вертикального распределения и приуроченность к таким важным для водорослей-макрофитов экологическим факторам, как освещенность, прибойность, соленость воды, содержание в ней биогенных элементов.

Нельзя сказать, что в научной литературе отсутствуют сведения о глубинах распространения отдельных видов. Так, известно, что многие пластинчатые багрянки в прибрежных водах Камчатки, характеризующихся высокой амплитудой приливно-отливных колебаний, обитают в нижнем горизонте литорали или в сублиторальной кайме. Часть видов опускается до нижней границы фитали.

Судя по анализу литературных данных, одни из них произрастают в узком диапазоне глубин, другие – в широком. Особенно это касается широкоареальных видов, способных менять в пределах ареала глубину произрастания. Так, *Turnerella mertensiana* (Postels et Ruprecht) Schmitz у Командорских островов поднимается в сублиторальную кайму, а у Камчатки, в Японском море, других районах Дальнего Востока она населяет нижнюю сублитораль до глубины 40 м [1, 3–7].

Другие виды в пределах всей азиатской части ареала всегда занимают определенный диапазон глубин. Так, например, *Neodilsea natashae* Lindstrom и *Opuntiella ornata* (Postels et Ruprecht) A. Zinova у Камчатки и Командорских островов растут от нижнего горизонта литорали до глубин 5–10 м и крайне редко встречаются глубже, а *Hommersandia palmatifolia* (Tokida) Perestenko, напротив, является глубоководным видом и встречается чаще всего в диапазоне глубин 11–25 м [1, собственные наблюдения]. Такое вертикальное распределение красных водорослей с одной стороны определяется их разной требовательностью к факторам среды, с другой – их адаптацией к условиям района, расположенного на другой географической широте.

Несмотря на достаточно большое число упоминаний о нахождении пластинчатых багрянок у восточной Камчатки и Командорских островов на разных глубинах [7–14 и др.], эти сведения не дают представлений о закономерностях их распределения, поскольку основаны на обработке немногочисленных случайных сборов.

В ходе многолетнего изучения биологии развития пластинчатых багрянок в прикамчатских водах [15] производились их сезонные легководолазные сборы до глубин 20–25 м. Основными местами исследований являлись центральные районы Авачинского залива, прилегающие к Авачинской губе.

В общей сложности было изучено распределение 14 видов, имеющих пластинчатые слоевища или пластинчатые части кустистых слоевищ: *Neoabbottiella araneosa* (Perestenko) Lindstrom, *N. decipiens* Klochkova et Pisareva, *N. valentinae* Klochkova et Pisareva, *Constantinea rosa-marina*

(Gmelin) Postels et Ruprecht, *C. simplex* Setchell, *C. sitchensis* Postels et Ruprecht, *C. subulifera* Setchell, *Hommersandia palmatifolia* (Tokida) Perestenko, *Kallymeniopsis lacera* (Postels et Ruprecht) Perestenko, *K. verrucosa* Zinova et Gussarova, *Opuntiella ornata* (Postels et Ruprecht) A. Zinova, *Turnerella mertensiana* (Postels et Ruprecht) Schmitz, *Velatocarpus pustulosus* (Postels et Ruprecht) Perestenko, *V. kurilensis* Perestenko.

В ходе настоящего исследования изучали свежие сборы водорослей, гербарные материалы из коллекций Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН и Камчатского государственного технического университета, полевые дневники за период 2000–2013 гг., а также материалы подводной фото- и видеосъемки, любезно предоставленные в наше распоряжение коллегами-гидробиологами.

Наблюдения за количественным развитием изученных видов в разных диапазонах глубин позволили выявить особенности их вертикального распределения. Эти данные представлены в табл. 1. Кроме сведений, полученных на основе изучения указанного выше материала, в ней приведены результаты обобщения литературных данных по вертикальному распределению видов в других районах российского Дальнего Востока.

Таблица 1

Глубина произрастания изученных видов багрянок в прикамчатских водах

Вид	Глубина произрастания в Авачинском заливе, м*	Глубина произрастания в других районах прикамчатских вод, м**				
		Восточная Камчатка	Командорские острова	Курильские острова	Охотское море	Японское море
<i>Neoabbottiella araneosa</i>	14–24	20–40	20–40	20–25	20–40	12–40
<i>Neoabbottiella decipiens</i>	6–16	–	–	–	–	–
<i>Neoabbottiella valentinae</i>	литораль	литораль	–	литораль	–	1
<i>Constantinea rosa-marina</i>	1–8	до 8	литораль–20	8–20	–	2–10
<i>Constantinea simplex</i>	3–6	–	литораль	–	–	–
<i>Constantinea sitchensis</i>	5–10	5–10	литораль	7–12	–	–
<i>Constantinea subulifera</i>	3–10	до 15	литораль–10	1,5–10	–	2–10
<i>Hommersandia palmatifolia</i>	15–25	14–27	8–20	8–25	6–15	11–25
<i>Kallymeniopsis lacera</i>	4–10	2–12	до 25	5–37	1–20	3–20
<i>Kallymeniopsis verrucosa</i>	–	–	–	6–21	–	6–14
<i>Opuntiella ornata</i>	2–10	литораль–40	литораль–25	3–38	2–40	–
<i>Turnerella mertensiana</i>	2–10	2–40	литораль–25	2–33	3–40	20–40
<i>Velatocarpus pustulosus</i>	2–10	2,5–20	5–12	3–38	5–15	20–40
<i>Velatocarpus kurilensis</i>	4–9	–	–	6–40	–	25

Примечание.* – собственные данные; ** – собственные и литературные данные [1, 3, 5, 16–24].

Анализ представленных материалов показывает, что большинство изученных нами видов могут встречаться в широком диапазоне глубин. Среди них не так много стенобатных видов. Так, *N. valentinae* в районах с высокими приливами встречается только на литорали, а в Японском море, где литоральная зона чрезвычайно сужена, она уходит в сублиторальную кайму. *C. simplex* у восточной Камчатки также обитает только в верхней сублиторали и ни разу не была встречена нами глубже 6 м. На Командорских островах, характеризующихся достаточно прохладным климатом, высокой влажностью из-за постоянной мороси и туманов, она выходит на литораль. Специфические климатические и гидрологические условия этого района благоприятствуют развитию на литорали и других представителей родов *Constantinea*, *Opuntiella* и *Turnerella*, которые в других районах российского Дальнего Востока выше 1,5–2 м не встречаются.

Стенобатными видами, приуроченными к нижней границе фитали – зоне распространения водорослей, являются *N. araneosa* и *H. palmatifolia*, которые во всех анализируемых районах прикамчатских вод встречаются только на больших глубинах. При сравнении вертикального распределения эврибатных видов *K. lacera*, *O. ornata*, *T. mertensiana*, *V. pustulosus* и *V. kurilensis* видно, что они встречаются как в верхней – до 2 м, так и в нижней – до 40 м фотических зонах. Следовательно, эти виды весьма толерантны к световому довольствию.

Хотя многие виды пластинчатых багрянок в прикамчатских водах обитают в широком диапазоне глубин, но все же всем им присущи участки морского дна, на которых они встречаются

чаще всего и образуют заметные скопления. Такие участки являются зоной их наибольшего комфорта или эколого-ценотического оптимума. Проведенные нами подводные наблюдения за вертикальным распределением пластинчатых багрянок позволили выделить такие зоны для разных указанных выше видов. В обобщенном виде эта информация представлена на рис. 1. На нем указаны глубины, на которых для разных видов создаются самые оптимальные условия произрастания и определенные преимущества в конкуренции за пространственные ресурсы среды.

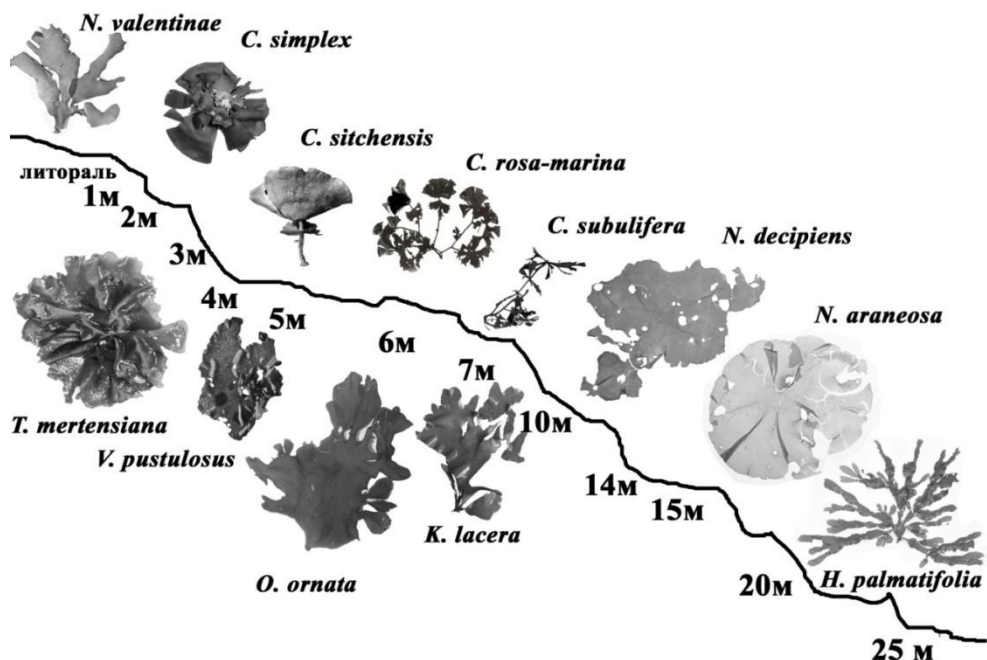


Рис. 1. Схема эколого-ценотического оптимума изученных видов пластинчатых багрянок в Авачинском заливе (по результатам собственных наблюдений)

Наши наблюдения показывают, что при большом сходстве внешнего и внутреннего строения пластинчатые багрянки даже в пределах одного рода эффективно делят между собой пространство морского дна. Особенно ярко это демонстрируют представители рода *Neoabbottiella*. Так, типовой вид рода *N. araneosa* является глубоководным и у юго-восточной Камчатки произрастает глубже 15–16 м, вплоть до 40 м (согласно данным [1]). Другой вид рода *N. valentinae*, судя по нашим наблюдениям и его сборам, встречается предпочтительно в среднем горизонте литорали, реже встречается в нижней литорали и сублиторальной кайме и ни разу не был собран глубже 1 м. Третий вид рода, *N. decipiens*, у юго-восточной Камчатки занимает промежуточный диапазон глубин – от 5 до 15 м.

Известно, что пластинчатые багрянки в основном являются субдоминантами в сообществах ламинариевых водорослей. Однако некоторые из них в разных районах побережья Камчатки и Командорских островов на разных глубинах принимают активное участие в формировании глубоководного пояса багрянок и играют заметную ценотическую роль [6, 14, 24, 25 и др.]. Среди красных пластинчатых видов к таковым относятся *T. mertensiana*, *H. palmatifolia*, *O. ornata*, *K. lacera*, *V. pustulosus*, а также *C. rosa-marina*. У нижней границы фитали они могут формировать совместные сообщества друг с другом и с кораллиновыми водорослями. На северо-восточном побережье Камчатки, в зал. Корфа и Олюторский *T. mertensiana* и *H. palmatifolia*, образующие смешанные заросли с ламинариевыми водорослями, в отдельных районах дают значительную биомассу [1, 27].

Важнейшим фактором, влияющим на распространение пластинчатых багрянок, является температура воды. На рис. 2 показаны изменения значений температуры воды в Авачинском заливе в 2012 г. на глубине 10 м. График выполнен на основе результатов собственных измерений температуры во время сбора материала. Судя по нашим наблюдениям, понижение глубины в районе исследования не сильно влияет на изменение температуры воды. Так, в диапазоне глубин от 2 до 25 м, на котором в основном встречаются изученные виды багрянок, колебания температуры воды составляли всего 1–2°C.

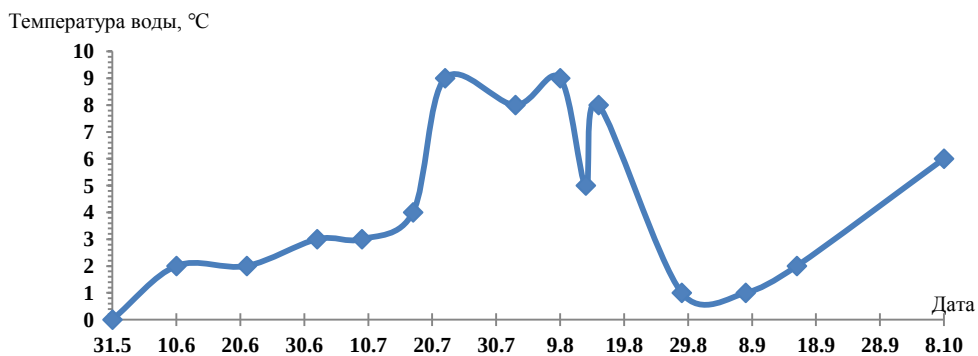


Рис. 2. Температура придонного слоя воды в Авачинском заливе в 2012 г. на глубине 10 м

Как видно из приведенного графика (рис. 2), температура воды в придонном слое, где растут сублиторальные багрянки, с мая по октябрь меняется в пределах от нуля до +10°C. Снижение температуры в августе-сентябре 2012 г. практически до нуля связано, судя по всему, с наличием холодного течения у о. Старичков в местах произрастания багрянок. Глубже 15 м температура придонного слоя выравнивается.

Багрянки достаточно требовательны к солености и не выносят ее сильных колебаний. В связи с этим их стеногалинные виды предпочитают глубины с постоянной соленостью. Хотя следует отметить, что их отдельные представители, например, такие как *O. ornata* и *N. natashae* у Командорских островов, *N. valentinae* у восточной Камчатки, выходят на литораль, где могут выдерживать кратковременное опреснение и иссушение, высокое прогревание воды в литоральных ваннах во время отлива.

Вертикальное распределение пластинчатых багрянок также во многом определяется распределением и характером жестких грунтов. Судя по нашим наблюдениям, они хорошо растут на скалистых, валунных и валунно-каменистых, реже – галечных грунтах. Иногда они могут встречаться на песчаном или даже илистом грунте с битой ракушкой и мелкими камнями, как например, *Neodilsea integra* [26] или *Opuntiella parva* Perestenko [27]. Некоторые пластинчатые багрянки являются эпibiонтами водорослей (особенно ламинариевых) и беспозвоночных. К их числу относится *H. palmatifolia*, которая неоднократно встречалась нам в Авачинском заливе на стволиках ламинаривой водоросли *Agarum clathrus*, а виды рода *Constantinea* – на мшанках и баянусах.

Из-за стабильных условий обитания, характерных для сублиторальной зоны, встречающиеся здесь красные пластинчатые водоросли подвержены меньшей изменчивости, чем живущие на литорали. Экологическая изменчивость выражается в них, прежде всего, в изменении линейных размеров растений (длины, поперечника, толщины), степени их разветвленности или рассеченности. Так, при увеличении глубины произрастания у видов рода *Constantinea* происходит увеличение длины междоузлий, а у пластинчатых видов – длины стволиков и диаметра пластин. При сравнении одновозрастных Камчатских и Командорских представителей *C. rosa-marina* видно, что вторые имеют гораздо меньшие размеры. Объяснить это можно тем, что у восточной Камчатки этот вид встречается на глубинах более 3 м, а у Командорских островов он выходит на литораль, где его слоевища, как и у других живущих в условиях повышенной гидродинамической нагрузки, становятся более мелкими и кряжистыми. Изучая материал, собранный на разных глубинах, мы заметили, что количество и форма пролифаций у пластин у *O. ornata*, *V. pustulosus* и *H. palmatifolia* также зависят от условий обитания, в частности от прибойности и глубины произрастания.

Большое влияние на общий габитус багрянок оказывает также концентрация в воде биогенов. Так, мы обратили внимание, что в условиях несильного прибоя и высокого содержания биогенных веществ растения способны приобретать очень крупные размеры, поскольку, как и другие водоросли-макрофиты, они способны к неограниченному линейному росту.

Отметим также, что у пластинчатых красных водорослей из разных районов довольно отчетливо выражена изменчивость анатомического строения. В табл. 2 приведены значения минимальной и максимальной толщины пластины и толщины внутренних слоев у представителей некоторых из изученных видов пластинчатых багрянок, собранных у восточной Камчатки и Командорских островов. В эту таблицу мы не включили измерения внутренних слоев растений из других районов из-за ограниченного количества материала.

**Диапазон изменений общей толщины пластины и толщины внутренних слоев
у представителей четырех видов пластинчатых багрянок**

Вид	Общая толщина пластины, мкм		Толщина корового слоя, мкм		Толщина сердцевины, мкм	
	Восточная Камчатка	Командорские острова	Восточная Камчатка	Командорские острова	Восточная Камчатка	Командорские острова
<i>Hommersandia palmatifolia</i>	175–650	160–525	20–80	25–60	155–570	135–465
<i>Kallymeniopsis lacera</i>	150–1000	120–700	20–120	20–75	130–880	100–625
<i>Opuntiella ornata</i>	170–820	175–450	20–150	25–75	150–670	150–375
<i>Turnerella mertensiana</i>	215–1100	290–800	35–132	25–100	180–968	265–700

Данные, приведенные в табл. 2, свидетельствуют о значительном колебании размерных признаков у видов, собранных в каждом из районов. Это связано, прежде всего, с тем, что изучению подвергались растения разного возраста, собранные в разных условиях обитания, и срезы пластин, кроме того, производились в разных их частях. Вместе с тем приведенные в таблице данные показывают, что пределы изменчивости толщины пластин, корового и центрального слоев у представителей камчатской и командорской популяций разные.

Рис. 3 и 4, построенные на основании усредненных данных табл. 2, также свидетельствуют о большой географической изменчивости изученных видов.

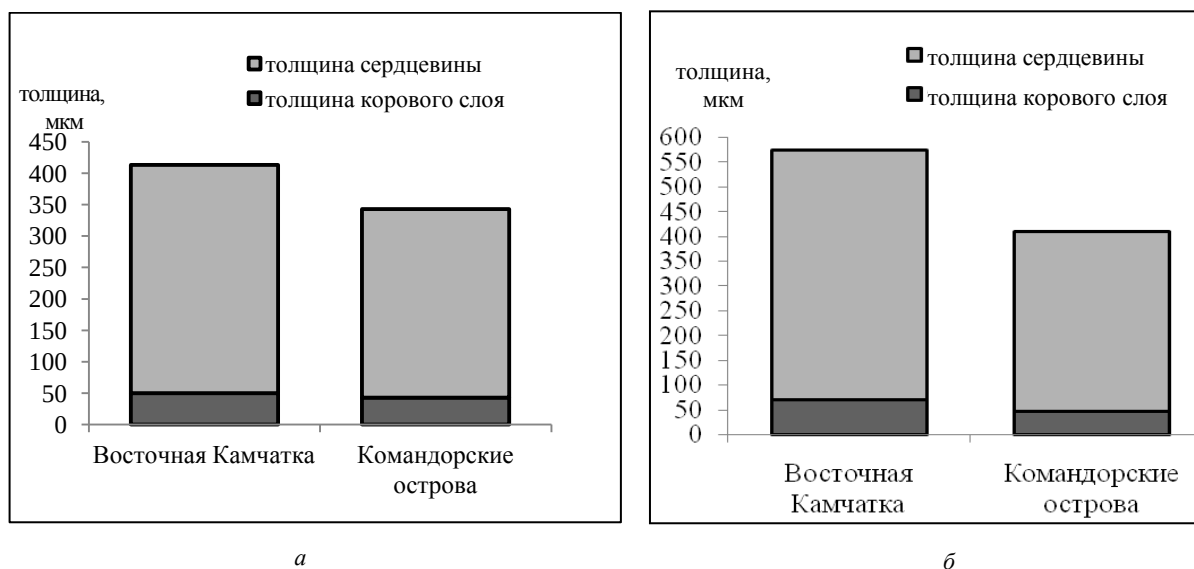


Рис. 3. Средние значения общей толщины пластины и толщины внутренних слоев у *Hommersandia palmatifolia* (а) и *Kallymeniopsis lacera* (б) из разных географических районов

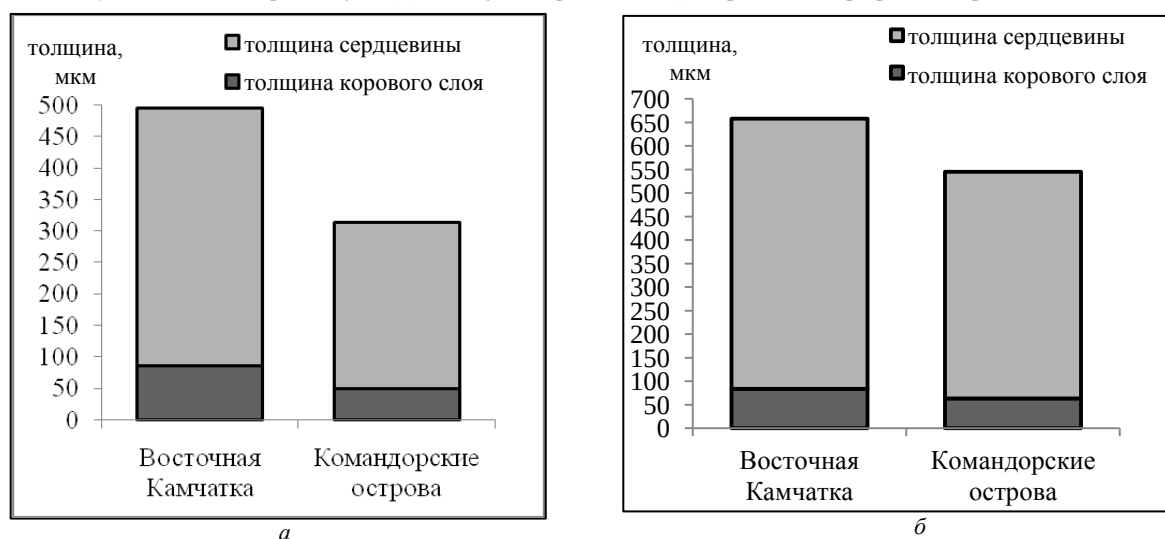


Рис. 4. Средние значения общей толщины пластины и толщины внутренних слоев у *Opuntiella ornata* (а) и *Turnerella mertensiana* (б) из разных географических районов

Судя по нашим наблюдениям, командорские представители указанных выше пластинчатых багрянок имеют более мелкие размеры, чем камчатские. Из четырех представленных на графиках видов наибольшая толщина пластины наблюдается у *T. mertensiana*, а толщина корового слоя – у *O. ornata*. Средняя толщина сердцевины меньше всего у *O. ornata* с Командорских островов, а корового слоя – у *H. palmatifolia* из этого же района. Утолщение пластин у всех видов багрянок происходит в основном за счет увеличения размеров сердцевины, а не корового слоя.

Таким образом, изученные нами пластинчатые багрянки населяют в основном сублитораль, в прикамчатских водах они обитают в широком диапазоне глубин, при этом каждый из них имеет свой эколого-ценотический оптимум. Большинство этих видов достаточно стенобионтны и плохо переносят изменения условий окружающей среды. Экологические условия оказывают заметное влияние на морфологическое и анатомическое строение пластинчатых багрянок. Им также присуща географическая изменчивость. Это следует учитывать при таксономической обработке багрянок, особенно тех видов, систематика которых строится на признаках внутреннего строения. Такие анатомические признаки пластинчатых красных водорослей, как общая толщина слоевища и отдельных внутренних слоев, очень важны для диагностики видов. Однако они, как это видно из табл. 2 и рис. 3 и 4, могут перекрываться у близких в морфологическом отношении видов, например у *T. mertensiana* и *K. lacera*. Поэтому при определении их систематической принадлежности, безусловно, следует учитывать условия окружающей среды и место сбора материала.

