

ISSN 2222-4661



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
The Far Eastern State Technical Fisheries University

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 50

Том

50

4 • 2019



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
The Far Eastern State Technical Fisheries University

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 50

Том

50

Адрес редакции:
Россия, 690087, Владивосток,
ул. Луговая, 526
телефон: (423) 244-21-91
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

4 · 2019

Научные труды Дальрыбвтуза. 2019. № 4 (т. 50)

Научный журнал
Издается с 1996 г.
Выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет». Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук
Научный редактор – В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор
Ответственный секретарь – Л.Н. Зуева

Редакционная коллегия:

Т.Е. Буторина, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
Нгуен Ву Тхань, профессор, доктор наук, Департамент нематодологии Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ);
Г.С. Гаврилова, доктор биологических наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;
О.А. Иванов, доктор биологических наук, зав. лабораторией прикладной биоценологии ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;
Чан Яцин, профессор, доктор наук, директор колледжа рыболовства и биологических наук Даляньского океанологического университета;
А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;
Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;
Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
В.А. Гроховский, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Мурманский ГТУ»;
С.А. Бредихин, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»;
Ли Вэй, кандидат биологических наук, профессор, Даляньский океанологический университет;
П.А. Стародубцев, доктор технических наук, профессор, ТОВВМУ им. С.О. Макарова;
А.М. Попов, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;
С.Д. Руднев, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;
С.Н. Максимова, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
М.М. Розенштейн, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Калининградский ГТУ».

СОДЕРЖАНИЕ

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ	5
<i>Казаченко В.Н., Матросова И.В.</i> Паразитические копеподы (Crustacea: Copepoda) камбаловых рыб дальневосточных морей.....	5
<i>Калинина Г.Г., Соколов А.А.</i> Размерно-весовой состав симы (<i>Oncorhynchus masou</i>) реки Киевки (Лазовский район Приморского края)	15
<i>Матросова И.В., Казаченко В.Н.</i> Некоторые биологические характеристики осенней кеты реки Ловецкой (о. Сахалин)	22
ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО, АКУСТИКА	31
<i>Иванко Н.С., Лисиенко С.В.</i> Особенности математического моделирования сложной индустриальной системы «промысловая зона» в контексте совершенствования организации и управления добычей водных биологических ресурсов.....	31
<i>Стрельникова В.Е., Лисиенко С.В.</i> Анализ показателей добычи водных биологических ресурсов в многовидовых промысловых системах – Северо-Охотоморская и Восточно-Сахалинская подзоны – в период 2013-2017 гг. как производственной основы для определения путей повышения их промысловой эффективности.....	37
РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АКВАКУЛЬТУРА	43
<i>Ковалев Н.Н., Лескова С.Е.</i> Цветовые формы дальневосточного трепанга <i>Apostichopus japonicus</i> (Selenka)	43
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ	54
<i>Руднев Б.И., Повалихина О.В.</i> Определение локальной скорости рабочего тела в камере сгорания дизельного двигателя.....	54
<i>Симашов Р.Р.</i> Определение мощности трения диска и бандажа парциальных малорасходных турбин при расчете переменных режимов.....	62
ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	67
<i>Дементьева Н.В., Сахарова О.В.</i> Обоснование сроков хранения и оценка относительной биологической ценности крем-паштетов из икры минтая с микробиальным ренином «Meito».....	67
<i>Полещук В.И., Полещук Д.В., Максимова С.Н., Верещагина К.К.</i> Потенциал молок лососевых и сардины тихоокеанской (иваси) в технологии кулинарной формованной продукции	76
ЭКОНОМИКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ	83
<i>Володина С.Г.</i> Условия ценообразования на рыбохозяйственных предприятиях (на примере Приморского края)	83
<i>Иванко Н.С.</i> Использование смешанного обучения в высшей школе по предмету «Информатика» для технологических специальностей	89
<i>Рыжкина Т.А.</i> Адаптация динамической производственной модели.....	96
<i>Салтыков М.А.</i> Методические рекомендации проведения кластерного анализа с использованием информационных технологий в исследованиях рыбной промышленности.....	103
<i>Ющук Е.В.</i> Место общеобразовательной дисциплины «Информатика» в формировании общепрофессиональных компетенций бакалавров экологических направлений подготовки	111

CONTENTS

ICHTHYOLOGY. ECOLOGY	5
<i>Kazachenko V.N., Matrosova I.V.</i> Parasitic copepods (Crustacea: Copepoda) of flatfishes far eastern seas.....	5
<i>Kalinina G.G., Sokolov A.A.</i> Dimensional weight composition of the sima (Oncorhynchus masou) river Kievka (Lazovsky district of the Primorsky krai).....	15
<i>Matrosova I.V., Kazachenko V.N.</i> Some biological characteristics of the autumn chum salmon of the Lovetskaya river (Sakhalin island).....	22
INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS	31
<i>Ivanko N.S., Lisienko S.V.</i> Features of mathematical modeling of complex industrial system «fishing zone» in the context of improving the organization and management of production of aquatic biological resources	31
<i>Strelnikova V.E., Lisienko S.V.</i> Analysis of indicators of the extraction of aquatic biological resources in multi-species fishing systems – the North Okhotsk and East Sakhalin subzones – in the period 2013–2017. as a production basis for determining ways to increase their fishing efficiency	37
FISHERIES AND AQUACULTURE	43
<i>Kovalev N.N., Leskova S.E.</i> Color forms of the far eastern trepang <i>Apostichopus japonicus</i> (<i>Selenka</i>)	43
SHIP POWER PLANTS, EQUIPMENT AND SYSTEMS, SHIP NAVIGATION FACILITIES, SHIP ELECTRICAL FACILITIES	54
<i>Rudnev B.I., Povalikhina O.V.</i> Estimation local velocity of gas in diesel engine combustion chamber	54
<i>Simashov R.R.</i> Determination of disk and shroud friction power in partial low-consumption turbines at calculation of variable modes	62
TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS	67
<i>Dementeva N.V., Sakharova O.V.</i> Justification of shelf life and evaluation of the relative biological value of cream pates from pollock caviar with microbial renin «Meito»	67
<i>Poleshchuk V.I., Poleshchuk D.V., Maksimova S.N., Vereshchagina K.K.</i> Potential of salmon milt and pasific sardine (ivasi) in culinary formed product.....	76
ECONOMY OF FISHING INDUSTRY	83
<i>Volodina S.G.</i> Pricing conditions on fishing enterprises (on the example of the Primorsky krai).....	83
<i>Ivanko N. S.</i> The use of blended learning in higher education on the informatic for technological specialties.....	89
<i>Ryzhkina T.A.</i> Adaptation of a dynamic production model.....	96
<i>Saltykov M.A.</i> Methodological recommendations for cluster analysis using information technologies in fish industry research	103
<i>Yushchik E.V.</i> Place of general educational discipline "Informatics" in formation of general professional competences of bachelors of ecological training directions	111

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 591.69-7

В.Н. Казаченко, И.В. Матросова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ КОПЕПОДЫ (CRUSTACEA: COPEPODA) КАМБАЛОВЫХ РЫБ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ

Приведены сведения о зараженности паразитическими копеподами камбаловых и тресковых рыб дальневосточных морей. Обследован 3181 экземпляр 18 видов 14 родов; у них зарегистрировано 16 видов, 9 родов, 6 семейств 2 подотрядов копепод.

***Ключевые слова:** паразитические копеподы, камбаловые рыбы, северо-западная часть Тихого океана.*

V.N. Kazachenko, I.V. Matrosova

PARASITIC COPEPODS (CRUSTACEA: COPEPODA) OF FLATFISHES FAR EASTERN SEAS

The information about the infestation of parasitic copepods flatfishes of Far Eastern seas are given; it examined 3181 specimens of 18 species of 14 genera of fish; recorded 16 species of 9 genera of 6 families 12 suborders copepods.

***Key words:** parasitic copepods, flounder fish, north-western part of the Pacific Ocean.*

Введение

Камбалы входят в состав отряда Камбалообразные (Pleuronectiformes). Он содержит примерно 500 видов 116 родов. Распространены камбалообразные во всех океанах. Характерной особенностью их строения является асимметричный череп с глазами на одной его стороне и тело, сильно сжатое с боков. Это типично придонные виды. Среди них много ценных промысловых рыб. Большинство камбал – морские виды, имеется небольшое количество эстуарных и пресноводных, но все камбалы нерестятся в море. Представители подсемейства камбалоподобные (Pleuronectinae) распространены в северных частях Атлантического и Тихого океанов. Это прибрежные виды умеренных глубин, редкие виды обитают глубже 1000 м. Размер камбалоподобных колеблется от 6–7 до 150–230 иногда – 365–470 см и средней массой 46–117 кг, рекордной – 266 кг (белокорый палтус). А поскольку количество видов паразитов превышает количество свободноживущих, то и камбалы являются «пристанischem» множества видов паразитов.

Некоторые паразиты рыб имеют большое экономическое и медицинское значение, так как могут вызывать болезни промысловых и культивируемых рыб [1, 2, 3, 4], портить товарное качество рыбной продукции. Кроме того, некоторые паразиты (трематоды, цестоды, нематоды) передаются человеку через рыб. Особенно опасны паразиты семейства Anisakidae, которые, при определенных условиях, могут вызывать смерть человека. Поэтому необходимо проводить мониторинг зараженности рыб паразитами. Относительно паразитических копепод рыб семейства Pleuronectidae следует отметить,

что сведения о них разбросаны в отдельных статьях [5, 6, 7, 8, 9] и редких монографиях [10, 11, 12, 13, 14].

Материалом настоящей работы послужили сборы сотрудников лаборатории паразитологии морских животных ТИНРО, проведенные в дальневосточных морях; первый автор принимал участие в сборе материала. Измерения копепод приведены в миллиметрах. Сбор и обработка материала проводилась по общепринятым методикам [15].

Всего обследовано 3347 экземпляров рыб, относящихся к 21 виду 15 родов (табл. 1). В таблице указаны хозяева из семейства Gadidae, так как на них зарегистрированы копеподы, паразитирующие на камбаловых рыбах.

Таблица 1

Количество обследованных и зараженных рыб

Table 1

Number of examinees and infected fish

№ п/п	Хозяин	Количество экз.		% заражения
		обследовано	заражено	
Семейство Pleuronectidae				
1	<i>Cleisthenes herzensteini</i>	21	0	-
2	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	7	0	-
3	<i>Hippoglossoides elassodon</i>	98	5	5,1
4	<i>H. robustus</i>	73	0	-
5	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	67	16	23,9
6	<i>Lepidopsetta bilineata</i>	102	26	25,5
7	<i>Limanda aspera</i>	36	23	63,0
8	<i>L. herzensteini</i>	15	0	-
9	<i>L. punctatissima</i>	3	1	-
10	<i>L. sakhalinensis</i>	10	0	-
11	<i>Platichthys stellatus</i>	14	12	85,7
12	<i>Pleuronectus quadrituberculatus</i>	29	15	51,7
13	<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	3	3	-
14	<i>Reinhardtius hippoglossoides matsuurae</i>	77	39	50,6
15	<i>Verasper variegates</i>	Качественный сбор	-	-
Итого		555	140	25,2
Семейство Gadidae				
16	<i>Eleginus gracilis</i>	69	2	2,9
17	<i>Gadus macrocephalus</i>	108	9	8,3
18	<i>Theragra chalcogramma</i>	2449	39	1,6
Итого		2626	50	1,9
Всего		3181	190	6,0

Тип Arthropoda Siebold, 1848
 Подтип Crustacea Brunnich, 1772
 Класс Hexanauplia Oakley, 2013
 Подкласс Soropoda Milne-Edwards, 1840
 Инфракласс Neosoropoda Huys et Boxshall, 1991
 Суперотряд Podoplea Giesbrecht, 1882

Подотряд Poecilostomatoida

Семейство Chondracanthidae

Acanthochondria macrocephala Gussev, 1951

Паразит жаберного аппарата; специфичен камбаловым рыбам [8].

Копепода *A. macrocephala* зарегистрирована на *Pseudopleuronectes yokohamae* и *Liopsetta obscura* [5, 8, 16, 17].

Acanthochondria cornuta (Müller, 1776)

Син.: *Lernaea cornuta* Müller, 1776; *Acanthochondria depressa* (T. Scott, 1905); *A. depressa* var. *oblonga* (T. Scott, 1905); *A. fluræ* (Krøyer, 1963); *A. soleae* of Shuurmans Stekhoven, 1935; *Anops cornuta* (Müller, 1776); *Chondracanthus cornutus* (Müller, 1776); *Ch. depressus* T. Scott, 1905; *Ch. depressus* var. *oblongus* (T. Scott, 1905); *Ch. fluræ* Krøyer, 1963; *Ch. pallidus* van Beneden, 1854 of Brian, 1899; *Entomoda cornuta* (Müller, 1776); *Lernentoma cornuta* (Müller, 1776).

Зарегистрирован у многих видов донных рыб; паразит жаберного аппарата, ротовой и жаберной полостей. У 15 из 67 экз. *Hippoglossus stenolepis*, интенсивность инвазии 1–10 экз., Японское и Охотское моря, май–июль 1984 г.; у 9 из 29 *Pleuronectes quadrituberculatus*, интенсивность инвазии 1–9 экз., Берингово море, июнь 1988 г.; у 1 из 3 *Pseudopleuronectes yokohamae*, интенсивность инвазии 2 экз., зал. Анива (о. Сахалин), май 1977 г.; у 2 из 14 экз. *Platichthys stellatus*, интенсивность инвазии 2–4 экз., Берингово море, июнь 1988 г.; у 4 из 102 экз. *Lepidopsetta bilineata*, интенсивность инвазии 1–3 экз., Берингово море, июнь 1988 г.

Этот вид зарегистрирован на рыбах: *Citharoides macrolepidotus*, *Eucitharus linguatula*, *Glyptocephalus cynoglossus*, *Hippoglossoides platessoides*, *Kamoharaia megastoma*, *Lepidorhombus whiffiagonis*, *Limanda limanda*, *Microstomus kitt*, *Platichthys flesus*, *Pleuronectes flesus*, *P. pallasi*, *P. platessa*, *P. quadrituberculata*, *Pseudopleuronectes americanus*, *Scophthalmus maximus*, *Solea solea*, *S. vulgaris*, *Terhops oligolepis*, *Xiphias gladius* в северных частях Атлантического и Тихого океанов [11, 12, 13, 18, 19, 20].

H. stenolepis, *L. bilineata*, *P. quadrituberculata* – новые хозяева для *A. cornuta*.

Acanthochondria hippoglossi Kabata, 1987

Паразит жаберного аппарата и жаберной полости; специфичный паразит камбаловых рыб. У 4 из 98 экз. *Hippoglossoides elassodon*, интенсивность инвазии 1 экз. в Японском море в августе 1987 г.

Эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирован на *H. elassodon*, *Hippoglossus stenolepis*, *Myoxocephalus jaok*, *Platichthys stellatus*, *Pseudopleuronectes yokohamae* [8, 21].

Acanthochondria rectangularis (Fraser, 1920)

Син.: *Chondracanthus rectangularis* Fraser, 1920.

Паразит жаберного аппарата камбаловых рыб. У 2 из 14 экз. *Platichthys stellatus*, интенсивность инвазии 1 экз., тихоокеанское побережье полуострова Камчатка, август 1978 г.

Эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирован на *Platichthys stellatus*, *Parophrys vetulus*, *Pleuronichthys coenurus* и *Hydrolagus colliei* [8, 10, 12, 16, 22].

Acanthochondria sp. 1

Паразит жаберного аппарата, у 1 из 102 экз. *Lepidopsetta bilineata*, интенсивность инвазии 1 экз., Берингово море, июль 1988 г.

Acanthochondria sp. 2

Вид зарегистрирован на *Hippoglossoides elassodon* в зал. Петра Великого, Японское море [8].

Подотряд Siphonostomatoida

Семейство Caligidae

Caligus orientalis Gussev, 1951

Син.: *C. japonicus* Gussev in Isakova-Keo, 1952; *C. communis* Shen, 1957; *C. laticorpus* Shen, 1957.

В сборах ТИНРО-Центра имеются экземпляры этого вида (хозяева не указаны) из зал. Петра Великого, Японское море.

Эндемик северо-западной части Тихого океана, зарегистрирован на рыбах: *Acanthopagrus latus*, *A. schlegeli*, *Chanos chanos*, *Cyprinus carpio*, *Epinephelus malabaricus*, *Hexagrammos octogrammus*, *Hucho perryi*, *Hyporhamphus sajori*, *Lates calcarifer*, *Leuciscus brandti*, *Limanda aspera*, *Liza akame*, *L. haematocheila*, *L. macrolepis*, *Mugil cephalus*, *M. soiyu*, *Oncorhynchus keta*, *O. mykiss*, *Oreochromis mossambicus*, *Salmo mykiss*, *Sebastes taczanowskii*, *Tribolodon brandti*, *T. hakuensis*, кальмаре *Todarodes pacificus*, спорадически на человеке и в составе планктона [5, 8, 10, 16, 17, 23 24 25 26].

Lepeophtheirus hospitalis Fraser, 1920

Син.: *L. kareii* Yamaguti, 1936.

Специфичный паразит камбаловых рыб; локализация – поверхность тела и жабры. У 1 из 36 экз. *Limanda aspera*, интенсивность инвазии 2 экз., зал. Петра Великого, июль 1989 г.; у 2 из 3 экз. *Pseudopleuronectes yokohamae*, интенсивность инвазии 1–2 экз., зал. Петра Великого, август 1989 г.; у 1 из 2449 экз. *Theragra chalcogramma*, интенсивность инвазии 1 экз., Охотское море, сентябрь 1988 г.

При качественном сборе копепод этот вид зарегистрирован на *Platichthys stellatus*, *Pseudopleuronectes yokohamae* и *Limanda punctatissima* в зал. Петра Великого, июнь–сентябрь 1999 г.

Эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирован на рыбах: *Gadus macrocephalus*, *Hexagrammos* sp., *Hyporhynchus dybowski*, *Kareus bicoloratus*, *Lepidopsetta bilineata*, *Lepidotrigla microptera*, *Limanda punctatissima*, *L. p. punctatissima*, *Liopsetta obscura*, *L. pinnifasciata*, *Liopsetta obscura*, *Mugil cephalus*, *Parophrys vetulus*, *Platichthys stellatus*, *Pleuronectes yokohamae*, *Pleuronectes* sp., *Pleuronichthys coenosus* [5, 8, 16, 17, 27, 28].

Limanda aspera, *Theragra chalcogramma* – новые хозяева *L. hospitalis*.

Lepeophtheirus parviventris Wilson, 1905

Син.: *L. septemtrionalis* Townsend, 1938.

Зарегистрирован у многих видов рыб, обитающих у дна, локализуется на поверхности тела, жабрах и ротовой полости. У 2 из 78 экз. *Pleurogrammus azonus*, интенсивность инвазии 1 экз., Японское море, июнь 1992 г.; у 2 из 77 экз. *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, интенсивность инвазии 1 экз., Охотское море, 13 декабря 1985 г. и 9 января 1986 г.; у 39 из 2449 экз. *Theragra chalcogramma*, интенсивность инвазии 1–5 экз., западное побережье Камчатки, июнь 1987 г.; у 9 из 108 экз. *Gadus macrocephalus*, интенсивность инвазии 1–7 экз., зал. Петра Великого, июнь 1977 г.; у 2 из 69 экз. *Eleginus gracilis*, интенсивность инвазии 1–2 экз., зал. Петра Великого, август 1981 г.

При качественном сборе копепод этот вид зарегистрирован на *Boreogadus saida*, *Cleistenes herzensteini*, *Hexagrammos lagocephalus*, *Limanda aspera*, *Paralichthys olivaceus*, *Pseudopleuronectes quadrituberculatus* в дальневосточных морях и Чукотском море, 1974–1980 гг.

Эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирован на рыбах: *Acantholumpenus mackay*, *Anoplarchus atropurpureus*, *Anoplopoma fimbria*, *Arctoscopus japonicus*, *Aspicottus bison*, *Eleginus gracilis*, *Enophrys bison*, *E. diceraus*, *Eopsetta jordani*, *Gadus macrocephalus*, *Halichoeres semicinctus*, *Heterostichus rostratus*, *Hexagrammos decagrammus*, *Hippoglossus stenolepis*, *Lepidopsetta* sp., *L. bilineata*, *Liopsetta pinnifasciatus*, *Myoxocephalus polyacanthocephalus*, *Oncorhynchus masu*, *Osmerus mordax dentex*, *Platichthys stellatus*, *Pleurogrammus azonus*, *P. monopterigi*, *Pseudopleuronectes yokohamae*, *Raja binoculata*, *R. rhina*, *Scorpaenichthys marmoratus*, *Sebastes pinniger*, *S. rubrivinctus*, *Theragra chalcogramma*, *Urolophus halleri*, *Xiphister atropurpureus*, кальмаре *Todarodes pacificus*, на бычке (вид не определен) и в составе планктона [5, 8, 10, 14, 16, 17, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34].

Boreogadus saida, *Cleistenes herzensteini*, *Hexagrammos lagocephalus*, *Limanda aspera*, *Paralichthys olivaceus*, *Pseudopleuronectes quadrituberculatus*, *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* – новые хозяева *L. parviventris*.

Lepeophtheirus pravipes Wilson, 1912

Син.: *L. trifidus* Shiino, 1965.

Паразит придонных рыб, локализация – поверхность тела. У 1 из 61 экз. *Hippoglossus stenolepis*, интенсивность инвазии 2 экз., Охотское море, август 1985 г.

Зарегистрирован у тихоокеанского побережья Северной Америки на рыбах: *Hippoglossus stenolepis*, *Ophiodon elongatus*, *Raja binoculata*, *Scorpaena guttata* [7, 12, 18, 27, 29, 31, 35, 36].

В Охотском море *L. pravipes* зарегистрирован впервые.

Pseudolepeophtheirus parvicurris Fraser, 1920

Син.: *P. longicauda* Markewitsch, 1940; *Lepeophtheirus marcepes* Wilson, 1944; *Pseudolepeophtheirus longicauda* Markewitsch, 1940; *P. marcepes* (Wilson, 1944).

Специфичный паразит камбаловых рыб, локализация – жаберная полость и жабры. У 12 из 14 экз. *Platichthys stellatus*, интенсивность инвазии 2–18 экз., Охотское море, август 1978 г.; у 7 из 29 экз. *Pleuronectes quadrituberculatus*, интенсивность инвазии 5–24 экз., Татарский пролив, июнь 1975 г.; у 1 обследованного из 78 *Pleurogrammus azonus*, интенсивность инвазии 1 экз., поселок Самарга (Приморский край), 19 июля 2003 г.

Измерения *P. parvicurris* от *P. azonus* приведены в табл. 2.

Таблица 2

Измерения *P. parvicurris* от *P. azonus*

Table 2

Measurements of *P. parvicurris* from *P. azonus*

Длина (без каудальных щетинок)	6,2
Карапакс (без полей)	2,2 x 1,8
4-й грудной сегмент	0,3 x 0,5
Генитальный комплекс (с заднебоковыми отростками)	1,8 x 1,4
Генитальный комплекс (без заднебоковых отростков)	1,7 x 1,4
Брюшко	1,9 x 0,4
Каудальная фурка	0,1
Яйцевые мешки	2,0–3,5 x 0,4

Эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирован на рыбах: *Platichthys stellatus*, *Pleuronectus quadrituberculatus*, *Squalus acanthias* [8, 10, 16, 17, 29, 37].

P. azonus – новый хозяин для *P. parvicurris*.

Pseudolepeophtheirus schmidti Gussev, 1951

Специфичный паразит камбаловых рыб (*Limanda herzensteini*, *L. punctatissima*, *L. punctatissima punctatissima*), локализация – жабры и внутренняя поверхность жаберных крышек [5, 8, 16, 17].

Эндемик северо-западной части Тихого океана.

Pseudolepeophtheirus longiventralis Yu et Wu, 1932

Син.: *Lepeophtheirus longiventralis* Yu et Wu, 1932.

Специфичный паразит *Verasper variegatus*, локализация – жабры, интенсивность инвазии 1–2 экз., обнаружен при качественном сборе паразитических копепод в зал. Петра Великого, август 1972 г.

Эндемик северо-западной части Тихого океана. В Японском море зарегистрирован впервые.

Этот вид известен по первоописанию от *Verasper variegatus* из района Чифу, Желтое море, и с тихоокеанской стороны Японии, префектура Ивате [38, 39].

Семейство Trebiidae

Innaprokofevnas orientcolae Kazatchenko, 2001

Специфичный паразит бородавчатой камбалы (*Clidoderma asperrimum*), локализация – жаберные лепестки [40].

Эндемик северо-западной части Тихого океана.

Семейство Hatschekiidae

Hatschekia reinhardtii Wierzbicka, 1989

Специфичный паразит черного палтуса, локализация – жаберные лепестки. У 39 из 77 экз. *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, интенсивность инвазии 1–11 экз., у Лисьих островов (54° 32 N, 167° 34 W), в Беринговом море (61° 19 N, 175° 46 E; 59° 25 N, 178° 04 E;

60° 47 N, 173° 03 E), в Охотском море у восточного берега о. Сахалина (50° 43 N, 144° 08 E; 49° 32 N, 144° 30 E; 53° N, 144° E; 54° 50 N, 143° E), 7 декабря 1968 г., 4 августа 1971 г., 5 мая 1972 г., 5 июня 1972 г., 20–31 июля 1973 г., 26 августа 1973 г., 9–19 декабря 1985 г., 2–21 января 1986 г.

Известен по первоописанию от *Reinhardtius hippoglossoides* из восточной части Берингова моря [41].

В дальневосточных морях зарегистрирован впервые; эндемик северной части Тихого океана.

Семейство Pennellidae

Haemobaphes diceraus Wilson, 1917

Син.: *H. theragrae* Yamaguti, 1939.

Эндемик северной части Тихого океана; специфичный паразит тресковых рыб, зарегистрирован на 13 видах рыб, в том числе на камбалах – *Limanda Herzensteini*, *Lepidopsetta polyxustra* и *Pleuronectes Herzensteini* [5, 8, 9, 10, 14, 16, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48].

Семейство Lernaeopodidae

Nectobranchia indivisa Fraser, 1920

Син.: *N. wilsoni* Yu et Wu, 1932.

Специфичный паразит камбаловых рыб, локализация – жаберные лепестки. У 5 из 14 экз. *Platichthys stellatus*, интенсивность инвазии 2–9 экз., зал. Петра Великого, май 1984 г.; у 21 из 102 экз. *Lepidopsetta bilineata*, интенсивность инвазии 1–20 экз., зал. Петра Великого, февраль–март, май–июль 1984, 1986 гг.

Эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирован на рыбах: *Glyptocephalus stelleri*, *Lepidopsetta bilineata*, *L. polyxustra*, *Limanda punctatissima*, *Liopsetta glacialis*, *Microstomus stelleri*, *Platichthys stellatus* [5, 8, 10, 16, 29].

Naobranchia occidentalis Wilson, 1915

Зарегистрирован у многих видов рыб, локализация – жаберные лепестки. У 1 из 98 экз. *Hippoglossoides elassodon*, интенсивность инвазии 1 экз., Охотское море, июнь 1983 г.; у 2 из 102 экз. *Lepidopsetta bilineata*, интенсивность инвазии 10–15 экз., Берингово море, июль 1984 г.; у 19 из 36 экз. *Limanda aspera*, интенсивность инвазии 1–12 экз., Японское и Охотское моря, июнь–август 1989 г.

Эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирован на рыбах: *Anoplocoma fimbria*, *Citharichthys sordidus*, *Dasycottus setiger*, *Gadus macrocephalus*, *Glyptocephalus zachirus*, *Hippoglossoides elassodon*, *Icelus canaliculatus*, *I. euryops*, *Lepidopsetta bilineata*, *Limanda aspera*, *Lycogramma brunnea*, *Malacocottus zonurus*, *Myoxocephalus polyacanthocephalus*, *Parophrys vetulus*, *Platichthys stellatus*, *Sebastes aleutianus*, *S. alutus*, *S. babcocki*, *S. borealis*, *S. brevispinis*, *S. caurinus*, *S. diploproa*, *S. maliger*, *S. nigrocinctus*, *S. paucispinis*, *S. pinniger*, *S. proriger*, *S. rubrivinctus*, *Symbolophorus glacialis* [9, 10, 16, 45].

Заключение

1. Специфичные паразиты камбаловых рыб: *Acanthochondria macrocephala*, *Hatschekia reinhardtii*, *Innaprokofevnas orientcolae*, *Nectobranchia indivisa*, *Pseudolepeophtheirus schmidti*, *P. longiventralis*.

2. Эндемики северо-западной части Тихого океана: *Caligus orientalis*, *Innaprokofevnas orientcolae*, *Pseudolepeophtheirus longiventralis*, *Pseudolepeophtheirus schmidti*.

3. Эндемики северной части Тихого океана: *Acanthochondria hippoglossi*, *A. rectangularis*, *Haemobaphes diceraus*, *Hatschekia reinhardtii*, *Lepeophtheirus hospitalis*, *L. parviventris*, *Naobranchia occidentalis*, *Nectobranchia indivisa*, *Pseudolepeophtheirus parvicruris*.

4. Впервые в дальневосточных морях зарегистрированы *Hatschekia reinhardtii*, *Lepeophtheirus pravipes*, *Pseudolepeophtheirus longiventralis*.

5. Новые хозяева зарегистрированы для *Acanthochondria cornuta*, *Lepeophtheirus hospitalis*, *Pseudolepeophtheirus parvicruris*.

Список литературы

1. Kabata Z. Parasites and disease of fish cultured in the tropics. Taylor and Francis. London, 1985. 307 p.

2. Kabata Z. Copepoda (Crustacea) parasites on fishes: problems and perspectives // Adv. Parasitol. 1991. Vol. 19. P. 1–71.

3. MacKinnon B.M. Control of sea lice infections in salmonid aquaculture: alternatives to drugs // Aquaculture Association of Canada Special Publication. 1997. № 2. P. 61–64.

4. Nagasawa K. *Caligus epidemicus* (Copepoda: Caligidae), a pathogenic sea louse of wild and farmed fishes in the Indo-West Pacific region: a review // 11th International Conference on Copepoda Merida. Mexico, 2011. P. 132.

5. Гусев А.В. Паразитические Соперода с некоторых морских рыб // Паразитол. сб. 1951. Т. 13. С. 394–463.

6. Shiino S.M. Sammlung der Parasitischen Copepoden in der Praefecturuniversitat von Mie // Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie. 1959. Vol. 3. P. 334–374.

7. Казаченко В.Н. Некоторые паразитические копеподы рыб Тихого и Индийского океанов // Проблемы паразитологии: тр. 7 науч. конф. паразитологов УССР. Киев: Наукова думка, 1972. Ч. 1. С. 323–325.

8. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea: Copepoda) рыб залива Петра Великого (Японское море) // ТИПРО-Центр, 1995. 60 с. Деп. в ВНИЭРХ 07.08.95. № 1281-рх95.

9. Margolis L., Arthur J. R. Synopsis of the parasites of fishes of Canada // Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 1979. Bull. 199. P. 1–270.

10. Маркевич А.П. Паразитические веслоногие рыб СССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1956. 246 с.

11. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes: Ray. Soc., 1979. № 152. 468 p., figs. 1–2031.

12. Kabata Z. Copepoda and Branchiura // Guide to parasites of fishes of Canada. L. Margolis, Z. Kabata (ed.) Part. 2: Crustacea; Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 1988. 101. P. 1–184.

13. Kabata Z. Copepods parasitic on fishes. Synopsis of the British fauna (N.S.). 1992. № 47. P. 1–246.

14. Kim I.-H. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. Cirripedia, symbiotic Copepoda, Pycnogonida, 1998. Vol. 38. 1038 p.

15. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.

16. Markevitch A.P., Titar V.M. Copepod parasites of marine fishes from the Soviet Far East // 4 Int. Congr. Parasitol., 1978. P. 38–39.

17. Титар В.М. Паразитические веслоногие рыб залива Петра Великого (Японское море) // Эколого-морфологические особенности животных и среда их обитания. 1981. С. 150–153.

18. Wilson C.B. Parasitic copepods from the Pacific Coast // Am. Midl. Nat. 1935. Vol. 16. P. 776–797.

19. Ho J.-s. Revision of the genus Chondracanthidae, a copepod family parasitic on marine fishes // *Beaufortia*. 1970. Vol. 17. P. 105–218.
20. Карасев А.Б. Каталог паразитов рыб Баренцева моря. Мурманск: ПИНРО, 2003. 150 с.
21. Kabata Z. *Acanthochondria hippoglossi* sp. nov. (Copepoda, Chondracanthidae), a crustacean parasite of some flatfishes off the Pacific coast of North America // *Can. J. Zool.* 1987. Vol. 65, № 1. P. 213–216.
22. Kabata Z. Diseases caused by metazoans: crustaceans // *Diseases of marine animals* / O. Kinne (ed). Vol. 4, Part 1: Biologische Anstalt Helgoland. Hamburg, 1984. P. 321–399.
23. Исакова-Кео М.М. Паразитофауна угая (*Leuciscus brandti*) и ее особенности // Уч. зап. ЛГУ. 1952. Т. 141. Сер. Биол., 28. С. 231–237.
24. Hwa T.-K. Studies on the life history of a fish-louse (*Caligus orientalis* Gussev) // *Acta Zool. Sin.*, 1965. Vol. 17. P. 48–58.
25. Urawa S., Muroga K., Izawa K. *Caligus orientalis* Gussev (Copepoda) parasitic on akame (*Liza akame*) // *Fish. Pathol.* 1979. Vol. 13, № 3. P. 139–146.
26. Matumoto T. *Caligus orientalis* parasitism on cultured carp // *Fish. Pathology*. 1980. Vol. 14, № 3. P. 143–144.
27. Kabata Z. The species of *Lepeophtheirus* (Copepoda: Caligidae) from fishes of British Columbia // *J. Fis. Res. Bd. Canada*. 1973. Vol. 30. P. 729–759.
28. Lopez G. Redescription and ontogeny of *Lepeophtheirus kareii* Yamaguti, 1936 (Copepoda, Caligida) // *Crustaceana*. 1976. Vol. 31, № 2. P. 203–207.
29. Fraser C.M. Copepods parasitic on fish from Vancouver Island region // *Tr. Roy Soc. Canada*. 1920. Ser. 3. Vol. 13, Sec. 5. P. 45–67.
30. Wilson C.B. North American parasitic copepods: new genera and species of Caliginae // *Proc. U. S. nat. Mus.* 1908. Vol. 33. P. 593–627.
31. Wilson C.B. Parasitic copepods from Nanaimo, British Columbia, including eight species new to science // *Contrib. Canadian Biology*, Ottawa, 1906–1910, 1912. P. 85–102.
32. Wilson C.B. New North American parasitic copepods, new hosts and notes on copepod nomenclature // *Proc. U.S. Nat. Museum*. 1924. Vol. 64. P. 1–22.
33. Townsend L.D. A new species of the genus *Lepeophtheirus* from the North Pacific // *Ann. Mag. Natur. Hist.* 1938. Ser. 11(1). P. 599–604.
34. Казаченко В.Н., Коротаяева В.Д., Курочкин Ю.В. Паразитические ракообразные некоторых рыб Тихого океана // *Изв. ТИНРО*. 1972. Т. 81. С. 224–238.
35. Bere R. The parasitic copepods of the fish of the Passamaquoddy region // *Contr. Canad. Biol. n.s.* 1930. Vol. 5. P. 423–430.
36. Shiino S.M. Parasitic copepods of the Eastern Pacific fishes. 8. *Lepeophtheirus* // *Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie*. 1965. Vol. 5, № 2. P. 441–454.
37. Тытар В.М., Казаченко В.Н. Паразитические веслоногие ракообразные некоторых рыб Чукотского моря // Вторая Всесоюз. конф. молодых ученых по вопросам сравнит. морфол. и экол. животн. М.: Наука, 1976. С. 50–51.
38. Yü S.C., Wu H.W. Parasitic copepods on the flat-fishes from China // *Bull. Fan Mem. Inst. Biol.* 1932. Vol. 3, № 4. P. 55–75, pls. 1–8.
39. Ho J.-s., Gómez S., Ogawa K., Aritaki M. Two species of parasitic copepods (Caligidae) new to Japan // *Systematic Parasitology*. 2004. Vol. 57. P. 19–34.
40. Казаченко В.Н. Определитель паразитических копепод рыб: справочник. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. 443 с.
41. Wierzbicka J. *Hatschekia reinhardtii* sp. nov. (Copepoda, Hatschekiidae), a parasite of greenland halibut *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum, 1792) // *Acta Ichthyol. et Piscator*. 1989. Vol. 19, Fasc. 2. P. 107–116.

42. Wilson C.B. North American parasitic copepods belonging to the family Lernaeidae, with a revision of the entire family // Proc. U. S. Nat. Mus. 1917. Vol. 53. P. 1–150.

43. Yamaguti S. Parasitic copepods from fishes of Japan. Part 5. Caligoida. III // Vol. Jub. Yoshida. 1939. Vol. 2. P. 443–487.

44. Kabata Z. The genus *Haemobaphes* (Copepoda: Lernaeoceridae) in the waters of British Columbia // Canad. J. Zool. 1967. Vol. 45. P. 853–875.

45. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea, Copepoda) рыб рода *Sebastes* (Scorpaenidae) // Тр. ЗИН АН СССР. 1986. Т. 155. С. 155–169.

46. Grabda J. Observations on the localization and pathogenicity of *Haemobaphes diceraus* Wilson, 1917 (Copepoda; Lernaeoceridae) in the gills of *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Acta ichthyol. piscator. 1975. Vol. 5, № 2. P. 13–23.

47. Авдеев Г.В., Авдеев В.В. Паразиты как индикаторы командорского минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) // Паразитология. 1998. Т. 32(5). С. 431–439.

Сведения об авторах: Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: vaskaz@hotmail.ru;

Матросова Инга Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: ingavladm@mail.ru.

УДК 639.3 (597.2/.5)

Г.Г. Калинина, А.А. СоколовДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ СОСТАВ СИМЫ (ONCORHYNCHUS MASOU) РЕКИ
КИЕВКИ (ЛАЗОВСКИЙ РАЙОН ПРИМОРСКОГО КРАЯ)**

Проанализированы размер и масса сима, идущей на нерест в р. Киевку Лазовского района Приморского края. Установлено, что размерный состав сима варьирует от 39 до 77,5 см. В 1983 г. средняя длина самок была $57,4 \pm 0,9$ см, самцов – $60,9 \pm 1,2$ см. В 1990 г. – $55 \pm 0,6$ см и $51,7 \pm 1,2$ см соответственно. В 2001 г. – $52,9 \pm 0,5$ см и $48,5 \pm 0,8$ см соответственно. Весовой состав сима колебался от 0,84 до 7,1 кг. В 1983 г. масса самок была $2,8 \pm 0,1$ кг, самцов – $3,2 \pm 0,2$ кг. В 1990 г. – $2,2 \pm 0,1$ кг и $2,0 \pm 0,2$ кг соответственно. В 2001 г. – $2,0 \pm 0,1$ кг и $1,7 \pm 0,1$ кг соответственно.

Ключевые слова: сима, река Киевка, размерный состав, весовой состав.

G.G. Kalinina, A.A. Sokolov**DIMENSIONAL WEIGHT COMPOSITION OF THE SIMA (ONCORHYNCHUS
MASOU) RIVERKIEVKA (LAZOVSKY DISTRICT OF THE PRIMORSKY KRAI)**

The size and weight of a sim going to spawn in the Kievka river of the Lazovsky district of the Primorsky Territory are analyzed. It was established that the size composition of the sima ranged from 39 to 77,5 cm. In 1983, the average length of females was $57,4 \pm 0,9$ cm, of males $60,9 \pm 1,2$ cm. In 1990, $55 \pm 0,6$ cm and $51,7 \pm 1,2$ cm, respectively. In 2001 – $52,9 \pm 0,5$ cm and $48,5 \pm 0,8$ cm, respectively. The weight composition of the sims ranged from 0.84 to 7.1 kg. In 1983, the mass of females was $2,8 \pm 0,1$ kg, males $3,2 \pm 0,2$ kg. In 1990, $2,2 \pm 0,1$ kg and $2,0 \pm 0,2$ kg, respectively. In 2001, $2,0 \pm 0,1$ kg and $1,7 \pm 0,1$ kg, respectively.

Key words: sima, Kievka river, size composition, weight composition.

Введение

Сима (*Oncorhynchus masou*) – один из основных видов лососевых, нерестящихся в р. Киевке и впадающих в неё ключах. Молодь сима (пеструшка) в этих водоёмах многочисленна и нередко образует жилые – карликовые формы. Сима является основным объектом браконьерского лова круглогодично, на разных стадиях развития. Изучение ее динамики численности и качественных показателей стад имеет важное теоретическое и практическое значение с целью сохранения и увеличения популяции в естественных условиях.

Цель настоящей работы – изучение размерно-веса состава сима в р. Киевке в 1983, 1990 и в 2001 гг. Для реализации цели необходимо было решить следующие задачи: изучить размерный и весовой состав.

Объекты и методы исследования

Материал, использованный в настоящей работе, был предоставлен главным ихтиологом КНС Лазовского района А.Ю. Соколовым и собран во время нерестового хода сима в 1983, 1990 и в 2001 гг.

За время нерестового хода в 1983 г. было выловлено 100 экз. сима, из них 53 самки и 47 самцов. За время нерестового хода в 1990 г. было выловлено 100 экз. произ-

водителей симы, из них 56 самок и 44 самца. За время нерестового хода в 2001 г. было выловлено 98 экз. производителей симы, из них 40 самок и 58 самцов.

За время исследований было сделано 298 биологических анализов производителей симы. Сбор и обработка материала проводились согласно общепринятым методикам [1].

Результаты и их обсуждение

Размерный состав симы, идущей на нерест в р. Киевку, в 1983 г. составляли рыбы от 41 до 77,5 см (табл. 1). Модальные классы самцов и самок не совпадали. У самцов модальный класс составляли особи размером от 61 до 65 см (21,3 %). У самок модальный класс составляли особи размером от 56 до 60 см (32,1 % от общего вылова самок). Общий модальный класс – рыбы от 56 до 60 см (26 %), табл. 1.

Таблица 1

Длина симы в р. Киевке в 1983 г.

Table 1

The length of the masou Kievka river in 1983

Период лова	Пол	Количество, экз.	X _{min} , см	X _{max} , см	\bar{X} _{ср} , см	$\pm m_x$, см
Май	♂	1	49,5	49,5	49,5	–
	♀	2	45	48,5	46,7	1,7
	♂♀	3	45	49,5	47,7	1,4
Июнь	♂	7	46,5	65,5	55,9	2,6
	♀	19	41	75	57,4	2,3
	♂♀	26	41	75	57	1,6
Август	♂	36	48	77,5	62,4	1,3
	♀	23	51	64,5	59,2	0,7
	♂♀	59	48	77,5	61,2	0,8
Сентябрь	♂	3	49,5	67	57,8	5,2
	♀	9	51	62	55	1,3
	♂♀	12	49,5	67	55,7	1,5
Всего за период	♂	47	46,5	77,5	60,9	1,2
	♀	53	41	75	57,4	0,9
	♂♀	100	41	77,5	59	0,7

Наибольшая средняя длина самок и самцов в 1983 г. была отмечена в августе. Размерный состав симы, идущей на нерест в р. Киевку, в 1990 г. составляли рыбы от 39 до 71 см (табл. 2). Модальные классы самцов и самок не совпадали. У самцов модальный класс составляли особи размером от 46 до 50 см (39 %). У самок модальный класс составляли особи размером от 51 до 55 см (50 % от общего вылова самок). Общий модальный класс – рыбы от 51 до 55 см (35 %), табл. 2.

Таблица 2

Длина симы в р. Киевке в 1990 г.

Table 2

The length of the masou Kievka river in 1990

Период лова	Пол	Количество, экз.	Xmin, см	Xmax, см	$\bar{X}_{\text{ср}}$, см	$\pm m_{\text{ср}}$, см
Июнь	♂	29	39	67	49,4	1,3
	♀	29	44	66	54,9	0,9
	♂♀	58	39	67	52,2	0,9
Июль	♂	12	45	71	54,08	2,5
	♀	16	48	60	53,5	0,8
	♂♀	28	45	71	53,7	1,1
Август	♂	3	55	71	63,6	4,6
	♀	4	53	63	57,2	2,3
	♂♀	7	53	71	60	2,5
Сентябрь	♀	7	55	60	57,1	0,7
Всего за период	♂	44	39	71	51,7	1,2
	♀	56	44	66	55	0,6
	♂♀	100	39	71	53,5	0,7

Наибольшая средняя длина самок и самцов в 1990 г. была отмечена в августе. Размерный состав симы, идущей на нерест в р. Киевку, в 2001 г. составляли рыбы от 39 до 61 см (табл. 3). Модальные классы самцов и самок не совпадали. У самцов модальный класс составляли особи размером от 41 до 45 см (34,5 %). У самок модальный класс составляли особи размером от 51 до 55 см (52,5 % от общего вылова самок). Общий модальный класс – рыбы от 51 до 55 см (30,6 %), табл. 3.

Таблица 3

Длина симы в р. Киевке в 2001 г.

Table 3

The length of the masou Kievka river in 2001

Период лова	Пол	Количество, экз.	Xmin, см	Xmax, см	$\bar{X}_{\text{ср}}$, см	$\pm m_{\text{ср}}$, см
1	2	3	4	5	6	7
Май	♂	2	39	40	39,5	0,5
	♀	2	53	54	53,5	0,5
	♂♀	4	39	54	46,5	4,05

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Июнь	♂	29	40	59	46,4	0,9
	♀	10	44	56	49,9	1,3
	♂♀	39	40	59	47,3	0,8
Июль	♂	10	41	59	47,3	1,7
	♀	2	50	55	52,5	2,5
	♂♀	12	41	59	48,1	1,5
Август	♂	10	47	61	53,4	1,6
	♀	18	50	57	53,5	0,5
	♂♀	28	47	61	53,5	0,6
Сентябрь	♂	7	48	60	54,1	1,6
	♀	8	50	59	54,8	0,9
	♂♀	15	48	60	54,5	0,8
Всего за период	♂	58	39	61	48,5	0,8
	♀	40	44	57	52,9	0,5
	♂♀	98	39	61	50,3	0,5

Наибольшая средняя длина самок и самцов в 2001 г. была отмечена в сентябре. Анализируя размерный состав производителей симы в р. Киевке в 1983, 1990 и в 2001 гг., можно отметить увеличение средних статистических размерных показателей к завершению нерестового хода. Модальный класс самок в 1983 г. не совпадал с 1990 и 2001 гг., его составляли особи размером от 56 до 60 см, модальные классы в 1990 и 2001 гг. совпадали и составили от 51 до 55 см. Модальные классы самцов отличались: в 1983 г. составили особи размером от 61 до 65 см, в 1990 г. – от 46 до 50 см, в 2001 г. – от 41 до 45 см. Средний размер рыб в 1983 г. имеет больший показатель, чем в 1990 г., а в 1990 г. имеет больший показатель, чем в 2001 г.

Весовой состав самцов в нерестовый период в 1983 г. варьировал от 1,1 до 6,9 кг, самок – от 1,6 до 7,1 кг. Модальные классы самцов и самок не совпадали (табл. 4). Модальный класс у самцов составляли рыбы массой от 2,1 до 2,5 кг (18 %), у самок – от 2,6 до 3,0 кг (36 %). Общий модальный класс составляли рыбы массой от 2,6 до 3,0 кг (26 %), табл. 4.

Таблица 4

Масса симы в р. Киевке в 1983 г.

Table 4

The mass of the masou Kievka river in 1983

Период лова	Пол	Количество, экз.	Xmin, г	Xmax, г	$\bar{X}_{\text{ср}}$, г	$\pm m_x$, г
1	2	3	4	5	6	7
Май	♂	1	2000	2000	2000	–
	♀	2	1655	2600	2128	447
	♂♀	3	1655	2600	2086	281

Окончание табл. 4

Июнь	♂	7	1100	5200	2936	558
	♀	19	1800	7150	3023	263
	♂♀	26	1100	7150	3000	242
Август	♂	36	1500	6950	3407	249
	♀	23	1850	3650	2857	103
	♂♀	59	1500	6950	3193	160
Сентябрь	♂	3	1400	3300	2390	561
	♀	9	1610	3000	2214	153
	♂♀	12	1400	3300	2258	163
Всего за период	♂	47	1100	6950	3240	218
	♀	53	1610	7150	2780	115
	♂♀	100	1100	7150	2997	119

Наибольший средний вес самок и самцов в 1983 г. был отмечен в августе. Весовой состав самцов в нерестовый период в 1990 г. варьировал от 0,95 до 5,9 кг, самок – от 1,2 до 4,3 кг. Модальные классы самцов и самок не совпадали (табл. 5). Модальный класс у самцов составляли рыбы массой от 1,1 до 1,5 кг (41 %), у самок – от 1,6 до 2,0 кг (28,5 %). Общий модальный класс составляли рыбы массой от 1,1 до 1,5 кг (25 %), табл.5.

Таблица 5

Масса симы в р. Киевке в 1990 г.

Table 5

The mass of the masou Kievka river in 1990

Период лова	Пол	Количество, экз.	X _{min} , г	X _{max} , г	\bar{X} _{ср} , г	$\pm m_x$, г
Июнь	♂	29	950	4380	1683	169
	♀	29	1170	4290	2242	138
	♂♀	58	950	4380	1962	114
Июль	♂	12	1060	5910	2528	455
	♀	16	1700	3280	2177	128
	♂♀	28	1060	5910	2328	206
Август	♂	3	1870	5180	3457	958
	♀	4	1500	2920	2445	331
	♂♀	7	1500	5180	2878	452
Сентябрь	♀	7	2110	3200	2707	161
Всего за период	♂	44	950	5910	2034	190
	♀	56	1170	4290	2296	87
	♂♀	100	950	5910	2181	97

Наибольший средний вес самок и самцов в 1990 г. был отмечен в августе. Весовой состав самцов в нерестовый период в 2001 г. варьировал от 0,8 до 3,0 кг, самок – от 1,3 до 2,9 кг. Модальные классы самцов и самок не совпадали (табл. 6). Модальный класс у самцов составляли рыбы массой от 1,1 до 1,5 кг (33 %), у самок – от 2,1 до 2,5 кг (45 %). Общий модальный класс составляли рыбы массой от 1,6 до 2,0 кг (26 %) и от 2,1 до 2,5 кг (26 %), табл. 6.

Таблица 6

Масса симы в р. Киевке в 2001 г.

Table 6

The mass of the masou Kievka river in 2001

Период лова	Пол	Количество, экз.	X _{min} , г	X _{max} , г	\bar{X}_{cp} , г	$\pm m_{\bar{x}}$, г
Май	♂	2	980	1000	990	10
	♀	2	1980	2100	2040	60
	♂♀	4	980	2100	1515	304
Июнь	♂	29	840	2500	1513	101
	♀	10	1300	2600	1768	152
	♂♀	39	840	2600	1578	85
Июль	♂	10	980	2700	1513	159
	♀	2	1630	2300	1965	335
	♂♀	12	980	2700	1588	147
Август	♂	10	1450	2900	2065	185
	♀	18	1600	2800	2176	77
	♂♀	28	1450	2900	2137	81
Сентябрь	♂	7	1500	3000	2243	202
	♀	8	2200	2900	2344	114
	♂♀	15	1500	3000	2296	108
Всего за период	♂	58	840	3000	1678	80
	♀	40	1300	2900	2090	65
	♂♀	98	840	3000	1846	57

Наибольший средний вес самок и самцов в 2001 г. был отмечен в сентябре. Анализируя весовой состав производителей симы в р. Киевке в 1983, 1990 и 2001 гг., можно отметить увеличение средней массы рыб к концу нерестового хода. Модальные классы самцов в 1983 г. не совпадали с 1990 и 2001 гг., его составили особи от 2,1 до 2,5 кг. В 1990 и 2001 гг. совпадали и составляли от 1,1 до 1,5 кг. Модальные классы самок отличались: в 1983 г. составили от 2,6 до 3,0 кг, в 1990 г. – от 1,6 до 2,0 кг, в 2001 г. – от 1,6 до 2,5 кг. Средний вес

рыб 1983 г. превышает средний вес рыб 1990 г., средний вес рыб 1990 г. значительно превышает средний вес рыб 2001 г.

Динамика качественных показателей линейного роста и массы рыбы находится в полной зависимости от динамики урожайности поколений с биомассой производителей, влияния внешних факторов (t° ; наличия кормовой базы; конкурентов и др.) [2].

Полученные данные дополняют сведения о размерно-весовом составе симы р. Киевки и будут полезны для рационального промысла и воспроизводства.

Список литературы

1. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. 4-е изд. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 374 с.
2. Паспорт рыбохозяйственного водоема – реки Киевки, находящегося на территории Лазовского района Приморского края. Владивосток: Главрыбвод, 1985. 8 с.

Сведения об авторах: Калинина Галина Георгиевна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: ingavladm@mail.ru;

Соколов Андрей Александрович, магистр Вбм-324.