Литература

1. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб: Ольга, 1994. – 331 с.
2. Graham L.E., Wilcox L.W. Algae. – USA: Intern. Prentice Hall, 2000. – 640 p.
3. Гусарова И.С. Макрофитобентос сублиторальной зоны островов Итуруп, Уруп и Симушир (Большая Курильская гряда): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1975. – 23 с.
4. Суховеева М.В., Паймеева Л.Г. Видовой состав, распределение водорослей и морских трав в Амурском заливе (Японское море) // Известия ТИНРО. – 1974. – Т. 92. – С. 133–152.
5. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей СССР. *Turnerella* Schmitz, *Opuntia* Kylin (Solieriaceae, Gigartinales) // Новости сист. низш. раст. – 1976. – Т. 13. – С. 39–50.
6. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.
7. Писарева Н.А. Сравнительная характеристика распределения водорослей на литорали Командорских островов и юго-восточной Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V научной конференции. – Петропавловск-Камчатский, 2004. – С. 234–236.
8. Перестенко Л.П. Фитоценозы литорали восточной Камчатки // Ботан. журн., 1996. – Т. 81, № 10. – С. 16–22.
9. Перестенко Л.П. Растительность литорали и сублиторали восточной Камчатки // Ботанический журнал. – 1997. – № 2. – С. 46–55.
10. Перестенко Л.П. Литоральные фитоценозы Командорских островов // Ботанический журнал. – 2001. – Т. 86, № 1. – С. 55–64.
11. Селиванова О.Н. Видовой состав и распределение макрофитов восточной Камчатки // Актуальные проблемы современной альгологии: тез. докл. I Всесоюз. конф. – Киев: Наукова Думка, 1987. – С. 77.
12. Селиванова О.Н. Макрофиты Командорских островов (видовой состав, экология, распределение): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1998. – 25 с.
13. Ключкова Н.Г. Водоросли-макрофиты дальневосточных морей России: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 1998. – 49 с.
14. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.
15. Писарева Н.А. Биология развития и экология некоторых видов красных водорослей прикамчатских вод: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – 23 с.

16. Зинова А.Д. Новые и интересные виды красных водорослей из дальневосточных морей СССР // Новости сист. низш. раст. – Л., 1972. – С. 82–87.
17. Зинова А.Д., Гусарова И.С. Представители рода *Kallymeniopsis* Perest. (Crossocarpaceae, Rhodophyta) у берегов Урупа и Симушира // Новости сист. низш. раст. – Л., 1977. – Т. 14. – С. 24–28.
18. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей СССР. Пластинчатые криптонемиевые водоросли (пор. Cryptonemiales, Rhodophyta) // Ботан. журн. – 1975. – Т. 60, № 12. – С. 1676–1689.
19. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей СССР. Новые представители семейства Crossocarpaceae Perest // Новости сист. низш. раст. – Л., 1986. – Т. 23. – С. 88–97.
20. Клочкова Н.Г. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива и особенности ее формирования. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 288 с.
21. Селиванова О.Н., Жигадлова Г.Г. Макрофиты Командорских островов // Донная флора и фауна шельфа Командорских островов. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – С. 11–58.
22. Жигадлова Г.Г., Селиванова О.Н. Донные водоросли российского побережья Берингова моря. III. Карагинский залив (включая остров Карагинский) // Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Вып. 5. – Петропавловск-Камчатский, 2004. – С. 47–89.
23. Огородников В.С. Водоросли-макрофиты Северных Курильских островов: дис. ... канд. биол. наук. – Южно-Сахалинск, 2007. – 174 с.
24. Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 2. Красные водоросли. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 300 с.
25. Виноградова К.Л., Клочкова Н.Г., Перестенко Л.П. Список водорослей литорали восточной Камчатки и западной части Берингова моря // Литораль Берингова моря и юго-восточной Камчатки. – М.: Наука, 1978. – С. 150–155.
26. Виноградова К.Л. О таксономическом положении *Neodilsea integra* (Dumonticeae, Rhodophyta) // Ботан. журн. – 1996. – Т. 81. – С. 103–109.
27. Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого. – Л.: Наука, 1980. – 232 с.

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

УДК 338.43:639.2/.3(571.66)

М.Ю. Еремина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: marina.eryomina@rambler.ru*

ФОРМИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОГО ВНУТРИФИРМЕННОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ БИЗНЕС-СТРУКТУРАМИ

В данной статье рассматривается система разработки и реализации стратегии логистического обеспечения конкурентоспособности рыбохозяйственных бизнес-структур.

Ключевые слова: стратегия, рыбохозяйственные бизнес-структуры, внешняя среда, риски, Камчатский край.

*M.U. Eremina (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Formation of logistic- oriented intra-firm control mechanism of fishery business-structures***

This article deals with elaboration and realization system of logistic provision strategy of fishery business-structures competitiveness.

Key words: strategy, fishery business- structures, environment, risks, Kamchatka region.

Современная рыбопромысловая и рыбоперерабатывающая бизнес-структура представляет собой сложную структуру, динамизм и слаженность работы которой должны обеспечиваться гибким логистическим механизмом управления, устанавливающим рациональные внутренние связи между всеми хозяйственными звеньями, адекватно и оперативно реагирующими на все изменения во внешней среде. Значительное влияние на эффективность работы рыбохозяйственных бизнес-структур оказывают структуры управления, являющиеся упорядоченной совокупностью взаимосвязанных звеньев, находящихся между собой в устойчивых отношениях, обеспечивающих их функционирование и развитие как единого целого. Таким образом, рациональность оргструктуры – это важная предпосылка успешной логистизации бизнеса [1].

Рыбохозяйственная бизнес-структура обычно состоит из добывающего флота, производственных подразделений – цехов, участков, обслуживающих хозяйств, органов управления, которые находятся в тесной взаимосвязи во время производственного процесса. В современных рыночных условиях залог успеха коммерческой организации, включая рыбохозяйственные, заключается главным образом не в пунктуальности использования существующих форм и методов управления, а в постоянном поиске, направленном на оптимизацию функционирования. С этих позиций большую значимость получает и задача постоянного развития оргструктуры.

Организации должно быть присуще постоянное обновление, нацеленное на приспособление к внешним факторам, главным из которых является потребитель. Современная система управления должна быть одновременно надежной и гибкой. Ее главными целями должны являться обеспечение эффективности хозяйственной деятельности и конкурентоспособности. Система должна иметь:

- по возможности небольшие подразделения, укомплектованные оптимальным количеством высококвалифицированных специалистов;
- минимально необходимое число уровней управлений;
- характер и качество продукции, графики и процедуры работы, ориентированные на потребителя.

В связи с этим базовой задачей внутрифирменной системы управления рыбным хозяйством является задача повышения рациональности самого внутрифирменного организационно-экономического механизма, то есть саморазвитие с нацеленностью на последовательную логистизацию бизнеса. При этом критерием оценки системы управления наряду с показателями эффективности производства и качества продукции может выступать быстрота и обоснованность принимаемых решений. Алгоритм принятия управленческого решения представлен на рис. 1.

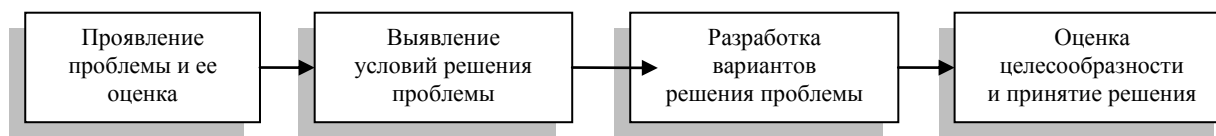


Рис. 1. Схема формирования подходов к решению бизнес-проблем

Эффективность (логистическая нацеленность) принятия внутрифирменных управленческих решений должна обеспечиваться по всей технологической цепочке рыбного хозяйства в системе «разведка – добыча – транспортировка – хранение – переработка – реализация». Целостная стратегия хозяйственного развития на логистической основе должна предполагать реализацию совокупности взаимосвязанных программных мероприятий, направленных на повышение конкурентоспособности выпускаемой рыбной продукции, усиление рыночных позиций компании и обеспечение ее бизнес-устойчивости. Состав стратегических направлений развития рыбохозяйственной бизнес-структуры и роль обеспечивающих программ в формировании его конкурентоспособности отражает рис. 2.

Как видно, стратегия рассматривается как траектория движения рыбохозяйственной организации в перспективном периоде, определяющая рациональные направления развития и сферы деятельности, систему взаимоотношений компании с другими субъектами хозяйствования и приводящая к достижению долгосрочных целей. Отметим, что если цели определяют количественные и качественные параметры деятельности, к которым стремится рыбохозяйственная фирма, то стратегия устанавливает, каким способом, с помощью каких средств и методов намечается достижение этих целей в условиях изменяющегося конкурентного окружения.

К стратегическим направлениям развития рыбохозяйственных структур могут быть отнесены следующие: развитие собственного мощного мобильного рыбодобывающего флота, обеспечивающего независимость от поставщиков сырья; формирование логистических каналов сбыта с приоритетным вниманием к поставкам крупных партий рыбопродукции; систематическое обновление технологии и оборудования; укрепление сети надежных поставщиков материалов и комплектующих; активное ведение прибрежного рыболовства; совершенствование взаимодействия с иностранными партнерами и развитие функций региональных представительств на различных сегментах рыбного рынка; постоянная модернизация методов организации и управления хозяйствованием на логистической основе, включая улучшение информационного обеспечения, сегментирование рынка и воздействие на формирование потребностей покупателей с немедленным реагированием на вновь возникающие потребности рыбного рынка [2].

Как показывает практика, в ходе реализации указанных обеспечивающих мероприятий укрепляется деловая репутация компании и повышается хозяйственная устойчивость на основе достижения следующих конкурентных преимуществ: повышение качества выпускаемой рыбной продукции; обеспечение ее уникальности; формирование рационального ассортимента, то есть эффективная товарная политика, а также придание рыбной продукции новых потребительских свойств, позволяющих действовать в новой рыночной нише, еще не охваченной конкурентами; снижение себестоимости за счет логистического сокращения издержек производства и обращения, способствующее гибкой ценовой политике; опережение конкурентов на основе более мобильной логистической системы хозяйствования. При обеспечении отмеченных конкурентных преимуществ становится реальным достижение стратегических целей компании: расширение контролируемой доли рыбного рынка и увеличение получаемых доходов.

Регулирование внутренней среды рыбохозяйственной фирмы (как стратегическое на основе программного подхода, так и оперативное) должно осуществляться обязательно с учетом изменений во внешней среде хозяйствования.

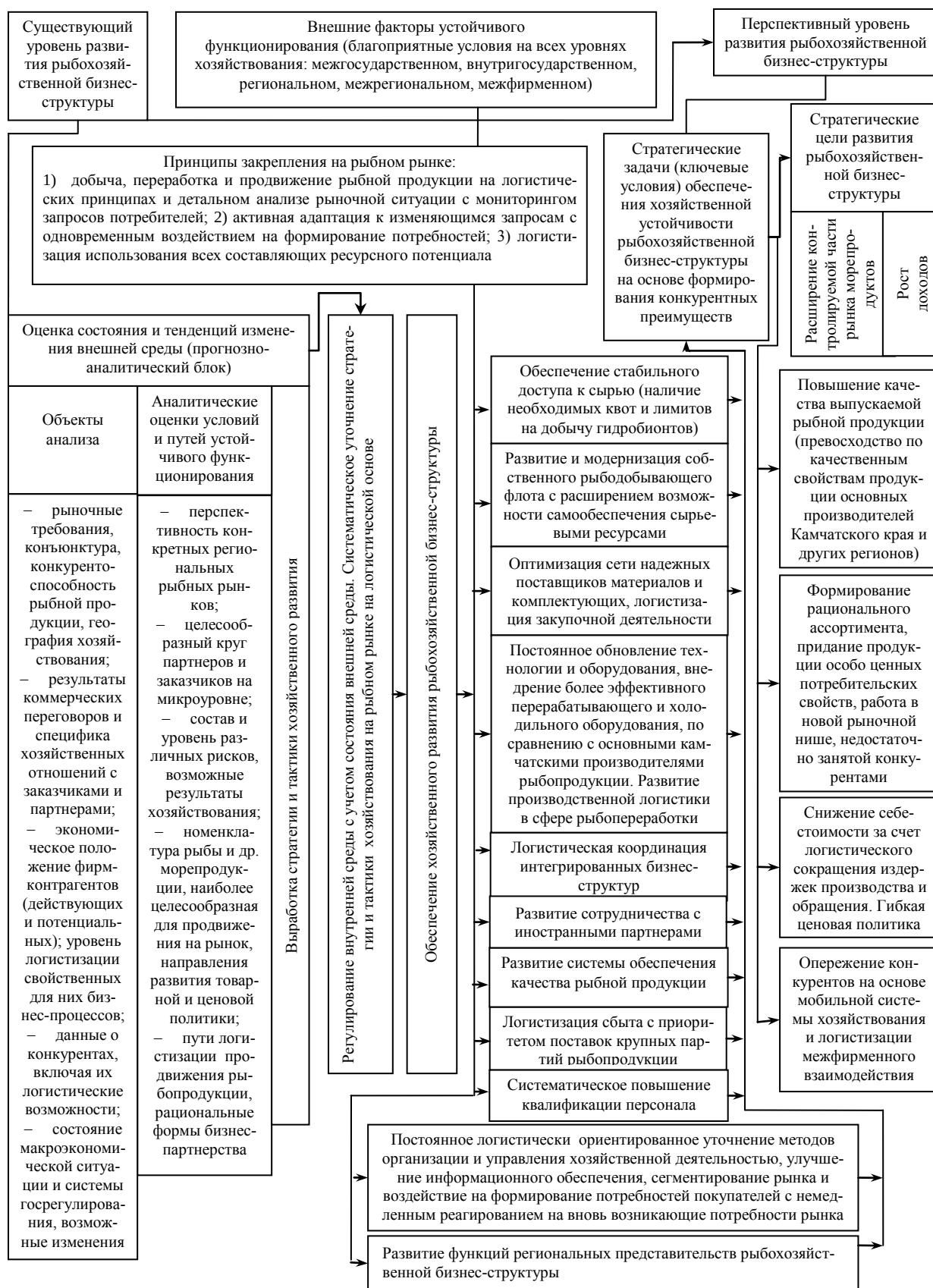


Рис. 2. Система разработки и реализации стратегии логистического обеспечения конкурентоспособности рыбохозяйственных бизнес-структур

Анализ внешней среды позволяет: выявить изменения, которые могут сказаться на разных аспектах бизнес-стратегии; определить, какие факторы внешней среды могут представлять угрозу для добычи, переработки и реализации морепродукции; определить, какие благоприятные факторы внешней среды необходимо использовать для скорейшего достижения стратегических целей.

Таким образом, оценка внешней среды позволяет аналитикам рыбохозяйственной компании эффективно действовать в следующих направлениях: прогнозировать динамику развития; разрабатывать пути предупреждения неблагоприятных обстоятельств; трансформировать потенциальные угрозы в выгодные возможности.

На наш взгляд, анализ внешней среды помогает уточнить ряд принципиальных моментов: существующее положение рыбохозяйственной фирмы среди других участников бизнеса; целесообразное положение фирмы в перспективе; состав мероприятий, которые должны быть разработаны и реализованы рыбохозяйственной структурой, чтобы она оперативнее переместилась из существующего положения в то, которой ей целесообразно занимать.

Подчеркнем, что для результативного анализа внешней среды необходимо формирование специальной системы контроля за ее состоянием. Такая система предполагает как проведение специальных наблюдений, связанных с некоторыми исключительными обстоятельствами, так и выполнение регулярных наблюдений (мониторинг) за состоянием внешних условий.

Анализируя внешнюю среду, необходимо выяснить, какие она таит в себе угрозы и какие возможности, а также определить сильные и слабые стороны, свойственные рыбохозяйственной бизнес-структуре, с учетом которых можно успешно справляться с угрозами и эффективно использовать дополнительные возможности. Для решения этих задач может применяться методика, позволяющая на основе анализа внешней и внутренней среды установить связи между сильными и слабыми сторонами рыбохозяйственной компании, а также внешними рисками и возможностями. Уточнение всего спектра сильных и слабых сторон организации, выявление возникающих для нее угроз и возможностей, а также установление связей между ними должно служить основой для корректировки стратегии хозяйственного развития рыбопромышленной бизнес-структуры.

Устойчивое и конкурентоспособное функционирование рыбохозяйственных организаций требует определения детализированного перечня характеристик сильных и слабых сторон этих структур, а также угроз и возможностей для них со стороны внешней среды. Эффективным подходом, позволяющим произвести в совокупности исследование внешней и внутренней среды, является SWOT-анализ [3]. Его методология предполагает сначала выявление сильных и слабых сторон, угроз и возможностей, а затем установление связей между ними, которые в дальнейшем могут быть использованы для определения стратегии организации. Для этих целей строится матрица SWOT, общий вид которой представлен на рис. 3.

Специфика бизнес-структуры	Перспективы	
	Возможности	Угрозы
Сильные стороны	Сегмент «СИБ»	Сегмент «СИУ»
Слабые стороны	Сегмент «СЛВ»	Сегмент «СЛУ»

Рис. 3. Матрица оценки силы и слабости позиций бизнес-структуры с учетом угроз и возможностей, возникающих во внешней среде

Формируемые на пересечении разделов четыре сегмента: сегмент «СИБ» (сила и возможность); сегмент «СИУ» (сила и угроза), сегмент «СЛВ» (слабость и возможность), сегмент «СЛУ» (слабость и угроза) – определяют разработку направлений соответствующей стратегии развития бизнес-структуры. Выбор данного метода обусловлен его универсальностью. Мы считаем, что при выявлении закономерностей развития отечественных рыбохозяйственных бизнес-структур использование метода SWOT-анализа целесообразно как для отдельной организации, так и для группы бизнес-структур, объединенных рядом общих признаков.

Для совокупности рыбохозяйственных организаций Камчатского края эти признаки выражаются в единстве используемой сырьевой базы, географическом положении, едином экономическом пространстве, а также в примерно схожих технико-технологических возможностях.

Относительно высокая конкурентоспособность рыбных товаров по отношению к мясной продукции относится к сильным сторонам рыбохозяйственных организаций, так как она обуславливает устойчивый спрос на морепродукцию и наряду с этим определяет наличие достаточ-

но постоянной рыночной ниши, что определяет высокую инвестиционную привлекательность бизнес-структур рыбохозяйственной сферы. В качестве сильных сторон многих камчатский рыбохозяйственных бизнес-структур следует учитывать, например: круглогодичный режим работы предприятия, наличие собственной приемной пристани и крупных современных холодильных установок, высокий уровень контроля качества выпускаемой продукции.

Слабые стороны рыбодобывающих и рыбоперерабатывающих бизнес-структур заключаются отчасти в отраслевых особенностях: сезонности промысла, неопределенности конечного результата ввиду постоянной миграции объектов лова, а также в высоком износе основных фондов организаций (добывающего и вспомогательного флота, производственных береговых мощностей).

К возможностям, характерным для всего комплекса рассматриваемых бизнес-структур, следует отнести такие факторы, как проникновение на новые рынки, рост старых и новых рынков. Эта ситуация обусловлена повышением потребления рыбы и морепродуктов как в России (в основном по причине низкой платежеспособности населения), так и во всем мире (вследствие популяризации концепции «о здоровой пище»).

Организации рыбохозяйственного комплекса Камчатского края пользуются рядом налоговых льгот. Естественно, в случае их отмены последует удорожание продукции, а следовательно, и падение ее конкурентоспособности. Также существует угроза дальнейшего роста транспортных тарифов, что приведет к тем же негативным последствиям, которые могут проявиться в частичном уходе российских рыбохозяйственных компаний Камчатского края с внутреннего рынка.

После определения обобщенных характеристик внешней и внутренней среды рыбохозяйственных организаций Камчатского края в соответствии с методологией SWOT-анализа выстраивается соответствующая матрица (рис. 4) и выполняется более углубленное исследование.

		Перспективы	
		Возможности:	Угрозы:
Специфика бизнес-структуры	Сильные стороны:	1. Растущий спрос на морепродукты	1. Снижение налоговых льгот 2. Рост транспортных и энергетических тарифов
	Слабые стороны:	1. Расширение производства за счет собственных средств, логистическое повышение эффективности бизнес-партнерства 2. Привлечение инвестиций для модернизации технологического потенциала, воспроизводство основных фондов на базе лизинга, логистизация бизнеса	3. Свобода выбора в ориентации на рынки сбыта, расширение логистически организованной внешнеэкономической деятельности 4. Совокупность вариантов I и II

Рис. 4. Матрица SWOT для рыбохозяйственных бизнес-структур Камчатского края

На каждом из сегментов, образовавшихся в результате пересечения разделов (сложившихся предпосылок развития), представлен состав возможных принципов рационального хозяйственного поведения, отвечающих сложившимся условиям и повышающих эффективность хозяйствования.

Сегмент I. Специфика данного варианта заключается в экономической самостоятельности организаций, выражающейся в том, что предприятия вольны по своему усмотрению распоряжаться прибылью, в том числе и при расходовании ее на расширение, развитие производства и увеличение добывающих и перерабатывающих мощностей. Следует заметить, что формирование предпринимательской среды обуславливает свободу выбора деловых партнеров. Последнее обстоятельство позволяет организациям налаживать наиболее выгодные для себя логистически ориентированные бизнес-связи с поставщиками, организациями оптовой и розничной торговли, потребителями рыбных товаров.

Сегмент II. Ситуация связана с высокой инновационной активностью организаций и возрастающей требовательностью к качеству товара, что в свою очередь влечет за собой большие капиталовложения в существующие и вновь создаваемые производственные мощности. Решению подобных задач может способствовать привлечение инвестиций. Разумеется, для привлечения инвестиций организации должны сформировать у себя эффективную систему хозяйствования, которая позволила бы на логистической основе стабилизировать производство и, как следствие, гарантировать возврат вложенных средств, иначе говоря, создать инвестиционную привлекательность.

В условиях ограниченности собственных ресурсов бизнес-структуры ищут наиболее эффек-

тивные пути привлечения инвестиционных средств, одним из которых является лизинг [4]. Развитые лизинговые отношения способны поддержать отечественного товаропроизводителя, стать стабильным инвестиционным источником. В современных рыночных условиях лизинг является действенным механизмом инвестирования в реальный сектор экономики. Преимущества лизинга в сравнении с другими способами инвестирования заключаются в том, что организациям предоставляются не денежные ресурсы, контроль за обоснованным расходом которых весьма сложен, а конкретные средства производства, необходимые для обновления и расширения производственного потенциала.

Лизинговые операции вовлекают в круг экономических процессов все большее число участников: производитель средств производства получает новые каналы сбыта; пользователь лизинговых услуг имеет возможность приобрести суда и оборудование без значительных первоначальных затрат; лизинговая компания выступает финансовым звеном между производителем и потребителем, получая за это прибыль. Выигрывает и государство – растет производство, увеличивая налоговые поступления.

Многие рыбохозяйственные фирмы Камчатского края заинтересованы в новых судах, но не имеют средств, чтобы приобрести их. И здесь им целесообразно использовать лизинговые операции, позволяющие в короткие сроки провести техническое перевооружение производства, получить в пользование новые цехи, оборудование, суда и т. д. Отметим, что в силу специфики лизинговых договоров платежи могут быть существенно ниже рыночных ставок арендной платы.