УДК 639.3 (597.2/.5)

И.В. Матросова, В.Н. Казаченко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЕННЕЙ КЕТЫ РЕКИ ЛОВЕЦКОЙ (О. САХАЛИН)

Проанализированы размер, масса, возраст, соотношение полов и стадии зрелости гонад осенней кеты р. Ловецкой в 2013–2015 гг. Установлено, что за исследованный период преобладала кета длиной 56–79 см в 2013 г.; 54–81 см – в 2014 г.; 51–73 см – в 2015 г. и массой 2,1–5,4 кг – в 2013 г.; 2–6,1 кг – в 2014 г.; 1,5–5,1 кг – в 2015 г. Анализ соотношения длины и массы кеты показал, что характер роста длины и массы исследованных размерных групп рыб практически одинаков. Исключением являются экземпляры рыб от 70 см и больше. В этих размерных группах рост массы превосходил линейный рост. Преобладание во все исследуемые годы рыб в возрасте 4+ от 62 до 64,6 % и отсутствие в уловах экземпляров возрастной группы 6+ свидетельствуют о зрелой популяции кеты, с полным жизненным циклом 2–5 лет, стабильном возврате.

Ключевые слова: *осенняя кета, река Ловецкая, размерно-весовой состав, возрастной состав, соотношение длина–масса, стадии зрелости гонад.*

I.V. Matrosova, V.N. Kazachenko

SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE AUTUMN CHUM SALMON OF THE LOVETSKAYA RIVER (SAKHALIN ISLAND)

The size, weight, age, gonad stage maturity and sex ratio of the autumn chum salmon of the Lovetskaya river for the period 2013–2015 are analyzed. It was established that over the study period, chum salmon 56–79 cm long prevailed in 2013; 54–81 cm in 2014; 51–73 cm in 2015 and weighing 2,1–5,4 kg in 2013; 2–6,1 kg in 2014; 1,5–5,1 kg in 2015. An analysis of the ratio of the length and weight of chum salmon showed that the pattern of growth in the length and mass of the studied size groups of fish is almost the same. An exception is fish specimens from 70 cm and more. In these size groups, growth of mass exceeded linear growth.

Key words: *autumn keta, Lovetskaya River, size–weight composition, age composition, length–mass ratio, gonad stage maturity, sex ratio.*

Введение

Осенняя кета является одним из основных видов промысла на о. Сахалин. Сохранение биоресурсов лососевых – задача государственного уровня, поэтому Федеральное агентство Российской Федерации по рыболовству приняло комплекс мер по поддержанию естественного размножения, эффективных правил рыбоохраны, формированию оптимальных экологических условий для их обитания на основе постоянного мониторинга численности и состояния популяций, кормовой базы в водоемах, созданию особо охраняемых зон в местах нереста, зимовки и нагула. Несмотря на многолетнюю историю исследований, по-прежнему ряд вопросов биологии всех видов тихоокеанских лососей остается недостаточно изученным. Кроме динамики численности, к ним относятся последствия влияния лимитирующих распространение и численность факторов, естественная смертность на разных

этапах онтогенеза, популяционная и пространственная дифференциация, место и роль лососей в пресноводных и морских экосистемах. Поэтому обобщение информации по морскому и пресноводному периоду жизни лососей является актуальным и имеет как научное, так и прикладное значение

Цель настоящей работы – изучение некоторых биологических характеристик осенней кеты р. Ловецкой за период 2013–2015 гг. для получения статистической информации, служащей основой для экспертной оценки биологического состояния кеты р. Ловецкой. Для реализации цели необходимо было решить следующие задачи: изучить размерный, весовой и возрастной состав, проанализировать соотношение длины и массы, оценить соотношение полов и степень зрелости гонад.

Объекты и методы исследования

Материал, использованный в настоящей работе, был собран во время осенних путин в 2013–2015 гг. в устье р. Ловецкой. Рыба облавливалась закидными неводами с размером ячеи 50 × 50 мм. В период каждой из путин в течение нерестового хода было сделано по три биологических анализа производителей кеты, по 100 эк. рыб в каждом. Особи отбирались методом сортировки по половому признаку и исследовались на береговой станции ФГБУ «Сахалинрыбвод» А.В. Ефимовым, за что авторы выражают ему благодарность. Сбор и обработка материала проводились согласно общепринятым методикам [1].

Результаты и их обсуждение

Река Ловецкая берет свое начало на западных склонах Южно-Камышового хребта и впадает в Невельский залив [2]. Нерестовая площадь р. Ловецкой определена как 11400 м². Главными факторами, обуславливающими особенности подхода производителей на нерест в эту реку, являются гидрологические и метеорологические условия. Сроки начала миграции осенней кеты и суточная динамика хода в значительной степени зависят от приливно-отливных явлений. Связано это с тем, что в период приливов на участке Невельского залива протяженностью около 400 км создаются наиболее благоприятные условия для миграции кеты: максимальное распространение солености вдоль о. Сахалин и минимальные встречные течения, что связано, очевидно, и с меньшими энергетическими затратами для рыбы при пониженных встречных течениях и с облегчением поддержания организмом осморегуляторной функции при максимальной солености на путях миграции.

В исследованных нерестовых периодах 2013–2015 гг. гидрометеороусловия были благоприятными для хода производителей кеты на нерест. Уровень воды и температурный режим в море и в р. Лавецкой на протяжении всех периодов нерестового хода был оптимальный (табл. 1). Подходы рыбы начинались довольно рано, единичные экземпляры начали встречаться в начале I декады сентября. По своему количественному составу подходы рыбы, как правило, в реке, судя по многолетним данным, бывают малочисленными и многочисленными и отличаются своей неравномерностью. Массовый заход производителей в реку отмечался с I декады октября по III декаду октября. Конец нерестового хода – с III декады октября по I декаду ноября. Единичные экземпляры кеты наблюдались до конца ноября вплоть до становления льда на реке.

За исследованный период 2013 г. на модальные классы самцов кеты р. Ловецкой приходилось от 42 до 62 % от общего числа экземпляров, у самок – от 58 до 74 %. Преобладали самцы размером от 66 до 70 см, самки – от 61 до 65 см. Анализ размерного состава показал, что в начале нерестового хода преобладали экземпляры средней длины, во время массового хода можно проследить незначительное увеличение размерного состава осенней кеты, к концу хода размерные показатели исследованных рыб снизились (табл. 2).

Таблица 1

**Сроки нерестового хода осенней кеты в р. Ловецкой
в 2013–2015 гг.**

Table 1

**Timing of spawning by the autumn of the chum salmon in Lovetskaya river
in 2013–2015**

Год	Период нерестового хода	Время	Температура воды в море, °С	Температура воды в реке, °С
2013	Начало	04.09–01.10	10,2	7,1–6,2
	Массовый	02.10–25.10	9,6	6,1–5,3
	Конец	26.10–02.11	8,1	4,1–2,2
2014	Начало	05.09–02.10	9,8	8,3–6,8
	Массовый	03.10–22.10	8,4	6,4–5,1
	Конец	23.10–01.11	7,3	4,5–2,1
2015	Начало	07.09–05.10	8,8	7,3–6,1
	Массовый	06.10–25.10	7,7	5,3–4,4
	Конец	26.10–06.11	6,8	3,5–1,9

Таблица 2

Длина осенней кеты р. Ловецкой в 2013 г.

Table 2

The length of the autumn chum salmon Lovetskaya river in 2013

Год, период нерестового хода	Пол	п, экз.	АС, min, см	АС, max, см	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$, см	σ , см	
2013	Начало	♂	50	61	79	67,1±0,02	±3,2
		♀	50	56	67	62,4±0,12	±2,3
		♂♀	100	56	79	65,1±0,39	±4,1
	Середина	♂	50	57	73	67,2±0,04	±3,3
		♀	50	56	70	63,9±0,26	±3,1
		♂♀	100	57	73	65,4±0,5	±3,8
	Конец	♂	50	56	77	65,6±0,3	±4,3
		♀	50	56	66	60,7±0,56	±2,5
		♂♀	100	56	77	63,1±0,05	±4,2

В 2014 г. наиболее крупные экземпляры преобладали в начале и середине нерестового хода. Как и в 2013 г., наблюдалось снижение статистических размерных показателей кеты к завершению нерестового хода (табл. 3).

Таблица 3

Длина осенней кеты р. Ловецкой в 2014 г.

Table 3

The length of the autumn chum salmon Lovetskaya river in 2014

Год, период нерестового хода	Пол	п, экз.	АС, min, см	АС, max, см	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$, см	σ , см	
2014	Начало	♂	50	59	74	68,2±0,12	±3,2
		♀	50	57	69	64,1±0,32	±2,9
		♂♀	100	57	74	66,1±0,2	±3,1
	Середина	♂	50	58	81	68,2±0,16	±4,37
		♀	50	56	72	64,8±0,22	±3,37
		♂♀	100	56	81	66,5±0,21	±3,8
	Конец	♂	50	61	73	66,7±0,32	±3,4
		♀	50	54	68	61,9±0,6	±2,9
		♂♀	100	54	73	64,3±0,46	±3,1

В 2015 г. преобладали самцы двух размерных групп: от 61 до 65 см и от 66 до 70 см, у самок также две группы: от 56 до 60 см и от 61 до 65 см. Во время массового хода наблюдалось увеличение размерного состава кеты, преобладали рыбы от 66 до 70 см (39 %). К концу хода размерный состав исследованных рыб снижался, модальный класс составляли рыбы от 61 до 65 см (45 %). Длина осенней кеты р. Ловецкой в 2015 г. представлена в табл. 4.

Таблица 4

Длина осенней кеты р. Ловецкой в 2015 г.

Table 4

The length of the autumn chum salmon Lovetskaya river in 2015

Год, период нерестового хода	Пол	п, экз.	АС, min, см	АС, max, см	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$, см	σ , см	
2015	Начало	♂	50	53	73	63,3±0,64	±4,5
		♀	50	51	71	61,4±0,16	±5,4
		♂♀	100	53	73	62,1±0,4	±4,9
	Середина	♂	50	53	73	63,6±0,04	±4,4
		♀	50	51	69	61,2±0,46	±3,9
		♂♀	100	51	73	62,4±0,36	±4,2

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
	Конец	♂	50	54	73	64,2±0,1	±3,3
		♀	50	53	70	61,8±0,22	±3,7
		♂♀	100	54	73	63,1±0,14	±3,5

Анализ размерного состава осенней кеты р. Ловецкой за 2013, 2014 и 2015 гг. показал, что в целом показатели отличаются друг от друга незначительно. Наименьшими средними линейными показателями характеризовалась кета путины 2015 г., наибольшими – 2014 г. Колебания размерных показателей находятся в пределах многолетних биологических норм.

Анализируя весовой состав осенней кеты путины 2013 г., можно отметить, что в начале нерестового хода у самок преобладали экземпляры массой от 2,6 до 3 кг, к середине нерестового хода идёт повышение, преобладали экземпляры от 3,1 до 3,5 кг. В конце нерестового хода весовые показатели снижались, преобладали особи массой от 2,6 до 3 кг. Масса осенней кеты р. Ловецкой в 2013 г. в разные периоды нерестового хода представлена в табл. 5.

Таблица 5

Масса осенней кеты р. Ловецкой в 2013 г.

Table 5

The mass of the autumn chum salmon Lovetskaya river in 2013

Год, период нерестового хода	Пол	п, экз.	М, min, кг	М, max, кг	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$, см	σ , кг	
2013	Начало	♂	50	2,7	5,4	3,77±0,02	±0,6
		♀	50	2,1	3,7	2,92±0,3	±0,35
		♂♀	100	2,1	4,8	3,34±0,66	±0,67
	Середина	♂	50	2,3	4,9	3,8±0,1	±0,61
		♀	50	2,1	4,4	3,21±0,14	±0,47
		♂♀	100	2,1	4,9	3,5±0,47	±0,34
	Конец	♂	50	2,2	5,1	3,48±0,18	±0,66
		♀	50	2,1	3,6	2,76±0,1	±0,41
		♂♀	100	2,1	5,1	3,12±0,38	±0,6

В 2014 г. среди самок кеты преобладали экземпляры массой от 2,6 до 3,5 кг, на модальные классы приходилось от 28 до 42 % от числа особей. У самцов наблюдался более широкий диапазон весового состава, модальные классы различны, присутствовали экземпляры от 2,6 до 4 кг, но большее число особей приходилось на модальный класс от 3,1 до 3,5 кг. Наиболее крупные экземпляры преобладали в начале и середине нерестового хода. В конце нерестового хода отмечалось незначительное снижение средних статистических показателей (табл. 6).

Таблица 6

Масса осенней кеты р. Ловецкой в 2014 г.

Table 6

The mass of the autumn chum salmon Lovetskaya river in 2014

Год, период нерестового хода	Пол	п, экз.	М, min, кг	М, max, кг	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$, см	σ , кг	
2014	Начало	♂	50	2,4	5,3	$3,86 \pm 0,12$	$\pm 0,62$
		♀	50	2,2	4,2	$3,16 \pm 0,18$	$\pm 0,44$
		♂♀	100	2,2	5,3	$3,51 \pm 0,15$	$\pm 0,53$
	Середина	♂	50	2,3	6,1	$3,94 \pm 0,28$	$\pm 0,7$
		♀	50	2,1	4,7	$3,37 \pm 0,06$	$\pm 0,58$
		♂♀	100	2,1	6,1	$3,65 \pm 0,17$	$\pm 0,64$
	Конец	♂	50	2,3	4,5	$3,2 \pm 0,36$	$\pm 0,6$
		♀	50	1,8	3,7	$2,69 \pm 0,1$	$\pm 0,4$
		♂♀	100	1,8	4,5	$2,94 \pm 0,46$	$\pm 0,5$

В 2015 г. в начале нерестового хода преобладали экземпляры массой от 2,6 до 3 кг (25 %), далее идёт повышение показателей весового состава, преобладали экземпляры от 3,1 до 3,5 кг (36 %). В конце нерестового хода значительного снижения весовых показателей не просматривается, также преобладали рыбы массой от 3,1 до 3,5 кг (33 %). Масса осенней кеты в 2015 г. представлена в табл. 7.

Таблица 7

Масса осенней кеты р. Ловецкой в 2015 г.

Table 7

The mass of the autumn chum salmon Lovetskaya river in 2015

Год, период нерестового хода	Пол	п, экз.	М, min, кг	М, max, кг	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$, см	σ , кг	
2015	Начало	♂	50	1,8	4,8	$3,14 \pm 0,4$	$\pm 0,7$
		♀	50	1,5	4	$2,82 \pm 0,36$	$\pm 0,71$
		♂♀	100	1,8	4,8	$2,92 \pm 0,38$	$\pm 0,7$
	Середина	♂	50	2,3	5,1	$3,48 \pm 0,18$	$\pm 0,66$
		♀	50	2,2	4,2	$3,16 \pm 0,16$	$\pm 0,44$
		♂♀	100	2,3	5,1	$3,28 \pm 0,17$	$\pm 0,53$
	Конец	♂	50	2,1	4,9	$3,8 \pm 0,1$	$\pm 0,61$
		♀	50	2,1	4,7	$3,31 \pm 0,04$	$\pm 0,59$
		♂♀	100	2,1	4,9	$3,55 \pm 0,07$	$\pm 0,6$

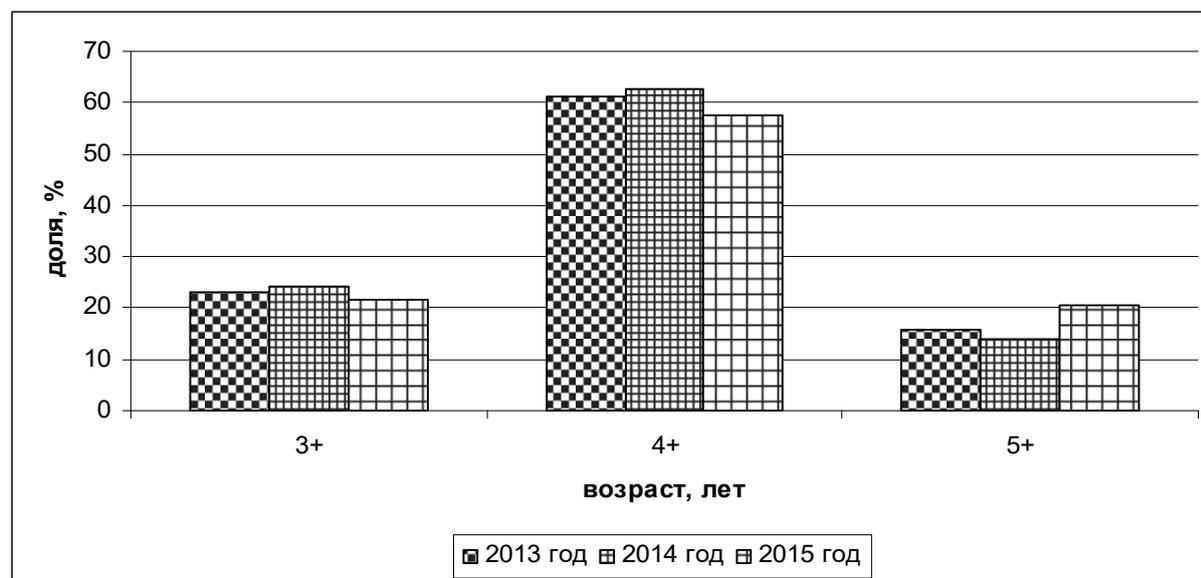
Анализ весового состава осенней кеты р. Ловецкой за 2013, 2014 и 2015 гг. показал, что меньшие средние весовые показатели были у кеты в 2015 г., наибольшие – в 2014 г.

Как известно, динамика качественных показателей линейного роста и массы рыбы находится в тесной зависимости с динамикой урожайности поколений, с биомассой производителей, с влиянием внешних факторов (температурой, соленостью, наличием кормовой базы, конкурентов и др.).

Соотношение длины и массы кеты р. Ловецкой за исследованный период с 2013 по 2015 гг. описывается уравнениями регрессии и выражено в графиках экспоненциальными кривыми. Анализ соотношения длины и массы кеты показал, что характер роста длины и массы исследованных размерных групп рыб практически одинаков. Исключением являются экземпляры рыб от 70 см и больше. В этих размерных группах рост массы превосходит линейный рост, так как крупные экземпляры приходятся на долю рыб старших возрастных групп, а к концу жизни и с наступлением половой зрелости линейный рост рыб замедляется, а масса продолжает расти.

Осенняя кета относится к анадромным видам рыб с непродолжительным циклом жизни с очень коротким пресноводным периодом. Молодь в реке не задерживается, а сразу скатывается в море. Несколько месяцев держится у побережья, а далее уходит в открытый океан на нагульные миграции. Достигнув половой зрелости, в возрасте 3–5 лет возвращается в родную реку на нерест [3].

Возрастную группу нерестового стада кеты р. Ловецкой в 2013–2015 гг. составляли рыбы в возрасте 3+, 4+, 5+. Модальный класс формировали рыбы в возрасте 4+, в 2013 г. 61,1 % – поколение 2009 года рождения, в 2014 г. 62,8 % – поколение 2010 года рождения, в 2015 г. 57,7 % – поколение 2011 года рождения (рисунок). В 2015 г. можно отметить незначительное повышение процентного состава рыб в возрасте 5+ (20,7 %) относительно предыдущих лет, что свидетельствует о зрелости популяции осенней кеты р. Ловецкой и о её полном биологическом цикле жизни.



Возрастной состав нерестового стада кеты р. Ловецкой в 2013–2015 гг.

The age composition of the spawning chum salmon of the Lovetskaya river in 2013–2015

Для поддержания численности вида, как известно, важным биологическим показателем является соотношение полов. Численность нерестового стада кеты р. Ловецкой за ис-

следованные периоды в 2013–2015 гг. имела различные значения как по общему количеству особей, так и по соотношению полов. За исследованные годы во время нерестовой миграции во всех подходах численно преобладали самцы. В 2015 г. наблюдались самые низкие показатели численности нерестового стада кеты. Вероятно, это связано с неблагоприятными факторами в районах морского нагула, а также с браконьерским выловом на путях миграции (табл. 8).

Таблица 8

Соотношение полов осенней кеты р. Ловецкой в 2013–2015 гг.

Table 8

The sex ratio of the autumn chum salmon in Lovetskaya river in 2013-2015

Год вылова	Самцы ♂	Самки ♀	Всего ♂♀	Соотношение полов ♂/♀
2013	4442	3247	7689	1 : 0,7
2014	5685	3155	8840	1 : 0,55
2015	3893	3213	7106	1 : 0,82

Осенняя кета заходила в р. Ловецкую в 2013–2015 гг. с гонадами на IV и V стадиях зрелости. Зрелость особей в течение нерестового хода за любой исследованный год существенных отклонений не имела и в процентном соотношении содержала схожие значения. Большинство рыб имели зрелые половые продукты. В исследованные годы преобладали особи с гонадами на V стадии зрелости, в 2013 г. они составляли 90 % у самцов и 92,6 у самок, в 2014 г. – 94,6 % у самцов и 98 % – у самок, в 2015 г. – 88 % у самцов и 89,3 % – у самок. Наиболее зрелые экземпляры кеты наблюдались на нерестовом подходе в 2014 г.

Выводы

1. Размерный состав осенней кеты р. Ловецкой в 2013–2015 гг. варьировал от 51 до 81 см. Наиболее высокие показатели средней длины отмечались в середине нерестового хода 2014 г. – $66,5 \pm 0,21$ см, более низкие – $62,1 \pm 0,4$ см – в начале нерестового хода 2015 г.

2. Весовой состав кеты в 2013–2015 гг. варьировал от 1,5 кг до 6,1 кг. Наиболее высокие средние весовые показатели были в середине нерестового хода 2014 г. – $3,65 \pm 0,17$ кг, более низкие – $2,92 \pm 0,38$ кг – в начале нерестового хода 2015 г.

3. Характер роста длины и массы исследованных размерных групп рыб одинаков, за исключением экземпляров длиной от 70 см и больше.

4. Преобладание во все исследуемые годы рыб в возрасте 4+ от 62 до 64,6 % и отсутствие в уловах экземпляров возрастной группы 6+ свидетельствуют о зрелой популяции кеты, с полным жизненным циклом 2–5 лет, стабильном возврате.

По исследованным данным размерного, весового и возрастного состава можно сделать заключение, что популяция кеты р. Ловецкой находится в относительно стабильных условиях и нормально развивается, имеет достаточную кормовую базу для роста в местах нагула. За период исследований значительных ухудшений показателей биологических характеристик популяции осенней кеты р. Ловецкой отмечено не было, и в связи с этим её биологическое состояние не вызывает опасений.

Полученные данные дополняют сведения о некоторых биологических характеристиках осенней кеты р. Ловецкой и будут полезны для рационального промысла и воспроизводства.

Список литературы

1. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. 4-е изд. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 374 с.
2. Атлас Сахалинской области. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. 135 с.
3. Старовойтов А.Н. Биология азиатской кеты в морской период жизни: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2012. 24 с.

Сведения об авторах: Матросова Инга Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: ingavladm@mail.ru;

Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com.

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО, АКУСТИКА

УДК 639.2

Н.С. Иванко, С.В. Лисиенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ПРОМЫСЛОВАЯ ЗОНА» В КОНТЕКСТЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДОБЫЧЕЙ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Рассматриваются особенности применения математического моделирования к описанию процессов, протекающих при промысле водных биологических ресурсов. Приведена классификация математических методов и возможность их применения при моделировании сложной системы «промысловая зона». В соответствии с приведенной классификацией описан подбор моделей для подсистем сложной индустриальной системы.

Ключевые слова: промысловая система, добыча, многовидовой промысел, математическая модель, многовидовая промысловая система, водные биологические ресурсы.

N.S. Ivanko, S.V. Lisienko

FEATURES OF MATHEMATICAL MODELING OF COMPLEX INDUSTRIAL SYSTEM «FISHING ZONE» IN THE CONTEXT OF IMPROVING THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF PRODUCTION OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES

Features of application of mathematical modeling to the description of processes proceeding at fishery of water biological resources are considered. The classification of mathematical methods and the possibility of their application in the modeling of a complex system "fishing zone" is given. In accordance with the above classification, the selection of models for subsystems of a complex industrial system is described.

Key words: fishing system, production, multi-species fishing, mathematic model, multi-species fishing system, aquatic biological resources.

Введение

Совершенствование организации и управления добычей водных биологических ресурсов является на современном этапе развития отечественного рыболовства точкой роста и направлено на возрастание общего инновационного потенциала рыбного хозяйства, призванного к решению стратегических задач, одной из которых является обеспечение продовольственной безопасности страны [1].

Современная рыборобывающая деятельность в промысловых зонах рыбохозяйственных бассейнов является сложной и многогранной процесс, включающий ведение производственной деятельности добывающими судами в сложных биотехнических системах, представляющих собой совокупности биологических объектов и технологий рыболовства. В этом смысле промысловая зона характеризуется как сложная индустриальная

система, а ее исследования, направленные на совершенствование организации и управления добычей водных биологических ресурсов, требуют системного подхода, взаимной увязки производственных процессов и биотехнических систем с помощью современных методов математического моделирования.

Для целей совершенствования организации и управления промыслом в сложной индустриальной системе «промысловая зона» при построении математических моделей разного уровня необходимо учитывать всю многоаспектность процессов, в ней происходящих [2]. Например, особенности поведения рыб при выборе режима работы судна или группы судов, естественные суточные миграции промысловых объектов при выборе тактики ведения технологических процессов по добыче и т.д. В этой связи выбор математического инструмента с учетом особенностей математического моделирования процессов и систем добычи водных биологических ресурсов, создание моделей индустриальных систем «промысловая зона» для решения задач по совершенствованию их организации и управлению, основанных на правильности и обоснованности принятия управленческих решений, является важной и актуальной задачей.

Объекты и методы исследования

Рассматривая промысловую зону как индустриальную систему, в ней выделяют в качестве основных процессов процесс добычи ресурсного потенциала – совокупности объектов промысла. Каждый объект обладает биологическими и биометрическими характеристиками, влияющими на его поведение. Вылов объектов промысла осуществляется добывающими судами, обладающими характеристиками и возможностями работы в определенном промыслово-технологическом режиме. Особенности работы судна определяются его техническими характеристиками, а также реальными условиями ведения промысла.

Анализ лова производится на основании расчета показателей лова и условия максимизации его производительности. Для этих расчетов используются биотехнические модели, учитывающие механику орудий рыболовства, различные показатели и параметры их использования по отношению к целевым видам. Учет селективности орудий рыболовства производится в моделях селективности лова. Такие модели служат не только для определения технических характеристик орудий лова, но и для оценки показателей производительности этих орудий и величины улова.

Создание математической модели управления промыслом в промысловой зоне станет эффективным способом оптимизации промышленного рыболовства за счет реализации системы управления принятием решений [3].

Вид математической модели, используемой для принятия управленческих решений, зависит от характера процессов, протекающих в управляемой системе, а также от информации, известной об этих процессах, и, конечно же, от целей моделирования.