Сегмент III. Децентрализация внешнеэкономической деятельности с развитием разностороннего взаимодействия непосредственных производителей товаров и услуг отвечает как потребностям, так и возможностям рыбохозяйственного комплекса России. На уровне бизнес-структур стал формироваться очень широкий спектр вопросов, связанных с экспортно-импортными операциями по морепродуктам, их переработке и пр.

Анализируя возможные формы внешнеэкономической деятельности, следует отметить сохраняющийся интерес к совместному предпринимательству в рыбохозяйственном комплексе, предполагающему интеграцию партнеров нескольких стран в сфере добычи, переработки, обращения, научно-технической, инвестиционной и других областях.

Сегмент IV. Данный вариант характеризуется проявлением наиболее неблагоприятных факторов хозяйствования в рыбопромышленных организациях, а следовательно, требует более детальной проработки. Совершенно очевидно, что при таком положении дел необходимо применять комплекс мер, представленных в сегментах II и III. Также должна осуществляться поддержка рыбохозяйственного комплекса со стороны федеральных и региональных властей.

В целях обеспечения эффективной деятельности на рынке рыбной продукции необходим учет многочисленных хозяйственных рисков. Следует выделить сырьевые, экономические, социальные, технические и экологические риски. В частности для предупреждения финансовых рисков, связанных с неплатежеспособностью покупателей, в контракте на поставку должен оговариваться максимальный срок задержки платежа, по истечении которого начинают действовать штрафные санкции. Для снижения рисков, связанных с повреждением и гибелью судов, должно осуществляться взаимодействие с рядом страховых компаний. В целях минимизации рисков, связанных со сложностями сбыта, необходимо постоянно развивать логистические торговые каналы, формировать надежных постоянных партнеров, проводить рекламную кампанию, активно участвовать в различных форумах, ярмарках и выставках. Риски, связанные с нестабильностью законодательства, в том числе с изменением налогового законодательства в части уменьшения льгот, должны также учитываться при формировании бизнес-стратегии.

Основные риски рыбохозяйственных структур могут быть сгруппированы и по стадиям их возникновения: факторы риска, влияющие на состояние сырьевой базы (потенциальные возможности вылова); факторы риска на стадии добычи гидробионтов; факторы риска на стадии обработки рыбной продукции; факторы риска на стадии реализации рыбных товаров [5]. Поэтому с целью более полного учета влияния тех или иных факторов необходимо проведение анализа чувствительности по таким параметрам, как состояние объемов производства и сбыта, уровень издержек и ряд других.

При реализации стратегии своего развития рыбохозяйственным структурам необходимо учитывать, что возможности и угрозы могут трансформироваться в свою противоположность. Неиспользованная возможность может стать угрозой, если ее учтет конкурент. Или, наоборот, удачно предотвращенная угроза может усилить позицию рыбохозяйственной фирмы в том слу-

чае, если для конкурентов эта угроза сохранится. Успешное применение данной методологии анализа перспектив рыбохозяйственного бизнеса требует не только выявить угрозы и возможности, но и оценить их с точки зрения того, сколь важным является их учет в стратегии хозяйственного поведения.

С учетом этих методических подходов рыбохозяйственными бизнес-структурами оценивается состояние внешней и внутренней среды, анализируются возможные риски, осуществляется сегментирование рыбного рынка, разрабатывается логистически ориентированная стратегия хозяйствования, в частности анализируется:

- совокупность основных и специфических требований рынка к морепродукции, конъюнктура и конкурентоспособность продвигаемых товаров, география хозяйствования;
- экономическое положение фирм-контрагентов (действующих и потенциальных), уровень логистизации свойственных для них бизнес-процессов, результаты коммерческих переговоров и специфика хозяйственных отношений с заказчиками и партнерами;
- данные о конкурентах, включая их логистические возможности;
- состояние макроэкономической ситуации и системы госрегулирования, возможные коррективы на федеральном и региональном уровнях.

Приведенные направления анализа в сжатой форме представлены выше в составе прогнозно-аналитического блока на рис. 2.

На базе данного анализа становится возможным с большей точностью оценить следующие ключевые моменты: перспективность конкретных региональных рынков морепродуктов; рациональный круг партнеров и заказчиков; состав и величину различных рисков, а с их учетом возможные перспективы хозяйствования; оптимальный уровень качества продвигаемой продукции во взаимосвязи с направлениями развития товарной и ценовой политики; целесообразные пути и формы продвижения рыбопродукции с учетом логистических связей со звеньями инфраструктуры.

Нужно отметить, что весьма важной задачей является уточнение предпосылок конкурентоспособности рыбохозяйственных организаций. Одним из ключевых критериев в этой области является конкурентоспособность производимого товара, так как она отражает и конкурентоспособность организации, и эффективность управления ею.

Продвижение на рынок конкурентоспособных товаров – это решающее условие работы коммерческих организаций любой отрасли. Вместе с тем конкурентоспособность бизнес-структуры не является внутренне присущим ей качеством. Это относительная характеристика, которая выявляется только сравнением между собой бизнес-структур, конкурирующих на конкретном сегменте рынка. Поэтому оценка уровня конкурентоспособности возможна в рамках группы организаций, относящихся к одной отрасли, либо структур, продвигающих товары-заменители.

Оценка товара по показателям качества и цены в существенной степени отражает конкурентоспособность фирмы-производителя. Чем выше показатели качества и ниже ценовые значения, тем устойчивей положение бизнес-структуры на рынке. Показатель конкурентоспособности товара $K(m)$, выражается через эффективность его потребления:

$$K(m) = \frac{K}{C}, \quad (1)$$

где K – качество товара (в баллах); C – цена (стоимость товара).

Наряду с конкуренцией на своем региональном рынке рыбохозяйственные предприятия Камчатского края конкурируют с различными рыбохозяйственными структурами на других сегментах общероссийского рыбного рынка, а также участвуют в конкуренции на мировом рыбном рынке. В этих целях на региональном уровне формируются консолидированные бизнес-образования, обладающие более мощными конкурентными преимуществами. Примером подобного образования является бизнес-группа «Salmonica Group», созданная при участии ОАО «Озерновский РКЗ № 55», ООО «Тымлатский рыбокомбинат» и ООО «Рыбхолкам».

Характеризуя методологию оценки конкурентоспособности организаций, отметим, что консалтинговая фирма «Дан энд Брэдстрит» предложила достаточно рациональную комплексную методику, базирующуюся на теории эффективности конкуренции [6]. Согласно положениям данной теории более конкурентны и устойчивы предприятия, где лучшая организация производства и сбыта, а также выше финансовые результаты. Анализ проводится по четырем группам критериев, отражающих различные стороны производственно-хозяйственной деятельности.

С учетом данных методических позиций может быть предложена методика анализа хозяйствен-

ной устойчивости и конкурентоспособности предприятий рыбной промышленности, базирующаяся на анализе четырех укрупненных групп критериев: эффективность процессов добычи и переработки морепродукции и уровень их логистизации ($\mathcal{E}(n)$); финансовое состояние рыбохозяйственной фирмы ($\Phi(n)$); эффективность организации продвижения товара на рыбном рынке с учетом возможностей логистики ($\mathcal{E}(c)$); конкурентоспособность рыбной продукции ($K(m)$). Коэффициент конкурентоспособности рыбообрабатывающих предприятий ($K(kn)$) можно выразить формулой:

$$K(kn) = 0,17\mathcal{E}(n) + 0,21\Phi(n) + 0,32\mathcal{E}(c) + 0,3K(m), \quad (2)$$

где 0,17, 0,21, 0,32 и 0,30 – коэффициенты весомости показателей, определенные экспертным методом группой ученых ВНИЭРХа и руководителей рыбопромышленных предприятий. Показатели конкурентоспособности, сопоставляются с эталоном (лидером на рынке) или с показателями за прошлый период времени. Для сравнения могут использоваться также среднетраслевые показатели по отдельным типам судов, рыбообрабатывающим организациям, сбытовым организациям и т. д. Оценка конкурентоспособности по данному методу позволяет с разных точек зрения оценить реальное положение рыбохозяйственной структуры и наметить пути его улучшения.

Литература

1. Карнаухов С.Б. Концепция логистики (системный анализ). – М.: Рос. экон. акад., 2003. – 162 с.
2. Экономические проблемы развития рыбной промышленности и хозяйства России в свете реализации Концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации до 2020 года: материалы всерос. науч.-практ. конф. – М.: ВНИЭРХ, 2004. – 227 с.
3. Веснин В.В. Стратегическое управление. – М.: Проспект, 2013. – 328 с.
4. Методология и практика оценки инвестиционных лизинговых проектов: методическое пособие / сост. М.В. Фролова, Н.В. Воронина, В.Г. Зарецкая, И.Л. Скидан. – Хабаровск: Алина, 2001. – 194 с.
5. Горшечников В.П., Шпаченков Ю.А. Становление и развитие малого предпринимательства в рыбном хозяйстве Сахалинской области. – М.: ВНИРО, 1998. – 283 с.
6. Дегтярева О.И., Полянова Т.Н., Саркисов С.В. Внешнеэкономическая деятельность. – М.: Дело, 2004. – 424 с.

УДК 658.5:639.2/.3

Н.Г. Мищенко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: olegarh61@mail.ru*

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Предложенная в работе методика основана на разработке плана производства с учетом производственной мощности, емкости рынка, платежеспособного спроса населения, коэффициента эластичности спроса.

Ключевые слова: принципы планирования, план производства, производственная программа, производственная мощность, потенциал предприятия, платежеспособный спрос, план продаж.

N.G. Mishchenko (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Planning procedure of fishery enterprises production activity**

The procedure described is based on the production schedule development taking into account manufacturing capacity, market capacity, effectual demand of population and demand elasticity coefficient.

Key words: planning principles, production plan, manufacturing program, production capacity, enterprise potential, effective demand, sales program.

В современных рыночных условиях хозяйствования производственная программа представляет собой комплексный план производства продукции, содержащий все плановые показатели, будем ее в дальнейшем называть *план производства или производственный план*. Этот план составляется с учетом перспективного стратегического плана и является тактическим планом, разрабатываемым сроком на один год с разбивкой по кварталам и месяцам. Он тесно связан с другими разделами – планами по труду, снабжению и реализации продукции, по финансам, прибыли, себестоимости, инвестициям, новой технике – и другими показателями и разделами плана, которые разрабатываются на основе производственного плана.

В рыночных условиях планы производства ориентированы на общие потребности населения, изменения конъюнктуры рынка: конкуренция, спрос, предложение, цены, конкурентоспособность продукции и другие рыночные факторы. В основу такого планирования положены рыночные принципы планирования, методы разработки и обоснования производственного плана производственными ресурсами. При этом план производства базируется на платежеспособном спросе населения и предложении, емкости рынка, эластичности спроса и конкурентоспособности продукции (услуг).

Рассмотрим порядок разработки производственного плана и обоснование его необходимыми ресурсами [1].

Первым этапом разработки плана является анализ конъюнктуры рынка и потенциала предприятия, на основе которых разрабатывается план производства.

Важнейшей особенностью планирования в рыночных условиях является анализ рынка и составление плана маркетинга, в котором определяются на плановый период емкость рынка, спрос и предложение, цены, сегментация и география продаж. На основе этой информации разрабатывается план продаж, формируется портфель заказов на продукцию и производственный (тактический) план выпуска продукции. План производства должен быть тесно связан с планом продаж, портфелем заказов потребителей, эластичностью спроса и платежеспособным спросом населения.

Важное место в анализе следует уделить вопросу определения емкости рынка, поведению конкурентов и определению потребности в продукции, с учетом конкурентов и товаровозаменителей. При оценке общего спроса необходимо рассчитать платежеспособный спрос населения для расчета плана продаж, его объемов и структуры в соответствии с сегментацией рынка. Здесь же необходимо сделать анализ конкурентов, их поведения на разных рынках и влияние на спрос, предложение и формирование конкурентных преимуществ. Для анализа конкуренции составляется табл. 1, на основе которой проводится анализ рыночной конкуренции. Рейтинг исследуемой фирмы и основных конкурентов оценивается по 5-балльной системе.

Таблица 1

Анализ конъюнктуры рынка рыбопродукции

Наименование показателей	Рынок 1				Рынок 2			Рынок 3		
	Фирма	Конкуренты			Фирма	Конкуренты		Фирма	Конкуренты	
		1	2	3		1	2		1	2
Реклама, тыс. руб.	50	60	70	60	40	30	35	60	45	30
Объем, емкость рынка, туб	180	300	150	190	60	50	43	200	45	140
Качество продукции, балл	3,5	4	4	3	4	5	4	3,9	4	4,5
Цена, тыс. руб.	4	4	5	5	4,5	4,5	5	4,2	4,3	4,6
Упаковка, маркировка, балл	3,5	4	5	4	4,5	4,5	4	3,9	4	4,5
Услуги сервиса (расфасовка, дегустация, доставка на дом), балл	2,3	3,5	4	4,5	3	3,5	4,5	4,5	4,2	4,1
Платежеспособный спрос, тыс. руб.	160	230	140	130	50	50	39	135	42	133

Для каждого из рынков необходимо оценить и сравнить затраты на рекламу, упаковку, сер-

висные услуги, обеспечение качества продукции и цену у конкурентов и фирмы, в отношении которой проводится анализ. Это позволит сделать выводы о возможностях снижения или повышения цен; размерах рекламной кампании, об упаковке, объемах и характере сервисных услуг фирмы, позволяющие повысить конкурентоспособность продукции рассматриваемой фирмы и завоевать определенный сегмент рынка. В этой связи необходимо более детально оценивать конкурентов, что позволит указать те пробелы в стратегии или качественных характеристиках товаров, которые не позволяют фирме добиться успеха.

При анализе конкуренции важна прогнозная оценка сбыта продукции, достоинств и недостатков конкуренции, объемов и динамики спроса основных клиентов фирмы на продукцию, цен, которые используются для составления плана продаж и производства продукции.

В процессе анализа рынка, поведения конкурентов необходимо сделать расчет емкости рынка с целью определения платежеспособного спроса населения. После анализа рынка следует произвести анализ производственного потенциала предприятия для оценки потенциальных возможностей фирмы: достаточность имеющихся в наличии производственных мощностей, уровня их использования. Необходимо проанализировать уровень прогрессивности материально-технической базы, качество, надежность, прогрессивность применяемых технологий, оборудования, инструмента и дать оценку, сможет ли фирма производить продукцию, соответствующую по объему рыночному спросу, а по уровню издержек производства, цен и качества – требованиям, сложившимся на рынке. Кроме того, необходимо проанализировать уровень квалификации кадрового потенциала, прогрессивность применяемых технологий, эффективность внедрения НТП, инноваций и т. д.

На рис. 1 приведена схема анализа рынка и оценки факторов и условий разработки планов продаж и производства продукции, где наглядно рассмотрены внутренние и внешние факторы, влияющие на разработку планов маркетинга, продаж и производства продукции. Здесь же раскрыты основные условия и мероприятия, которые необходимо учитывать при разработке планов продаж, на основе которых разрабатываются планы производства.

После анализа рынка и оценки потенциала предприятия можно заключать хозяйственные договоры и формировать портфель заказов. В результате анализа рынка цен необходимо составить ориентировочный план – прогноз продаж, производства продукции, прибыли, рентабельности продукции. Для этого вначале рассчитаем и оценим производственную мощность предприятия.

В рыночных условиях для оценки потенциала предприятия (фирмы) необходимо рассчитать среднегодовую мощность и определить уровень ее использования с учетом спроса [2].

Производственная мощность предприятия представляет собой максимально возможный объем производства продукции в год при полном, без потерь и простоев, использовании производительности оборудования, годового баланса рабочего времени, рабочих и применение прогрессивной технологии и организации производства. В рыбной промышленности, например, мощность приводится в расчете на 1 туб. (тысячу условных банок); в машиностроении мощность рассчитывается на выпуск готовой продукции: машин, самолетов, оборудования, кораблей, станков и т. д.

В общем виде производственная мощность рассчитывается по техническим проектам и мощности ведущего оборудования или сборочного, копильного, консервного цеха. Она рассчитывается исходя из количества единиц установленного оборудования (N), производительности единицы оборудования в час, смену, сутки (Π), годового фонда рабочего времени (T) и K_c – коэффициента сменности работы оборудования:

$$M = N \cdot \Pi \cdot T \cdot K_c. \quad (1)$$

В расчетах коэффициента сменности (K_c) принимают 3 смены работы цеха, участка в сутки – для непрерывного производства, а для прерывного производства (K_c) принимается в размерах 1,5–2 смены в сутки. Коэффициент сменности определяется по формуле:

$$K_c = \frac{q_{c1} + q_{c2} + q_{c3}}{q_{c1}}, \quad (2)$$

где q_{c1} , q_{c2} , q_{c3} – количество человек, отработавших соответственно в 1-, 2-, 3-ю смены.

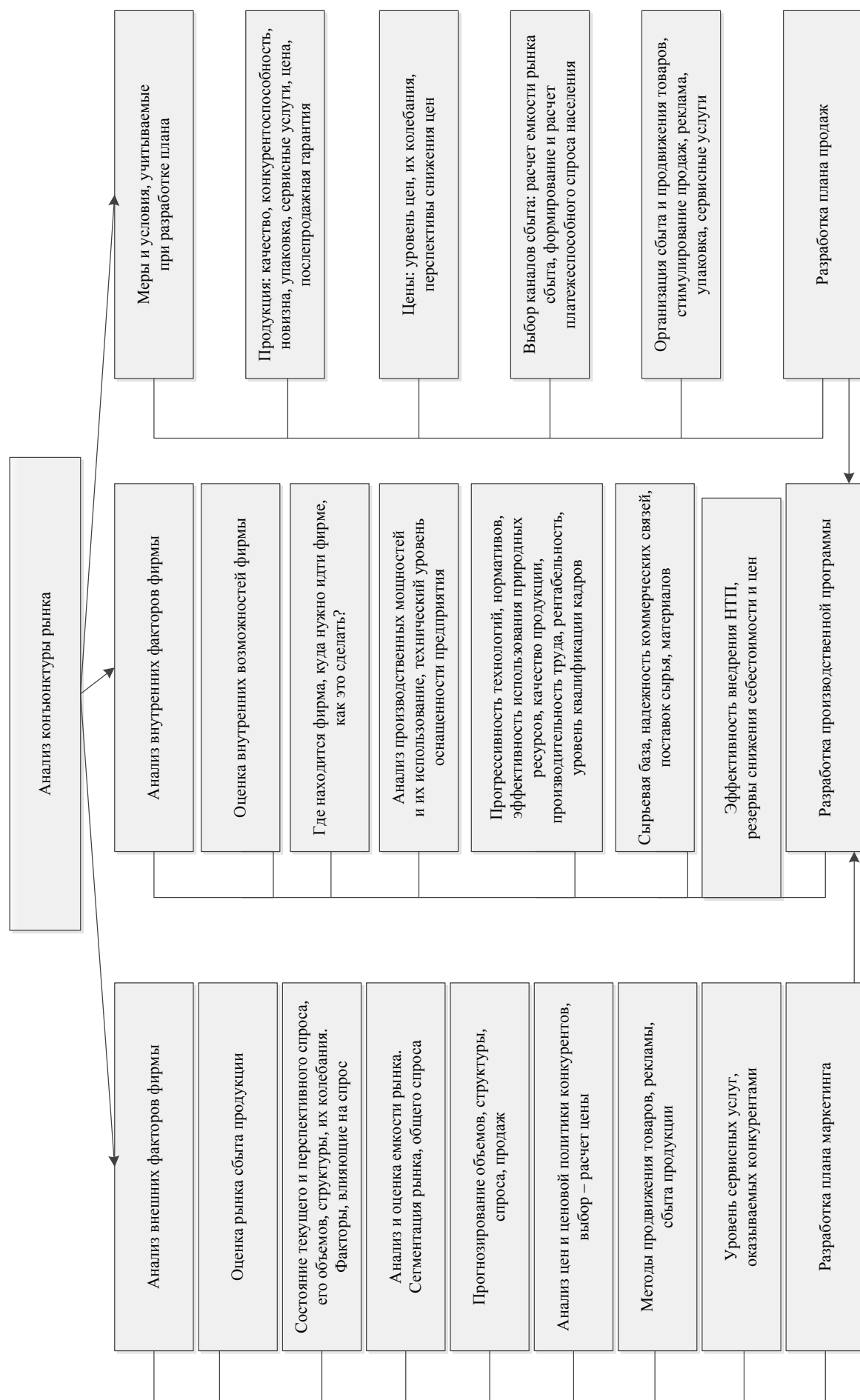


Рис. 1. Оценка факторов и условий, учитываемых при разработке планов продаж и производства продукции

Мощность – величина непостоянная и меняющаяся по мере замены устаревшего оборудования новым, более производительным, при внедрении новых технологий и организации производства, модернизации оборудования.

Поэтому по мере реконструкции предприятий и модернизации оборудования мощность нужно пересчитывать. Для этого составляют баланс производственных мощностей и рассчитывают среднегодовую мощность. Баланс мощностей имеет вид:

$$M_{\text{ср}} = M_{\text{нг}} + M_{\text{в}} - M_{\text{уб}} + M_{\text{орг}}, \quad (3)$$

где $M_{\text{нг}}$ – мощность на начало года; $M_{\text{в}}$, $M_{\text{уб}}$ – мощность ввода и убытия соответственно; $M_{\text{орг}}$ – мощность, увеличенная за счет внедрения в производство организационно-технических мероприятий.

Среднегодовая мощность ($M_{\text{ср}}$) определяется по формуле:

$$M_{\text{ср}} = M_{\text{нг}} + \frac{M_{\text{в}} - M_{\text{уб}}}{K_{\text{ос}}}, \quad (4)$$

где $K_{\text{ос}}$ – коэффициент освоения мощностей ($K_{\text{ос}}$ для 1 года = 0,65; 2 года = 0,75 – 0,85).

Для оценки величины производственных мощностей и степени их использования рассчитывается коэффициент фактического ($K_{\text{ф}}$) и планового использования производственных мощностей ($K_{\text{пл}}$), которые равны:

$$K_{\text{ф}} = \frac{B_{\text{ф}}}{M_{\text{ср}}} 100, \quad (5)$$

$$K_{\text{пл}} = \frac{B_{\text{пл}}}{M_{\text{ср}}} 100, \quad (6)$$

где $B_{\text{ф}}$, $B_{\text{пл}}$ – фактический и плановый выпуск продукции.

Из этих формул можно рассчитать план выпуска продукции:

$$B_{\text{пл}} = \frac{M_{\text{ср}}}{K_{\text{пл}}}. \quad (7)$$

Производственную мощность необходимо увязать со спросом на продукцию. Для этого рассчитывают коэффициент спроса ($K_{\text{спр}}$):

$$K_{\text{спр}} = \frac{Q_{\text{спр}}}{M_{\text{ср}}}, \quad (8)$$

где $Q_{\text{спр}}$ – рыночный объем спроса на продукцию (в натуральных единицах).

Затем рассчитывается плановый объем выпуска продукции ($B_{\text{пл}}$), приравняв его к спросу:

$$B_{\text{пл}} = K_{\text{спр}} \cdot M_{\text{ср}}. \quad (9)$$

Главную трудность здесь представляет расчет объемов спроса. Планируемый спрос определяется методом изучения спроса на товарных рынках или нормативным методом.