При моделировании любой системы выделяют следующие основные этапы:

- постановка задачи, определение цели моделирования;
- изучение моделируемой системы в целом, выделение подсистем и задач;
- подбор методов решения задач и моделей для описания подсистем;
- проведение предварительных работ по формализации системы;
- непосредственное моделирование с применением выбранных методов и способов описания модели;
- анализ полученной модели и результатов моделирования.

Последний этап является обязательным и важным этапом моделирования, так как позволяет дать оценку построенной модели. Наиболее часто используемыми показателями являются адекватность и точность. Адекватность модели – это степень близости модели

реальному состоянию системы. Точность – это погрешность расчетов. Оценка этих параметров во многом зависит от выбранной модели и методов моделирования.

Модели математического моделирования, применяемые при моделировании процессов промышленного рыболовства, делятся на статические и динамические [4]. Статические модели описывают выбранный режим работы, а динамические – переход от одного режима работы к другому.

Дальнейшая классификация математических моделей, используемых в рыболовстве, получается при выборе методов исследования. В этом случае модели могут быть детерминированными и стохастическими. Основой для детерминированных моделей являются данные о внутренней структуре управляемой системы. Если же данные о процессах и объектах моделирования полностью или частично отсутствуют, в таком случае это уже стохастическая модель. Детерминированные и стохастические модели могут быть численными и аналитическими в зависимости от используемых математических методов. Классификация математических моделей, используемых для описания процессов, протекающих в рыболовстве, представлена на рис. 1.

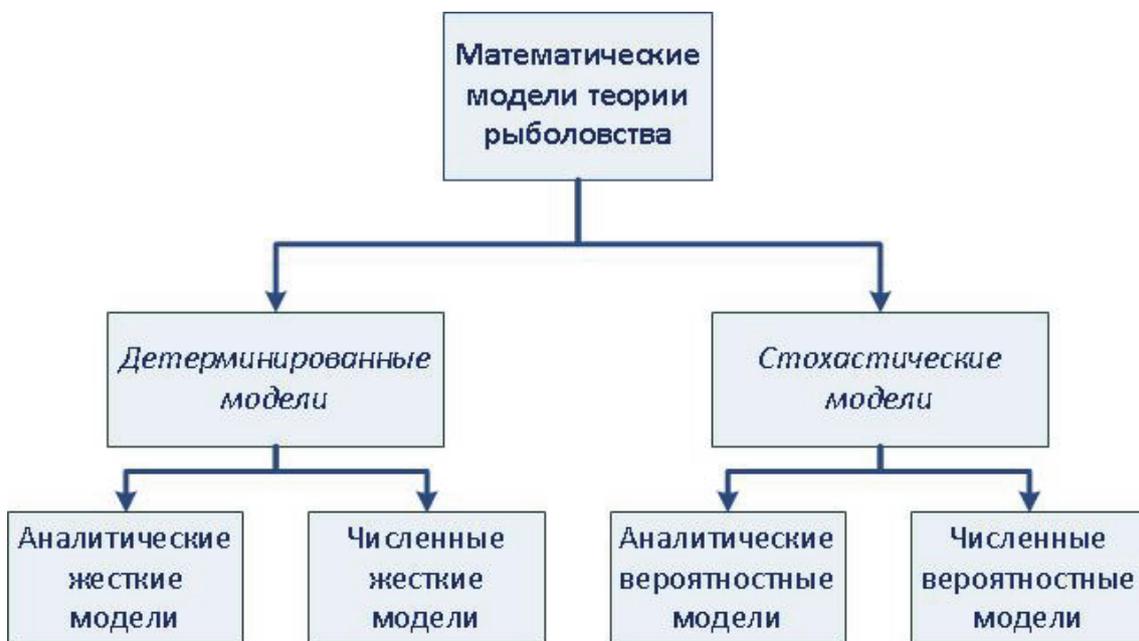


Рис. 1. Классификация математических моделей
Fig. 1. Classification of mathematic models

В зависимости от используемой математической модели при моделировании применяются различные математические методы. Стохастические модели используют экспериментально-статистические методы, которые позволяют оценить степень зависимости входных данных от выходных, т.е. выявить влияние неуправляемых факторов. Методы, используемые детерминированными моделями, представлены на рис. 2.

Принятие управленческих решений зависит от целей управления. С точки зрения временной характеристики управление делится на стратегическое, оперативное и тактическое [3].

Стратегическое управление – результат управляющих воздействий проявляется через длительное время, оперативное управление – результат управляющих воздействий проявляется через короткое время, тактическое управление – результат управляющих воздействий проявляется практически сразу, т.е. через очень короткий промежуток времени.



Рис. 2. Математические методы детерминированных моделей
Fig. 2. Mathematical methods of deterministic models

Каждое из видов управления является важным, и для каждого из них выбираются свои критерии в зависимости от различных параметров. Параметры или их еще называют факторы, влияющие на выбор критериев управления, условно можно разделить на две группы:

- управляемые – те, на которые можно воздействовать;
- неуправляемые – те, на которые нельзя оказать никакого воздействия.

К управляемым параметрам относятся расположение судна в районе промысла, используемые орудия рыболовства и прочие факторы, на которые человек, т.е. управляющий орган, может воздействовать. К неуправляемым факторам относятся поведение промысловых объектов, их биологическое состояние, гидрометеорологические условия районов промысла и другие условия, не зависящие от человека [4].

Результаты и их обсуждения

Особое значение при построении математической модели сложной индустриальной системы «промысловая зона» имеет блочный принцип построения моделей в области рыболовства, так как процесс управления рыболовством является сложным, а деление на подсистемы и описание отдельных элементов может существенно упростить решение поставленной задачи. В этом случае для реализации математической модели необходимо выделять подсистемы (блоки) в сложной системе, которой является многовидовая промысловая зона. И тогда общая модель управления многовидовой промысловой системой является динамической математической моделью, а подсистема может быть статической моделью.

Особенность управления промыслом заключается в том, что промысел является стохастическим процессом. В задачах управления, для которых нет полной картины об обстановке, объекте управления или его поведении, хорошим подспорьем являются модели, в

частности математические модели, которые позволяют провести анализ по имеющимся неполным данным. Таким образом, для управления промыслом как единой индустриальной сложной системой должны использоваться стохастические динамические модели, в то время как подсистемы могут описываться и стохастическими динамическими моделями, и стохастическими статическими моделями.

Достижение целей управления – главная задача любой модели, идеальным будет сочетание всех трех видов управленческого воздействия. Одним из вариантов реализации такой управленческой системы может стать модель распределения добывающих судов в многовидовой промысловой зоне.

Целевой функцией может стать суммарный объем добычи всем промысловым флотом с учетом ограничений различного вида [5]. В общем виде целевая функция представляет собой зависимость от целевых объектов промысла, используемых средств и методов промысла, режимов работы добывающих судов, количества добывающих судов с их делением по типам и т.д. Целевая функция – это многопараметрическая функция, причем на каждый параметр функции накладываются свои ограничения, которые образуют общую систему ограничений, записанных в виде неравенств.

Также целевой функцией может быть любой из экономических показателей, например, прибыль, полученная от работы промыслового флота в многовидовой промысловой зоне, как показатель, учитывающий не только доход, полученный от реализации объемов вылова или выпущенной продукции, но и издержки (расходы), связанные с работой добывающих судов в промысловой зоне. Тогда, помимо описанных выше параметров, целевая функция зависит от доходов от реализации продукции, расходов на топливо, зарплату экипажа, доставку готовой продукции на берег в случае экспедиционного режима работы и т.д. Одним из самых жестких ограничений является общий допустимый улов целевого объекта промысла.

В общем виде целевую функцию можно представить формулой

$$F(N, M, n_i, D(i, j, k), Z(i, j, k), A(i, j, k), t(i, j, k)),$$

где N – общее количество всех добывающих судов; M – общее количество всех объектов промысла; n_i – количество всех добывающих судов типа i ; $D(i, j, k)$ – доход от работы судна типа i в подзоне промысла k при добыче промыслового объекта j ; $Z(i, j, k)$ – полные затраты по эксплуатации судна типа i в подзоне промысла k при добыче промыслового объекта j ; $A(i, j, k)$ – норма добычи промыслового объекта j при работе судна типа i в подзоне промысла k ; $t(i, j, k)$ – время работы судна типа i в подзоне промысла k при добыче промыслового объекта j .

В зависимости от целей управления данная формула может принимать различный вид. Особый интерес представляет частный случай формулы, когда идет промысел только одного целевого вида в одной подзоне, но несколькими судами одновременно. В таком случае получается упрощенная задача, которая может быть сведена к задаче линейного программирования с ограничениями, накладываемыми на промысел целевого вида.

Выводы

Учет всех рассмотренных особенностей математического моделирования сложных индустриальных систем «промысловая зона» в процессе создания их математических моделей позволит решать задачи организации и управления промыслом во взаимосвязи с особенностями технологий рыболовства, промысловой доступностью ресурсного потенциала такой системы, состоянием запасов промысловых объектов с установлением влияния осо-

бенностей поведения, распределения на интенсивность лова, научно обоснованно подходить к формированию стратегий по совершенствованию организации и управления добычей водных биологических ресурсов, разработке правил рыболовства, конвенционных соглашений в отношении распределения промысловых усилий, интенсивности рыболовства, места и времени его осуществления.

Список литературы

1. Лисиенко С.В. Концептуальный подход к совершенствованию организации ведения добычи водных биологических ресурсов в контексте развития общей теории промышленного рыболовства (на примере Дальневосточного региона) // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Рыб. хоз-во. 2014. № 1. С. 18–28.
2. Лисиенко С.В., Иванко Н.С. Об особенностях моделирования процессов и систем промышленного рыболовства в контексте реализации концепции рационального природопользования // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: материалы II Нац. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ». Симферополь, 2019. С. 342–345.
3. Андреев М.Н., Студенецкий С.А. Оптимальное управление на промысле. М.: Пищ. пром-сть, 1975. 288 с.
4. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыб. хоз-во. 2013. № 4. С. 34–41.
5. Мельников В.Н. Общая характеристика основных видов математических моделей теории рыболовства // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. 2009. № 1. С. 17–22.

Сведения об авторах: Лисиенко Светлана Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: lisienkosv@mail.ru;

Иванко Нина Сергеевна, аспирант, старший преподаватель, e-mail: ivns@mail.ru.

УДК 639.2.081 + 639.2.081.9 (571.6)

В.Е. Стрельникова, С.В. Лисиенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

**АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОБЫЧИ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
В МНГОВИДОВЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ СИСТЕМАХ – СЕВЕРО-
ОХОТОМОРСКАЯ И ВОСТОЧНО-САХАЛИНСКАЯ ПОДЗОНЫ –
В ПЕРИОД 2013-2017 ГГ. КАК ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОМЫСЛОВОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Изложены результаты многоаспектного системного анализа промысловой деятельности судов по освоению ресурсного потенциала многовидовых промысловых систем – Северо-Охотоморская и Восточно-Сахалинская подзоны – в период 2013–2017 гг.

Ключевые слова: ресурсный потенциал, многовидовая промысловая система, количественные и качественные показатели рыболовства, многофакторный системный анализ.

V.E. Strelnikova, S.V. Lisienko

**ANALYSIS OF INDICATORS OF THE EXTRACTION OF AQUATIC
BIOLOGICAL RESOURCES IN MULTI-SPECIES FISHING SYSTEMS – THE NORTH
OKHOTSK AND EAST SAKHALIN SUBZONES – IN THE PERIOD 2013–2017. AS A
PRODUCTION BASIS FOR DETERMINING WAYS TO INCREASE THEIR FISHING
EFFICIENCY**

The article presents the results of a multi-aspect system analysis of the fishing activity of vessels for the development of the resource potential of a multi-species fishing system – the North Okhotsk Sea and East Sakhalin Subzone in the period 2013–2017.

Key words: resource potential, multi-species fishing system, quantitative and qualitative indicators of fisheries, multivariate system analysis.

Процесс анализа показателей добычи водных биологических ресурсов в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской промысловых подзонах Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна как многовидовых промысловых систем направлен на проведение многоаспектного системного исследования освоения их промыслового ресурсного потенциала по следующим показателям промысловой активности: установление структурного (видового) состава объектов добычи, анализ количественных и качественных показателей производственной деятельности добывающих судов в периоде 2013–2017 гг. Под количественными показателями приняты объемы добычи, под качественными – степень освоения общего допустимого улова (далее – ОДУ) [2].

Понимание промысловой зоны как многовидовой промысловой системы предусматривает ее системное представление с точки зрения разнообразия видового состава промысловых объектов, промышленное изъятие которых обеспечивается разнородным по типу и технологиям добычи составом добывающих судов [1].

В период 2013–2017 гг. в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах фактическая промысловая деятельность осуществлялась в целом по 27 промысловым объектам. Структурное соотношение по добыче между промысловыми объектами, на которые устанавливался ОДУ, и неодолевыми объектами в обеих подзонах не изменялось на протяжении всего исследуемого периода. Общий допустимый улов в Северо-Охотоморской подзоне в период 2013–2017 гг. устанавливался по 9 промысловым объектам: минтай, сельдь

тихоокеанская, треска, палтусы (белокорый и синекорый (черный)), шипошек, макрурусы, крабы (камчатский, синий, равношипый, стригун-опилио, стригун-ангулятус), креветки (северная, углохвостая), трубачи. ОДУ в Восточно-Сахалинской подзоне в период 2013–2017 гг. устанавливался по 13 объектам: минтай, сельдь тихоокеанская, камбалы дальневосточные, палтусы (белокорый и синекорый (черный)), шипошек, крабы (камчатский, синий, равношипый, колючий, волосатый четырехугольный, стригун-опилио, стригун-ангулятус), креветки (северная, углохвостая), морские гребешки, трубачи, кукумария, трепанг дальневосточный, морской еж серый.

К неодоуемым объектам в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах относились: сима, скаты, морские окуни, караси, зубатки, щука, мойва, гольцы, двустворчатые моллюски, ластоногие, ламинарии, корюшка азиатская зубастая, корюшка малоротая, корюшка малоротая морская. Наряду с перечисленными неодоуемыми промысловыми объектами к названной категории в Северо-Охотоморской подзоне относились камбалы дальневосточные, навага, морские гребешки, кукумария, трепанг дальневосточный, морской еж серый, а в Восточно-Сахалинской подзоне – треска, макрурусы.

Удельный вес вылова промысловых объектов, приведенный к общему вылову по Северо-Охотоморской подзоне в период 2013–2017 гг., представлен на рис. 1 [4].

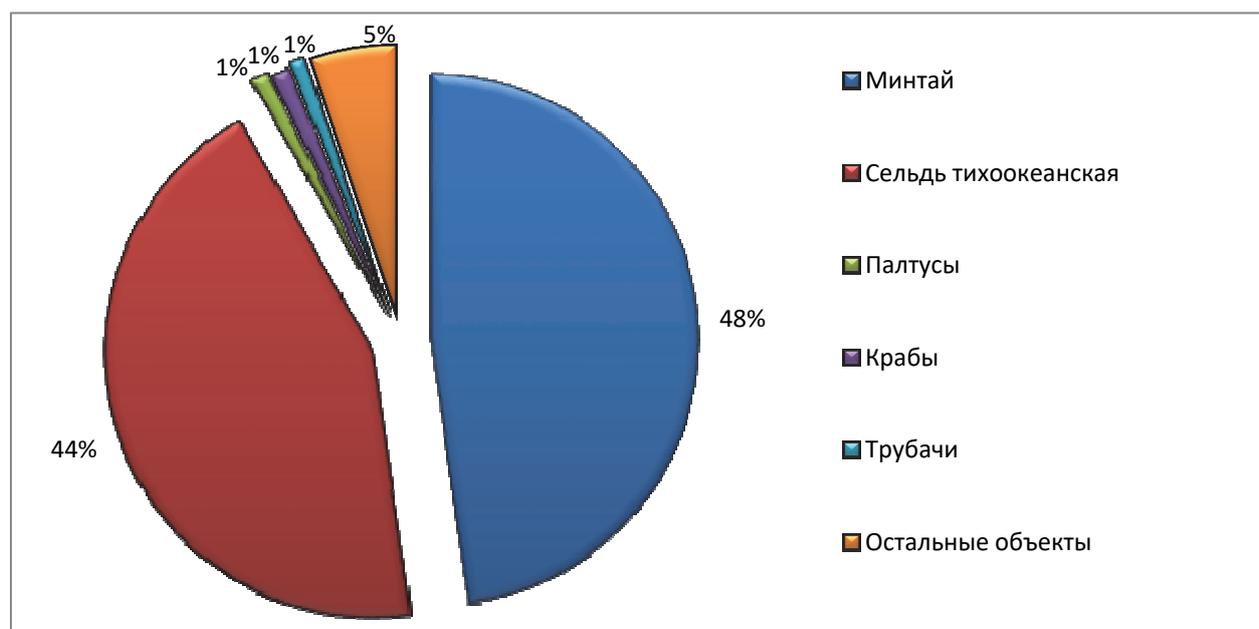


Рис. 1. Удельный вес вылова промысловых объектов, приведенный к общему вылову по Северо-Охотоморской подзоне в период 2013–2017 гг. (без учета лососей и ластоногих)

Fig. 1. The specific gravity of catch of fishing facilities, reduced to the total catch in the North Okhotsk subarea in the period 2013-2017 (excluding salmon and pinnipeds)

Исходя из данных рис. 1 следует, что в данной подзоне основным объектом добычи является минтай и тихоокеанская сельдь. Удельный вес вылова минтая и сельди, приведенный к общему вылову по Северо-Охотоморской подзоне в период 2013-2017 гг., составляет 48 и 44 % соответственно. Палтусы, крабы, трубачи имеют следующий удельный вес вылова, приведенный к общему вылову по Северо-Охотоморской подзоне в период 2013–2017 гг.: палтусы – 1 %, крабы – 1 %, трубачи – 1 %. Остальные объекты имеют удельный вес вылова, приведенный к общему вылову по Северо-Охотоморской подзоне в период 2013–2017 гг., равный 5 %. К числу данных объектов относятся: креветки, навага, треска, камбалы дальневосточные, корюшка азиатская зубастая, корюшка малоротая, корюшка малоротая морская,

мойва, гольцы, трепанг дальневосточный, морские ежи, сима, скаты, шипещек, прочие морские окуни, караси, зубатки, щука, двустворчатые моллюски, ламинарии.

Удельный вес вылова промысловых объектов, приведенный к общему вылову по Восточно-Сахалинской подзоне в период 2013-2017 гг., представлен на рис. 2 [4].

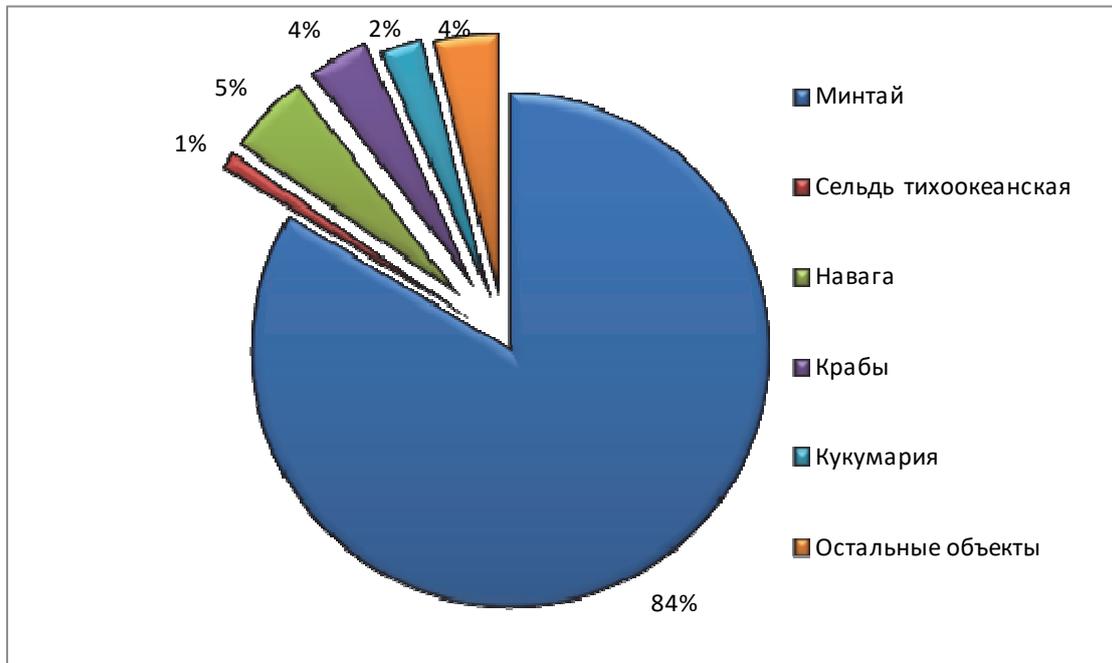


Рис. 2. Удельный вес вылова промысловых объектов, приведенный к общему вылову по Восточно-Сахалинской подзоне в период 2013–2017 гг. (без учета лососей и ластоногих)

Fig. 2. The specific weight of the catch of fishing facilities reduced to the total catch in the East Sakhalin subzone in the period 2013-2017. (excluding salmon and pinnipeds)

Исходя из данных рис. 2 следует, что в Восточно-Сахалинской подзоне основным объектом промысла является минтай. Удельный вес вылова минтая, приведенный к общему вылову по Восточно-Сахалинской подзоне в период 2013-2017 гг., составляет 84 %. Но такие объекты, как сельдь, навага, крабы, кукумария имеют немало важное промысловое значение, хотя удельный вес вылова их намного меньше, чем у минтая. Удельный вес вылова, приведенный к общему вылову по Восточно-Сахалинской подзоне в период 2013-2017 гг., составил: сельдь – 1 %; навага – 5 %; крабы – 4 %; кукумария – 2 %. На остальные объекты, к которым относятся треска, палтусы, камбалы дальневосточные, креветки, корюшка азиатская зубастая, корюшка малоротая, корюшка малоротая морская, мойва, гольцы, трепанг дальневосточный, морские ежи, сима, скаты, шипещек, прочие морские окуни, караси, зубатки, щука, двустворчатые моллюски, ламинарии, удельный вес вылова за исследуемый период составил 4 %.

Таким образом, аналитические исследования количественных и качественных показателей промысловой деятельности добывающего флота в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах в период 2013–2017 гг. [3, 4] позволили проанализировать объемы ОДУ, объемы вылова, степень освоения по видовому составу водных биологических ресурсов, динамику изменений в течение всего исследуемого периода объемов ОДУ, объемов вылова, степени освоения ВБР и сформулировать следующие выводы о современном состоянии добычи водных биологических ресурсов в многовидовой промысловой системе – Северо-Охотоморская и Восточно-Сахалинская промысловые подзоны – в период 2013–2017 гг. как ресурсной основы повышения ее промысловой эффективности:

1. В многовидовых промысловых системах «Северо-Охотоморская и Восточно-Сахалинская подзоны Охотского моря» в период 2013–2017 гг. сложилась устойчивая тенденция в формировании общего вылова за счет вылова квотируемых объектов промысла. Минтай является основным объектом добычи в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах. В Северо-Охотоморской подзоне объемы ОДУ в исследуемом периоде имели волнообразный характер. Так, в 2013–2014 гг. объемы добычи снизились с 301,6 тыс. т до 295,6 тыс. т. В 2015–2017 гг. объемы вылова возросли с 325,4 тыс. т до 348 тыс. т. В Восточно-Сахалинской подзоне в период 2013–2017 гг. динамика объемов ОДУ носила волнообразный характер. Так, показатели вылова снизились с 80 тыс. т до 64 тыс. т в 2013–2014 гг., далее вылов увеличился с 65 тыс. т до 104 тыс. т в 2015–2017 гг. Сопоставительный анализ данных показал, что в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах в период 2013–2017 гг. промысел минтая находился на довольно высоком уровне. Степень освоения ОДУ в обеих подзонах в исследуемом периоде в среднем находилась на уровне 99 %.

2. Непостоянный характер в исследованном периоде наблюдался у морского ежа серого в Северо-Охотоморской подзоне, в Восточно-Сахалинской подзоне у морского гребешка и щуки. Объемы вылова корюшки азиатской зубастой, корюшки малоротой, корюшки малоротой морской в обеих подзонах были незначительны.

3. Резкими колебаниями в исследуемый период сопровождалась добыча крабов и трески в Северо-Охотоморской подзоне, в Восточно-Сахалинской – на промысле сельди тихоокеанской, наваги, прочих морских окуней, карасей, зубаток, мойва.

4. Степень освоения ОДУ напрямую зависело от снижения или увеличения объемов ОДУ, а также от повышения и снижения объемов промысловой доступности объектов.

5. При сравнении динамики изменений степеней освоения ОДУ основных промысловых объектов Северо-Охотоморской подзоны в период 2013–2017 гг. (рис. 3) установлено несколько закономерностей. Точки роста степени освоения для всех объектов без исключения наблюдались в 2016 г. Для большинства объектов точки спада находились в 2015 г. и в 2017 г.

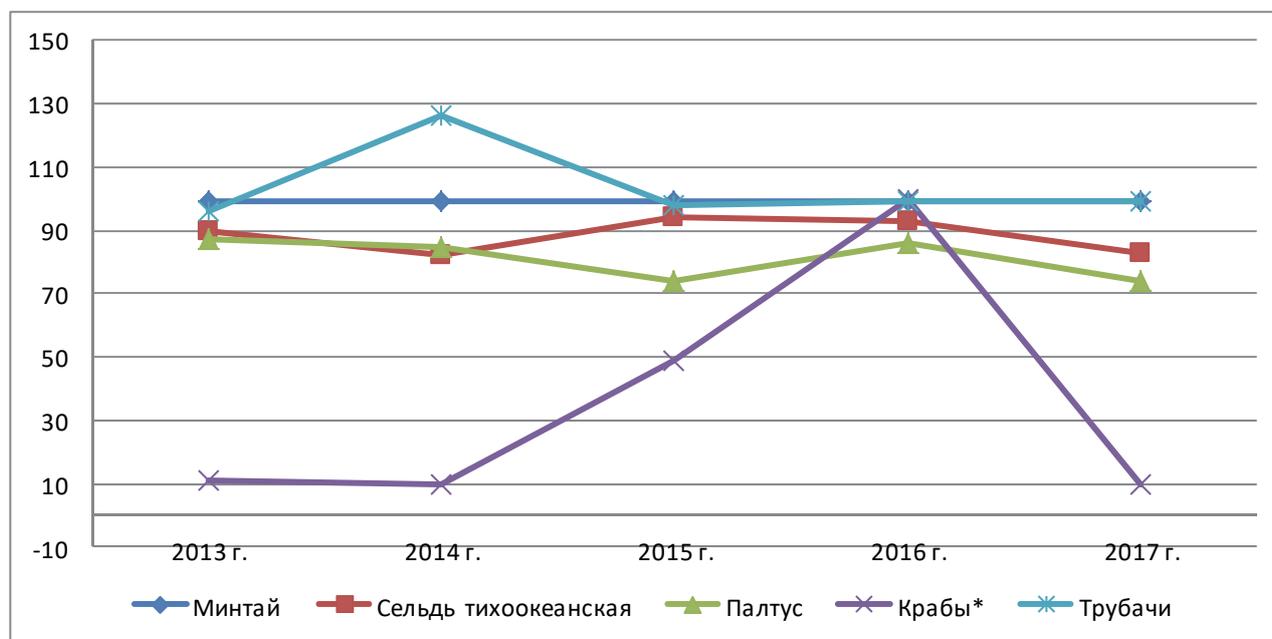


Рис. 3. Динамика изменений степеней освоения основных промысловых объектов в Северо-Охотоморской подзоне в период 2013–2017 гг.

Fig. 3. Dynamics of changes in the degrees of development of the main fishing facilities in the North Okhotsk Sea Subzone in the period 2013–2017

6. При сравнении динамики изменений степеней освоения ОДУ основных промысловых объектов Восточно-Сахалинской подзоны в период 2013–2017 гг. (рис. 4) выявлено, что точкой роста для всех объектов обозначен 2014 г., а точкой спада – 2017 г.

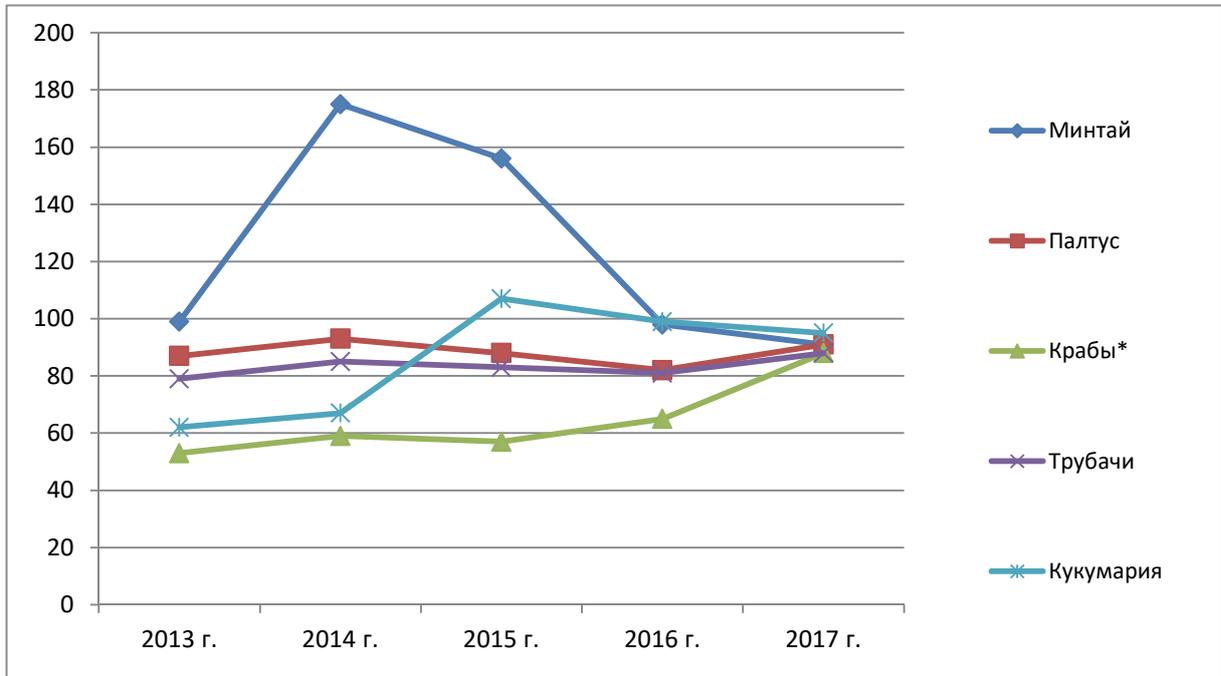


Рис. 4. Динамика изменений степеней освоения основных промысловых объектов в Восточно-Сахалинской подзоне в период 2013–2017 гг.

Fig. 4. Dynamics of changes in the degrees of development of the main fishing facilities in the East Sakhalin Subzone in the period 2013-2017

7. Перераспределение объемов ОДУ в течение промыслового года, спрогнозировавшее последующее увеличение степени освоения выше 100 %, наблюдалось на промысле сельди тихоокеанской, трубача в Северо-Охотоморской подзоне и минтая, креветки, кукумарии, морского ежа серого – в Восточно-Сахалинской подзоне.

8. Установлены следующие недоосвоенные объекты промысла в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах: крабы и креветки.

Также в процессе исследования количественных и качественных показателей промысловой деятельности добывающего флота в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах Охотского моря в период 2013–2017 гг. выявлено, что общий вылов формировался за счет вылова квотируемых объектов.

Проведенный многоаспектный системный анализ количественных и качественных показателей в исследуемых подзонах в период 2013–2017 гг., а также последующее углубленное изучение структуры работы флота по освоению ресурсного потенциала Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзон позволят разработать систему мероприятий по повышению эффективности ресурсного потенциала многовидовых промысловых систем «Северо-Охотоморская и Восточно-Сахалинская подзоны промысловая зона Охотского моря», включающих оптимизационные организационно-управленческие модели ведения добычи основных и недоиспользуемых промысловых объектов с расстановкой промыслового флота с учетом минимизации возникающих в промысловом процессе издержек и максимизации экономических показателей.

Список литературы

1. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыб. хоз-во. 2013. № 3. С. 17–21.
2. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыб. хоз-во. 2013. № 4. С. 34–41.
3. Общий допустимый улов ВБР во внутренних морских водах РФ, территориальном море РФ, на континентальном шельфе РФ и в исключительной экономической зоне РФ, в Азовском и Каспийском морях на 2013–2018 гг. [Электронный ресурс]. 2019. Режим доступа: <http://fish.gov.ru/>.
4. Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и производстве рыбной продукции за 2013–2018 гг. [Электронный ресурс]. 2019. Режим доступа: <http://fish.gov.ru/>.

Сведения об авторах: Стрельникова Виктория Евгеньевна, аспирант, e-mail: Vika.strelnikova.1994@bk.ru;

Лисиенко Светлана Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, e-mail: lisienkosv@mail.ru.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АКВАКУЛЬТУРА

УДК 593.961.1 + 639.3

Н.Н. Ковалев, С.Е. Лескова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ЦВЕТОВЫЕ ФОРМЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА *APOSTICHOPUS JAPONICUS (SELENKA)*

*В обзоре приведены сведения о цветовых морфоформах дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* (Selenka). В различных странах Тихоокеанского бассейна выделяют от трех до пяти цветовых морф трепанга. Приведены сведения о пигментах в клетке поверхности тела трепанга и клеточных механизмах формирования цвета животных. Основными пигментами, определяющими цвет трепанга, являются меланин, птеридин, каротиноиды, гуанин, пурин, астаксантин и лютеин. Формирование окраски детерминировано генетически: на разных стадиях развития экспрессируются различные гены. Анализ баз данных позволил выявить возможные дифференциально экспрессированные гены, в том числе «меланогенез», «Ras-сигнальный путь», «цАМФ-сигнальный путь» и ген «развития эпителия», участвующие в формировании альбинизма белых морф трепанга. Сравнение несоответствия роста, конверсии белка и энергетических затрат различных цветовых морф трепанга при разных диетических режимах позволят установить научную основу для дальнейшего изучения физиологической экологии и нутрициологии морского трепанга.*

Ключевые слова: трепанг, цветовые морфы, рост, конверсия белка, рецептура кормов, конверсия белка, температурная адаптация.

N.N. Kovalev, S.E. Leskova

COLOR FORMS OF THE FAR EASTERN TREPANG *APOSTICHOPUS JAPONICUS (SELENKA)*

*The review provides information about the color morphoforms of the far Eastern trepang *Apostichopus japonicus* (Selenka). Three to five color morphs of sea cucumber are distinguished in various countries of the Pacific basin. The information about pigments in body surface cells of sea cucumber and cellular mechanisms of color formation of animals is given. The main pigments determining the color of sea cucumber are melanin, pteridine, carotenoids, guanine, purine, astaxanthin and lutein. Color formation is genetically determined: different genes are expressed at different stages of development. Database analysis revealed possible differentially expressed genes, including «melanogenesis», «Ras-signaling pathway», «camp-signaling pathway» and «epithelial development» gene, involved in the formation of albinism of sea cucumber white morph. Comparison of mismatch growth, protein conversion and energy costs of different sea cucumber color morphs at different dietary regimes, will establish a scientific basis for further study of the physiological ecology and nutritiology of sea trepang.*

Key words: sea cucumber, color morphs, the growth, the conversion of protein, formulation of feed, thermal adaptation.

Трепанг в Китае в течение сотен лет используется в традиционной медицине как тоник [1]. Сегодня цвет является одной из самых важных черт, влияющих на цену продуктов из трепанга [2]. За последние годы белые и фиолетовые морфоформы трепанга традиционно выращиваются вдоль побережья Китая.

В Японии трепанг разделяют на три формы в соответствии с цветом их тела: красный, зеленый и черный [3]. Тем не менее отношения между цветом тела различных морф и их таксономическом статусе все еще спорен. Было высказано предположение, что красный морской огурец отличается от зеленых и черных трепангов [4]. Более того, результаты исследований показали, что красный трепанг имел очевидные генетические различия с зеленым и черным по изоферментным маркерам [5, 6]. В то же время не выявлено существенной разницы между зеленым и черным трепангами [7].

Другими авторами предложено выделить три цветовые морфы вида *A. japonicus*, которые отличаются цветом тела [8]. Это мнение оспаривало обоснованность предыдущего таксономического исследования.

В Китае выделяют три цветовых варианта (белый, зеленый и фиолетовый) трепанга. Однако зеленые морфы были разделены на светло-зеленые и темно-зеленые из-за существенной разницы в глубине их окраски (рис. 1).

Сведения о цветовых формах дальневосточного трепанга поступают преимущественно от промысловиков, и научной информации по данному вопросу очень мало. Несмотря на все разнообразие окраски голотурий, обитающих у берегов Приморья, у взрослых особей здесь редко встречаются ее цветовые варианты, свойственные трем основным «коммерческим» формам с побережья Японии и Китая. Окраска спинной стороны приморского трепанга часто близка к таковой особей «красной» формы, но для последней характерна красная окраска и брюшной стороны, что не отмечено у голотурий Приморья [9]. Редко встречаются в Приморье голотурии с наиболее распространенной в Японии голубовато-зеленой окраской спинной стороны тела («зеленая» форма). Авторами не отмечены животные, полностью окрашенные в черный цвет («черная» форма) [9].

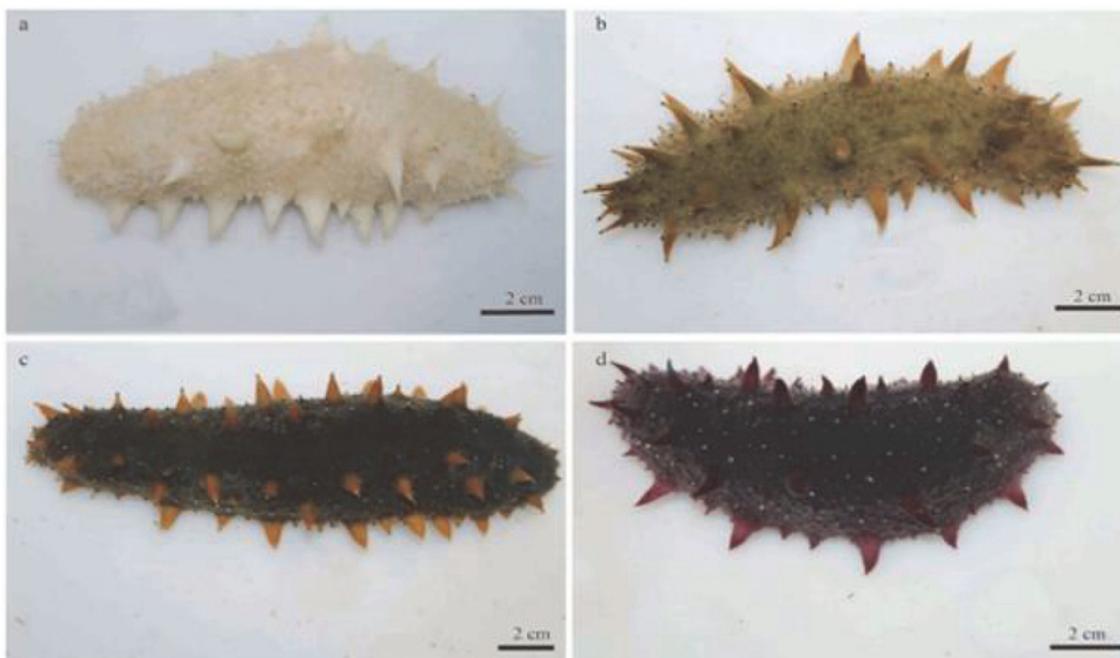


Рис. 1. Четыре цветовые морфы трепанга: а – белая; б – светло-зеленая; в – темно-зеленая; г – фиолетовая

Fig. 1. Four color trepang morphs: a – white; b – light green; c – dark green; d – purple

Наиболее типичная окраска трепанга из зал. Петра Великого сходна с окраской очень немногочисленных голотурий у побережья Японии (1–2 % общего количества), которых Чои и Осима рассматривают как форму, промежуточную между «красной» и «зеленой» [3]. У одного из двух описанных вариантов этой промежуточной формы спинная сторона темная – коричнево-красная, а брюшная и амбулакральные ножки – темно-зеленые, что отмечается и у приморского трепанга. В то же время голотурии, обитающие у побережья Приморья, по описанию несколько отличаются от этой формы цветом щупалец (зеленоватым в первом случае и коричнево-красным во втором) и стенки тела в разрезе (соответственно голубовато-белым и светло-коричневым).

Встречается у дальневосточного трепанга и такое отклонение от нормальной окраски, как альбинизм [10]. Лишенных пигмента особей иногда принимали за другие виды, и требовались специальные исследования, чтобы подтвердить их таксономическую принадлежность. Интересно, что почти повсюду, где встречаются трепанги-альбиносы, среди промысловиков распространено мнение об их особой гастрономической и фармакологической ценности.

Существует два типа окраски тела у животных: биологическая окраска и структурная окраска [11]. Биологическая окраска – это отражение пигментов клетки на поверхности тела. Клетки (меланоциты, ксантофоры, эритрофоры, иридоциты и лейкофоры) производят разные виды пигментов [12].

Клетки могут продуцировать один или несколько видов пигмента, которые формируют различные цвета при растворении в цитоплазме [13] (табл. 1).

Таблица 1

Пигменты, продуцируемые пятью типами пигментных клеток и их цвета*
Table 1
Pigments produced by five types of pigment cells and their colors

Клетка	Пигмент	Частицы пигмента	Цвет пигментов
Меланоциты	Меланин	Гранулы меланина	Черно-коричневый
Эритрофоры	Каротиноиды	Гранулы птеридина	Красно-оранжевый
Эритрофоры	Птеридин	Везикулы каротиноидов	Красно-оранжевый
Ксантофоры	Каротиноиды	Гранулы птеридина	Желто-оранжевый
Ксантофоры	Птеридин	Везикулы каротиноидов	Желто-оранжевый
Иридоциты	Гуанин	Отражающие пластины	Серебристый, красно-вато-пурпурный
Лейкофоры	Пурин	Отражающие пластины	Белый

*Данные из [13].

Пигменты играют важную роль в организме как антиоксиданты, противовирусные и фотозащитные агенты, а также принимают участие в маскировке, мимикрии и социальной коммуникации [14, 15, 16].

Меланин найден в широком диапазоне видов, от микробов до человека, и имеет две формы: черно-коричневую (эумеланин) и желто-красную (феомеланин) [17].

Внутри пигментных клеток меланин синтезируется и сохраняется в тканеспецифичной форме, связанной с лизосомами – специализированной органелле, известной как мелано-

сома [18]. Цвет формируется субмикроскопическими структурами, которые отражают свет разных цветов.

β -каротин является важным источником витамина А, а также имеет антиоксидантные свойства, повышающие иммунитет [19]. Гуанин участвует в формировании цвета и производится в иридоцитах. Они формируют кристаллические пластины, отражающие свет [20]. Зеаксантин, лютеин и каротиноиды широко распространены в природе и привлекают внимание исследователей из-за их антиоксидантной активности [21].

В настоящее время исследования различных цветовых форм иглокожих сосредоточены на определении происхождения и дифференциации их пигментных клеток и пигментов.

Китайскими учеными [22] было обнаружено, что белые морфы трепанга имели наименьшую плотность меланосом, содержали непигментированные пре-меланосомы и не выделяли гранулы меланина вне клеток. Следовательно, меланин мог быть не обнаружен в стенке тела белой морфы трепанга. Светло-зеленые трепанги содержали зрелые меланосомы, но они не выделяли гранулы меланина. Темно-зеленые морфы содержали зрелые меланосомы, которые выделяли гранулы меланина в стену тела. Среди всех цветных морф фиолетовые морфы содержали самые зрелые меланосомы и имели наибольшее количество выделяемых гранул меланина. Эти результаты показывают, что цвет трепанга в основном связан с плотностью зрелых меланосом и количеством гранул меланина, выделяемых из меланосом.

Xing с соавторами [22] проведено исследование состава пигментов и содержание меланина в белой, светло-зеленой, темно-зеленой и фиолетовой цветовых морфах трепанга (табл. 2). Результаты позволили определить основные факторы, ответственные за различия в окраске четырех цветных морфов, а также заложили основу для дальнейших исследований по формированию окраски тела трепанга.

Таблица 2

Состав и содержание пигментов ($\mu\text{g/g}$) в белой, светло-зеленой, темно-зеленой и фиолетовой цветовых морфах трепанга*

Table 2

Composition and content of pigments ($\mu\text{g/g}$) in white, light green, dark green and purple color trepang morphs

Пигмент	Цветовая морфа			
	белая	светло-зеленая	темно-зеленая	фиолетовая
Меланин	Н/о	15,1	19,96	44,84
Астаксантин	Н/о	10,29	8,34	17,2
Каротин	Н/о	1,73	2,43	3,77
Гуанин	39,58	145,49	153,31	184,09
Птероевая кислота	1,45	0,33	0,58	0,86
Зеаксантин	Н/о	5,45	3,78	12,79
Лютеин	Н/о	4,9	5,14	7,88
Прогестерон	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Ликопин	Н/о	Н/о	Н/о	н/о

*Данные из [22].

Авторы пришли к выводу, что разноцветные морфы трепанга могут иметь различный состав пигментов в тканях, даже если они выращиваются в одних условиях.

Различия в расположении и содержании пигментов могут объяснить различные цветовые морфы трепанга (рис. 2). Результаты Xing с соавторами [22] показали, что концентрации всех из анализируемых пигментов, за исключением птероевой кислоты, выше у пурпурной морфы, по сравнению с другими цветовыми морфами. Эти высокие концентрации пигментов могут являться фактором более высокой адаптационной способности фиолетовой морфы голотурий. В то же время более низкая концентрация пигментов у белой цветовой морфы трепанга может объяснить ее высокую чувствительность к неблагоприятным условиям окружающей среды.

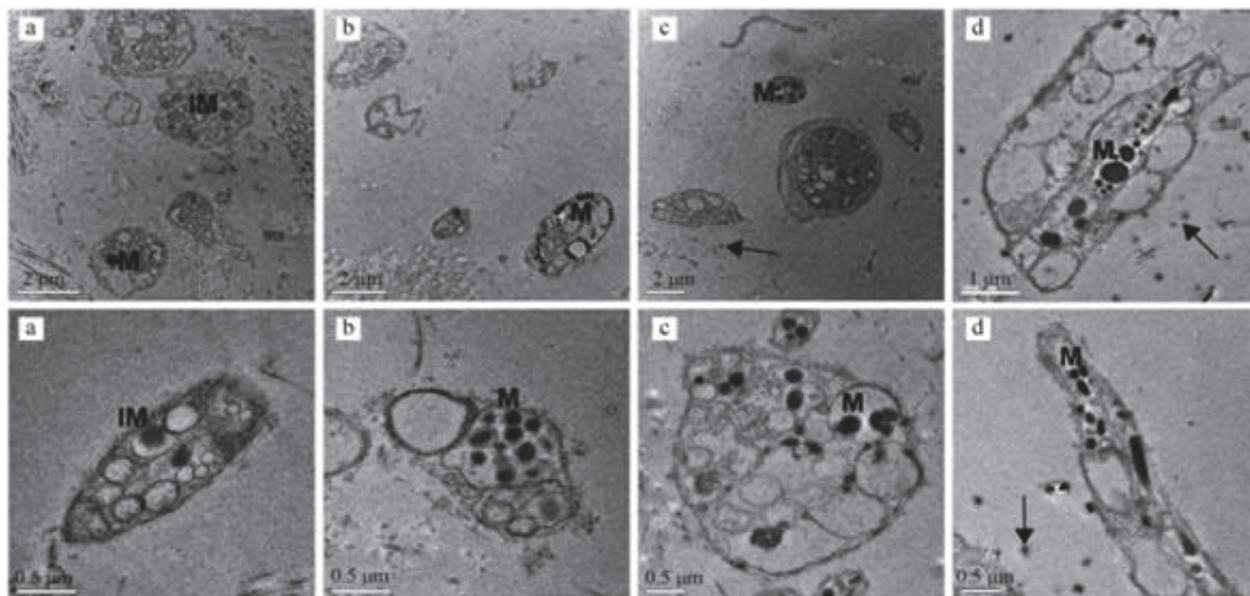


Рис. 2. Электронные микрофотографии пропуска морф трепанга: а – белых; в – светло-зеленых; с – темно-зеленых; d – фиолетовых
 Fig. 2. Electronic micrographs transmittance morph trepan: a – of white; в – light green; c – dark green; d – purple

Фиолетовый *A. japonicas* может являться подходящим типом для аквакультуры в условиях высокой солености, тогда как белый морфотип требует более стабильной солености [23]. Более того, анализ роста и состава показал, что средние значения массы и содержание золы в стенке тела более высоки у красной цветовой морфы трепанга, чем у зеленой. При этом содержание сырого протеина, жира и углеводов не различается у красной и зеленой морф [24].

В процессе развития молоди трепанга есть три стадии пигментации [22]. Тем не менее существует мало опубликованных исследований по стадиям пигментации молоди трепанга. Исследование различий в экспрессии генов альбиносов трепанга на разных стадиях пигментации является важным требованием для понимания альбинизма и процесса пигментации.

В исследовании по секвенированию ДНК на трех стадиях пигментации трепанга-альбиноса (ранний, средний и поздний этапы) было выявлено 120 генов длиной 3360 bp и 60 генов было аннотировано в семи функциональных базах данных (NR, NT, GO, COG, KEGG, Swissprot, Interpro).

По сравнению с трепангом на ранней стадии пигментации, 842 гена были идентифицированы в мускульном мешке трепанга на средней стадии пигментации как дифференцированно экспрессируемые, в том числе 331 ген активируется, а 511 генов приводит к негативной регуляции.

Дополнительно, в сравнении с трепангом средней стадии пигментации, 247 генов были идентифицированы как дифференциально экспрессируемые в стенке тела альбиносов на стадии поздней пигментации, в том числе 67 регулируемых и 180 нерегулируемых генов. Анализ баз данных позволил выявить возможные дифференциально экспрессируемые гены, в том числе «меланогенез», «Ras-сигнальный путь», «цАМФ-сигнальный путь» и ген «развития эпителия», участвующие в формировании альбинизма белых морф трепанга [25, 26].

Wang с соавторами [27] проведена оценка роста, усвоения белка и энергетических затрат зеленой и белой морф *Apostichopus japonicus*. В ходе эксперимента трепангу скармливали натуральный корм из свежего саргассума и готовые искусственные корма. В результате было выявлено влияние рациона, типа корма и продолжительности эксперимента на ростовые показатели трепанга. Удельная скорость роста (SGR) зеленой морфы была значительно выше, чем у белой морфы. Зеленый трепанг, выращенный на *S. thunbergii*, показал гораздо более высокий коэффициент пищевой конверсии корма и коэффициент эффективности протеина в сравнении с трепангом, выращенном на искусственном корме, что указывает на преимущественное поглощение *S. thunbergii*. Также были выявлены существенные различия в массе стенки тела (BWPR), сыром протеине и содержании золы у зеленой и белой морф трепанга [28].

Сравнение несоответствия роста, конверсии белка и энергетических затрат белой и зеленой морф трепанга при разных диетических режимах позволят установить научную основу для дальнейшего изучения физиологической экологии и нутрициологии морского трепанга.

Как типичный депозитно-кормовой вид трепанг в основном потребляет в качестве пищи детрит морской травы и водорослей, бентосные микроводоросли, простейших и бактерии из донного ила [29]. В практике аквакультуры для кормления трепанга используют порошок водорослей, состоящий из *Sargassum thunbergii*, *Gracilaria lemaneiformis* или *Laminaria japonica* [30].

В последнее время были проведены ряд физико-химических и биологических испытаний для оценки пригодности наземных источников растительного белка, например, из соевого шрота [31, 32] и листьев кукурузы [33], в качестве замены морских водорослей. Известно, что трепангу требуется незначительное количество кормовых затрат на начальных этапах постличиночного развития. Однако единого научно обоснованного мнения о составе рецептуры стартового корма для трепанга к настоящему времени не выработано.

Белок является необходимым питательным веществом для *Apostichopus japonicus*. В исследовании Bai с соавторами [34] были определены диетические требования к белку двух цветовых морф трепанга – белой и фиолетовой – в сравнении с обычной зеленой морфой. Зеленые, белые и фиолетовые морфы получали рацион с пятью различными уровнями белка (1, 6, 11, 16 и 21 %) в течение 60 дней со смесью соевого шрота и рыбной муки (1 : 1) в качестве источника белка. Результаты показали, что содержание белка в корме оказывало значительное влияние на ростовые показатели *A. japonicus*. Максимальная удельная скорость роста (SGR) приходилась на уровни белка 6 и 11 %, а эффективность конверсии пищи была самой высокой при концентрации белка 11 %, что указывает на то, что оптимальный уровень диетического белка для этих цветовых морф составляет около 11 %. Авторами отмечено, что коэффициенты переваримости сухого вещества и сырого

протеина увеличились с увеличением уровня белка в корме, но при этом снизилась скорость его поглощения. В этот же период содержание свободного аммиака и малонового альдегида в целомической жидкости увеличилось, что можно объяснить усилением белкового обмена. Активность трипсина значительно снижалась, когда концентрация белка составляла 16 %, что указывает на то, что содержание белка было выше пищеварительной способности трепанга и что избыток белка в рационе подавляет его переваривание. На уровне диетического белка 1 % пурпурный морфотип имел значительно более высокую удельную скорость роста и поглощения корма, чем зеленая морфа, что, по-видимому, свидетельствует о лучшей адаптированности фиолетовой морфы к кормам с низким содержанием белка. Белые морфы в течение всего эксперимента имели более низкие темпы роста, активности пищеварительных ферментов и ферментов антиоксидантной защиты. Для белой морфы выявлено более высокое содержание свободного аммиака в целомической жидкости, чем у зеленой и фиолетовой морф, что указывает на разницу или физиологический дефект в метаболизме белка у данной морфы трепанга.