Для расчета коэффициента спроса нужно определить спрос на продукцию по каждому каналу сбыта и в целом емкость рынка, представляющую собой объем товаров (в денежном или натуральном выражении), который могут купить потребители в день, месяц, год. Емкость рынка определяется с помощью статистических данных за прошедший год и с учетом платежеспособного спроса населения в каждом населенном пункте. В общем виде емкость рынка можно рассчитать нормативным методом. Для этого вначале рассчитывают емкость коллективных потребителей ($E_{\text{к}}$):

$$E_{\text{к}} = \sum_{i=1}^n H_i \cdot \chi_{\text{ки}} \cdot t_i, \quad (10)$$

где H_i – суточная норма потребления товара; $\chi_{\text{ки}}$ – численность коллективных потребителей; t_i – период потребления; $i = 1 \dots n$ – группы коллективных потребителей.

Затем определяется общая емкость рынка ($E_{\text{общ}}$):

$$E_k = \sum_{i=1}^n H_i \chi_{\text{общ}} t_i \quad \mathcal{E}_{\text{ли}}, \quad (11)$$

где $\chi_{\text{общ}}$ – общая численность населенного пункта; $\mathcal{E}_{\text{ли}}$ – эластичность спроса на товар.

Искомую емкость рынка (E_n) без учета емкости коллективных потребителей и конкурентов определяем по формуле:

$$E_n = E_{\text{общ}} - \left(\sum_{i=1}^n E_{ki} \right) d + P_c - \chi P - A - K_n, \quad (12)$$

где $\sum E_{ki}$ – емкость коллективных потребителей; d – доля коллективных потребителей; P_c – страховой резерв; χP – товар произведен в частном секторе; A – товар-заменитель; K_n – доля товаров конкурентов.

Общую емкость рынка следует приравнять к потребностям населения (Π). Однако из-за неравенства доходов населения и его платежеспособного спроса вначале необходимо рассчитать коэффициент платежеспособного спроса населения ($K_{\text{плт}}$) и, умножив его на искомую емкость рынка продукции E_n , можно определить платежеспособный спрос населения ($C_{\text{пл}}$):

$$C_{\text{пл}} = \Pi = E_n \cdot K_{\text{плт}}. \quad (13)$$

Коэффициент платежеспособного спроса можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{плт}} = \frac{\chi_{\text{пл}}}{\chi_{\text{общ}}}, \quad (14)$$

где $\chi_{\text{пл}}$ – численность платежеспособного населения с уровнем доходов не ниже уровня прожиточного минимума; $\chi_{\text{общ}}$ – общая численность населения города, района, области.

Для большей гарантии реальности плана необходимо объем выпуска продукции ($B_{\text{пл}}$) приравнять к объему спроса. После этого руководство предприятия на основе анализа стабильности спроса должно принимать решение о расчетной величине плана, который устанавливается в пределах спроса ($Q_{\text{спр}}$), выше или ниже его (15), но это связано с риском не реализовать часть продукции:

$$B_{\text{пл}} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} Q_{\text{спр}}. \quad (15)$$

Для окончательного принятия решения о величине и ассортименте плана выпуска продукции фирма должна уточнить спрос в течение месяца и только после этого принять план и приступить к формированию портфеля заказов, с учетом этого разрабатывается план продаж.

План продаж разрабатывается на основе маркетингового анализа спроса. Для этого рассчитывают ориентировочный объем продаж (Π_p) по следующей формуле:

$$\Pi_p = B_c \cdot t, \quad (16)$$

где B_c – среднесуточный объем продаж; t – планируемый период продаж.

Объем продаж вначале определяется на каждый день, неделю, месяц в виде ориентировочной прогнозной величины для уточнения стабильности спроса и цен и разработки плана продаж.

На этой стадии планирования спрос изучается, уточняется, и после первого месяца производится корректировка плана в ту или иную сторону (рост, снижение). То есть при увеличивающемся спросе план продаж можно повысить, при низком спросе – снизить.

Пример плана продаж приведен ниже (табл. 2).

Таблица 2

План продаж

Годовой объем товаров	Объем в год (центнер)	В том числе по кварталам, месяцам (центнер)											
		1 квартал			2 квартал			3 квартал			4 квартал		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А	288	24	24	24	24	24	24	26	26	26	22	22	22
Б	449	37	37	38	38	38	38	39	39	39	35	36	35
В	159	13	12	13	14	14	14	15	15	12	13	12	12

Этот план составляется в натуральном и денежном выражении на каждый месяц и квартал. Сначала составляется план продаж в натуральном выражении, затем составляется план продаж в денежном выражении на каждый месяц и год путем умножения объема продаж на цену за 1 центнер, кг, тонну. В нем указываются сроки продаж. Особо в плане оговариваются объемы продаж, цены и скидки к ним, вид рынка, каналы сбыта [3].

На основе плана продаж составляются и заключаются контракты с потребителями, торговыми фирмами и составляются согласованные с ними графики поставки товара.

Основными задачами плана продаж являются:

- 1) анализ конъюнктуры рынка (спрос, цена, емкость и т. п.);
- 2) составление плана производства продукции;
- 3) составление финансового плана – движения денежных потоков;
- 4) организация товародвижения (выбор каналов сбыта, продвижение и стимулирование продаж);
- 5) оценка конкурентоспособности продукции на рынке и привлекательность ее с позиции покупателя (принятие решения о снятии с продаж низкоконкурентной продукции и замены ее другой);

6) разработка мероприятий по стимулированию спроса и продвижению товара.

К показателям планирования продаж относят:

- 1) объемы продаж в натуральном выражении;
- 2) объемы продаж в денежном выражении;
- 3) цены на продукцию;
- 4) объем полуфабрикатов, заготовок, услуг на сторону;
- 5) нормативы заказов готовой продукции на декаду, месяц, квартал.

Важной особенностью планирования продаж является составление грамотного контракта продаж с учетом риска изменения конъюнктуры рынка спроса, появления новых изделий, изделий-заменителей с более низкими ценами, с учетом инфляции. Все эти условия нужно оговаривать в контрактах. Слишком рискованно составлять портфель заказов и заключать перспективные контракты на 5 лет, тем более 7–10 лет, так как велик риск инфляции, падения спроса, изменения цен. Поэтому все эти условия необходимо тщательно изучать и оговаривать в контрактах.

Как уже отмечалось раньше, план продаж начинается с маркетингового анализа рынка [4]. Планирование продаж осуществляется поэтапно.

На 1-м этапе составляется план в натуральном и денежном выражении и обосновывается необходимыми ресурсами для продвижения и сбыта товара. К таким ресурсам относятся: тара, упаковочный материал, подъемно-транспортные, погрузочно-разгрузочные средства, складские помещения, рабочие кадры для сортировки упаковки, транспортировки и доставки грузов. От наличия достаточности, качества указанных ресурсов в большей мере зависит выполнение плана продаж. Поэтому план продаж считается реальным (выполнимым), если он обоснован вышеуказанными материально-техническими ресурсами.

На 2-м этапе осуществляется организация товародвижения от производителей к потребителям – рынкам, магазинам, базам, складам. Основное внимание на втором этапе должно быть уделено организации товародвижения по графикам с указанием времени завоза, объемов товаров, при этом делается оптимизация потоков товародвижения для исключения встречных потоков, холостых (обратных), порожних рейсов, простоев при разгрузке и т. д. На этой стадии составляются графики недельно-суточных заданий и ведется диспетчерский контроль за их исполнением.

Для упорядочения организации и планирования следует решать такие задачи, как:

- 1) своевременное качественное выполнение плановых заданий по завозу товаров;
- 2) рациональное использование транспорта;
- 3) оптимизация распределения грузов по видам транспорта, товарным каналам (товародвижения и т. п.);
- 4) сокращения материальных запасов;
- 5) выбор оптимальных каналов (товародвижения).

Под каналами товародвижения понимаются организации, любые средства перевозки товара к потребителю. Каналы товародвижения иногда называют каналами сбыта товаров. На рис. 2 приведена схема организации и планирования товародвижения и сбыта (продаж) продукции, в которой подробно раскрыты особенности планирования продаж.

На приведенной схеме наглядно показаны основные этапы планирования продаж товара, включая анализ рынка сбыта и составления планов-прогнозов продаж и заключения контрактов, договоров с потребителями.

В современных условиях применяют в основном три вида каналов товародвижения:

- 1) прямые связи производителя и потребителя;
- 2) свободные товарные рынки;
- 3) связи потребителей и изготовителей через посредников.



Рис. 2. Схема организации и планирования товародвижения и сбыта товаров

При прямых связях продаже товаров следует осуществлять по хозяйственным договорам-контрактам, заключенным на год или иной другой срок. В этих договорах поставок оговариваются объемы, ассортимент, цены, сроки поставки, место и условия поставки.

По свободным товарным рынкам – продукция вывозится ее владельцем на рынок, и осуществляется фирменная торговля в специализированных магазинах, павильонах, киосках и т. д. Также продвижение товара на рынок может осуществляться по устной договоренности с торговыми предприятиями. Критерием выбора каналов сбыта является минимум издержек обращения. Главное условие – обеспечение продвижения товара.

Связи через посредников не всегда являются эффективными, так как приводят к удорожанию продукции.

Большую роль для стимулирования продаж играет продвижение товаров. Это любая форма информирования и убеждения покупателя о товаре: его качестве, цене, конкурентоспособности, полезности и других преимуществах товара по отношению к товарам конкурентов.

Для организации продвижения товаров составляется план продвижения. Он предусматривает систематическое изучение конъюнктуры рынка, принятие решений о формах, методах, деятельности фирмы по сбыту товара. План продвижения составляется на основе маркетинговой стратегии воздействия на потребителя и благожелательное отношение к нему: предпочтение, убеждение потребителя и стимулирование продаж, формирование постоянных покупателей и т. д. Стимулирование продаж должно быть направлено на следующие виды поощрения покупателя:

- 1) продажа со скидкой;
- 2) продажа в кредит, без полной предоплаты;
- 3) продажа по предварительным заказам товаров;
- 4) ярмарки, выставки товаров;
- 5) реклама;
- 6) продажа в кредит с частичной предоплатой;
- 7) оказание сервисных услуг, дегустации, товаров и т. п.

С целью обеспечения выполнения плана сбыта (продаж) необходимо систематически изучать ход продаж на рынке и вносить соответствующие коррективы в план продаж и производство продукции. Необходимо также активизировать рекламную кампанию, если снижаются темпы продаж и план не выполняется.

Для лучшей организации продаж и продвижения товаров на рынок необходимо собирать и анализировать информацию о ходе продаж, спросе, предложениях, ценах и возникающих сбоях в процессе реализации.

На основе этого анализа делаются оценка и выводы об объемах и ценах продаж, о районах продаж, группе покупателей и сегменте рынка, конкурентоспособности продукции, характере сбыта как отдельных товаров, так и групп товаров. Также уточняется количество и частота заказов на товар, что дает основание для установления цен, организации рекламы и регулирования продаж.

В результате указанных действий анализируются и выделяются товары: с растущим спросом, с падающим спросом, нейтральные товары со стабильным спросом, фирмой принимается решение об увеличении или снижении производства и сбыта товаров, на которые растет или падает спрос, и уточняется цена.

Рассматриваются причины снижения спроса, реакции фирмы и меры по усилению дизайна, рекламы, упаковки, введению дополнительных маркетинговых, сервисных услуг – продаж в кредит, в рассрочку, установление более длительного гарантийного срока обслуживания, изменения расфасовки, упаковки и обучение потребителей правилам эксплуатации товаров.

После этого делается прогноз объемов сбыта товаров на долгосрочный период. При этом годовой объем сбыта принимается за 100%, а обороты за месяц (сбыт) рассчитываются как часть годового оборота. На основе годового и месячного планов сбыта составляются и уточняются планы производства продукции.

План продаж рассчитывается на основе спроса и емкости рынка. В табл. 3 приведены расчетная емкость рынка, платежеспособный спрос населения, план продаж, план производства продукции и прибыли.

На основании плана производства товарного выпуска рассчитывается план товарной продукции, на базе которого разрабатываются планы по труду, прибыли, рентабельности, материально-техническому снабжению, инвестициям, новой технике и др.

Таблица 3

Планирование прибыли и рентабельности

Показатели	Единица измерения	План на 2015 г.	Примечания
Емкость рынка	тыс. тонн	78	Расчет емкости рынка
Спрос (платежеспособный)	тыс. тонн	60,0	расчет
Цена 1 тонны, C	тыс. руб.	65,0	расчет
Предполагаемый объем продаж	тыс. тонн	63,0	расчет
Объем производства продукции (товарный выпуск), T_v	тыс. тонн	66,0	расчет
Полная себестоимость продукции, C	млн руб.	42900	расчет
Предполагаемая прибыль, Π	млн руб.	858,0	расчет
Рентабельность, P	–	0,02	$P = \Pi/C$

Основными принципами планирования производства являются:

- 1) пропорциональность планирования;
- 2) маркетинговое равновесие спроса и предложения;
- 3) реальность планов;
- 4) ответственность за качество выполнения плана и его реализацию;
- 5) стимулирование выполнения плана.

Принцип пропорциональности исходит из экономического закона пропорционального развития экономики и отражает взаимосвязь между важнейшими элементами, стадиями, этапами, сферами производства и обращения [5]. Он обеспечивается за счет соблюдения пропорций между сферами производства и потребления, между расходами и доходами государства и населения, регионов и других хозяйственных систем.

Принцип маркетингового равновесия спроса и предложения в рыночных условиях является наиболее важным. Этот принцип предполагает ориентацию на потребителя, его потребности и платежеспособный спрос. Следовательно, планирование производства продукции должно базироваться на глубоком изучении рыночного спроса, цен, конкурентоспособности продукции.

Принцип реальности планов является основным при обосновании плана производства продукции. План должен быть обеспечен всеми производственными ресурсами: материально-техническими, энергетическими, транспортными и т. д., а также производственными мощностями.

Принцип ответственности за качество плана и его реализацию. План – это программа работы предприятия на месяц, квартал, год, на основе которого в процессе производства вкладываются большие объемы инвестиций, производственные ресурсы, поэтому ошибки могут привести к огромным убыткам.

Принцип стимулирования выполнения плана необходим для своевременного, качественно, эффективного выполнения плана. Для этого четко увязывают задания по объему, ассортименту и качеству выпускаемой продукции с соответствующими материальными и моральными стимулами и интересами. В этой связи разрабатывают систему мотивации и материального стимулирования за выполнение планов по количеству и качеству выпускаемой продукции.

На основе этих принципов разрабатываются методы планирования и формируется система показателей. В рыбной отрасли, представляющей собой комплекс рыбодобывающих, обрабатывающих и обеспечивающих предприятий, применяется специфическая для отрасли система показателей.

В рыбной отрасли необходимо все показатели подразделить на две группы:

- 1) производственно-технические;
- 2) финансово-экономические.

К производственно-техническим показателям относятся: перечень основных видов продукции по ассортименту, качеству, объем, цена, сроки выпуска; расчетная среднегодовая производственная мощность; коэффициент использования мощности; необходимое количество ресурсов; распределение ресурсов по подразделениям.

Эти показатели являются базовыми для подготовки и организации производства, выпуска оснастки, деталей, узлов и т. п. На основании этих показателей должно осуществляться оперативно-производственное планирование и управление производством.

К основным финансово-экономическим показателям относятся: объем товарной реализованной продукции в оптовых ценах предприятия; прибыль; рентабельность производства, рентабельность собственных активов, рентабельность продаж; себестоимость и плановые затраты на 1 рубль товарной продукции; рост производительности труда; фонд заработной платы; численность персонала; фондоотдача; объем инвестиций; внешнеторговый оборот: импорт; экспорт.

С учетом этих показателей должны формироваться исходные данные, нормативы, режимы работы, задания для береговых предприятий, а также добывающего и обрабатывающего флота.

Таким образом, для расчета плана производства производится оценка потенциала предприятия: расчет производственной мощности, оценивается ее достаточность для выпуска продукции, предусмотренной в плане продаж, и рассчитывается план товарного выпуска (T_v) в натуральном выражении.

На основании плана товарного выпуска (T_v) и цены (C), выявленной в процессе анализа рынка, можно рассчитывать план товарной продукции.

На базе плана товарной продукции разрабатываются все оставшиеся планы: по труду, финансам, прибыли, инновациям, материально-техническому снабжению и социальному развитию фирмы и другие планы предприятия.

После принятия плана товарной продукции и плана продаж составляются и уточняются хозяйственные договора с потребителями продукции.

Литература

1. Планирование на предприятии: учебное пособие / Е.С. Вайс, В.М. Васильцова, Т.А. Вайс, В.С. Васильцов. – М.: КНОРУС, 2011. – 336 с.
2. Васильева Е.С. Оперативно-производственное планирование программы предприятия (на примере машиностроения) // Справочник экономиста. – 2007. – № 2. – С. 67.
3. Пивоваров К.В. Планирование на предприятии: учебное пособие. – М.: ИТК Дашков и Ко, 2008. – 232 с.
4. Романов Е. А. Планирование на предприятиях рыбной промышленности. – М., 2006. – 424 с.
5. Глазырин Ю.А. Техпромфинплан: показатели и основы расчета экономической эффективности // Справочник экономиста. – 2007. – № 12. – С. 23.

УДК 658.78:639.2/.3(571.66)

Н.Ю. Нестеренко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: nesterenkok.73@mail.ru*

ОЦЕНКА СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ НА ПРЕДПРИЯТИИ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

В данной статье рассматриваются вопросы оценки эффективности функционирования складской логистики на примере предприятия рыбной отрасли Камчатского края. Вопросы складской логистики для отечественных региональных предприятий становятся очень важными в силу их удаленности от мест потребления продукции и особенностей сырьевой базы рыболовства. В статье произведен расчет основных параметров работы складов предприятия и сделаны соответствующие выводы о необходимости расширения складских мощностей.

Ключевые слова: складская логистика, склад, цепь поставки, рыбная отрасль, материальный поток, хранение, складирование.

N.Y. Nesterenko (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Assessment of warehousing logistics at fishing enterprises**

This article deals with the issues of performance evaluation of warehousing logistics operation at fishing industry of Kamchatka region. Warehousing logistics problems for domestic regional enterprises become very important due to their remoteness from products consumption places and peculiarities of fishery raw-material base. Calculation of key parameters of company's warehouses operation is done and conclusions about the necessity to expand the storage capacity are drawn.

Key words: warehousing logistics, warehouse, supply chain, fishing industry, material flow, storage warehousing.

С развитием экономических отношений с каждым годом все актуальней становится проблема складирования продукции. Перемещение материальных потоков в логистической цепи невозможно без концентрации в определенных местах необходимых запасов, для хранения которых предназначены соответствующие склады. Движение через склад связано с затратами живого и овеществленного труда, что увеличивает стоимость товара. В связи с этим проблемы, связанные с функционированием складов, оказывают значительное влияние на рационализацию

движения материальных потоков в логистической цепи, использование транспортных средств и величину издержек обращения [1]. Рассмотрим основные особенности функционирования складской логистики на примере предприятия рыбной отрасли Камчатского края – Рыболовецкого колхоза им. В.И. Ленина (далее колхоз).

Рыболовецкий колхоз имеет четыре склада общей площадью 2 369,5 кв. м. Данные склады являются универсальными снабженческими складами, предназначенными для хранения разного рода оборудования, орудий лова, спецодежды, моющих средств и прочего имущества предприятия. Кроме того на территории колхоза расположены три сорокафутовых рефрижераторных холодильника. На складах хранятся в основном материалы, а в холодильниках – рыбная продукция. Температурный режим хранения продукции холодильника до минус 25°С. Основная доля хранения товаров в холодильниках, по данным экспертов, приходится на свежемороженую рыбу – около 54,9%, остальные группы – консервы рыбные деликатесные, креветки, мидии деликатесы – около 22%, соленая рыба – около 23%.

Механизм материально-технического снабжения (МТС) предприятия достаточно отработан. Однако в организационном плане можно отметить недостатки информационного обеспечения системы регулирования запасов сырья и материалов предприятия. На предприятии в ходе производственного процесса возникают ситуации, когда из-за несвоевременного обеспечения материалами (в частности комплектующими для техники и оборудования) происходят простаивание оборудования и сбои в работе цеха механизации. Такие ситуации требуют принятия адекватных мер и мгновенного реагирования со стороны отдела МТС.

В настоящее время в случае обнаружения сбоев в обеспечении товарно-материальными ресурсами устранение возникшей ситуации происходит на конкретном участке работ, изолированно, что в свою очередь порождает новые проблемы. Другими словами, отделу МТС колхоза необходима оперативная служба с целью образования целостного информационно-экономического пространства.

В организации складской логистики на предприятии важная роль принадлежит запасам, поскольку от их уровня зависит ритмичность производства, а следовательно, и выполнение планового задания.

Проанализируем величину и показатели эффективности использования материальных запасов (табл. 1).

Таблица 1

Анализ выполнения задания по использованию материалов колхоза им. В.И. Ленина в 2012–2013 годах

Показатели	2012	2013	Отклонение	
			абсолютное	%
Объем продукции, тыс. руб.	1 296 358,0	1 364 607,0	68 249,0	105,3
Материальные затраты, тыс. руб.	449 303,0	463 055,0	13 752,0	103,1
Из них прямые материальные затраты, тыс. руб.	290 128,0	300 986,0	10 858,0	103,7
Материалоемкость общая, руб.	0,35	0,34	–0,007	97,9
Материалоемкость по прямым материальным затратам, руб.	0,224	0,221	–0,003	98,6
Материалоотдача общая, руб.	2,89	2,95	0,062	102,1
Материалоотдача по прямым материальным затратам, руб.	4,47	4,53	0,066	101,5
Коэффициент соотношения общих и прямых затрат	1,55	1,54	–0,010	99,3

Из табл. 1 можно сделать вывод, что:

- общая материалоемкость в отчетном периоде по сравнению с показателем 2012 г. снизилась на 0,007, или на 2,1%;
- общая материалоотдача – увеличилась на 0,062, или на 2,1%.

В связи с тем, что величина материальных затрат в 2013 г. по сравнению с 2012 г. увеличилась, материалоемкость снизилась на 0,007. Увеличение выпуска продукции в данном периоде привело к повышению материалоотдачи, что говорит о рациональном и эффективном использовании материальных ресурсов.

Охарактеризуем организацию работы складов и холодильников организации. Определим основные показатели работы складов. Первый важный показатель – емкость склада. Под емкостью склада понимают максимальное расчетное количество грузов, которое может быть размещено для хранения на данном складе [2]. Емкость складов и холодильников для хранения рыбной продукции в нашем случае составляет 4580 т. Максимальная допустимая нагрузка на пол складского помещения составляет 2,0 т/м². Тогда полезная площадь складов и холодильников может быть определена по формуле:

$$S_{\text{пол}} = E / \sigma, \quad (1)$$

где E – емкость склада, т; σ – допустимая нагрузка на пол склада, т/м²;

$$S_{\text{пол}} = 4580 / 2 = 2290 \text{ м}^2.$$

Таким образом, для складов и холодильников предприятия общая полезная площадь составит 2290 м².

Коэффициент полезно используемой площади представлен в формуле:

$$K_s = \frac{S_{\text{пол}}}{S_{\text{об}}}, \quad (2)$$

где $S_{\text{пол}}$ – полезная площадь склада, м²; $S_{\text{об}}$ – общая площадь склада, м².

Этот параметр в зависимости от типа складского помещения, его планировки, используемого оборудования и других факторов может иметь значение от 0,25 до 0,6. Чем больше эти цифры, тем эффективнее используются складские площади. Рассчитаем данный показатель для каждого склада и холодильника колхоза (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициент полезно используемой площади в колхозе им. В.И. Ленина

№ склада	Общая площадь	Полезная площадь	Коэффициент	Норматив	Отклонение
Склад 1	592	489	0,8	0,6	0,2
Склад 2	497	422	0,8	0,6	0,2
Склад 3	601	564	0,9	0,6	0,3
Склад 4	679,5	632	0,9	0,6	0,3
Холодильник № 1	75	61	0,8	0,6	0,2
Холодильник № 2	75	61	0,8	0,6	0,2
Холодильник № 3	75	61	0,8	0,6	0,2

Как видно из расчетов, данный показатель практически по всем складам и холодильникам колхоза превышает нормативное значение. А это означает, что у работников на данных складах менее комфортные условия работы (т. е. более узкие проходы, меньше зоны приемки и распределения продукции и т. п.).