В работе Xia с соавторами [35] проведено исследование по определению влияния различных кормов на рост и конверсию белка у двух цветовых форм трепанга. Трепанга кормили натуральным кормом (80 % водоросли и 20 % морской ил) и смешанным искусственным кормом соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Рецептуры натуральных и искусственных кормов для молоди трепанга

Table 3

Recipes of natural and artificial feeds for trepang juveniles

Ингредиент	Натуральный корм	Искусственный корм
<i>Sargassum thunbergii</i>	80	–
Рыбная мука	–	6,0
Соевая мука	–	22,0
Крахмал (кукурузный, пшеничный)	–	26,0
Ламинария порошок	–	8,0
Липиды	–	1,0
Минерально-витаминный премикс	–	2,0
Морской ил	20	35
Сырой протеин	15,7	16,0
Калорийность, кДжг ⁻¹	11,58	11,76

В проведенном исследовании на зеленой и белой морфах трепанга показана пригодность различных источников белка, оказавших положительное влияние на рост трепанга. Относительно более низкие показатели роста и конверсии корма выявлены у белой морфы трепанга, вероятно, из-за более низкой активности ферментов пищеварительного тракта [36].

Результаты исследования показали, что потребление корма для роста белым трепангом было значительно ниже, чем зеленым. Показатели SGR (specific growth rates), FCE (food conversion efficiency) и PER (protein efficiency ratio) у зеленого трепанга больше при ис-

пользовании корма на основе *Sargassum thunbergii*. В то время как белый трепанг, которого также кормили двумя экспериментальными кормами, не показал никаких предпочтений.

Показано, что время эксперимента также оказывает значительное влияние на BWPR (body wall production rate) и на содержание белка [37].

Влияние температуры на три цветовые морфы (белая, зеленая и фиолетовая) *Apostichopus japonicus* (Selenka) показано при культивировании в искусственной морской воде в течение 90 дней в трех диапазонах: 27–22 °С (высокий), 22–17 °С (средний) и 17–12 °С (низкий). Все морфы росли во всех температурных диапазонах. Температура значительно влияет на скорость роста, перевариваемость и активность пищеварительных ферментов. Наиболее высокие удельные темпы роста были отмечены у 4-месячных трепангов при средних и высоких температурах и у 16-месячных трепангов – при средних и низких температурах. Удельные темпы роста зеленой и фиолетовой морф трепанга существенно не различались, но были значительно выше, чем у белой морфы при средних температурах. Коэффициент переваримости у каждой морфы был значительно выше при 27, 22 и 17 °С, чем при 12 °С. Коэффициент переваримости у зеленой морфы был выше, чем у фиолетовой и белой при определенных температурах. Протеазная и амилазная активность всех морф имела колоколообразную температурную кривую с максимальной активностью при 17 °С. Активность щелочных и кислых фосфатаз в кишечнике зеленой морфы была выше, чем в кишечнике белой или фиолетовой морфы при той же температуре. Активность супероксиддисмутазы была выше у фиолетовой морфы, чем у белой и зеленой [38].

Как бентосный вид *Apostichopus japonicus* подвержен сезонным колебаниям температуры. Было проведено сравнительное исследование культивирования зеленых, белых и фиолетовых цветовых морф *A. japonicus* при различных температурах воды для улучшения технологии и управления аквакультурой трепанга. В данном исследовании зеленые, белые и пурпурные морфы ювенильных *A. japonicus* (1,5 ± 0,1 г) культивировали при 10, 14, 18, 22 и 26 °С в течение 60 дней в соответствии с подходящим температурным диапазоном для роста морского огурца. Показано, что температура оказывает существенное влияние на рост, энергетический баланс и физиологию морских огурцов. Удельные темпы роста, эффективность конверсии корма и доля энергии, выделяемой на рост всех трех цветовых морф, были оптимальными при 18 °С. Определение активности ферментов, связанных с окислительным стрессом, иммунным ответом и пищеварением показало, что активность супероксиддисмутазы (СОД) и трипсина обычно достигала максимума во всех трех цветовых морфах при 18 °С. Пурпурная цветовая морфа *A. japonicus* была выше по скорости роста, эффективности конверсии корма и доле энергии, выделяемой на рост, чем зеленая и белая цветовые морфы при 18 и 22 °С, что согласуется с более высокой активностью трипсина и СОД, что указывает на взаимное влияние роста и физиологии. При 18, 22 и 26 °С наибольший уровень лизоцимной активности отмечался у зеленой морфы, а наименьший – у пурпурной, что свидетельствует о возможном заражении внешними возбудителями зеленой окраски, которое может быть вызвано высокой температурой. Эти результаты показали, что оптимальная температура для культивирования трех цветовых морф составляла приблизительно 18 °С, фиолетовая морфа трепанга лучше адаптируется к высокой температуре, а зеленая и белая цветовые морфы могут быть более восприимчивы к тепловому стрессу, чем фиолетовая.

На сегодняшний день существует мало исследований, посвященных цветовым различиям иглокожих, особенно их происхождению, дифференцировке пигментных клеток и составу пигментов.

Белый трепанг, генетический вариант альбиноса, редко встречается в природе и имеет высокую рыночную стоимость. Поэтому понятен интерес к этому коммерческому виду как потенциальному объекту аквакультуры. Так, в Китае интенсивные и полунинтенсивные методы культивирования белого трепанга растут год от года.

Трепанг вообще требует относительно небольших кормовых затрат для оптимального роста. Однако, как показано выше, существуют значительные различия в составе и количестве корма для различных цветовых морф молодки трепанга.

Расхождения темпов роста, оборота протеина, скорости и конверсии корма зелеными и белыми морфами трепанга при различных режимах кормления и содержания требуют научного обоснования по физиологической экологии и нутрициологии молодки трепанга.

Список литературы

1. Chen J. Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China // SPC Beche-de-mer Inf Bull. 2003. Vol. 18. P. 18–23.
2. Kanno M, Suyama Y, Li Qi, et al. Microsatellite analysis of Japanese sea cucumber, *Stichopus (Apostichopus) japonicus*, supports reproductive isolation in color variants // Mar. Biotechnol. 2006. Vol. 8(6). P. 672–685.
3. Choe S., Ohshima Y. On the morphological and ecological differences between two commercial forms, «Green» and «Red», of the Japanese common sea cucumber, *Stichopus japonicus* Selenka // Nipp. Suis. Gakka. 1961. Vol. 27. P. 97–105.
4. Sang C. Biology of the Japanese common sea cucumber *Stichopus japonicus* Selenka (in Japanese) [dissertation]. Pusan: Pusan National University. 1990.
5. Kanno M., Kijima A. High genetic variability of isozymes in Japanese sea cucumber *Stichopus japonicus* // Fish Genet. Breed Sci. 2002. Vol. 3. P. 7–12.
6. Kanno M., Li Qi, Kijima A. Isolation and characterization of twenty microsatellite loci in Japanese sea cucumber (*Stichopus japonicus*) // Mar. Biotechnol. 2005. Vol. 7(3). P. 179–183.
7. Kan-No M, Kijima A. Genetic differentiation among three color variants of Japanese sea cucumber *Stichopus japonicus* // Fish Sci. 2003. Vol. 69(4). P. 806–812.
8. Zhang W., Cao Zh. i, Li Y., et al. Taxonomic status of the three color variants in sea cucumber (*Apostichopus japonicus*): evidence from mitochondrial phylogenomic analyses // Mitochondrial DNA. 2015. Vol. 27(4). 2330–2333.
9. Левин В.С. Дальневосточный трепанг: биология, промысел, воспроизводство. СПб.: Голанд, 2000. 200 с.
10. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1982а. 192 с.
11. Parker A.R. 515 million years of structural colour // J. Opt. A Pure Appl. Opt. 2000. Vol. 2(6). P. 15–28.
12. Streelman J.T., Peichel C.L., Parichy D.M. Developmental genetics of adaptation in fishes: the case for novelty // Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst. 2007. Vol. 38(1). P. 655–681.
13. Liu X., Chen Z. Pigment cells and body color regulation of fish // Fish Sci Technol Inf (in Chinese). 2008. Vol. 35(1). P. 13–18.
14. Nielsen K.P., Zhao Lu, Stamnes J.J., et al. The importance of the depth distribution of melanin in skin for DNA protection and other photobiological processes // J. Photochem. Photobiol. 2006. Vol. 82(3). P. 194–198.
15. Protá G., Thomson R.H. Melanin pigmentation in mammals // Endeavour. 1976. Vol. 35(224). P. 32–38.
16. Slominski A., Tobin D. J., Shibahara S., et al. Melanin pigmentation in mammalian skin and its hormonal regulation // Physiol. Rev. 2004. Vol. 84(4). P. 1155–1228.
17. Wakamatsu K., Ito S. Advanced chemical methods in melanin determination // Pigment Cell Res. – 2002. Vol. 15. P. 174–183.

18. Raposo G., Marks M. S. Melanosomes – dark organelles enlighten endosomal membrane transport // *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2007. Vol. 8(10). P. 786–797.

19. Zhu W., Mai K.S., Zhang B.G., Wang F.Z., Xu G.Y. Study on dietary protein and lipid requirement for sea cucumber, *Stichopus japonicus* // *Mark Sci.* 2005. Vol. 29. P. 54–58 (in Chinese with English Abstract).

20. Levy-Lior A., Shimoni E., Schwartz O., et al. Guanine-based biogenic photonic-crystal arrays in fish and spiders // *Adv. Funct. Mater.* 2010. Vol. 20(2). P. 320–329.

21. Lu Y., Yao H. Advances in physiological functions of lutein and zeaxanthin // *Food Ferment Ind.* 2003. Vol. 29(2). P. 81–85.

22. Xing L., Sun L., Liu S., Li X., Miao T., Zhang L., Yang H. Comparison of pigment composition and melanin content among white, light-green, dark-green, and purple morphs of sea cucumber, *Apostichopus japonicus* // *Acta Oceanologica Sinica.* 2017. Vol. 36, Is. 12. P. 45–51.

23. Bai Y., Zhang L., Xia S., Liu S., Ru X., Xu Q., Zhang T., Yang H. Effects of dietary protein levels on the growth, energy budget, and physiological and immunological performance of green, white and purple color morphs of sea cucumber, *Apostichopus japonicus* // *Aquaculture.* 2016. Vol. 450. P. 375–382.

24. Jiang S., Dong S., Gao Q., et al. Comparative study on nutrient composition and growth of green and red sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867), under the same culture conditions // *Aquac. Res.* 2013. Vol. 44(2). P. 317–320.

25. Lili X., Lina S., Shilin L., Xiaoni L., Libin Z., Hongsheng Y. De Novo assembly and comparative transcriptome analyses of purple and green morphs of *Apostichopus japonicus* during body wall pigmentation process // *Comparative Biochemistry and Physiology.* 2018. Part D. P. 151–161.

26. Lili X., Lina S., Shilin L., Xiaoni L., Libin Z., Hongsheng Y. Transcriptome analysis provides insights into the mechanism of albinism during different pigmentation stages of the albino sea cucumber *Apostichopus japonicus* // *Aquaculture.* 2018. Vol. 486. P. 148–160.

27. Wang X., Wang L., Che J., Li Z., Zhang J., Li X., Hu W., Xu Y. Improving the quality of *Laminaria japonica*-based diet for *Apostichopus japonicus* through degradation of its algin content with *Bacillus amyloliquefaciens* WB1 // *Applied Microbiology and Biotechnology* July 2015. Vol. 99, Issue 14. P. 5843–5853.

28. Bin X., Yichao R., Fei W., Dan Y., Guoping C., Chen J. A comparative study on growth, protein turnover and energy budget of green and white color morphs of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) // *Aquaculture environment interactions.* 2017. Vol. 9. P. 405–414.

29. Xia B., Gao Q.F., Wang J.Y., Li P.Y., Zhang L.M., Zhang Z.D. Effects of dietary carbohydrate level on growth, biochemical composition and glucose metabolism of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) // *Aquaculture.* 2015. Vol. 448. P. 63–70.

30. Gao Q.F., Wang Y.S., Dong S.L., Sun Z.L., Wang F. Absorption of different food sources by sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) (Echinodermata: Holothuroida): evidence from carbon stable isotope // *Aquaculture.* 2011. Vol. 319. P. 272–276.

31. Seo J.Y., Lee S.M. Optimum dietary protein and lipid levels for growth of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* // *Aquacult. Nutr.* 2011. Vol. 17. P. 56–61.

32. Seo J.Y., Shin I.S., Lee S.M. Effect of dietary inclusion of various plant ingredients as an alternative for *Sargassum thunbergii* on growth and body composition of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* // *Aquacult. Nutr.* 2011. Vol. 17. P. 549–556.

33. Wu B., Xia S., Rahman M.M., Rajkumar M., Fu Z., Tan J., Yang A. Substituting seaweed with corn leaf in diet of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*): effects on growth, feed conversion ratio and feed digestibility // *Aquaculture.* 2015. Vol. 44. P. 88–92.

34. Bai Y.C., Zhang L.B., Liu S.L., Ru X.S., and all. The effect of salinity on the growth, energy budget and physiological performance of green, white and purple color morphs of sea cucumber, *Apostichopus japonicus* // *Aquaculture*. 2015. Vol. 437. P. 297–303.

35. Xia B., Ren Y.C., Wang J.Y., Sun Y.Z., Zhang Z.D. Effects of feeding frequency and density on growth, energy budget and physiological performance of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) // *Aquaculture*. 2017. Vol. 466. P. 26–32.

36. Xia S.D. Researches on feeding behavior and dietary protein requirement of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) // PhD thesis. 2012. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao.

37. Song Z.D., Wang J.Y., Wang S.X., Huang B.S., Li P.Y., Zhang L.M. Comparative analyses of nutrient contents and composition of amino acid in body wall of *Apostichopus japonicus* in different developmental stages // *Fish. Sci. Tech*. 2009. Vol. 36. P. 11–13.

38. Liu J., Li J., Cao X. Effect of temperature on growth, digestion and immunity of green, white and purple sea cucumbers, *Apostichopus japonicus* (Selenka) // *Aquaculture Research*. 2018. Vol. 50. P. 219–225.

Сведения об авторах: Ковалев Николай Николаевич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru;

Лескова Светлана Евгеньевна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: svetaleskova@mail.ru.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

УДК 621.431.74.016

Б.И. Руднев, О.В. Повалихина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СКОРОСТИ РАБОЧЕГО ТЕЛА В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Показано, что локальная скорость рабочего тела (газа) в камере сгорания дизельного двигателя может быть определена с использованием методики, основанной на привлечении экспериментальных данных по колебаниям температуры тепловоспринимающей поверхности. Сходимость полученных результатов по локальной скорости рабочего тела с известными экспериментальными данными составила 15–18.

Ключевые слова: дизельный двигатель, локальная скорость газа, колебание температуры.

B.I. Rudnev, O.V. Povalikhina

ESTIMATION LOCAL VELOCITY OF GAS IN DIESEL ENGINE COMBUSTION CHAMBER

The local velocity of gas in diesel engine combustions chamber maybe determine with using of method bank on invitation experimental data about fluctuations of temperature of heat perceptive surface is showing. The affinity received of results about local velocity of gas with known experimental data composed 15 – 18 percentages.

Key words: diesel engine, local velocity of gas, fluctuation of temperature.

Введение

При создании математических моделей конвективного теплообмена в камере сгорания (КС) дизельных двигателей достоверная оценка скорости рабочего тела имеет первостепенное значение. В работе [1] предложена расчетная зависимость для определения локальной плотности конвективного теплового потока в камере сгорания (КС) высокооборотного дизельного двигателя. В указанную зависимость входит скорость внешнего (потенциального) потока рабочего тела W_∞ или скорость на внешней границе пограничного слоя. Величина этой скорости оказывает на локальную плотность конвективного теплового потока решающее значение. Представленное в [1] решение внешней гидродинамической задачи в КС в двухмерной осесимметричной постановке позволило получить соответствующие поля температур, давлений, скорости и плотности рабочего тела в функции угла поворота коленчатого вала. Эти поля составляют основу для расчетного определения локальной плотности конвективного теплового потока от рабочего тела к стенкам КС. Вместе с тем в [2] отмечается, что несмотря на тщательный подбор соответствующих начальных и граничных условий при решении внешней гидродинамической задачи, полученные расчетные значения скоростей рабочего тела требуют определенной проверки и сравнения их с экспериментальными данными. Естественно, что для сравнения должны привлекаться экспе-

риментальные значения скорости рабочего тела, полученные на двигателях, близких по своим параметрам, режимам работы и геометрии КС к исследованному. Причем для сопоставления скоростей рабочего тела в КС должны быть взяты их значения, полученные при испытании двигателей на топливе и с применением современных экспериментальных методик, например, с помощью лазерно-доплеровской анемометрии.

Основные положения расчетно-экспериментального метода определения локальной скорости рабочего тела в КС дизельного двигателя

Учитывая отмеченные во введении положения, авторами настоящей статьи на основе экспериментальных данных, полученных в [1, 2], была проведена оценка скорости рабочего тела в КС дизельного двигателя 8ЧН 13/14 относительно огневой поверхности крышки цилиндра с использованием метода, предложенного фирмой «Даймлер-Бенц» [3]. Следуя работе [3], приведем основные его положения. Метод основан на известной физической взаимосвязи колебаний температуры поверхности стенок КС и теплоотдачи, которая зависит от скорости движения рабочего тела относительно стенок. Принципиальная схема связи локальной скорости рабочего тела и колебаний температуры поверхности КС показана на рис. 1.

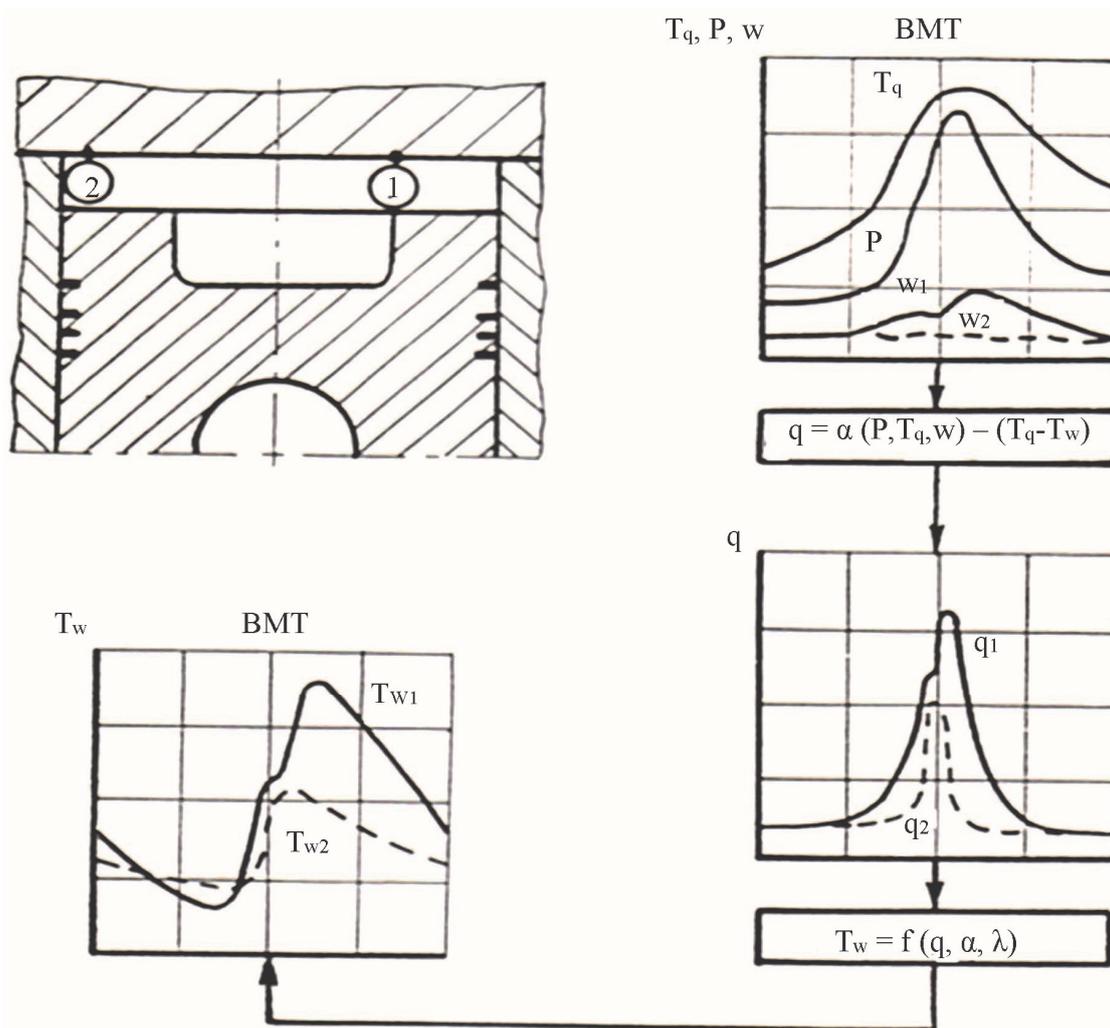


Рис. 1. Связь локальной скорости газа и колебаний температуры поверхности КС
Fig. 1. The relation local velocity of gas and fluctuation of surface temperature combustion chamber

Аналитическая сторона этого метода сводится к следующему. Как показано различными исследователями [4–6], в том числе и одним из авторов настоящей статьи [7, 8], для тонкого слоя стенки КС с достаточной степенью точности можно считать тепловой поток однородным. В этом случае дифференциальное уравнение теплопроводности для твердого тела без внутренних источников теплоты можно записать в виде

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где T – температура; t – время; a – коэффициент температуропроводности; x – толщина слоя стенки КС.

Полагая в (1) $a = \text{const}$, можно получить его решение. Наиболее просто интегрирование уравнения (1) осуществляется при граничных условиях первого рода $T=T(x,t)$. Решение при указанных граничных условиях известно [9] и выглядит следующим образом:

$$T = T_w - \frac{q_w}{\lambda} x + \sum_{k=1}^{\infty} e^{-x \sqrt{\frac{k\omega}{2a}}} \times \left[A_k \cos \left(k\omega t - x \cdot \sqrt{\frac{k\omega}{2a}} \right) + B_k \sin \left(k\omega t - x \cdot \sqrt{\frac{k\omega}{2a}} \right) \right], \quad (2)$$

где T_w – средняя за рабочий цикл температура стенки КС; q_w – средняя плотность теплового потока в стенке; λ – коэффициент теплопроводности материала стенки КС; ω – циклическая частота колебаний; k – порядок гармоники; A_k , B_k – гармонические коэффициенты Фурье для функции $T=T(x,t)$.

Продифференцировав (2) по x и умножив на $-\lambda$ и принимая $x=0$ (условие для поверхности стенки), получим уравнение, характеризующее теплообмен между рабочим телом и стенками КС дизельного двигателя:

$$q = q_w + \lambda \sum_{k=1}^{\infty} \sqrt{\frac{k\omega}{2a}} [(A_k + B_k) \cos(k\omega t) + (B_k - A_k) \sin(k\omega t)]. \quad (3)$$

В соответствии с законом Ньютона–Рихмана плотность теплового потока определяется по зависимости

$$q = \alpha(T_q - T_w), \quad (4)$$

где α – коэффициент теплоотдачи; T_q – температура рабочего тела в КС.

В то же время процесс теплообмена между рабочим телом и стенками КС можно описать критериальным уравнением вида

$$Nu = C Re^m Pr^n, \quad (5)$$

где Nu , Re , Pr – критерии Нуссельта, Рейнольдса и Прандтля; C – постоянная; m , n – показатели степени.

Выполнив в (5) простые преобразования и раскрыв содержание критериев подобия, для коэффициента теплоотдачи получим следующую зависимость (движение рабочего тела в КС считаем турбулентным)

$$\alpha = C d^{-0.2} T_q^{-0.515} (wP)^{0.8}, \quad (6)$$

где w , P – скорость и давление рабочего тела в КС; d – диаметр цилиндра.

Для поверхностной плотности теплового потока ($x=0$) и начального момента времени t_0 имеем [3]

$$q_w = - \sum_{k=1}^{\infty} \sqrt{\frac{k\omega}{2a}} \cdot \lambda [(A_k + B_k) \cos(k\omega t_0) + (B_k - A_k) \sin(k\omega t_0)]. \quad (7)$$

Из (4) следует, что

$$\alpha = q / (T_q - T_w). \quad (8)$$

Очевидно, что для условий поверхности стенки ($x=0$) можно написать

$$Cd^{-0.2} T_q^{-0.515} (wP)^{0.8} = q / (T_q - T_w). \quad (9)$$

Подставляя в (9) выражение для плотности теплового потока (7), получим уравнение для скорости рабочего тела в КС двигателя в виде [3]

$$w = \frac{K}{P} \left[\frac{d^{0.2} T_q^{0.515}}{(T_q - T_w)} \sum_{k=1}^{\infty} \left(\sqrt{k} \sin \left(k\omega \frac{t - t_0}{2} \right) \times \delta_k \right) \right]^{1.25}, \quad (10)$$

где

$$\delta_k = (B_k - A_k) \cos \left(k\omega \frac{t + t_0}{2} \right) - (A_k + B_k) \sin \left(k\omega \frac{t + t_0}{2} \right);$$

$$K = \left[\frac{\sqrt{\lambda C_p \rho} 2\omega}{C} \right]^{1.25}.$$

Результаты и их обсуждение

При практической реализации уравнения (10) число членов ряда k изменяется не от $k=1$ до $k=\infty$, а от $k=1$ до $k=m$, в свою очередь $m=36$. Это позволяет использовать для определения коэффициентов Фурье A_k и B_k , входящих в (10), программу для ЭВМ, разработанную в [2] для расчета плотности теплового потока по измеренным колебаниям поверхности КС. Следует также отметить, что уравнением типа (5) описывается процесс конвективного теплообмена, а по уравнению (7) определяется плотность суммарного (сложного) теплового потока. Поэтому, чтобы избежать методической ошибки при определении локальной скорости рабочего тела в КС, в уравнение (9) необходимо подставить значение локальной плотности конвективного теплового потока. Последний может быть получен с учетом экспериментальных и расчетных данных по характеристикам процесса локального радиационного теплообмена в КС дизельных двигателей, приведенных в работах [10, 11].