Эффективность использования вместимости склада можно определить путем расчета коэффициента использования полезного объема склада K_{sv} [3]. В зависимости от способа хранения продукции и характера груза этот показатель может принимать значения от 0,3 до 0,5 и вычисляется как отношение объема стеллажей и штабелей с продукцией к общему складскому объему по формуле:

$$K_{sv} = \frac{V_{\text{пол}}}{V_{\text{общ}}} = \frac{S_{\text{пол}} \cdot h_{\text{скл}}}{S_{\text{общ}} \cdot h_{\text{общ}}}, \quad (3)$$

где $V_{\text{пол}}$ – часть объема склада, занимаемая оборудованием, на котором хранится продукция, м³; $S_{\text{пол}}$ – полезная площадь склада, м²; $V_{\text{общ}}$ – общий объем склада, м³; $h_{\text{скл}}$ – высота складского помещения, используемая под хранение продукции, м; $S_{\text{общ}}$ – общая площадь склада, м²; $h_{\text{общ}}$ – высота складского помещения, м.

Рассчитаем данный показатель также для каждого склада и холодильника, результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Расчет коэффициента использования полезного объема складов

Склад	$S_{пол}$	$h_{скл}$	$S_{общ}$	$h_{общ}$	K_{sv}
Склад 1	489	5	592	8	0,5
Склад 2	422	3	497	5	0,5
Склад 3	564	6	601	8	0,7
Склад 4	632	4	679,5	6	0,6
Холодильник № 1	61	3	75	3,5	0,7
Холодильник № 2	61	3	75	3,5	0,7
Холодильник № 3	61	3	75	3,5	0,7

Данный показатель, как видно из табл. 3, для всех складов имеет значение выше нормативного.

Одним из важных параметров работы склада является средний срок хранения грузов, который определяется по формуле:

$$t_{cp} = \sum t_i q_i / \sum q_i = \sum t_i q_i / Q, \quad (4)$$

где t_i – время пребывания i -го груза на складе, дн; q_i – объем i -го груза, т; Q – совокупный грузооборот склада за определенный период, т [4].

Объем грузов и время их хранения представлены в табл. 4.

Таблица 4

Объем груза и время хранения

Склад	Объем груза, т	Время хранения, дн	$t_i \cdot q_i$
Склад 1	1500	22	33000
Склад 2	1250	14	17500
Склад 3	1750	15	26250
Склад 4	2380	26	61880
Холодильник № 1	22	10	220
Холодильник № 2	23	14	322
Холодильник № 3	26	12	312
Итого	6951		139484

Среднее время хранения грузов на складе составляет:

$$t_{cp} = 139484 / 6951 = 20 \text{ дн.}$$

Зная значение данного показателя, можно рассчитать пропускную способность склада за определенный период по формуле:

$$F = E / t_{cp}, \quad (5)$$

где E – емкость склада; t_{cp} – среднее время хранения.

Пропускная способность складов и холодильников колхоза представлена в табл. 5.

Таблица 5

Пропускная способность складов

Склад	Емкость склада	Среднее время хранения, дн	Пропускная способность склада, т
Склад 1	978	20	48,9
Склад 2	844	20	42,2
Склад 3	1128	20	56,4
Склад 4	1264	20	63,2
Холодильник № 1	122	20	6,1
Холодильник № 2	122	20	6,1
Холодильник № 3	122	20	6,1
Итого	4580		229

В данном случае пропускная способность складов и холодильников колхоза в 2013 г. составляет около 229 т в год. Соответственно, складской комплекс должен обладать необходимыми ресурсами для обеспечения такой пропускной способности. Под ресурсами здесь понимаются персонал склада, складское оборудование, например, погрузчики, а также необходимые технологические площади, где будут производиться операции по приему и отпуску грузов.

Оборот склада рассчитывается по формуле:

$$П_о = D_p / t_{cp}, \quad (6)$$

где D_p – количество рабочих дней в периоде (в нашем случае год), дн:

$$П_о = 247 / 20 = 12,35 \text{ оборота.}$$

Расчет коэффициента использования полезного объема складов показал, что данный показатель для всех складов имеет значение выше нормативного. Среднее время хранения грузов на складе составляет 20 дней. Пропускная способность складов и холодильников колхоза составила около 229 т в год. Годовой оборот складов и холодильников составил 12,35 оборота.

На основе выполненных выше расчетов можно сделать следующие выводы. Положительными сторонами системы складирования на предприятии являются: раздельность ассортимента, хорошо продуманные схемы приемки и отгрузки продукции. Однако есть и недостатки. К основным проблемам организации складских операций в колхозе им. В.И. Ленина относятся:

- нарушение требований к планировке складских помещений, в частности на всех складах и холодильниках выявлены более узкие проходы, меньше зоны приемки и распределения продукции;
- устаревшая система учета продукции в холодильниках.

Выявленные нарушения в планировке складских помещений приводят к тому, что сотрудники колхоза работают в некомфортных условиях, это приводит к некачественной работе склада, так как в первую очередь отражается на трудоспособности работников (быстрее и больше устают, менее внимательны). Несовершенство системы учета отражается в большом количестве ручной работы сотрудников, что неизбежно приводит к ошибкам, которые обусловлены человеческим фактором. В настоящее время на всех современных складах предприятий устанавливаются компьютерные системы учета продукции, что, конечно же, снижает и сроки обработки, и количество ошибок сотрудников и имеет также большое количество преимуществ по сравнению с ручным учетом продукции на складе. Устаревшая же система учета приводит к некачественной работе системы складирования. В первую очередь это сказывается на отображении количества продукции на складе. В целом данная ситуация негативно отражается на других экономических параметрах работы всего предприятия.

Кроме того, объемы выпуска продукции колхоза с каждым годом увеличиваются, на сегодняшний день имеющейся площади холодильника не хватает. Так, например, во время лососевой и минтаевой путин в 2012 г. колхоз прибегал к услугам сторонних организаций по хранению сырья и готовой продукции. Это требует дополнительных затрат и зачастую приводит к нарушению ритмичности производства, снижению производительности труда, перерасходу материальных ресурсов из-за вынужденных нерациональных замен и повышению себестоимости выпускаемой продукции. Недостаток сбытовых запасов не позволяет обеспечить бесперебойный процесс отгрузки готовой продукции, соответственно это уменьшает объемы ее реализации, снижает размер получаемой прибыли. В то же время наличие неиспользуемых запасов замедляет оборачиваемость оборотных средств, отвлекает из оборота материальные ресурсы и ведет к большим издержкам по содержанию самих запасов. Решением этой проблемы может стать строительство новых холодильных мощностей.

Литература

1. *Вергеев Н.С.* Склад как бедный родственник? 9 принципов складского хозяйства // Современный склад. – 2012. – № 2. – С. 18–20.
2. *Ефремов А.А.* WMS – фундамент эффективного склада // Современный склад. – 2012. – № 1. – С.10–25.
3. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под ред. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 976 с.
4. *Неруш Ю.М.* Коммерческая логистика: учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 2011. – 271 с.

Г.А. Токарева

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: tga41@yandex.ru*

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЯМИ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ

В статье рассматривается проблема управления инвестициями в человеческий капитал государственной службы в связи со спецификой понятия «человеческий капитал» применительно к сфере государственного и муниципального управления. Выделены специфические свойства человеческого капитала, актуальные для государственной гражданской службы. Уточнена структура человеческого капитала применительно к государственным служащим. Рассмотрены принципы инвестирования в человеческий капитал государственной службы, и обозначена проблема управления инвестиционными рисками. Формирование кадрового резерва государственной и муниципальной службы рассматривается как инвестиция в человеческий капитал социума в рамках инновационных изменений в кадровой политике государства. Особое внимание уделено инвестициям в образование государственных служащих. Предложены специальные образовательные технологии в работе с кадровым резервом государственной службы на основе интеграции деятельности региональных органов государственного управления и образовательных учреждений, осуществляющих подготовку по специальности «Государственное и муниципальное управление».

Ключевые слова: человеческий капитал, государственная гражданская служба, кадровый резерв, компетенции, инвестиции, интеграция, образовательные технологии.

G.A. Tokareva (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **The human capital investment management in state civil service**

The article deals with the problem of human capital investment management in state civil service in view of the specific character of state and municipal management. Specific features of human capital important for state civil service are marked out. The structure of human capital of civil servant is precised. Author examines principles of investment in human capital of civil service, and points out the problem of investment risk's management. Building of civil service staff-reserve is treated as an investment in human capital of society in the context of innovation changes in state manpower policy. Special attention is paid to the investment in civil servant's education. Special educational technologies for staff reserve training based on integrative activity of local administration and educational institutions are offered.

Key words: human capital, state civil service, staff reserve, competence, investment, integration, educational technologies.

Актуализация проблемы управления инвестициями в человеческий капитал связана с формированием основ информационного общества, с «переходом от парадигмы управления человеческими ресурсами к управлению развитием человеческого капитала» [1].

Проблема человеческого капитала в последние десятилетия активно разрабатывалась в трудах зарубежных и отечественных ученых: Г. Беккера, Л. Туроу, Т. Шульца, У. Боуэна, А.И. Добрынина, С.А. Дятлова, С.А. Курганского, Е.Д. Цыреновой и др. Многообразие дефиниций понятия «человеческий капитал» связано с релятивностью его структуры, наиболее вариативными компонентами которой являются социокультурная, моральная и мотивационная составляющие.

Мы будем подразумевать под человеческим капиталом приносящие доход знания, практические навыки и опыт, здоровье, мыслительные и творческие способности людей, их адаптированность к конкретным условиям труда.

Необходимость регулярных инвестиций в человеческий капитал предопределена важностью человеческого капитала как экономической категории и как структурного компонента всей системы социально-экономических отношений, рассматриваемых как процесс.

Проблема управления данными инвестициями применительно к системе государственного и муниципального управления связана как со спецификой самого человеческого капитала, вы-

ступающего как объект инвестиций, так и с особенностями содержания понятия «человеческий капитал» в системе государственного управления.

Таким образом, задачей данного исследования являются определение специфики понятия «человеческий капитал» применительно к системе государственной службы и разработка принципов вложения средств в данный специфический объект инвестиций.

В первую очередь, отметим некоторые особенности явления, называемого человеческим капиталом, актуальные для данного исследования.

1. Человеческий капитал принято называть «отложенным» капиталом. На рынке он имеет самовозрастающую стоимость. «Человеческий капитал, – пишет Д. Каржакова, – представляет собой долговременный экономический ресурс, воспроизводственный оборот которого в 5–6 раз выше продолжительности средних сроков оборота основного капитала; его экономический «износ» имеет как бы обратный знак: производственная ценность работника с течением времени возрастает» [2]. Невозможность быстро оценить эффективность вложений в человеческий капитал связана с этим эффектом отложенного действия.

2. С большой степенью вероятности можно прогнозировать и другой эффект (назовем его постэффектом): при истощенности человеческого капитала отдельного человека в силу естественного старения и утраты производительного потенциала его человеческий капитал может продолжать жить в нематериальных активах и приносить доход. Для обеспечения такого эффекта необходимо адекватно оценить интеллектуальный и творческий потенциал специалиста, в которого делается инвестиция.

3. Один из ведущих западных специалистов по теории человеческого капитала Лестер Ту-роу утверждает: «Больше всего квалификации приобретают или получают те, у кого уже была наибольшая квалификация» [3]. С другой стороны, элементарная логика подсказывает, что продуктивным вложением будет инвестиция в человеческий капитал молодого специалиста, имеющего достаточную временную фору для профессионального и интеллектуального развития. Данное противоречие также обуславливает специфику инвестиционной политики по отношению к человеческому капиталу.

4. Содержание и даже структура человеческого капитала детерминированы историческими, национальными, социально-экономическими факторами внешней среды. В не меньшей степени они зависят от типа национальной ментальности, национальных или конфессиональных традиций. Этот факт ставит под сомнение возможность вывести некую универсальную структурно-функциональную модель человеческого капитала и соответственно разработать единую инвестиционную стратегию.

Вышеперечисленные специфические черты человеческого капитала делают малопродуктивным применение экономико-математических методов прогнозирования эффективности вложений в человеческий капитал. Эти же факторы существенно затрудняют реализацию классических технологий риск-менеджмента в этой сфере.

Инвестирование в человеческий капитал действительно связано с высокой степенью риска, так как зоной риска оказывается не только качество интеллектуального потенциала личности, не только стабильность факторов здоровья, но и тот факт, что объектом инвестиций является человек с собственными волевыми устремлениями, намерениями и амбициями. Именно эта составляющая человеческого капитала оказывается наиболее рискованной в плане инвестиций. Вложенные в человеческий капитал средства могут быстро окупиться и умножиться в случае, если специалист видит реализацию своего человеческого капитала в зоне интересов инвестора. В случае если намерения человека по каким-либо причинам меняются (семейные обстоятельства, конкурентная ситуация, неудовлетворенность реализацией своего профессионального потенциала), инвестиции в конкретного специалиста могут оказаться неэффективными.

Понятие «человеческий капитал» требует и серьезного уточнения применительно к конкретной сфере деятельности. В специальной литературе достаточно исследованными являются проблемы инвестиций в человеческий капитал организаций и предприятий, так как теория управления персоналом на протяжении долгого времени в практике отечественного менеджмента разрабатывается весьма активно. Соотношение понятий «персонал», «рабочая сила» и «человеческий капитал» также в достаточной мере осмыслено специалистами в этой области [1, 4, 5]. Нашей задачей является выявление специфики содержания понятия применительно к сфере го-

сударственной и муниципальной службы. С нашей точки зрения, при рассмотрении системы управления инвестициями в человеческий капитал государственной службы необходимо учитывать следующие ее особенности:

1. Относительную автономность личности в системе государственного и муниципального управления, условность понятия «коллектив» применительно к государственной службе. Ослабленность корпоративных связей, связанную с многофункциональностью управленческих задач государственных служащих и, соответственно, с относительной разобщенностью их интересов. Это влечет за собой неэффективность мотивационных тактик, успешно применяемых в системе корпоративного управления.

2. Высокую степень ответственности государственных и муниципальных служащих за индивидуально принятые решения.

3. Отсутствие объединяющей прагматической цели (например, рост доходности предприятия, повышение качества услуг* организации и т. п.). Целевые установки государственных и муниципальных служащих имеют опосредованный характер. Управленец, как правило, разрабатывает только механизм для достижения конкретной прагматической цели.

4. Результат деятельности государственного служащего в большинстве случаев является отсроченным и всегда опосредованным, что затрудняет оценку эффективности вложений в человеческий капитал специалиста.

Одной из важнейших инвестиций в человеческий капитал является инвестиция в образование. Возможность получить специальное образование, пройти переподготовку или повысить квалификацию за счет государственного бюджета оговорена в Федеральном законе № 79 от 27 июля 2004 г. «О государственной гражданской службе Российской Федерации», в статье 60. Переподготовка и повышение квалификации осуществляются в соответствии с государственным заказом на конкурсной основе. Это позволяет государству прибегнуть к образовательным услугам того учебного заведения, которое положительно зарекомендовало себя на рынке образовательных услуг.

В федеральной программе «Реформирование и развитие системы государственной службы Российской Федерации (2009–2013 годы)», утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 10 марта 2009 г. № 261, в качестве основных задач программы сформулированы следующие:

- внедрение эффективных технологий и современных методов кадровой работы, направленных на повышение профессиональной компетентности, мотивации государственных служащих и обеспечение условий для увеличения результативности их профессиональной служебной деятельности;

- формирование и реализация программ подготовки кадров для государственной службы и профессионального развития государственных служащих;

- развитие системы дополнительного профессионального образования государственных служащих [6].

Несомненно, целью любых инвестиций в человеческий капитал является достижение максимального уровня компетентности специалиста. Статья 12 ФЗ № 79 от 27 июля 2004 г. «О государственной гражданской службе Российской Федерации» определяет квалификационные требования к государственному служащему следующим образом: «В число квалификационных требований к должностям гражданской службы входят требования к уровню профессионального образования, стажу гражданской службы (государственной службы иных видов) или стажу (опыту) работы по специальности, профессиональным знаниям и навыкам, необходимым для исполнения должностных обязанностей» [7].

Под «профессиональными знаниями» подразумевается специальное образование по профилю «Государственное и муниципальное управление». Далеко не все государственные служащие имеют профильное базовое образование. Это совершенно закономерно. Ибо управление – прикладная компетенция, и управлять необходимо часто конкретной социально-экономической сферой. Однако государственный или муниципальный служащий обязан овладеть и специальными управленческими компетенциями. Эту возможность ему предоставляют программы переподготовки, разработанные специализированными учебными заведениями высшей школы.

* Тенденция последних десятилетий трактовать результаты деятельности государственных и муниципальных служащих как услугу не снимают заявленного противоречия.

Данные о количестве государственных служащих, прошедших дополнительное обучение в 2012 г., отражены в табл. 1.

Таблица 1

Дополнительное профессиональное обучение кадров государственной и муниципальной службы по Российской Федерации и ее федеральным округам [8]

	Получили дополнительное профессиональное образование	В том числе				В % от численности обученных в органах местного самоуправления субъектов РФ				Всего обучено в % от численности работников органов местного самоуправления субъекта РФ
		Прошли профессиональную переподготовку	Повысили квалификацию	Прошли стажировку	Обучены за пределами территории РФ	Прошли профессиональную переподготовку	Повысили квалификацию	Прошли стажировку	Обучены за пределами территории РФ	
Российская Федерация	48308	2360	45805	167	30	4,8	94,8	0,3	0,1	13,5
Центральный Федеральный округ	8853	453	8383	12	4	5,1	94,7	0,1	0,0	11,1
Северо-западный федеральный округ	3982	231	3723	24	4	5,8	93,5	0,6	0,1	13,5
Южный федеральный округ	3949	262	3670	16	1	6,6	92,9	0,4	0,0	10,8
Северо-Кавказский федеральный округ	1576	128	1441	5	2	8,1	91,4	0,3	0,1	7,5
Приволжский федеральный округ	10587	443	10071	59	14	4,2	95,1	0,6	0,1	13,2
Уральский федеральный округ	7964	220	7737	4	3	2,8	97,1	0,1	0,0	25,1
Сибирский федеральный округ	8463	394	8046	22	1	4,7	95,1	0,3	0,0	14,5
Дальневосточный федеральный округ	2939	174	2734	25	1	5,9	93,2	0,9	0,0	13,8

Достаточно высокий процент специалистов, получивших дополнительное профессиональное образование, свидетельствует о сформировавшейся в органах государственной и муниципальной власти установке на сознательное и целенаправленное обучение работников государственной службы в соответствии с профилем осуществляемой деятельности.

При дефиците кадров со специальным образованием в Камчатском крае проблема профилизации работников государственной и муниципальной службы стоит особенно остро. Следует отметить, что в соответствии с основными направлениями кадровой политики в сфере государственного и муниципального управления в регионе проделана значительная работа по совершенствованию уровня профессиональных знаний специалистов государственной и муниципальной управленческой сферы. Об этом свидетельствуют данные Федеральной службы государственной статистики по Камчатскому краю (табл. 2 и табл. 3).

На этапе инвестирования в образование или переподготовку государственных служащих особенно актуальным становится содержание государственного заказа на образовательные услуги. Согласование перечня дисциплин в программах переподготовки, внесение предложений по формированию вариативного блока учебных планов профильных вузов становится инструментом регулирования инвестиций в человеческий капитал государственной службы со стороны заказчика.

Способом управления инвестициями в человеческий капитал государственной службы могут стать согласованные действия заказчика образовательных услуг и их потребителя в лице кадровой службы органов управления на уровне субъекта Федерации. В вузах Камчатского края с лицензированной и аккредитованной специальностью «Государственное и муниципальное управление» апробируется система проектных предложений по совершенствованию сотрудничества учебных заведений и органов государственного и муниципального управления региона.

Таблица 2

Численность работников органов государственной власти Камчатского края и местного самоуправления, получивших дополнительное профессиональное образование в 2012 году [9]

	Численность служащих, получивших дополнительное профессиональное образование		в том числе в органах власти					
			федеральных		субъекта РФ		местного самоуправления	
	всего	из них женщины	всего	из них женщины	всего	из них женщины	всего	из них женщины
Человек								
Органы государственной власти Камчатского края и местного самоуправления	1199	865	757	527	294	211	148	127
в том числе:								
законодательной власти	14	11	—	—	10	7	4	4
исполнительной власти	988	728	592	427	256	181	140	120
судебной власти	184	115	165	100	19	15	—	—
других государственных органах	13	11	—	—	9	8	4	3
В процентах от общей численности служащих								
Органы государственной власти Камчатского края и местного самоуправления	21,4	21,6	23,7	23,9	27,8	27,4	10,9	12,3
в том числе:								
законодательной власти	8,3	10,2	—	—	11,8	13,5	4,8	7,1
исполнительной власти	21,7	22,7	23,2	24,7	33,6	33,7	11,3	12,6
судебной власти	23,1	18,6	25,5	20,8	12,8	10,9	—	—
других государственных органах	13,4	15,1	—	—	14,3	18,6	11,8	10,0

Таблица 3

Численность работников органов государственной власти Камчатского края и местного самоуправления, получивших дополнительное профессиональное образование в 2013 году [9]

	Численность служащих, получивших дополнительное профессиональное образование		в том числе в органах власти					
			федеральных		субъекта РФ		местного самоуправления	
	всего	из них женщины	всего	из них женщины	всего	из них женщины	всего	из них женщины
Человек								
Органы государственной власти Камчатского края и местного самоуправления	1300	937	772	531	336	247	192	159
в том числе:								
законодательной власти	18	13	—	—	9	6	9	7
исполнительной власти	1076	784	633	442	275	204	168	138
судебной власти	162	109	139	89	23	20	—	—
других государственных органах	44	31	—	—	29	17	15	14
В процентах от общей численности служащих								
Органы государственной власти Камчатского края и местного самоуправления	23,4	23,5	25,1	24,7	30,0	29,9	14,3	15,6
в том числе:								
законодательной власти	9,9	10,8	—	—	10,2	11,1	9,6	10,6
исполнительной власти	24,2	24,9	26,2	26,9	34,2	35,5	13,8	15,0
судебной власти	19,6	16,7	21,1	17,8	13,9	13,3	—	—
других государственных органах	11,9	43,1	—	—	36,5	37,0	42,9	48,3

В качестве проектных мероприятий в рамках направления «Переподготовка и повышение квалификации государственных служащих» предложены следующие меры:

- внедрение уровневого принципа в системе повышения квалификации (обучение специалистов различного уровня управления: руководители, помощники, специалисты, обеспечивающие специалисты);
- апробация профильного принципа в формировании системы повышения квалификации;
- индивидуализация системы повышения квалификации, разработка индивидуальных образовательных маршрутов;
- реализация принципа системности в повышении квалификации специалистов (периодичность, отслеживание и внедрение содержательных и методических инноваций);
- максимальное использование практико-ориентированных проектных технологий в обучении специалистов.

Для реализации проектных предложений проводится предварительная исследовательская работа по выявлению запросов целевых групп потребителей образовательных услуг. Формами проведения исследования могут стать социологические опросы, анкетирование работников государственной и муниципальной службы, итоговые опросы потребителей образовательных услуг с целью выявления удовлетворенности/неудовлетворенности качеством образовательных программ и др. Непосредственный и системный контакт заказчика с организацией, предоставляющей образовательные услуги, поможет сделать финансовые инвестиции в образование государственных служащих максимально эффективными.

Однако целый ряд инвестиционных рисков в человеческий капитал остается актуальной управленческой проблемой. Анализ характера этих рисков и их причин позволяет выработать определенные стратегические и тактические меры по их купированию или минимизации.

Традиционной превентивной мерой в системе вложений в образование специалиста является заключение договора, по условиям которого государственный служащий должен отработать определенное время после получения специального образования или диплома о переподготовке в случае, если государство берет на себя финансирование этого образования. Возможен также вариант предоставления заказчиком ссуды или беспроцентного кредита на получение образовательных услуг. При этом в договоре должна быть обозначена сумма неустойки в случае невыполнения обязательств сторонами договора.

Особой мерой, направленной на сохранение человеческого капитала в сфере государственной и муниципальной службы, стала подготовка ее кадрового резерва. Процесс формирования кадрового резерва государственной службы инициирован на уровне органов государственного управления Российской Федерации и нашел отражение в нормативных документах федерального уровня.

В ФЗ № 79 от 27 июля 2004 г. «О государственной гражданской службе Российской Федерации» приоритетными направлениями формирования кадрового состава гражданской службы названы:

- 1) профессиональная подготовка гражданских служащих, их переподготовка, повышение квалификации и стажировка в соответствии с программами профессионального развития гражданских служащих;
- 2) формирование кадрового резерва на конкурсной основе и его эффективное использование [7].

В федеральной целевой программе, на которую мы ссылались выше, в качестве ожидаемых результатов прямо указаны следующие:

- внедрение и совершенствование механизмов формирования кадрового резерва, проведения аттестации и ротации государственных служащих;
- актуализация содержания программ подготовки и дополнительного профессионального образования государственных служащих и внедрение современных образовательных технологий в процесс их обучения [6].

Прогнозирование и планирование процессов в сфере кадрового обеспечения государственной службы стало одной из инноваций в современном кадровом менеджменте. «Объектом кадрового менеджмента в XXI веке, – пишут авторы Е.И. Кудрявцева, В.М. Голянич, – выступает не работник как таковой и даже не его деятельность, а неспецифические (ответственность, стрессоустойчивость, коммуникабельность, гуманность, креативность, лояльность и пр.) и специфические (управленческие, юридические, экономические знания, умения и навыки) компетенции

сотрудников, групп и организаций, а также внутренние и внешние детерминанты этих компетенций» [6, 10]. Авторы также совершенно справедливо выделяют и интенциональные компетенции работника (мотивы, потребности, ожидания, убеждения, ценности, смыслы, мировоззрение и др.).

Политика превентивного обеспечения кадрами государственной и муниципальной службы базируется на принципах гласности, активности и конкурентности. Механизмом формирования кадрового резерва стал конкурсный отбор кандидатов на должности государственных служащих.

Работа с кадровым резервом в любой сфере деятельности нацелена на минимизацию рисков, связанных с увольнением, уходом на пенсию, в декретный отпуск, длительным отсутствием работника госслужбы по причине семейных обстоятельств, необходимостью получения дополнительного профессионального образования и др.

Исследователи, занимающиеся проблемой кадрового резерва, отмечают недостаточность организационного опыта в сфере работы с кадровым резервом и неразработанность технологий оценки резервистов. Так, А.В. Вишневская отмечает: «Модная ныне в менеджменте технология описания профиля компетенции должности и составления организационного портфеля компетенций, на основании которого строится «входной» контроль, план развития персонала, его оценка и другие технологии, на государственной службе пока не получили широкого распространения» [11]. Автором разработана собственная технология оценки степени сформированности компетенций резервиста. Упорядочение требований к профессиональным качествам кандидата на пост государственного служащего, с нашей точки зрения, является необходимым. К сожалению, в большинстве случаев работа по формированию кадрового резерва сводится к составлению формальных списков потенциальных резервистов. Для создания полноценного резерва государственной службы необходима кропотливая работа с кандидатами, контроль за ростом их профессионализма и целый набор технологий, нацеленных на подготовку будущего специалиста. «Актуальность решения задачи по подготовке и переподготовке резерва требует разработки и внедрения эффективного инструментария по оценке профессионального потенциала лиц, включенных в резерв», – отмечается в целевой программе «Подготовка и переподготовка резерва управленческих кадров (2010–2015 годы)» [12].

В практике менеджмента предприятия и организации, которую сегодня активно заимствует система государственного управления, в работе с кадровым резервом предлагается использовать принцип кураторства, или наставничества. Сам принцип стар, как мир, однако заслуживают внимания те формы, которые могут быть использованы в работе с резервистами. Важнейшим качеством современного управленца является сформированность у него деятельностно-креативной компетенции. Эта компетенция, как и сам человеческий капитал, имеет сложную структуру. Позволим себе сравнение: в специфике этой компетенции, как в капле воды, отражается специфика человеческого капитала. Кроме приобретенных знаний и умений, которые пополняют человеческий капитал резервиста в процессе совершенствования им своего образования, большую роль в достижении эффекта названных инвестиций играют личностные качества человека, а именно: способность самостоятельно принимать решения, умение прогнозировать процессы; коммуникативные качества, позволяющие резервисту реализовать свой творческий потенциал в составе команды или при поддержке потенциальных подчиненных.

В процессе работы с кадровым резервом эти качества испытуемого нужно как минимум выявить и как максимум реализовать. Для этого недостаточно ограничиваться наставничеством в форме классической передачи опыта. Необходимо вовлечение претендента в реальную или смоделированную ситуацию, требующую проявления его деятельностных или коммуникативных способностей. Такой формой подготовки резервистов могут служить специальные тренинги, разработка проектов, участие в мозговых штурмах и т. п. Используемые для обучения кадрового резерва интерактивные технологии могут быть достаточно разнообразными: некоторые из них предполагают высокую степень активности обучаемых. К ним относятся, прежде всего, технологии, основанные на принципе модераторства, когда руководитель лишь организует творческий процесс, а основная креативная нагрузка ложится на участников тренинга. Специализированные программы, разработанные на основе таких интерактивных технологий, являются, как показывает практика, самым действенным инструментом обучения специалиста и самым надежным способом вложения средств в его профессиональное образование.

Становится очевидной необходимость специальной службы при органах государственного управления (некий аналог Ресурсного центра, созданного на федеральном уровне), в состав которой входят в обязательном порядке психологи и квалифицированные специалисты по работе с

персоналом. Деятельность такой службы ни в коей мере не дублирует мероприятия по повышению квалификации и переподготовке. Но отметим, что образовательные программы и курсы организуют и проводят обычно сторонние образовательные структуры: вузы, специализированные институты и т. п. Фактически такая практика может быть названа аутстаффигом – формированием кадрового резерва силами сторонних специализированных организаций [4]. Внутренняя же служба адаптирует резервистов к реальным условиям, поскольку в структуре человеческого капитала существует так называемый непеременный компонент (личные связи и знание членов коллектива, знание структуры и профессионального контекста своей деятельности).

Постоянное сотрудничество специалистов профильных вузов с органами государственного управления поможет сформировать мобильные обучающие команды на базе самих органов управления. Сторонние специалисты могут быть привлечены на договорных условиях к обучению резервистов внутри системы; единственным условием должно стать неформальное знакомство приглашенного преподавателя со спецификой деятельности государственного служащего. Такие мобильные обучающие группы могут создаваться периодически при условии постоянного сотрудничества какой-либо образовательной структуры с органами государственной власти. При такой системе обучения возможно также формирование и смешанных проектных групп, в состав которых включаются как резервисты, так и опытные специалисты, проходящие повышение квалификации без отрыва от производства внутри структуры. По сути, в предлагаемой системе взаимодействия заказчика и производителя образовательных услуг реализуется популярный метод модульного построения программ при более высокой степени мобильности модулей и закреплённых за ними групп педагогов. Важнейшим условием формирования таких обучающих блоков должен стать учет региональной специфики, то есть обязательное владение основной информацией по социально-экономическому развитию региона.

Еще одним принципом подготовки членов кадрового резерва может стать расширение инвариантной основы компетентностной зоны работника, то есть освоение тех знаний, умений и навыков, которые не связаны с узкопрофессиональной сферой деятельности специалиста. Это обеспечивает более широкий взгляд на профессиональную проблематику, формирует базовую платформу знаний и умений в профессии, способствует развитию аналитического мышления. При расширении компетентностного диапазона эффективность вложений в обучение резервного состава повысится в связи с тем, что такой подход обеспечит потенциальную взаимозаменяемость государственных служащих внутри одной структуры, например, в случае возникновения внеплановой вакансии или в случае ротации кадров. Какая из двух стратегий обучения (расширение инвариантной или вариативной зоны образовательных программ) станет приоритетной, будет зависеть от результатов совместного сотрудничества заказчика и вуза-партнера и от конкретных запросов кадровой службы органов государственного управления в определенный период.

Инвестиции в человеческий капитал государственной и муниципальной службы в той или иной форме, разработка системы минимизации инвестиционных рисков призваны стать не просто стабилизирующим фактором для кадровой системы государственной службы, но и инновационным компонентом общей стратегии в рамках государственной кадровой политики. Государственный служащий – лицо публичное, облеченное серьезной социальной ответственностью. Каждый его шаг на поприще профессиональной деятельности оценивается с пристрастием, и государство просто обязано вкладывать необходимые средства в человеческий капитал государственных и муниципальных служащих, потому что это повлечет за собой не только социально-экономический эффект, но и рост престижа государственной службы в целом.

Литература

1. *Коротков Э.М.* Управление человеческим капиталом: эффективность, деловая репутация, креативный потенциал // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 4. С. 18–30.
2. *Каржакова Д.А.* Человеческий капитал и его роль в формировании инновационной экономики [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dissercat.com/content/chelovecheskii-kapital-i-ego-rol-v-formirovanii-innovatsionnoi-ekonomiki#ixzz2ycm4lbVa>.
3. *Туроу Л.* Будущее капитализма [Электронный ресурс]. – URL: ModernLib.ru/books/turou_lester/buduschee...read/

4. Кафидов В.В. Стимулирование потребности предпринимателей в развитии человеческого капитала. – М.: Дело, 2013. – 190 с.
5. Артюшина Е.М. Рынок человеческого капитала и его формирование в России: дис. ... канд. эконом. наук. – Орел, 2006. – 192 с.
6. Реформирование и развитие системы государственной службы Российской Федерации (2009–2013 годы) [Электронный ресурс]: целевая федеральная программа. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 10 марта 2009 г. № 261. – URL: rg.ru/2009/03/13/programma-dok.html.
7. О государственной гражданской службе Российской Федерации [Электронный ресурс]: федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2004 г. № 79-ФЗ. – URL: Consultant.ru
8. Центральная база статистических данных. – URL: gks.ru/dbscripts/cbsd/
9. Федеральная служба государственной статистики по Камчатскому краю. – URL: kamstat.gks.ru
10. Голянич В.М., Кудрявцева Е.И. Инновационные технологии в кадровом менеджменте // Управленческое консультирование. – 2013. – № 2. – С. 5–16.
11. Вишневская А.В. Технология кадрового резервирования на государственной гражданской службе [Электронный ресурс]. – URL: vestnik.uapa.ru/en/issue/2008/03/05/
12. Подготовка и переподготовка резерва управленческих кадров (2010–2015 годы) [Электронный ресурс]: федеральная программа. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 22.04.2010 № 636-р. – URL: zakonprost.ru

УДК 316.647

М.Р. Плотницкая

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

ТОЛЕРАНТНОСТЬ К НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗА МИРА ЛИЧНОСТИ

Приведен теоретический анализ проблемы взаимосвязи категорий толерантности к неопределенности и образа мира личности; представлен ряд научных подходов к изучению толерантности и образа мира личности; представлена логика и описаны результаты эмпирического исследования, проведенного в 2014 году, особенностей образа мира у толерантных и интолерантных к неопределенности респондентов.

Ключевые слова: толерантность к неопределенности, интолерантность, образ мира, стресс, фрустрация, представления.

M.R. Plotnitskaya (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Tolerance to uncertainty as image forming factor of personality world**

Theoretical analysis of interrelation problem of tolerance categories to uncertainty and personality's world image was carried out. The author describes a number of scientific approaches to the study of tolerance and personality's world image. Logic, results of empirical study made in 2014, world image peculiarities of respondents tolerant and intolerant to uncertainty are stated in the present article.

Key words: tolerance to uncertainty, intolerance, the image of the world, stress, frustration, conceptions.

Характеризуя современность как эпоху глобального кризиса – политического, экологического, нравственного и т. д., исследователи проблем развития личности особое внимание уделяют толерантности как одной из принципиальных характеристик, в значительной мере влияющих не только на развитие социального климата, межличностные отношения, политику, но и на индивидуальное развитие каждой конкретной личности, качество жизни каждого человека.

Особое место занимает феномен толерантности к неопределенности. Всевозрастающие потоки информации и стремительное увеличение темпа жизни породили проблему глобальной неопределенности человеческого существования. С одной стороны, как бы ни старался современный человек угодить за требованиями времени, он вынужден действовать в ситуации внешней информационной неопределенности. С другой стороны, стремление мчаться в ногу со временем наталкивается на разнообразные барьеры предельных возможностей личности, часто порождая внутреннюю смысловую неопределенность идентичности личности. В этих условиях возрастает интерес к исследованию толерантности/интолерантности к неопределенности.

Проблема соотношения образа мира и толерантности к неопределенности мало разработана в науке, считает Д.А. Леонтьев. Однако огромное количество исследований посвящено семантическому пространству личности как проекции личностных и смысловых ее детерминант.

Бытие человека сопряжено с особой психологической реальностью – образом мира или картиной мира. Человек с древнейших времен обладал целостной системой представлений о себе и окружающем мире, о своей роли и месте в нем, о пространственной и временной последовательности событий, их причинах, значении и целях.

Впервые в отечественной психологии А.Н. Леонтьев определил характеристики категории «образ мира», рассматривая его в качестве системы представлений человека о мире, о себе в мире, как отражение мира в сознании человека, непосредственно включенное во взаимодействие человека и мира. По его мнению, образ мира выступает в сознании человека в пяти измерениях: трехмерного пространства, времени (движение) и пятом квазиизмерении – смысловом поле, системе значений. Пространственно-временные характеристики позволяют человеку ориентироваться в окружающем его мире. Информация, полученная с их помощью, составляет содержание чувственной ткани образа мира. Содержание пятого квазиизмерения – измерения значений – лежит в объективных связях предметного мира. Данное измерение является исторически закрепленной формой значений и передается от поколения к поколению [1].

А.Н. Леонтьев подчеркивал, что в основе индивидуального образа мира лежит весь социокультурный опыт субъекта. Психологический образ мира динамичен и диалектичен, он постоянно изменяется новыми чувственными представлениями и поступающей информацией [1].

По мнению В.П. Серкина, на сегодняшний день можно говорить о пяти подходах к определению понятия «образ мира» [2].

1. Образ мира как интегральная система значений человека.

В данном случае образ мира выступает основой восприятия мира. Он построен на выделении опыта (признаков, впечатлений, чувств, представлений, норм и т. д.), значимого (существенного, функционального) для системы реализуемых субъектом деятельностей. Следовательно, образ мира наполняет реальность значениями и тем самым выстраивает его.

2. Образ мира как интегральный идеальный продукт процесса сознания.

3. Образ мира – план внутренней деятельности субъекта.

4. Образ мира – индивидуализированная культурно-историческая основа восприятия.

5. Образ мира – субъективная прогностическая модель будущего.

Проблема образа мира личности, поставленная А.Н. Леонтьевым, получила развитие в исследованиях Ю.А. Аксеновой, Е.Ю. Аретмьевой, Г.А. Борулавы, В.П. Серкина, С.Д. Смирнова, В.В. Петухова и др.

В большинстве концепций «образ мира» понимается, прежде всего, как отображение реального мира, в котором живет и действует человек, одновременно являясь частью этого мира. Образ мира – субъективная реальность, неразрывно связанная с объективными реалиями бытия человека. Образ мира, с одной стороны, исторически изменчивый процесс приспособления к меняющейся реальности, а с другой – основа выстраивания человеком адекватного взаимодействия с окружающей действительностью. Образов мира существует столько, сколько их носителей, и каждый человек является конструктором собственного мира – субъективного образа мира. Субъективный образ мира имеет базовую, инвариантную часть, общую для всех ее носителей, и вариативную, отражающую уникальный жизненный опыт субъекта. Инвариантная часть формируется в контексте культуры, отражая ее систему значений и смыслов. Изменчивость ее определяется той социокультурной реальностью, в которую погружен человек. Каждое новое поколение создает образ мира, позволяющий этому поколению адекватно адаптироваться в мире и адекватно воздействовать на этот мир [3]. Специфичность образа мира у определенного поколения и возраста – постоянно меняющаяся реальность. Именно образ мира, включающий осозна-

ваемый и неосознаваемый уровень, непосредственно влияет на регуляцию всей жизнедеятельности человека и играет определяющую роль в развитии личности.

По мнению современных ученых, формирование и содержательное наполнение образа мира берет свое начало в ранние годы. Представления об окружающем мире зависят от комплекса социальных условий. На протяжении жизни человека, оставаясь в своей основе достаточно устойчивым, образ мира претерпевает постоянные изменения в связи с объективными трансформациями реальности жизни и развитием внутренней позиции личности, где немаловажную роль играет толерантность к неопределенности [4].

Толерантность рассматривается как система внутренних ресурсов личности, отражающая готовность и способность личности позитивно и продуктивно решать новые или сложные жизненные проблемы [5]. Предпосылками формирования толерантности являются природные задатки, детерминирующие свойства нервной системы и личностные особенности.

В структурном отношении толерантность содержит когнитивную и операциональную составляющие. Первая включает: знания о толерантности и толерантном поведении, его преимуществах; представление о приемах, способах, стратегиях толерантного взаимодействия; осознанное желание соответствовать представленным образцам (мотивированность).

Вторая составляющая толерантности представляет собой совокупность опыта воплощения соответствующих знаний и представлений в конкретных ситуациях. Этот опыт включает как эмпирическое обобщение личностью опыта о ситуациях, так и усвоенные в процессе намеренно организованной деятельности образцы реагирования [6].

Ряд исследователей выделяет следующие компоненты толерантности: активность, осознанность, самообладание, принятие или ориентированность на новизну [7].

К группе широких механизмов формирования и функционирования операционального компонента толерантности относятся два: перфекционизм и единство антиципации и рефлексии. Механизм единства антиципации и рефлексии действует как при формировании, так и при функционировании толерантности. Его действие проявляется в предчувствии ситуации, ее планировании, обдумывании решений. Он связан с ожиданием чего-то вероятного, допустимого, характерного для той или иной ситуации и анализом собственных действий, состояний в ходе осмысления социальных реалий [6].

Перфекционизм понимается как способность человека и всего человечества к совершенствованию и как стремление быть совершенным, безупречным во всем [7]. Как механизм толерантности перфекционизм рассматривается в контексте своего аспекта предписанности быть хорошим, успешным. Он предполагает наличие определенных моделей поведения, необходимых для успешной адаптации к социальной реальности.

Когнитивный компонент толерантности формируется на основе механизмов информирования (стихийного и целенаправленного), присвоения и воспроизводства в деятельности [8].

Е.Ю. Клепцова считает, что основным психологическим механизмом формирования толерантности является терпение, психологические аспекты которого изучены Ф.Е. Василюком. Суть терпения как механизма возникновения толерантности состоит в сдерживании импульсивных состояний и действий, что требует выдержки, самообладания и самоконтроля [8]. Другой механизм формирования толерантности – прощение, которое ориентировано на отказ от негативных мыслей, эмоций и поведенческих проявлений в отношении негативных ситуаций.

Расширенное представление о составляющих толерантности предлагает И.С. Бусыгина:

1. Толерантная личность проявляет интерес к самой себе. Чувствительный и эмоционально здоровый человек ставит свои интересы чуть выше интересов других, жертвует собой в некоторой степени ради тех, о ком заботится, но не полностью. При этом присутствует ориентация на творческие планы; творческие интересы занимают большую часть жизнедеятельности человека и требуют вовлеченности.

2. Толерантная личность способна к самоуправлению и самоконтролю, следовательно, способна брать на себя ответственность за свою жизнь, и, одновременно, ей свойственно стремление к объединению с другими без требования значительной поддержки.

3. Наличие высокой фрустрационной и стрессовой устойчивости. Человек в состоянии противостоят стрессогенным ситуациям, при этом он предоставляет право себе и другим совершать ошибки без осуждения своей личности или личности другого.

4. Гибкость. Пластичность мысли, открытость изменениям, личность не ставит себе и другим жестких неизменных правил, при этом оставаясь верной своим принципиальным убеждениям.

ям и имея четкую собственную позицию. Предполагается регуляция своих чувств и действий посредством реагирования и оценивания их последствий в соответствии со степенью влияния на достижение близких и далеких целей.

5. Толерантность предполагает принятие неопределенности, так как мы живем в мире вероятностей и случая, в котором никогда не будет существовать полной определенности; при этом полностью сохраняется самобытность собственного Я.

6. Принятие самого себя. Толерантный человек принимает и любит себя только за то, что живет и имеет возможность радоваться своему существованию. Он отказывается от оценки своей внутренней ценности по внешним достижениям или под влиянием оценки других. Ему присущ гедонизм, то есть поиск удовольствия как в настоящем, так и в возможном будущем. Такой человек считает, что лучше думать как о сегодняшнем дне, так и о завтрашнем и не одержим немедленным получением удовлетворения.

7. Толерантность предполагает склонность к рациональному риску. Эмоционально здоровый человек склонен рисковать оправданно и стремится делать то, что он хочет, даже когда существует возможность неудачи. Ему свойственно стремление быть предприимчивым, но не безрассудно храбрым [9].

Таким образом, психологический аспект феномена толерантности понимается как способность сохранять индивидуально-неповторимую совокупность психических и психологических особенностей человека как психологический инструментарий, которым пользуется данная личность для интеграции различных мнений, установок и других проявлений Я в единое системное целое. Эта личность должна обладать собственной четкой позицией по принципиальным вопросам, не размытыми границами собственного Я, знанием себя, адекватной рефлексией без самоуничтожения и понимать ценность личного Эго, оберегая его сохранность.

Одной из разновидностей толерантности является толерантность к неопределенности.

Общее философское осмысление неопределенности заключается в том, что «неопределенность и открытость будущего заставляет человека концентрировать энергию в реальном бытии настоящего».

Средством ориентации в мире неопределенности является установка на диалогическое взаимодействие со стихийностью бытия – каждому изменяющемуся событию отыскивается адекватный способ его освоения [10].

Таким образом, залогом прочного мироустройства является принятие неопределенности бытия.

Современный человек существует в мире неопределенности. Стремительность, глубина и непредсказуемость изменений приводят к тому, что глобальной проблемой развития личности становится постоянное расширение масштабов личностного изменения, необходимого для успешной адаптации и выживания в условиях постоянно меняющейся действительности.

Все возрастающие потоки необходимой информации и стремительное увеличение темпа жизни породили проблему глобальной неопределенности человеческого существования.

Характерным признаком современности является постоянное пребывание человека в состоянии все возрастающей внешней и внутренней неопределенности, а насущной необходимостью – развитие толерантности к неопределенности как основы выживания биологической системы под названием «человек».

Под неопределенностью в психологии понимают ситуации, которые воспринимающий индивид не может категоризировать из-за недостатка информации, времени, перегруженности информацией (или каких-либо подсказок). Такими являются сложные, противоречивые и новые ситуации, которые могут длиться для индивида какое-то неопределенное время, в течение которого могут возникать сложности, противоречивости и новые факторы [6].