Типичная графическая зависимость, показывающая диапазон изменения локальных скоростей рабочего тела в КС опытного дизеля [3], представлена на рис. 2.

Здесь необходимо отметить опытный факт, полученный одним из авторов настоящей статьи [1, 2] и другими исследователями [5, 12, 13], свидетельствующий о заметной неустойчивости от цикла к циклу колебаний температуры поверхности КС при работе двигателя на топливе. В связи с этим и амплитуда скорости рабочего тела, определенная с помощью экспериментальных кривых колебаний температуры, будет иметь определенную неустойчивость. Причем эта неустойчивость (или иначе изменение от цикла к циклу), естественно, зависит и от формы КС.

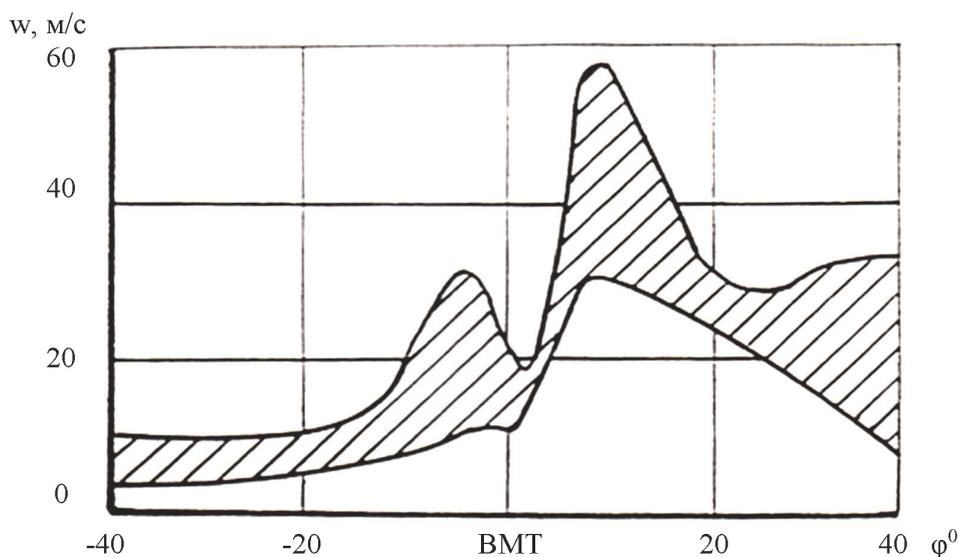


Рис. 2. Изменение скорости газа на кромке цилиндрической камеры в днище поршня при работе дизеля с $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$

Fig. 2. The variation velocity of gas on list cylindrical of chamber in bottom of piston for regime of diesel with $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$

Для сравнения и подтверждения возможности использования рассмотренной методики определения скорости рабочего тела в КС дизельного двигателя по измеренным значениям колебаний температуры поверхности на рис. 3 приведены результаты исследований, полученных в [14] с помощью лазерно-доплеровской анемометрии.

Анализ представленных на рис. 3 экспериментальных данных по скоростям рабочего тела в КС свидетельствует о хорошем качественном и количественном (естественно, в пределах сравнимости опытных двигателей, их форм КС и режимов работы) их соответствии, полученном с помощью лазерно-доплеровской анемометрии и рассмотренной выше методики (см. рис. 2).

Экспериментальные значения колебаний температуры в четырех точках огневой поверхности крышки цилиндров дизельного двигателя 8 ЧН 13/14, полученные одним из авторов статьи [1, 2], были использованы для определения локальных скоростей рабочего тела с применением методики, рассмотренной в настоящей статье. Полученные локальные скорости рабочего тела служили для проверки их расчетных значений, которые были найдены при решении на ЭВМ внешней гидродинамической задачи.

Результаты определения скорости рабочего тела в КС дизельного двигателя 8 ЧН 13/14 на основе экспериментальных данных по колебаниям температуры представлены на рис. 4 и 5.

Анализ рис. 4 и 5 позволяет отметить следующее. Форма кривых, показывающих изменение скорости рабочего тела в течение части цикла, на котором интенсивность теплообмена в КС наибольшая, напоминает форму кривых колебаний температуры. Это положение соответствует экспериментальным данным, полученным на двигателях с аналогичными КС, и с применением других методов, в частности, лазерно-доплеровской анемометрии [14, 15]. В количественном отношении максимальная скорость рабочего тела зафиксирована в окрестности точки 1 (относительный радиус $\rho = 0,462$) $\approx 14 \text{ м/с}$, для точки 2 ($\rho = 0,723$) она составляет $\approx 11 \text{ м/с}$. В районе периферийных точек поверхности крышки цилиндров (точка 3 с $\rho = 0,815$ и точка 4 с $\rho = 0,862$) наблюдаются меньшие скорости рабочего тела по сравнению с центральной ее частью. Для точки 3 максимальная величина скорости составляет $\approx 8,6 \text{ м/с}$, а для точки 4 — $\approx 7 \text{ м/с}$.

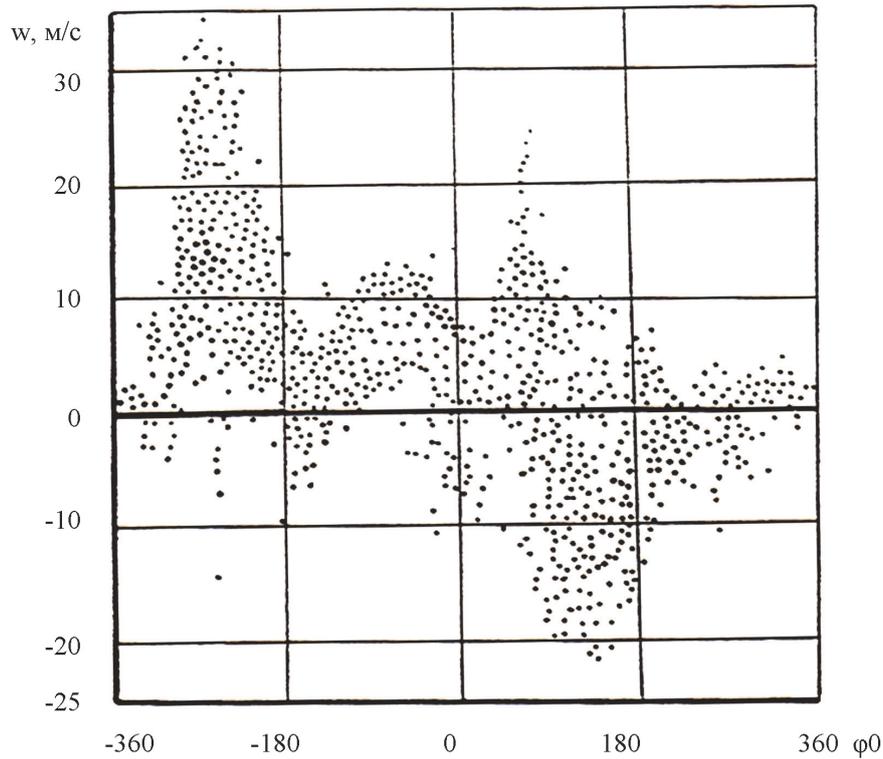


Рис. 3. Экспериментальное значение скорости рабочего тела в КС дизеля, измеренное в 50 мкм от стенки, $n = 750 \text{ мин}^{-1}$ при большой закрутке воздушного заряда
Fig. 3. Experimental value velocity of gas in diesel engine combustion chamber measure in 50 μm from wall for big vortex of air, $n = 750 \text{ мин}^{-1}$

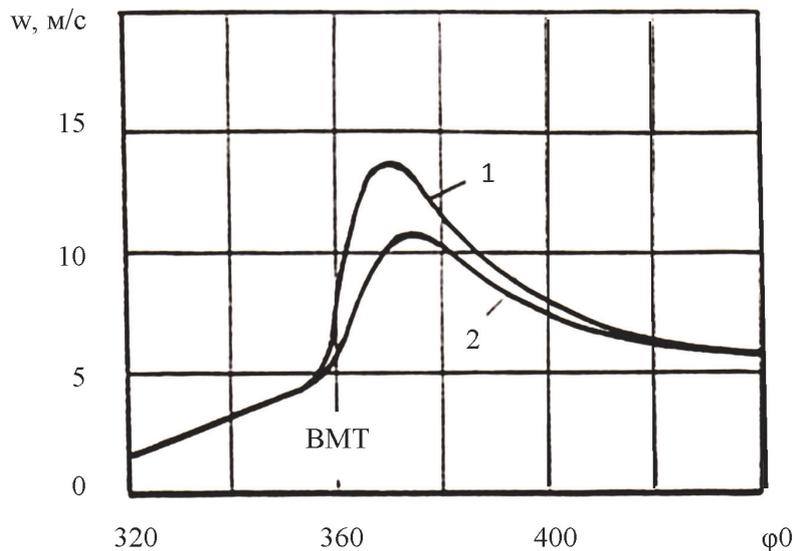


Рис. 4. Изменение скорости газа вблизи огневой поверхности крышки цилиндров дизеля 8 ЧН 13/14: 1 – в окрестности точки с $\rho = 0,462$; 2 – $\rho = 0,723$, $P_{\text{max}} = 0,61 \text{ МПа}$, $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$
Fig. 4. The variation velocity of gas around surface fiery of cylinder cover diesel engine 8 ChN 13/14: 1 – about of point with relative of radius $\rho = 0,462$; 2 – $\rho = 0,723$, $P_{\text{max}} = 0,61 \text{ МПа}$, $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$

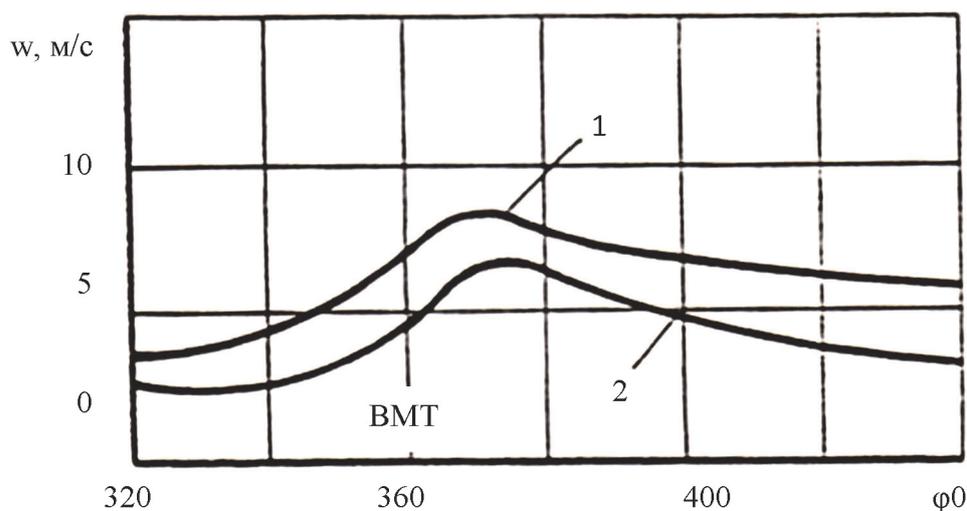


Рис. 5. Изменение скорости газа вблизи огневой поверхности крышки цилиндров дизеля

8 ЧН 13/14: 1 – в окрестности точки с $\rho = 0,815$; 2 – $\rho = 0,862$,

$P_{\max} = 0,61 \text{ МПа}$, $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$

Fig. 5. The variation velocity of gas around surface fiery of cylinder cover diesel engine 8 ChN 13/14:

1 – about of point with relative of radius $\rho = 0,815$; 2 – $\rho = 0,862$,

$P_{\max} = 0,61 \text{ МПа}$, $n = 1700 \text{ min}^{-1}$

Заклучение

Полученные на основании обработки осциллограмм колебаний температуры поверхности крышки цилиндров дизельного двигателя 8 ЧН 13/14 [1, 2] и представленные в настоящей статье скорости рабочего тела являются локальными. Они могут служить экспериментальной базой для проверки скорости рабочего тела, определенных в результате численного решения уравнений основных законов сохранения и при разработке новых и модификации уже существующих математических моделей конвективного теплообмена в КС дизельных двигателей.

Список литературы

1. Руднев Б.И. Процессы локального теплообмена в камере сгорания дизелей. Владивосток: Дальнаука, 2000. 221 с.
2. Руднев Б.И. Процессы локального радиационно-конвективного теплообмена в камерах сгорания судовых дизелей: дис. ... доктора техн. наук: 05.08.05, 05.04.02. Владивосток, 1998. 439 с.
3. Bargende, M. Ermittlung der Ladungsbewegung in motorischen Brennraumen durch Messung instationarer Oberflaechen-temperatururver-lante / M. Bargende, R.G. Putter // MTZ. 1986. Nr. 12. S. 533– 538.
4. Овсянников М.К., Волочков В.А., Соколов П.В. Количественные характеристики теплообмена в цилиндре четырехтактного дизеля // Энергомашиностроение. 1973. № 4. С. 38–39.
5. Розенблинт Г.Б. Теплопередача в дизелях. М.: Машиностроение, 1977. 216 с.
6. Чайнов Н.Д., Заренбин В.Г., Иващенко Н.А. Тепломеханическая напряженность деталей двигателей. М.: Машиностроение, 1977. 152 с.
7. Костин А.К., Михайлов Л.И., Руднев Б.И. Исследование нестационарного теплообмена в камере сгорания дизеля // Рабочие процессы компрессоров и двигателей внутреннего сгорания: тр. ЛПИ. Л.: ЛПИ, 1980. № 370. С. 73– 79.

8. Руднев Б.И. Математическое моделирование и экспериментальное исследование радиационно-конвективного теплообмена в камере сгорания дизелей. Владивосток: ДВГУ, 1995. 120 с.
9. Бузник В.М. Теплопередача в судовых энергетических установках. Л.: Судостроение, 1967. 376 с.
10. Израильский Ю.Г., Повалихина О.В., Руднев Б.И. Математическая модель локального радиационного теплообмена в камере сгорания судового дизеля // Морские интеллектуальные технологии. 2016. Т. 1, № 3(33). С. 146–151.
11. Rudnev B.I., Povalikhina O.V. Spectral characteristics of flame in the combustion chamber of the diesel engine // International Conference Scientific research of the SOC countries: synergy and integration.. Beijing, China, 2019. P. 160–167.
12. Dent J.C., Silnaman S.I. Convective and radiative heat transfer in a high swirl direct injection Diesel engine // SAE Preprints. 1977. № 770407. 26 p.
13. Oguri T., Inaba S. Radiant heat transfer in Diesel engines // SAE Preprints. 1972. № 720023. 19 p.
14. Ball W.F., Pettifev H.F., Waterhouse C.N.F. Laser Doppler velocimeter measurements of turbulence in a direct-injection diesel combustion chamber // Proc. Int. Conf. Combust. Eng. Oxford, London. 1983. Vol. 1. P. 163–174.
15. Davis G.C., Borguakke C. The effect of in-cylinder flow processes (swirl, squish and turbulence intensity) on engine efficiency, model predictions // SAE Techn. Pap. Ser. 1982. № 820045.18 p.

Сведения об авторах: Руднев Борис Иванович, доктор технических наук, профессор; Повалихина Ольга Владимировна, доцент, e-mail: povalichina@mail.ru.

УДК 621.165

Р.Р. Симашов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ТРЕНИЯ ДИСКА И БАНДАЖА ПАРЦИАЛЬНЫХ МАЛОРАСХОДНЫХ ТУРБИН ПРИ РАСЧЕТЕ ПЕРЕМЕННЫХ РЕЖИМОВ

Выполнено обобщение экспериментальных данных различных авторов по потерям кинетической энергии от трения диска и бандажа. Представлены полуэмпирические формулы и даны рекомендации по применению их для расчета мощности трения диска и бандажа рабочего колеса с учетом протечки массы рабочего тела поверх бандажа через активную дугу. Показано слабое влияние относительного зазора между стенкой камеры и диском в малорасходных турбинах. Формулы предназначены для использования при расчетах переменных режимов и многорежимной оптимизации малорасходных турбин.

Ключевые слова: малорасходные турбины, переменные режимы, мощность трения диска и бандажа, коэффициент трения, малоразмерные турбины.

R.R. Simashov

DETERMINATION OF DISK AND SHROUD FRICTION POWER IN PARTIAL LOW-CONSUMPTION TURBINES AT CALCULATION OF VARIABLE MODES

A generalization of the experimental data of various authors on the loss of kinetic energy from disk and shroud friction is made. Semi-empirical formulas are presented and recommendations are given for using them to calculate the friction power of the disk and the rotary shroud, taking into account the leakage of the mass of the working substance over the shroud through the active arc. The weak influence of the relative gap between the chamber wall and the disk in low-consumption turbines is shown. The formulas are intended for use in the calculation of variable modes and multi-mode optimization of low-consumption turbines.

Key words: low-consumption turbines, variable modes, disk and shroud friction power, friction ratio, small-sized turbines.

Введение

Оптимизация конструкции турбин уже на стадии проектирования требует надежных данных по различным составляющим потерь кинетической энергии в проточной части, в том числе и по потерям трения диска и бандажа. Более точное определение этих потерь в малорасходных и малоразмерных турбинах при моделировании переменных режимов и многорежимной оптимизации является актуальной задачей по следующим причинам. Применение рабочего тела высоких параметров в установках закрытого цикла значительно увеличивает относительную величину потерь на трение и вентиляцию, особенно на частичных нагрузках. Малоразмерные турбины малой мощности характеризуются повышенным отношением площади диска рабочего колеса к эффективной мощности турбины, а следовательно, и большой относительной мощностью трения диска о рабочее тело, по данным работы [3], она может достигать 20–25 %. На практике получило распространение большое число эмпирических формул по определению мощности трения диска и бандажа [1–7, 10, 11]. Однако существенные расхождения результатов расчета и опыта диктуют

необходимость обобщения и анализа имеющегося экспериментального материала с целью подбора эмпирических зависимостей, дающих достоверные данные для малорасходных и малоразмерных турбин при моделировании переменных режимов и многорежимной оптимизации.

Обобщение экспериментальных данных по мощности трения диска рабочего колеса

Мощность, затрачиваемая на трение боковых поверхностей диска при вращении его в закрытой камере, представляется выражением [4, 6], Вт:

$$N_{тр}^{\delta} = C_{тр}^{\delta} u_{\kappa}^3 D_{\kappa}^2 \rho_2, \quad (1)$$

где $C_{тр}^{\delta}$ – эмпирический коэффициент трения.

В литературе имеется много материалов посвященных теоретическим и экспериментальным исследованиям потерь трения вращающегося диска [1, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 10]. При получении расчетной зависимости для $N_{тр}^{\delta}$ все авторы исходят из одних теоретических предпосылок, различия наблюдаются только в функциональной зависимости эмпирического коэффициента $C_{тр}^{\delta}$. Анализ указанных работ показал, что коэффициент $C_{тр}^{\delta}$ зависит в основном от числа $Re = u_{\kappa} D_{\kappa} / \nu$, режима течения на стенке диска и корпуса и относительного зазора δ / D_{κ} между стенкой камеры и диском. Однако при числах Re и величинах δ / D_{κ} , встречающихся в МРТ, может идти речь только о турбулентном режиме течения [3, 4, 7, 10]. Причем, как показали опыты Дикмана [10] и Дейли [4], при турбулентном режиме течения с отрывом пограничного слоя коэффициент $C_{тр}^{\delta}$ зависит только от числа Re . Действительное течение в парциальных МРТ, когда имеет место протечка через корневое уплотнение, соответствует турбулентному режиму течения с отрывом пограничного слоя. Поэтому большинство авторов приводят формулы $C_{тр}^{\delta}$ в зависимости только от числа Re . В таблице приведены формулы для $C_{тр}^{\delta}$ различных авторов. Как можно видеть, эмпирические коэффициенты в формулах для $C_{тр}^{\delta}$ отличаются в 2...8 раз, а структура формулы у большинства авторов совпадает. Проверка указанных формул в составе математической модели МРТ для различных конструкций сверхзвуковых парциальных малорасходных турбин в широком диапазоне изменения режимов [8, 9] показала, что наилучшие результаты дает формула из работы [7], рекомендуемая для определения мощности трения диска в приводных турбинах агрегатов ЖРД. Заметим также, что указанная формула совпадает с детальными исследованиями Шульца–Грунова [6].

Эмпирические коэффициенты трения диска Disk friction empirical ratios

№ п/п	Формула	Область адекватности	Источник
1	2	3	4
1	$C_{тр}^{\delta} = 0.088 / Re^{0.2}$	$Re > 6,0 \cdot 10^5$	[6]

1	2	3	4
2	$C_{mp}^{\delta} = 0.0896 / Re^{0.2}$	$Re > 2,0 \cdot 10^5$	[7]
3	$C_{mp}^{\delta} = 0.012 / Re^{0.2}$	$Re > 2,0 \cdot 10^5$	[11]
4	$C_{mp}^{\delta} = 0.011 \cdot f(\delta / D_{\kappa}) / Re^{0.2}$	$Re > 6,0 \cdot 10^5$, $f(\delta / D_{\kappa}) = 1,0 \dots 1,6$ при $\delta / D_{\kappa} = 0,02 \dots 0,035$	[10]
5	$C_{mp}^{\delta} = 0.07 \cdot (\delta / D_{\kappa})^{0.1} / Re^{0.2}$	$Re > 1,0 \cdot 10^5$	[1]
6	$C_{mp}^{\delta} = 0.06 / Re^{0.28}$	$Re > 1,5 \cdot 10^5$	[3]
7	$C_{mp}^{\delta} = 0.0491 / (\lg(Re/2))^{2.58}$	$Re > 1,0 \cdot 10^5$	[5]
Примечание. $N_{mp}^{\delta} = C_{mp}^{\delta} u_{\kappa}^3 D_{\kappa}^2 \rho_2$, Вт; $Re = u_{\kappa} D_{\kappa} / \nu$, где ρ_2 , кг/м ³ ; u_{κ} , м/с; D_{κ} , м; ν , м ² /с.			

Обобщение экспериментальных данных по мощности трения бандажа рабочего колеса

Мощность, затрачиваемая на трение бандажа, представляет собой мощность сопротивления вращению цилиндра в цилиндре [4, 3, 10] и др., Вт:

$$N_{mp}^{\delta} = C_{mp}^{\delta} u_{\delta}^3 D_{\delta} B_{\delta} \rho_2, \quad (2)$$

где C_{mp}^{δ} – коэффициент трения, зависящий от числа $Re_{\delta} = u_{\delta} \Delta_{\delta} / \nu$. Так как через радиальный зазор над бандажом Δ_{δ} имеется протечка массой G_{δ} , то коэффициент трения C_{mp}^{δ} должен определяться с учетом массы протечки. Влияние протечки на коэффициент трения C_{mp}^{δ} исследовалось в трех работах, результаты которых представлены в [2]:

$$C_{mp}^{\delta} / C_{mp0}^{\delta} = \left[1 + 5.35 \left(\frac{G_{\delta}}{\rho_2 \pi r^2 \Delta_{\delta} \omega e} \right)^2 \right]^{0.375} \quad (3)$$

$$C_{mp}^{\delta} / C_{mp0}^{\delta} = \left[1 + 2.0 \left(\frac{G_{\delta}}{\rho_2 \pi r^2 \Delta_{\delta} \omega e} \right)^2 \right]^{0.375}, \quad (4)$$

где C_{mp0}^{δ} – коэффициент трения при отсутствии расхода через щель; e - степень парциальности.

Различие приведенных формул заключается в коэффициентах при круглых скобках, которые соответствуют разной величине относительного радиального зазора $\Delta_{\delta} / D_{\delta}$. Формула (3) характерна для относительно больших радиальных зазоров, в которых возникают вихри Тейлора (под действием центробежных сил), увеличивающие среднерасход-

ную окружную скорость потока в зазоре (до $0,8u_{\delta}$) и, следовательно, влияние вращения. По данным [2], вихри Тейлора не появляются при $\Delta_{\delta} / D_{\delta} < 0,0002$ или при определенной величине протечки через зазор. Реальные относительные радиальные зазоры в МРТ намного больше указанной величины ($\Delta_{\delta} / D_{\delta} = 0,0085 \dots 0,105$), поэтому в модели используется формула (3), где $C_{тр0}^{\delta}$ определяется по формуле из работы [7]:

$$C_{тр0}^{\delta} = 0.0125 / Re^{0.5}. \quad (5)$$

Так как в парциальной ступени увеличение потерь трения бандажа за счет протечек будет только на активной дуге подвода, то суммарная мощность трения бандажа складывается из двух составляющих:

$$N_{тр}^{\delta} = (N_{тр}^{\delta})_{акт} + (N_{тр}^{\delta})_{неакт} = C_{\Sigma}^{\delta} u_{\delta}^3 D_{\delta} B_{\delta} \rho_2, \quad (6)$$

Где

$$C_{\Sigma}^{\delta} = C_{тр}^{\delta} \cdot e + C_{тр0}^{\delta} \cdot (1 - e). \quad (7)$$

Коэффициенты $C_{тр0}^{\delta}$ и $C_{тр}^{\delta}$ определяются по формулам (5) и (3).

Заключение

Представленные обобщения экспериментальных данных по мощности трения диска и бандажа рабочих колес турбин и апробация их для различных конструкций парциальных турбин в составе математической модели МРТ в широком диапазоне изменения конструктивных и режимных параметров позволяет рекомендовать формулы (1), (2, таблица), (3), (5), (6), (7) для расчета потерь трения диска и бандажа в малоразмерных и малорасходных турбинах при моделировании переменных режимов и многорежимной оптимизации. Приведенные зависимости коэффициентов трения бандажа отражают влияние числа Рейнольдса и массы протечки и справедливы в диапазоне изменения относительного зазора $\Delta_{\delta} / D_{\delta} = 0,0085 \dots 0,105$.

Список литературы

1. Абрамов В.И., Филиппов Г.А., Фролов В.В. Тепловой расчет турбин. М.: Машиностроение, 1974. 184 с.
2. Байбиков А.С., Караханьян В.К. Гидродинамика вспомогательных трактов лопастных машин. М.: Машиностроение, 1982. 112 с.
3. Блатов А.Г. Мощность дискового трения в микротурбинах // Тр. КАИ. Вопросы микроэнергетики. 1965. № 22. С. 103–106.
4. Дейч М.Е., Трояновский Б.М. Исследование и расчеты ступеней осевых турбин. М.: Машиностроение, 1964. 628 с.
5. Дорфман Л.А. Гидродинамическое сопротивление и теплоотдача вращающихся тел. М.: Физматгиз, 1960. 260 с.