Неопределенность теснейшим образом связана с риском. Т.В. Корнилова определяет готовность или склонность к риску как готовность принимать решения и действовать в условиях субъективной неопределенности, а также полагает, что данная характеристика не означает отказ от развертывания ориентировки в ситуации и предполагает самоконтроль действий при заведомой неполноте или недоступности необходимых ориентиров и готовность полагаться на свой потенциал [11].

Вызывая негативные эмоции, неопределенность может содержать угрозу для личности. Поэтому при субъективном восприятии ее личностью как угрожающей, она является стрессогенной. Причем ситуация ожидания неприятного события для человека тяжелее, чем само это собы-

тие. Как отмечает ряд исследователей, достижения и стресс неразделимы, нет ни одного достижения, осуществленного вне стресса. Более того, стресс, зачастую, позволяет открыть человеку в себе новые возможности [11]. В науке отмечается, что толерантность формируется целенаправленно и поэтапно. Столкновение с новой ситуацией, встреча с непохожим другим представляет один из вариантов стрессовой ситуации. В связи с этим толерантность рассматривают как одну из составляющих такого поведения, которое позволяет субъекту с помощью осознанных действий способами, адекватными личностным особенностям и ситуации, справиться с трудной жизненной ситуацией или стрессом (т. е. копинг-поведением).

На неопределенность как мотивирующий фактор указывают многие исследователи: Ю.М. Забродин, В.В. Голубинов, Е.Г. Луковицкая и др. Различные направления исследований показали, что человек нуждается в разнообразии; материал, включающий неопределенность и разнообразие, мотивирует человека в большей степени, чем повторяющиеся стимулы [6].

Д. Каган относит стремление к разрешению неопределенности (наряду с враждебностью и властью) к одному из основных мотивов поведения. Ученый полагает, что главный источник неопределенности – это невозможность предсказать будущее. Согласно его модели, индивиды иногда идут навстречу неопределенности, а иногда избегают ее, что зависит от наличия копинговых механизмов и сознательной или несознательной сути их участия. То есть неопределенность мотивирует поведение личности, являясь одним из мотивирующих факторов [5].

Понятие «толерантность к неопределенности» («the ambiguity tolerance», или «tolerance for (of toward) ambiguity») – относительно недавно вошло в русскоязычный научный обиход. Отечественные исследователи определяют толерантность к неопределенности как:

- способность к принятию решений и размышления над проблемой, даже если не известны все факты и возможные последствия [4];

- как социально-психологическую установку, обладающую аффективным, когнитивным и поведенческим компонентами [9];

- способность человека испытывать позитивные эмоции в новых, неструктурированных, неоднозначных ситуациях, воспринимая их не как угрожающие, а как такие, которые содержат вызов [7];

- способность выдерживать напряжение кризисных, проблемных ситуаций [6].

Ряд авторов определяет толерантность к неопределенности как индивидуально-типологическую особенность, подразумевающую психологическую готовность к взаимодействию с неопределенными ситуациями и устойчивое предпочтение характерного уровня неопределенности ситуации. Они отмечают, что субъективная оценка неопределенности связана с такими индивидуальными характеристиками, как стремление и избегание активации, стремление к ощущениям, новым, неожиданным впечатлениям, изменениям, переменам, реактивностью – фундаментальным свойством темперамента [8].

С. Баднер определяет толерантность к неопределенности как тенденцию к восприятию неопределенных ситуаций как желаемых. А противоположную ей характеристику – нетолерантность – определяет как тенденцию восприятия неопределенных ситуаций как источников угрозы. В своем исследовании ученый выявил связь нетерпимости к неопределенности с большей, конвенциональностью (соблюдением норм, условностей), предусмотрительностью, посредственностью, робостью, догматизмом, благосклонными аттитюдами по отношению к цензуре (в основном – моральной) [9].

Р. Брислин рассматривает толерантность как черту, значимую для успеха адаптации и противопоставляет ее стереотипности и авторитаризму. При этом им выделяется две ее стороны:

- толерантность к другим как убеждение, что другие могут иметь свою позицию, способность видеть вещи с разных точек зрения, учитывая разные факторы;

- толерантность к неопределенности как способность размышлять над проблемой, даже если не известны все факты и возможные последствия принятого решения [9].

Д. Маклейн описывает толерантность к неопределенности как разброс реакций, от отвержения до привлекательности, при восприятии неизвестных, сложных, динамически неопределенных или имеющих противоречивые интерпретации стимулов [9].

Ф. Дилмэр неопределенность рассматривает как состояние ума, возникающее в результате какой-либо неясности, двусмысленности. Неясность или двусмысленность определяются как описание ситуации, характеризующейся незавершенностью, неуловимостью и неясностью.

Толерантность к неопределенности является реакцией на неопределенность. Низкая толерантность проявляется стрессом и дискомфортом в противоречивой ситуации. И напротив, люди с высокой толерантностью находят такие ситуации желаемыми и вызывающими. Таким образом, различия индивидов по реакции на неопределенность могут определяться тем, является ли эта ситуация привлекательной, а также тем, как собирается и обрабатывается информация индивидом [7].

Психологический подход к изучению толерантности к неопределенности имеет двойственный характер. Человек как активный субъект жизнедеятельности осваивает и структурирует не только окружающий его мир, но и особый, свой внутренний мир, выражая его через образ жизненного мира [12].

Каков же этот образ жизненного мира личности в зависимости от толерантности к неопределенности, мы попытались выяснить, проведя эмпирическое исследование. В качестве испытуемых выступили 80 человек одной возрастной категории (25–30 лет). Выборка была уравнена также по образовательному цензу – у всех испытуемых высшее образование, и по социальному статусу – в настоящий момент работающие, занимающие позицию – служащие.

Для сбора эмпирического материала нами были использованы следующие методы:

– новый опросник толерантности/интолерантности к неопределенности Т.В. Корниловой, позволивший нам дифференцировать респондентов на две группы – с высоким и низким уровнем толерантности к неопределенности;

– ассоциативный эксперимент «Мое представление о мире» позволил выявить представления о мире у респондентов;

– ценностную основу представлений о мире выяснили с помощью методики «Уровень соотношения «ценности» и «доступности» в различных жизненных сферах» (УСЦД, Е.Б. Фанталовой) и Шкалы базовых убеждений Р. Янова-Бульмана.

Статистическая обработка полученных данных методик привела к весьма интересным результатам.

Ценностная система личности является определяющим фактором как поведения человека, так и его построения жизни, восприятия и представлений о жизни и о мире. Критериальный анализ данных по шкалам методики УСЦД позволил выявить различия в ценностных ориентациях между группами респондентов (табл. 1, 2).

Таблица 1

Различия в ценностях-целях между группами респондентов с разным уровнем толерантности к неопределенности

Шкалы методики УСЦД	Среднее значение ТН	Среднее значение Не ТН	t-Стьюдент
Любовь (духовная и физическая близость с любимым человеком)	6,10	6,56	2,94, $p \leq 0,01$
Уверенность в себе (свобода от внутренних противоречий, сомнений)	5,83	5,1	4,92 $p \leq 0,01$
Свобода как независимость в поступках и действиях	5,59	4,82	3,86 $p \leq 0,01$

Результаты сравнительного анализа говорят о том, что у группы респондентов с высоким уровнем толерантности к неопределенности преобладающими ценностями-целями являются: интересная работа и уверенность в себе (свобода от внутренних противоречий, сомнений, свобода как независимость в поступках и действиях), что может говорить о стремлении респондентов группы к управлению пространством своей жизни, независимости и свободе выборов.

Таблица 2

Различия в реализуемых целях между группами респондентов с разным уровнем толерантности к неопределенности

Шкалы методики УСЦД	Среднее значение ТН	Среднее значение Не ТН	t-Стьюдент
Активная, деятельная жизнь	5,62	4,77	3,93 $p \leq 0,01$
Красота природы и искусства	4,95	5,88	3,21 $p \leq 0,01$
Наличие хороших друзей	6,34	7,24	5,58 $p \leq 0,001$
Счастливая семейная жизнь	6,42	4,72	4,82 $p \leq 0,01$

Для группы респондентов с низким уровнем толерантности к неопределенности значимыми являются ценности-цели любви (духовная и физическая близость с любимым человеком). Возможно, именно данная ценность ориентирует респондентов на стабильность и безопасность своей жизни и во многом определяет такие характеристики мира, как стабильность, красота мира, семья, дом, тем самым отражая необходимую потребность личности в заботе, любви, принятии, в которых человек чувствует себя безопасно.

Для респондентов группы с высоким уровнем толерантности к неопределенности осуществляемыми ценностями являются активная жизнь и счастливая семейная жизнь. Таким образом, респонденты, толерантные к неопределенности, вполне реализуют себя в активной жизни и чувствуют себя состоявшимися и счастливыми в сфере семейной жизни. А в группе респондентов с низким уровнем толерантности к неопределенности достижимыми являются ценности красоты и ценности дружеских социальных контактов.

В образе мира у толерантных к неопределенности респондентов фигурирует характеристика социальных контактов, общества, людей, однако в качестве доступной ценности она в большей степени свойственна интолерантным респондентам. Вполне возможно, что данный эмпирический факт отражает рассогласование представлений о взаимосвязях как аспектов некоторой идеальной модели мира и реальной воплощаемости этих представлений в качестве ценностей. Кроме того, данные результаты также могут означать стремление группы респондентов с низким уровнем толерантности к неопределенности к установлению надежных, настоящих дружеских отношений, и это стремление диктуется ценностью дружбы, в то время как для толерантных к неопределенности респондентов ценность дружеских отношений не так глобальна, поскольку сами отношения дружбы могут изменяться, и респонденты готовы и к изменениям в данной сфере в том числе.

Достижимая и воплощаемая ценность красоты искусства и природы также определяет ассоциативные представления о красоте мира у респондентов с низким уровнем толерантности к неопределенности.

Сравнительный анализ данных между группами по шкале базовых убеждений Р. Янова-Бульмана дополнил картину ценностей (табл. 3).

Таблица 3

Различия между группами по шкалам базовых убеждений опросника Р. Янова-Бульмана

Шкалы методики Р. Янова-Бульмана	Среднее значение ТН	Среднее значение Не ТН	t-Стьюдент
Справедливость мира	15,9	14,09	2,799 $p \leq 0,01$
Случайность как принцип распределения происходящих событий	12,83	15,69	3,15 $p \leq 0,01$
Степень самоконтроля (контроля над происходящими событиями)	15,17	11,03	2,611 $p \leq 0,01$

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что для группы респондентов с высоким уровнем толерантности к неопределенности отношение к миру и соответственно представления о нем строятся на основе базового убеждения о том, что мир полон смысла, человек способен контролировать события, происходящие с ним. Мир справедлив, поскольку каждый получает ту степень и качество обратной связи от мира, которую он сам способен дать этому миру.

Для группы респондентов с низким уровнем толерантности к неопределенности в качестве базового выявлено убеждение в принципе случайности при распределении происходящих событий. Возможно, данный эмпирический факт отражает какой-то оттенок фатальности в отношении к жизни – «что должно произойти – неизбежно» и отражает отсутствие возможности в изменении, управлении ситуациями или жизненными событиями.

Далее исследовались непосредственно представления о мире у участников эксперимента (табл. 4).

Особенностями образа мира в группе толерантных к неопределенности респондентов являются следующие.

Мир определяется ими в позитивной модальности, в частности, респонденты характеризуют мир как добрый, уютный, хороший, в котором чувствуют себя безопасно. Мир открывает для

респондентов данной группы возможности развития (развивающийся), возможности саморазвития (учиться), где мотивационной доминантой является интерес (интересный, интересоваться).

Таблица 4

Различия между группами в категориях ассоциативного эксперимента

Название смысловых категорий	Интолерантные	Толерантные	φ-Фишер
Позитивный	0,200	0,403	2,3 $p \leq 0,05$
Развитие	0,200	0,403	2,2 $p \leq 0,05$
Общество	0,127	0,403	2,5 $p \leq 0,05$
Материальные блага	0,179	0,403	2,5 $p \leq 0,05$
Интересный	0,127	0,284	1,77 $p \leq 0,05$
Борьба	0,127	0,284	1,77 $p \leq 0,05$

Мир представлен во взаимосвязях с другими людьми, с обществом (люди, общество, цивилизация, человек, многолюдный), то есть общество и конкретные люди выступают значимым контекстом жизни.

О преобладании стратегической составляющей образа мира свидетельствует большая выраженность в группе категории борьбы. Ассоциации «не сдаваться, побеждать, бороться» отражают динамический аспект в образе мира, при этом сам человек в мире выступает активным субъектом данной динамики, он готов к трудностям и их преодолению в достижении своих целей.

Интересным эмпирическим фактом в образе мира для группы является ключевая позиция категории материальных благ.

Таким образом, результаты ассоциативного эксперимента позволили выявить следующие характеристики образа мира у респондентов группы с высоким уровнем толерантности к неопределенности:

- мир в целом позитивен и интересен;
- мир характеризуется динамичностью, развитием, изменчивостью и разнообразием;
- мир создает условия для борьбы в достижении целей и созидания, творчества в нем;
- одной из доминант мира является общество, люди, вовлеченность в социальные контакты;
- мир как «среда обитания» приносит удовольствие, в том числе и в качестве материальных благ, которые могут быть как целями, так и средствами для личности.

Для респондентов группы с низким уровнем толерантности к неопределенности образ мира также имеет свои уникальные особенности, о чем свидетельствуют результаты ассоциативного эксперимента (табл. 5).

Таблица 5

Различия между группами в категориях ассоциативного эксперимента

Название смысловых категорий	Интолерантные	Толерантные	φ-Фишер
Природа	0,644	0,495	1,69 $p \leq 0,05$
Уют-Дом	0,536	0,348	2,12 $p \leq 0,05$
Жизнь	0,451	0,284	1,9 $p \leq 0,05$
Стабильность	0,284	0,110	1,96 $p \leq 0,05$
Зло-Жестокость	0,403	0,110	3,3 $p \leq 0,01$
Красота мира	0,451	0,284	1,9 $p \leq 0,05$

Представления о мире респондентов данной группы определены категориями этическими – красота мира, жизнь. Мир вызывает восхищение, он способен удивлять своей необыкновенностью, красотой, мир многогранен и прекрасен. Мир для респондентов группы и есть жизнь, которая принимается во всех аспектах.

Мир стабилен, спокоен, в нем порядок, покой. Можно предположить, что люди с низким уровнем толерантности к неопределенности стремятся обезопасить себя от натиска неопределенности и структурируют свой мир в категориях стабильности и определенности, насколько это могут позволить возможности управлять своей жизнью или собственным пространством.

Для респондентов данной группы значимой смысловой категорией в образе мира является природа. Большое количество ассоциаций связано с природными стихиями (огонь, вода, земля), ассоциации с непосредственными образами природы (травы, зеленеть, благоухать, дерево, море,

камень, небо, животные и др.). Природа успокаивает человека, на природе мы отрываемся от суеты социальной динамичной жизни, созерцание природы приносит ноты умиротворения и покоя.

Особое значение в образе мира у респондентов группы с низким уровнем толерантности к неопределенности приобретает категория дома и уюта. Представления о мире напрямую связаны с семьей, детьми, всем тем, что мы, обобщая, называем домом (родной, уютный, еда, дом, баня, дети, семья, воспитывать и т. д.). Дом, возможно, и является воплощением стабильности и надежности, той «почвой под ногами», которая позволяет человеку уверенно идти по жизни.

Однако в образе мира у респондентов с низким уровнем толерантности к неопределенности фигурируют ассоциации, которые можно объединить в общую смысловую категорию «зло или жестокость». Жестокость мира представлена такими его характеристиками, как агрессия, злой, жестокий, убивать, воровать, преступность, унижать и пр. Появление данной смысловой категории неслучайно. Возможно, за тем «оазисом» собственного безопасного мира динамичность и непредсказуемость социума расценивается респондентами группы как жестокая реальность, или, если быть точнее, именно низкая способность управлять неопределенностью рождает у человека установки на опасность мира.

Таким образом, результаты ассоциативного эксперимента позволили выявить следующие характеристики образа мира у респондентов группы с низким уровнем толерантности к неопределенности:

- мир зол и жесток, полон разрушений и опасностей;
- мир красив и способен вызывать эстетическое удовольствие;
- в образ мира непосредственно встраивается сама жизнь;
- важными составляющими образа мира являются природа и дом, домашний очаг, семья;
- мир стабилен и однообразен;
- мир вселяет надежду, существование в нем идет рука об руку с верой в позитивные преобразования и победу над злом.

Обобщая результаты, полученные по всем методикам, можно охарактеризовать такую комплексную категорию, как образ мира у групп испытуемых толерантных и не толерантных к неопределенности.

Образ мира у респондентов с высоким и низким уровнем толерантности к неопределенности имеет свои особенности как на уровне ассоциативных представлений, так и на уровне ценностных убеждений, которые и определяют своеобразие образа мира.

Для толерантных к неопределенности респондентов в качестве ценностей-целей выявлены уверенность в себе и свобода как независимость в собственных поступках, а в качестве достижимых ценностей выявлены ценности счастливой семейной жизни и активная и деятельная жизнь. Наряду с данными результатами выявлены также особенности на уровне базовых установок или убеждений, в частности базовыми убеждениями для группы являются контроль, управляемость событиями и справедливость мира. На данных ценностных особенностях личности строится и целостная картина содержательных аспектов представлений о мире или образ мира, а именно:

- мир в целом позитивен и интересен;
- мир характеризуется динамичностью, развитием, изменчивостью и разнообразием;
- мир создает условия для борьбы в достижении целей и созидания, творчества в нем;
- одной из доминант мира является общество, люди, вовлеченность в социальные контакты;
- мир сопряжен с преодолением трудностей, а точнее, с успешной победой над ними;
- мир как «среда обитания» приятен и приносит удовольствие, в том числе и в качестве материальных благ, которые могут быть как целями, так и средствами для личности.

В целом образ мира у респондентов толерантных к неопределенности можно метафорично сравнить с миром сильного воина, ориентированного на завоевания (достижения) и готового к новым, нестандартным «подаркам судьбы».

Ценностные основания образа мира у респондентов не толерантных к неопределенности представлены любовью, духовным и физическим единением с близкими людьми, на уровне воплощаемости ценностей – ценностью дружбы и красоты природы и искусства. Базовыми убеждениями в группе является случайность как принцип распределения происходящих событий,

то есть отсутствие возможности личного вклада в управляемость миром и событиями жизни. Данные ценностные основания ложатся в основу содержательных характеристик образа мира респондентов группы:

- мир зол и жесток, полон разрушений и опасностей;
- мир красив и способен вызывать эстетическое удовольствие;
- в образ мира непосредственно встраивается сама жизнь;
- важными составляющими образа мира являются природа и дом, домашний очаг, семья;
- мир стабилен и однообразен;
- мир вселяет надежду, существование в нем идет рука об руку с верой в позитивные преобразования и победу над злом.

Данные результаты рожают метафоричный образ фаталиста – созерцателя мира и собственных жизненных событий, обогащающегося опытом и не теряющего надежды.

Как показало наше эмпирическое исследование, действительно, образ мира личности во многом определяется толерантностью к неопределенности. Выступая одним из факторов адаптивности и поведения личности, толерантность к неопределенности неизбежно оказывает влияние на представления о действительности, на образ мира личности, о чем свидетельствует проведенное эмпирическое исследование.

Литература

1. *Леонтьев А.Н.* Образ мира. Избранные психологические произведения. – М.: Просвещение, 1983. – 320 с.
2. *Серкин В.П.* Пять определений понятия и схема функционирования образа мира // Вестник МГУ. Сер.14. Психология. – 2006. – № 1. – С. 11–19.
3. *Петренко В.Ф.* Основы психосемантики. – М.: МГУ, 1997. – 340 с.
4. *Мухина В.С.* Картина мира: индивидуальные различия // Феноменология развития и бытия личности: избранные психологические труды. – М.: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: МОДЭК, 1999. – С. 95.
5. *Бардиер Г.Л.* Смысловые подходы к определению толерантности [Электронный ресурс]. – URL: <http://pskovgrad.ru/kholokost/page,8,1146926504-smyslovye-podxody-k-opredeleniyu-tolerantnosti.html>
6. *Луковицкая Е.Г.* Социально-психологическое значение толерантности к неопределенности: дис. ... канд. психол. наук. – СПб., 2003. – 173 с.
7. *Капустина Н.Г.* Толерантность как внутренний ресурс личности // Сибирский психологический журнал. – 2008. – № 30. – С. 64–70.
8. *Клепцова Е.Ю.* Терпимое отношение к ребенку: психологическое содержание, диагностика, коррекция. – М.: Академический проект, 2005. – 192 с.
9. *Бусыгина И.С.* Психосоциальные аспекты феномена толерантности в контексте социальной работы [Электронный ресурс]. – URL: <http://do.teleclinica.ru/184705/>
10. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. – М.: Прогресс, 1986. – 431 с.
11. *Корнилова Т.В.* Принцип неопределенности в психологии: основания и проблемы [Электронный ресурс]. – URL: <http://psystudy.ru>
12. *Алишев Б.С.* Психика и преодоление неопределенности // Психология: журнал Высшей школы экономики. – 2009. – Т. 6, № 3. – С. 3–26.

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

Журнал «Вестник КамчатГТУ» выпускается четыре раза в год и публикует результаты научных исследований по направлениям:

- научно-информационное обеспечение развития технических систем, контроля природной среды и использования природных ресурсов;
- аквакультура и охрана водных биологических ресурсов и среды их обитания, воздействие природных и антропогенных факторов на состояние водных экосистем;
- пищевые технологии и рыбоперерабатывающая техника;
- социально-экономическое развитие регионов.

В журнале печатаются результаты, ранее не опубликованные и не предназначенные к одновременной публикации в других изданиях.

Работа должна отвечать указанному выше направлению, обладать несомненной новизной, иметь теоретическую и практическую значимость. Рукописи статей должны быть подготовлены на высоком научном уровне и содержать результаты исследований по соответствующей проблематике.

Рукописи должны быть оформлены в соответствии с правилами оформления, принятыми в журнале.

Журнал публикует статьи на русском языке.

Направление рукописей

Рукописи статей с анкетами-заявками на опубликование в бумажном и электронном виде направляются в редакцию по адресам: 683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35, «Вестник КамчатГТУ», e-mail: vestnik@kamchatgtu.ru.

Распечатанные рукописи должны быть тщательно выверены и обязательно подписаны всеми авторами на обороте последнего листа. Название файла должно соответствовать фамилии автора статьи.

К рукописи должны быть приложены:

- анкета-заявка на опубликование. Если у статьи несколько авторов, то сведения предоставляются полностью о каждом из них, указывается автор для переписки с редакцией;
- разрешение на опубликование материалов от организации, в которой работает автор с подписью руководителя и печатью организации (для внешних авторов);
- акт экспертизы/экспертное заключение в форме, принятой в направляющей организации.

Образец анкеты-заявки

Полные Ф.И.О.	На русском и английском языках
Название статьи	На русском и английском языках
Ученая степень	На русском и английском языках
Ученое звание	На русском и английском языках
Должность (с указанием структурного подразделения)	На русском и английском языках
Место работы	На русском и английском языках
Адрес места работы (обязательно указать индекс)	На русском и английском языках
Членство в академиях (РАЕН, РАН, МАНЭБ, Военная и др.)	На русском и английском языках
Номера телефонов (мобильный, служебный, домашний)	
Адрес электронной почты (e-mail)	

Рецензирование рукописей

Вопрос об опубликовании рукописи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала.

Рецензентами журнала являются признанные высококвалифицированные ученые, имеющие степень доктора или кандидата наук с учетом их научной специализации в соответствующих областях науки.

Рукописи, получившие положительную оценку рецензентов, принимаются к опубликованию в журнале на заседании редколлегии журнала.

Рукописи, получившие рекомендации по доработке, отправляются авторам с замечаниями рецензентов. Доработанный вариант и письмо с ответами на замечания рецензентов необходимо прислать в редакцию в указанный срок для повторного рецензирования. Датой представления считается дата поступления в редакцию исправленной рукописи статьи.

В случае если рукопись получила отрицательную оценку рецензентов, автор получает мотивированный отказ в опубликовании.

Решение редакционной коллегии о принятии статьи к печати или ее отклонении сообщается авторам.

Рукописи авторам не возвращаются.

Опубликование рукописей

Каждый номер научного журнала комплектуется из рукописей статей, прошедших рецензирование и принятых к опубликованию решением редакционной коллегии с учетом очередности поступления рукописи, ее объема и наполненности разделов.

Вне очереди принимаются к опубликованию рукописи статей аспирантов, завершающих обучение в аспирантуре, и лиц, выходящих на защиту диссертации.

Преимущественное право опубликования в журнале имеют рукописи статей, включающие результаты научных исследований в области рыбного хозяйства.

Автор может опубликовать в одном номере журнала не более одной статьи в качестве единственного автора.

Плата за публикации рукописей не взимается. Гонорар за публикации не выплачивается.

Полнотекстовые электронные версии выпусков журналов размещаются на сайте КамчатГТУ (<http://www.kamchatgtu.ru>), в Научной электронной библиотеке (НЭБ) (<http://elibrary.ru>).

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах размещаются в свободном доступе на сайте журнала, в электронных системах цитирования (базах данных) на русском и английском языках.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

Объем. Объем рукописи статьи до 12 страниц, включая рисунки, таблицы, формулы, список литературы.

Рекомендуемая структура. Введение (состояние проблемы, задачи исследования). Основная часть (постановка задачи, материалы и методы, результаты и обсуждение). Заключение (итоги, обобщения, выводы).

Правила набора. Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер шрифта 11, абзацный отступ – 0,7 см; междустрочный интервал – 1,0. Поля: верхнее – 23 мм, нижнее – 22 мм, правое – 20 мм, левое – 28 мм.

Начало статьи:

- индекс универсальной десятичной классификации (УДК), выровненный влево (шрифт 11);
- через один междустрочный интервал – на русском языке указываются имена, отчества (инициалы), фамилии авторов последовательно с выравниванием по центру (полужирным шрифтом, с указанием индексов, соответствующих индексам, присвоенным организациям, где работают авторы) (шрифт 11);
- ниже под номерами в виде индексов указываются полные наименования организаций, где работают авторы, а также названия городов и почтовые индексы (шрифт 10, курсив, выравнивание по центру);
- ниже указывается электронный адрес автора для переписки (шрифт 10, курсив);
- через один междустрочный интервал – название статьи на русском языке прописными (заглавными) полужирными буквами, без переносов, выровненное по центру (шрифт 11);
- через один междустрочный интервал – текст краткой аннотации (~150 слов) на русском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – ключевые слова (не более 10 слов) на русском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – информация на английском языке: выровненное по ширине название статьи строчными полужирными буквами, имена, отчества (инициалы), фамилии авторов с такими же номерами в виде индексов, присвоенных организациям, где работают авторы, как и в варианте на русском языке, а также полные названия организаций, где работают авторы, названия городов и почтовые индексы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – текст краткой аннотации на английском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – ключевые слова на английском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через два междустрочных интервала – текст статьи (шрифт 11).

Образец оформления начала статьи

УДК 519.6:550.38

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

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*

МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРНОЙ СУТОЧНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ЛОКАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ГЕОМАГНИТНОМ СИГНАЛЕ

Предложенный в работе метод, основанный на конструкции вейвлет-пакетов, позволяет в автоматическом режиме выделить в геомагнитном сигнале характерную составляющую и разномасштабные ло-

кальные особенности, формирующиеся в периоды магнитных бурь. Локальные особенности несут информацию об интенсивности и характере развития магнитной бури, и их динамический анализ дает возможность проследить изменения энергетических параметров поля и фиксировать момент предстоящей бури. Выделенная характерная суточная составляющая геомагнитного сигнала описывает вариации поля в спокойные периоды времени и их существенное изменение в периоды возрастания геомагнитной активности. Апробация метода выполнена на модельных сигналах и данных магнитного поля Земли, полученных на обсерватории «Паратунка» (с. Паратунка, Камчатский край).

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

O.V. 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)
Characteristic diurnal constituent and local features in geomagnetic signal extraction method

The article proposes a new wavelet-based method, which allows to distinguish characteristic constituent and local features during magnetic storms in geomagnetic signal in an automatic mode. The local features carry substantial information about the intensity and the dynamic of the development of the geomagnetic perturbations; it allows us to detect sudden commencement because it could be an indicator of onset of the geomagnetic storm. The distinguished characteristic diurnal constituent of the geomagnetic signal describes the field variations in quiet time and its essential changes in periods of increasing geomagnetic activity. The method has been successfully tested on the model signals and the Earth's magnetic field data obtained at the observatory «Paratunka» (village Paratunka, Kamchatka region, Far East of Russia).

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

Рисунки. Все рисунки, кроме единственного, нумеруются, и на них делаются ссылки в тексте. Рисунки небольшого формата могут быть сверстаны в виде «форточек» (т. е. обтекаемые текстом). При этом расстояние между текстом и контуром рисунка должно быть равно 0,9 см. Рисунки, вставленные в текст, должны правиться средствами Microsoft Word, быть четкими, обозначения и надписи читаемыми. Номер рисунка и подпись к нему печатаются ниже 9 кеглем и выносятся отдельно от рисунка для возможности редактирования.

Образец оформления рисунков

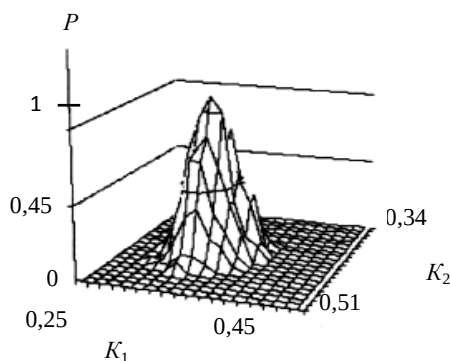


Рис. 3. Функция $P(K1, K2)$ вероятности работоспособности трехфазового мостового выпрямителя

Очевидно, что вид функции $p(K1, K2)$ зависит от топологии элементов объекта диагностирования и их свойств. Если вероятности возникновения кратных дефектов невелики, функция $p(K1, K2)$ близка к константе на всей области (рис. 3), если велика вероятность возникновения кратных дефектов, вид функции $p(K1, K2)$ зависит от топологии соединения элементов объекта диагностирования. Для определения области работоспособности в пространстве $K1, K2$ в каждой его точке необходимо вычислить значение P – вероятности нахождения объекта в работоспособном состоянии, вычислив отношение значения функции $p(K1, K2)$ к сумме значений $p(K1, K2)$ и $p_n(K1, K2)$.

Определив таким образом функцию $P(K1, K2)$ и задавшись требуемым пороговым значением величины вероятности (например, $P > 0,95$), получим область работоспособности объекта в пространстве выделенных параметров $K1, K2$. Аналитическое решение рассматриваемой задачи не найдено, так как нахождение функций $p(K1, K2)$ и $p_n(K1, K2)$ в общем случае затруднено из-за высокой размерности системы уравнений, определяющих $K1$ и $K2$ как функции y .

Формулы. Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation Editor. Все формулы нумеруются, и ссылки на них в тексте приводятся в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой после ссылки. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается вправо.

Полученные из опыта значения коэффициентов передач по каждому из каналов $K1(y_j)$ и $K2(y_j)$ соответственно удовлетворяют неравенствам:

$$\begin{aligned} -1 \leq K1(y_j) \leq 1, \\ -1 \leq K2(y_j) \leq 1. \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая более жесткие ограничения (1), получим систему неравенств:

$$\begin{aligned} K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max), \\ K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max). \end{aligned} \quad (9)$$

При построении семейства характеристик $K1_j = f(K2_j)$ учет неравенств (9) приведет к ограничению изоварных кривых с обеих сторон и выделению отрезков кривых, пересекающихся в исходной рабочей точке, соответствующей номинальным значениям $y_j^H(x)$.

Таблицы. Все таблицы, кроме единственной, нумеруются. Текст таблиц набираются курсивом, 9 кеглем, через 1,0 интервал. Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа. При делении таблицы на части допускается заменять ее головку или боковик соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и строки первой части таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы курсивом, над другими частями пишут слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» с указанием номера таблицы.

В исходной флоре Авачинской губы, включающей 165 видов, превалировали массовые и поясообразующие (табл. 1).

Таблица 1

**Соотношение массовых, часто, редко и единично встречающихся видов
во флоре Авачинской губы в различные периоды**

Группы видов	1970 г.		1991 г.		1999 г.	
	Количество видов	%	Количество видов	%	Количество видов	%
Массовые	54	32,7	35	22,15	24	23,3
Частые	46	27,9	36	22,8	6	5,8
Редкие	38	23,0	35	22,15	33	32,1
Единичные	27	16,4	52	32,9	40	38,8
Всего	165	100	158	100	103	100

За двадцатилетний период сильного загрязнения (1970–1991 гг.) видовой состав сократился незначительно.

Ссылки. Все ссылки на используемые источники нумеруются. Номера ссылок в тексте должны идти по порядку и быть заключены в квадратные скобки. Примеры: [1–7] или [1, с. 20] при ссылке на конкретный фрагмент документа или при использовании прямой цитаты.

Список литературы. Список используемых источников приводится под заголовком **Литература** в конце текста статьи и составляется в порядке упоминания источника в статье. Оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка».

Книга одного, двух, трех авторов:

Гришаева Л.И., Цурикова Л.В. Введение в теорию межкультурной коммуникации: учеб. пособие для вузов. 3-е изд. – М.: Academia, 2006. – 123 с. (Высшее профессиональное образование. Языкознание).

Книга, имеющая более трех авторов:

Методы анализа и обработки сложных геофизических сигналов: моногр. / О.В. Мандрикова, В.В. Геппенер, Д.М. Клионский, А.В. Экало. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. – 258 с.

Сборники трудов:

Россия и мир: гуманитар. проблемы: межвуз. сб. науч. тр. / С.-Петерб. гос. ун-т вод. коммуникаций. – 2004. – Вып. 8. – С. 145.

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф., Ярославль, 2003. – 350 с.

Материалы конференций:

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы III Всерос. науч.-техн. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 230 с.

Статьи из журналов, сборников, материалов конференций:

Ефимова Т.Н., Кусакин А.В. Охрана и рациональное использование болот в Республике Магний Эл // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 1. – С. 80–86.

Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V науч. конф. (22–24 ноября 2004 г.) – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.

Авторефераты, диссертации:

Горовая О.Ю. Экологические особенности гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes: Salmonidae*) Камчатки: анализ фауны и сообществ паразитов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 25 с.

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказского региона: дис.... канд. полит. наук. – М., 2002. – С. 54–55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М.: ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Официальные документы:

О противодействии терроризму: федер. закон Рос. Федерации от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 февр. 2006 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 1 марта 2006 г. // Рос. газ. – 2006. – 10 марта.

Патенты:

Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

Архивные документы:

Гребенщиков Я.П. К небольшому курсу по библиографии: материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. – Ф. 41. – Ед. хр. 45. – Л. 1–10.

Электронные ресурсы:

О введении надбавок за сложность, напряженность и высокое качество работы [Электронный ресурс]: указание М-ва соц. защиты Рос. Федерации от 14 июля 1992 г. № 1-49-У. Документ опубликован не был. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Жилищное право: актуальные вопросы законодательства: электрон. журн. – 2007. – № 1. – URL: <http://www.gilpravo.ru> (дата обращения: 20.08.2007).

Паринов С.И., Ляпунов В.М., Пузырев Р.Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайн-сервисов // Электрон. б-ки. – 2003. – Т. 6, вып. 1. – URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/> (дата обращения: 25.11.2006).

Авилова Л.И. Развитие металлопроизводства в эпоху раннего металла (энеолит – поздний бронзовый век) [Электронный ресурс]: состояние проблемы и перспективы исследований // Вестн. РФФИ. – 1997. – № 2. – URL: <http://www.rfbr.ru/pics/22394ref/file.pdf> (дата обращения: 19.09.2007).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- 1. Алимов Николай Алексеевич** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант; efimova-ff@mail.ru
Alimov Nickolai Alexeevich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; postgraduate; efimova-ff@mail.ru
- 2. Арчибисова Алевтина Сергеевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант; alya_konovalenko@mail.ru
Archibisova Alevtina Sergeevna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; postgraduate; alya_konovalenko@mail.ru
- 3. Белафина Ольга Александровна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; научный сотрудник отдела науки и инноваций; oni@kamchatgtu.ru
Belavina Olga Alexandrovna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; research officer of science and innovation department; oni@kamchatgtu.ru
- 4. Белозеров Павел Александрович** – Министерство обороны РФ; аспирант Камчатского государственного технического университета; Elektrik_251288@mail.ru
Belozyorov Pavel Alexandrovich – Ministry of Defence of Russian Federation; postgraduate of Kamchatka State Technical University; Elektrik_251288@mail.ru
- 5. Благоднарова Майя Владимировна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; доцент кафедры «Технологии пищевых производств»; mblagonravova@mail.ru
Blagonravova Maia Vladimirovna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; candidate of technical sciences; assistant professor of «Food production technologies» chair; mblagonravova@mail.ru
- 6. Букарос Андрей Юрьевич** – Одесская национальная академия пищевых технологий; 65028, Украина, Одесса; кандидат технических наук; старший преподаватель кафедры электромеханики; jeegsaw@mail.ru
Bukaros Andrej Yur'evich – Odessa National Academy of Food Technologies; Odessa, Ukraine, 65028; candidate of technical sciences; senior tutor of Electromechanics chair; jeegsaw@mail.ru
- 7. Грицаенко Лариса Дмитриевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; магистрант; grin-srv@mail.ru
Gritsaenko Larisa Dmitrievna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; undergraduate; grin-srv@mail.ru
- 8. Ерёмкина Марина Юрьевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук; доцент кафедры «Экономика и управление»; marina.eryomina@rambler.ru
Eryomina Marina Yur'evna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; candidate of economic sciences; assistant professor of «Economy and management» chair; marina.eryomina@rambler.ru
- 9. Ефимов Андрей Анатольевич** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; доцент; доцент кафедры «Технологии пищевых производств»; efimoff-a@mail.ru
Efimov Andrej Anatol'evich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; candidate of technical sciences; Associate Professor; assistant professor of «Food production technologies» chair; efimoff-a@mail.ru

- 10. Ефимова Марина Васильевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; доцент; заведующая кафедрой «Технологии пищевых производств»; efimova-ff@mail.ru
Efimova Marina Vasil'evna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; candidate of biological sciences; Associate Professor; head of «Food production technologies» chair; efimova-ff@mail.ru
- 11. Каримов Ибрагим Каримович** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; заведующий кафедрой «Системы управления»; karimov_ik@kamchatgtu.ru
Karimov Ibragim Karimovich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; candidate of technical sciences; the head of «Control systems» chair; karimov_ik@kamchatgtu.ru
- 12. Карпович Олег Яковлевич** – Одесская национальная академия пищевых технологий; 65028, Украина, Одесса; кандидат технических наук; ассистент кафедры прикладной физики и электротехнологий; olekar@mail.ru
Karpovich Oleg Yacovlevich – Odessa National Academy of Food Technologies; Odessa, Ukraine, 65028; candidate of technical sciences; assistant of Applied Physics and Electrotechnologies chair; olekar@mail.ru
- 13. Климова Анна Валерьевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; младший научный сотрудник отдела науки и инноваций; annaklimovae@mail.ru
Klimova Anna Valer'evna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; junior research assistant of science and innovation department; annaklimovae@mail.ru
- 14. Клочкова Нина Григорьевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор биологических наук; проректор по научной работе; ninakl@mail.ru
Klochkova Nina Grigor'evna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; doctor of biological sciences; vice-rector on scientific work; ninakl@mail.ru
- 15. Коростылёв Дмитрий Викторович** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; курсант; dmitriikorostelev1991@mail.ru
Korostylev Dmitri Victorovich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; cadet; dmitriikorostelev1991@mail.ru
- 16. Кузьмичев Юрий Владимирович** – ОАО «Озерновский рыбконсервный завод 55»; 684110, Россия, п. Озерновский; начальник производственного отдела; kuzmichev@bor.kamchatka.ru
Kuz'michev Yuri Vladimirovich – «Ozernovskiy fish tinned food factory 55» Plc.; 684110, Russia, Ozernovskiy Village, the head of manufacturing department; kuzmichev@bor.kamchatka.ru
- 17. Малиновский Станислав Анатольевич** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант; oni@kamchatgtu.ru
Malinovski Stanislav Anatol'evich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; postgraduate; oni@kamchatgtu.ru
- 18. Мандрикова Оксана Викторовна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор технических наук; доцент; профессор кафедры «Системы управления»; oksanam1@mail.ru

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

19. **Марченко Алексей Александрович** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший преподаватель кафедры «Электрооборудование и радиооборудование судов»; AlexeyMarchenko@yandex.ru

Marchenko Alexei Alexandrovich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; senior tutor of «Electro- and radioequipment of ships» chair; AlexeyMarchenko@yandex.ru

20. **Мирзаев Номаз Мирзаевич** – Ташкентский университет информационных технологий; 100125, Республика Узбекистан, Ташкент; кандидат технических наук; старший научный сотрудник Центра разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов; nmirzaev@inbox.uz

Mirzaev Nomaz Mirzaevich – Tashkent university of information technologies; Tashkent, Republic of Uzbekistan, 100125; candidate of technical sciences; senior research assistant of the Software and Hardware Complexes Development Centre; nmirzaev@inbox.uz

21. **Мирзаев Олимжан Номазович** – Ташкентский университет информационных технологий; 100125, Республика Узбекистан, Ташкент; младший научный сотрудник Центра разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов; mirzaevon@mail.ru

Mirzaev Olimjan Nomazich – Tashkent University of Information Technologies; Tashkent, Republic of Uzbekistan, 100125; junior research assistant of the Software and Hardware Complexes Development Centre; mirzaevon@mail.ru

22. **Мищенко Наталья Геннадьевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук; доцент; доцент кафедры «Экономика и управление»; olegarh61@mail.ru

Mischenko Natalia Gennad'evna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; candidate of economic sciences; Associate Professor; assistant professor «Economy and management» chair; olegarh61@mail.ru

23. **Нестеренко Наталья Юрьевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доцент кафедры «Экономика и управление»; nesterenkok.73@mail.ru

Nesterenko Natal'ya Yur'evna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; assistant professor of «Economy and management» chair; nesterenkok.73@mail.ru

24. **Онищенко Олег Анатольевич** – Одесская национальная морская академия; 65029, Украина, Одесса; доктор технических наук; профессор; профессор кафедры технической эксплуатации флота; olegoni@mail.ru

Onischenko Oleg Anatol'evich – Odessa National Maritime Academy; Odessa, Ukraine, 65029; doctor of technical sciences; Professor; professor of fleet technical exploitation chair; olegoni@mail.ru

25. **Патик Наталия Сергеевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; магистрант; efimova-ff@mail.ru

Patik Nataliya Sergeevna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; undergraduate; efimova-ff@mail.ru

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

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

27. **Писарева Нина Александровна** – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории гидробиологии; miranda-n@yandex.ru
Pisareva Nina Alexandrovna – Kamchatka branch of Pacific Geographical institute; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; candidate of biological sciences; research assistant of hydrobiological laboratory; miranda-n@yandex.ru
28. **Плотницкая Марина Руслановна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат психологических наук; доцент кафедры «История и философия»; sea.marina@mail.ru
Plotnitskaya Marina Ruslanovna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; candidate of psychological sciences; assistant professor of «History and Philosophy» chair; sea.marina@mail.ru
29. **Полозов Юрий Александрович** – Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, 684034, Россия, с. Паратунка; кандидат технических наук; научный сотрудник лаборатории системного анализа; up_agent@mail.ru
Polozov Yuri Alexandrovich – Cosmophysics Research and Radio Waves Transmission Institution of the Far East branch of Russian Academy of Sciences; Paratunka Village, Russia, 684034; candidate of technical sciences; research assistant of systems analysis laboratory; up_agent@mail.ru
30. **Смирнова Анастасия Евгеньевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; магистрант; efimova-ff@mail.ru
Smirnova Anastasiya Evgen'evna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; undergraduate; efimova-ff@mail.ru
31. **Токарева Галина Альбертовна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор филологических наук; доцент; профессор кафедры «История и философия»; tga41@yandex.ru
Tokareva Galina Albertovna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; doctor of philological sciences; Associate Professor; professor of «History and Philosophy» chair; tga41@yandex.ru
32. **Труднев Сергей Юрьевич** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший преподаватель кафедры «Электрооборудование и радиооборудование судов»; Trudnev@mail.ru
Trudnev Sergei Yur'evich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; senior tutor of «Electro- and radioequipment of ships» chair; Trudnev@mail.ru
33. **Урушадзе Дмитрий Суликович** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант; efimova-ff@mail.ru
Urushadze Dmitri Sulikovich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; postgraduate; efimova-ff@mail.ru
34. **Фазылов Шавкат Хайруллаевич** – Ташкентский университет информационных технологий; 100125, Республика Узбекистан, Ташкент; доктор технических наук, профессор; зам. директора по науке Центра разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов; sh.fazilov@mail.ru
Fazylov Shavkat Khairullaevich – Tashkent University of Information Technologies; Tashkent, Republic of Uzbekistan, 100125; doctor of technical sciences; Professor; deputy director on Science of the Software and Hardware Complexes Development Centre; sh.fazilov@mail.ru
35. **Фетисова (Глушкова) Надежда Владимировна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; младший научный сотрудник отдела науки и инноваций; nv.glushkova@yandex.ru

Fetisova (Glushkova) Nadezhda Vladimirovna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; junior research assistant of science and innovation department; nv.glushkova@yandex.ru

36. Швецов Владимир Алексеевич – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор химических наук; доцент; профессор кафедры «Электрооборудование и радиооборудование судов»; oni@kamchatgtu.ru

Shvetsov Vladimir Alexeevich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; doctor of chemical sciences; Associate Professor; professor of «Electro- and radioequipment of ships» chair; oni@kamchatgtu.ru

37. Шунькин Дмитрий Владимирович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; младший научный сотрудник отдела науки и инноваций; oni@kamchatgtu.ru

Shun'kin Dmitri Vladimirovich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; junior research assistant of science and innovation department; oni@kamchatgtu.ru

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Камчатский государственный технический университет»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № 14-0160 от 20 мая 2003 года;
ПИ № ТУ 41-00048 от 21 ноября 2008 года;
ПИ № ТУ 41-00167 от 07 декабря 2011 года

Главный редактор А.Я. Исаков
Научный редактор Н.Г. Ключкова

Редактор О.В. Ольхина
Технический редактор О.А. Лыгина
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина

Адрес редакции, издателя, типографии:

683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35
Тел. (4152) 300–953. Факс (4152) 424–538
E-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru
www.kamchatgtu.ru

Подписано в печать 30.06.2014 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 14,56. Уч.-изд. л. 14,93. Усл. печ. л. 15,35
Тираж 500 экз. Заказ № 239

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 81288

Цена свободная

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства
ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный технический университет»