6. Кириллов И.И. Теория турбомашин. Л.: Машиностроение, 1972. 536 с.
7. Овсянников Б.В., Боровский Б.И. Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1986. 376 с.
8. Симашов Р.Р., Морозова Н.Т. Математическая модель малорасходной турбины на основе прямой задачи турбинной ступени // Вестн. ТОГУ. 2015. № 1(36). С. 133–140.
9. Симашов Р.Р., Чехранов С.В. Математическая модель двухступенчатой малорасходной турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса // Морские интеллектуальные технологии. 2018. Т.5, № 4(42). С. 70–76.
10. Терентьев И.К. Потери на трение и вентиляцию рабочих колес турбин // Изв. вузов. Энергетика. 1959. № 7. С. 74–79.
11. Траупель В. Тепловые турбомашины: Тепловой и аэродинамический расчет: в 2 кн. Кн. 1 / пер. с нем. М.: Госэнергоиздат, 1961. 344 с.

Сведения об авторе: Симашов Рафаиль Равильевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: forsimashov@yandex.ru.

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.951.65

Н.В. Дементьева, О.В. Сахарова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526

ОБОСНОВАНИЕ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ И ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КРЕМ-ПАШТЕТОВ ИЗ ИКРЫ МИНТАЯ С МИКРОБИАЛЬНЫМ РЕНИНОМ «МЕИТО»

*Важной проблемой, стоящей перед пищевой промышленностью, является создание высококачественных продуктов, отвечающих требованиям современной теории здорового питания. Одним из путей решения данной проблемы является разработка технологий пищевых продуктов с пробиотическими свойствами, содержащих в составе полезные живые комплексы микроорганизмов. Пробиотики в составе пищевых продуктов способны оказывать благотворное влияние на организм человека: нормализовать состав, повышать активность нормальной микрофлоры кишечника, регулировать обменные процессы, синтезировать витамины. К одной из групп рыбных продуктов относятся эмульгированные (паштеты, пасты, соусы). В Дальневосточном государственном техническом рыбохозяйственном университете разработана технология пастообразной продукции из икры минтая с микробиальным ренином «Meito», полученным путем ферментации чистой культуры пищевого гриба *Rhizotricor Miehei* и молокосвертывающего фермента *Micorpepsin*. Целью научно-исследовательской работы являлось обоснование сроков хранения и оценка относительной биологической ценности крем-паштетов из икры минтая с микробиальным ренином «Meito». Проведенные исследования показали, что добавление в состав крем-паштетов из икры минтая микробиального ренина «Meito» и сухого концентрата трепанга способствовало увеличению сроков хранения кулинарной продукции до 144 ч при температуре 2–6 °С, без дополнительного внесения консервантов. Крем-паштеты из икры минтая с микробиальным ренином «Meito» характеризуются высокой ОБЦ, которая составила 105,1–113,1 % в зависимости от рецептуры крем-паштета.*

Ключевые слова: икра минтая, крем-паштеты, срок хранения, пробиотики, относительная биологическая ценность.

N.V. Dementeva, O.V. Sakharova

JUSTIFICATION OF SHELF LIFE AND EVALUATION OF THE RELATIVE BIOLOGICAL VALUE OF CREAM PATES FROM POLLOCK CAVIAR WITH MICROBIAL RENIN «MEITO»

An important problem facing the food industry is the creation of high-quality products that meet the requirements of the modern theory of healthy eating. One of the ways to solve this problem is the development of technologies for food products with probiotic properties, containing useful living complexes of microorganisms. Probiotics, as part of food products, are able to have a beneficial effect on the human body, normalizing the composition, increasing the activity of the normal intestinal microflora, regulating metabolic processes, promote the synthesis of vitamins.

One of the groups of fish products are emulsified (pates, pastes, sauces). The far Eastern fisheries technical University has developed a technology of pasty products from Pollock caviar with microbial renin «Meito», obtained by fermentation of pure culture of food fungus Rhizomucor Miehei and milk-clotting enzyme Mucorpepsin. The purpose of the research work was to substantiate the shelf life and evaluate the relative biological value of cream pates from Pollock caviar with microbial renin "Meito". Studies have shown that the addition of microbial renin Meito to the cream-pates of Pollock caviar " allowed to create a culinary product with increased microbiological resistance, which contributed to an increase in the shelf life of culinary products up to 144 hours at a temperature of 2-6 °C, without additional preservatives. Cream pates from Pollock caviar with microbial renin «Meito» are characterized by a high OBC, which was 105,1–113,1 % depending on the formulation of the cream pate.

Key words: *Pollock caviar, cream pates, shelf life, probiotics, relative biological value.*

Введение

Важной проблемой, стоящей перед пищевой промышленностью, является создание высококачественных продуктов, отвечающих требованиям современной теории здорового питания, для обеспечения здоровья нации [1, 4]. Одним из путей решения данной проблемы является разработка технологий пищевых продуктов с пробиотическими свойствами, содержащих в составе полезные живые комплексы микроорганизмов. Пробиотики в составе пищевых продуктов способны оказывать благотворное влияние на организм человека: нормализовать состав, повышать активность нормальной микрофлоры кишечника, регулировать обменные процессы, способствовать синтезу витаминов [2, 3]. Пробиотические микроорганизмы проще ввести в жидкие продукты и в продукцию на основе измельченного сырья [4, 5, 6]. К таким рыбным продуктам относятся паштеты, пасты, соусы. В Дальневосточном государственном техническом рыбохозяйственном университете разработана технология пастообразной продукции из икры минтая с микробиальным ренином «Meito», полученным путем ферментации чистой культуры пищевого гриба *Rhizomucor Miehei* и молокосвертывающего фермента *Mucorpepsin*.

Целью научно-исследовательской работы являлось обоснование сроков хранения и оценка относительной биологической ценности крем-паштетов из икры минтая с микробиальным ренином «Meito».

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлась экспериментальная пастообразная продукция из икры минтая, в состав которой входили следующие компоненты: икра минтая ТУ 9264-022-33620410-2004 «Икра минтая ястычная мороженная»; молоко натуральное коровье ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко натуральное коровье – сырье. Технические условия»; яйца столовые ГОСТ 31654-2012 «Яйца куриные пищевые. Технические условия»; сухой концентрат трепанга СТО 00471515-052-2017 «Сухой концентрат трепанга»; соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000 «Соль поваренная пищевая. Технические условия»; смесь сухая болгарских перцев ТУ 9199-001-44605098-99 «Смесь болгарских перцев»; морковь свежая ГОСТ 32284-2013 «Морковь столовая свежая, реализуемая в торговой розничной сети. Технические условия», тыква свежая ГОСТ 7975-2013 «Тыква продовольственная свежая. Технические условия»; микробиальный ренин «Meito» ГОСТ Р 52686-2006 «Сыры. Общие технические условия».

Технологическая схема производства крем-паштета из икры минтая с микробиальным ренином «Meito» представлена в рис. 1.

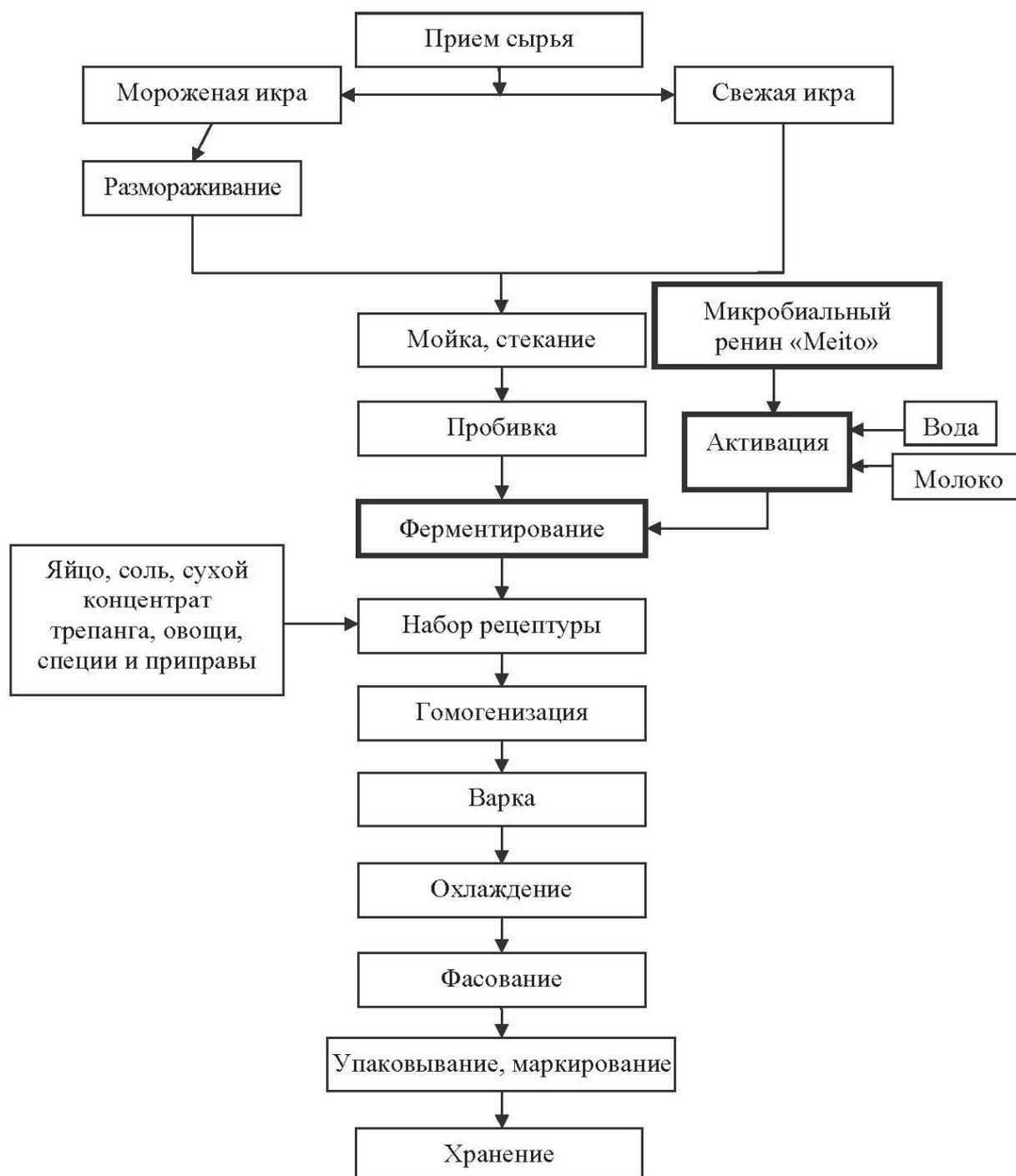


Рис. 1. Технологическая схема производства крем-паштета из икры минтая с микробиальным ренином «Meito»

Fig. 1. Technological scheme of production of cream pate from Pollock caviar with microbial renin «Meito»

Технологический процесс производства пастообразной продукции осуществляли следующим образом: ястыки с икрой минтая размораживали на воздухе при температуре не выше 15°C до температуры от $0...-1^{\circ}\text{C}$. Размороженные ястыки промывали в проточной воде температурой не выше 20°C , выдерживали в перфорированных емкостях для стекания в течение 15 мин и направляли на пробивку.

Сухой препарат микробиального ренина «Meito» активировали: ренин растворяли в небольшом количестве воды (не более 5 % от массы молока), нагретой до температуры 50–60 °С, затем вносили в молоко, предварительно нагретое до температуры 35 °С и выдерживали в течение 3–5 мин до образования сгустка. Активированный микробиальный ренин «Meito» добавляли в икру в количестве 0,1–0,2 % к общей массе сырья. Смесь выдерживали в термостате при температуре 35 °С в течение 30 мин. Набор рецептуры крем-паштетов осуществляли в ножевой мельнице Grindomix GM 200. В аппарат добавляли икру, проводили гомогенизацию в течение 1–2 мин, затем последовательно добавляли остальные компоненты: яйца, сухой концентрат трепанга, соль, пряности. Средняя продолжительность гомогенизации составляла 5–7 мин при скорости вращения 1500 об/мин, которая обеспечила степень измельчения частиц в крем-паштете < 300 мкм. Подготовленную смесь подвергали тепловой обработке при температуре 80–90 °С в котлах закрытого типа с мешалкой до достижения внутри крем-паштета температуры 72 °С. После тепловой обработки крем-паштет охлаждали до температуры 35–40 °С, фасовали в полимерные банки, укупоривали крышками и направляли на хранение. Количество вносимого сухого концентрата трепанга обосновано экспериментально и составляет 0,5–1 % к общей массе сырьевого набора крем-паштета. Новизна технологического решения подтверждена патентом РФ № 2656413 от 11.06. 2018 [7].

Определение микробиологических показателей осуществляли по ГОСТ 10444.15, ГОСТ Р 52816, ГОСТ Р 52815, ГОСТ 29185, ГОСТ Р 52814, ГОСТ Р 51921, ГОСТ 10444.12.

При оценке относительной биологической ценности готовой продукции использовали стандартные синхронизированные культуры инфузорий *Tetrachimena pyriformis*. Наличие роста и развития инфузории в исследуемых образцах контролировали шесть раз каждые сутки методом микроскопии. На четвертые сутки проводили количественный учет выросших особей в счетной камере Горяева [8].

В работе применяли методы математической, статистической, графоаналитической обработки с использованием программных пакетов Statistica 6.0 компании StatSoft. Inc. и Microsoft Excel-2007. Для получения достоверных результатов рассчитывали необходимое количество опытов.

Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют собой арифметические средние, надежность которых $P = 0,95$, доверительный интервал $\Delta \pm 10 \%$.

Результаты и их обсуждение

Для установления микробиологической безопасности и сроков хранения пастообразной продукции из икры минтая с микробиальным ренином «Meito» пользовались стандартными методами определения санитарно-показательных микроорганизмов: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, бактерий группы кишечных палочек (БГКП), дрожжевых и плесневых грибов, *Salmonella*, бактерий рода *Proteus* и количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в процессе хранения. Крем-паштеты хранили при температуре 2–6 °С в течение 144 ч.

Исследования готовой продукции показали, что микроорганизмов *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, бактерий группы кишечных палочек (БГКП), дрожжевых и плесневых грибов, *Salmonella*, бактерий рода *Proteus* выявлено не было. Изменения КМАФАнМ крем-паштетов в процессе хранения представлены в табл. 1.

Крем-паштеты из икры минтая относятся к кулинарным изделиям с термической обработкой. Нормативное значение КМАФАнМ для данной группы продукции согласно техническому регламенту Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» не должно превышать 1×10^4 .

Из полученных данных видно, что сразу же после приготовления все исследуемые образцы имели контаминацию ниже нормативной, более высокое КМАФАнМ имел кон-

трольный образец крем-паштета без микробиального ренина «Meito». Выявленная тенденция роста контаминации исследуемых образцов сохранялась на всем периоде проведения эксперимента. Как показывают данные, крем-паштет, приготовленный с микробиальным ренином «Meito», в состав которого входил сухой концентрат трепанга, показал минимальный рост КМАФАнМ по сравнению с остальными образцами на всем протяжении хранения. После 96 ч экспозиции контаминация этого образца крем-паштета была самая минимальная и составляла $7,4 \times 10^2$ КОЕ/г.

Таблица 1
Изменение КМАФАнМ крем-паштетов из икры минтая в процессе хранения, КОЕ/г

Table 1
Change NMAFAnM cream pies from the eggs of Alaska Pollock in the process of storage, CFU/g

Наименование продукта	Время хранения, ч					
	0	24	48	72	96	144
Крем-паштет из икры минтая без микробиального ренина «Meito» (контроль)	$6,0 \times 10^2$	$9,5 \times 10^2$	$7,9 \times 10^3$	$3,4 \times 10^4$	$1,7 \times 10^5$	$7,3 \times 10^7$
Крем-паштет из икры минтая с микробиальным ренином «Meito»	$0,1 \times 10^1$	$0,6 \times 10^1$	$1,9 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$9,2 \times 10^2$	$4,9 \times 10^3$
Крем-паштет из икры минтая с микробиальным ренином «Meito» и сухим концентратом трепанга	$0,1 \times 10^1$	$0,1 \times 10^1$	$1,5 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$	$7,4 \times 10^2$	$1,9 \times 10^3$

В свою очередь контрольный образец крем-паштета после 96 ч экспозиции имел значение КМАФАнМ $1,7 \times 10^5$, превышающее допустимый уровень контаминации для кулинарной продукции согласно нормативным требованиям.

Образцы крем-паштетов, приготовленные из икры минтая с микробиальным ренином «Meito», при хранении их в течение 144 ч не превысили допустимого микробиологического максимума.

При исследовании органолептических показателей образцов крем-паштетов установлено, что они сохранились на должном уровне в течение всего срока хранения. Крем-паштеты обладали приятным икорно-сливочным вкусом, без порочащего запаха, имели нежную, однородную, мажущую консистенцию.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что добавление в состав икры минтая микробиального ренина позволяет создать кулинарный продукт, обладающий повышенной микробиологической стойкостью, не свойственной данной группе продукции, что позволяет продлить срок хранения паштетов до 144 ч при температуре 2–6 °С без дополнительного внесения консервантов.

Исследования на безвредность и относительную биологическую ценность крем-паштетов из икры минтая проводили согласно Инструкции по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных, использовали стандартные синхронизированные культуры инфузорий *Tetrahymena pyriformis*. На всем протяжении эксперимента в образцах крем-паштетов № 1 (крем-паштет из икры минтая с микробиальным ренином «Meito») и № 3 (крем-паштет из икры минтая с микробиальным ренином «Meito» и сухим концентратом трепанга) инфузория была активна, подвижна, замедление роста, мутаций и гибели единичных клеток не наблюдалось. В образце № 2 (крем-паштет из икры минтая без микробиального ренина «Meito» (контроль)) выявлены изменения в строении формы тела *Tetrahymena pyriformis* (рис. 2).

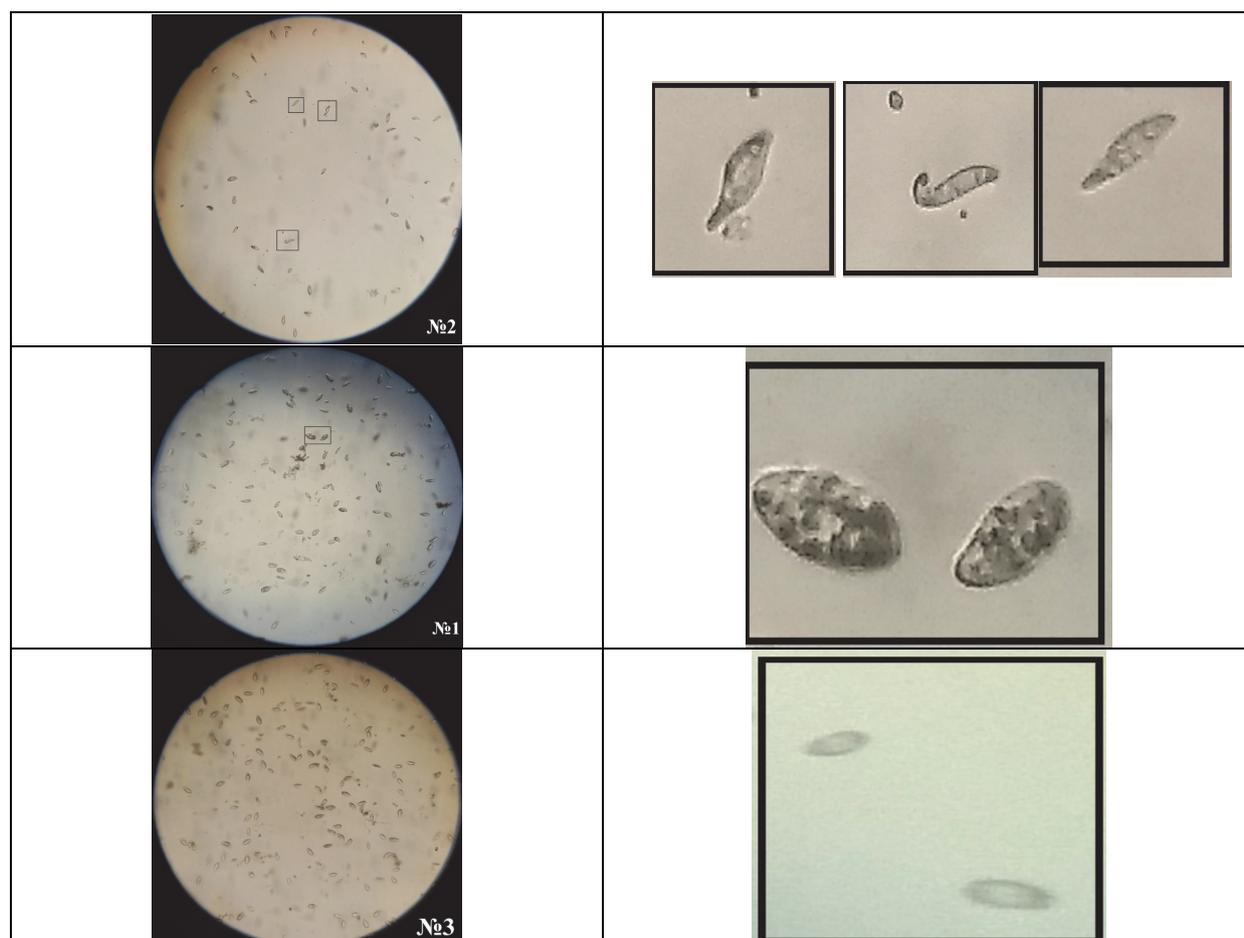


Рис. 2. Развитие инфузории *Tetrahymena pyriformis* в образцах крем-паштетов из икры минтая (№ 1 – крем-паштет из икры минтая с микробиальным ренином «Meito»; № 2 – крем-паштет из икры минтая без микробиального ренина «Meito» (контроль); № 3 – крем-паштет из икры минтая с микробиальным ренином «Meito» и сухим концентратом трепанга)

Fig. 2. Development of *Tetrahymena pyriformis* infusoria in samples of Pollock caviar cream pates (№ 1 – Pollock caviar cream pate with microbial renin «Meito»; № 2 – Pollock caviar Cream pate without microbial renin «Meito» (control); № 3 – Pollock caviar Cream pate with microbial renin «Meito» and dry trepang concentrate)

Некоторые особи *Tetrahymena pyriformis* в образце № 2 претерпели существенные изменения формы тела, что отчетливо видно при сравнении с образцами крем-паштетов № 1 и № 3, где форма и пропорции клеток являются эталонными (рис. 2). Выявленные изменения особей *Tetrahymena pyriformis* для образца крем-паштета № 2 свидетельствуют о нали-

чие в продукте токсичных соединений, которые оказали негативное воздействие на развитие *Tetrahymena pyriformis*. Поскольку контрольный образец отличался от остальных только отсутствием в нем микробного ренина «Meito», можно сделать предположение, что в состав мороженых глазированных блоков ястычной икры минтая были добавлены антибиотики с целью удлинения сроков хранения готовой продукции в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации [9, 10, 11]. Мороженая икра минтая была приобретена в розничной сети. Для подтверждения нашего предположения были проведены исследования на ее безвредность, которые подтвердили наши предположения. В рабочих средах с икрой минтая в течение шести часов генерации инфузории наблюдалось снижение ее подвижности и изменения в строении формы тела. Применение такой икры на пищевые цели однозначно не допустимо.

Однако использование ее для экспериментальных образцов крем-паштетов с микробным ренином «Meito» и сухим концентратом трепанга позволило подтвердить антимикробные и иммуномоделирующие свойства внесенных компонентов в составе готовой продукции. Известно, что содержащиеся в ренине «Meito» микроорганизмы обладают способностью вступать в конкурентное взаимодействие с патогенными и условно-патогенными микроорганизмами и подавлять их жизнедеятельность [2, 3]. Кроме того, нутриенты, содержащиеся в трепанге, обладают иммуностабилзирующими, противомутационными свойствами и бактериостатическим действием к патогенной микрофлоре [12, 13, 14, 15, 16]. Поэтому введение его в состав крем-паштета из икры минтая усиливает положительное действие микробного ренина и благотворно влияет на развитие *Tetrahymena pyriformis*, а значит, и на организм человека.

На четвертые сутки экспозиции культивирования *Tetrahymena pyriformis* рассчитывали относительную биологическую ценность (ОБЦ), которая представляет собой процентное отношение количества выросших инфузорий в исследуемых образцах крем-паштетов и казеине [8]. Данные проведенных исследований показывают, что крем-паштеты из икры минтая с точки зрения биологической ценности обладают выраженными положительными характеристиками, приближенными к эталонному белку – казеину (табл. 2).

Таблица 2

Относительная биологическая ценность крем-паштетов из икры минтая

Table 2

The relative bioavailability of cream pies from the eggs of Alaska Pollock

Исследуемый продукт	Время генерации инфузории, сут					ОБЦ на 4-е сутки
	0	1	2	3	4	%
Казеин	5	20	42	72,5	98	100,0
Крем-паштет из икры минтая без микробного ренина «Meito» (контроль)	5	16,6	30,8	52,4	76	77,6
Крем-паштет из икры минтая с микробным ренином «Meito»	5	24,4	48,7	77,7	103	105,1
Крем-паштет из икры минтая с микробным ренином «Meito» и сухим концентратом трепанга	5	30,8	55,2	86	110,8	113,1

Установлено, что наибольшей ОБЦ по отношению к казеину на четвертые сутки экспозиции среди исследуемых крем-паштетов обладал образец крем-паштета из икры минтая с микробиальным ренином «Meito» и с сухим концентратом трепанга – 113,1 %. В свою очередь образец крем-паштета из икры минтая, содержащий только микробиальный ренин «Meito», немного уступал по биологической ценности предыдущему образцу, его относительная биологическая ценность составила 105,1 %.

ОБЦ этих двух крем-паштетов из икры минтая превышала ОБЦ эталона (казеина), поскольку в состав новых видов крем-паштетов, наряду с икрой минтая, в рецептуры введены цельное коровье молоко, куриные яйца, которые имеют полноценный аминокислотный состав, богаты незаменимыми жирными кислотами, макро- и микро- элементами, с этим и связан более интенсивный рост инфузории по сравнению с эталонным белком (казеином).

Самый низкий процент ОБЦ установлен для образца крем-паштета из икры минтая без микробиального ренина «Meito» – 77,6 %.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что добавление в состав крем-паштетов из икры минтая микробиального ренина Meito» и сухого концентрата трепанга способствовало увеличению сроков хранения кулинарной продукции до 144 ч при температуре 2–6 °С без дополнительного внесения консервантов.

Экспериментально подтверждены антимикробные и иммуномоделирующие свойства внесенных компонентов в составе готовой продукции, что позволяет отнести крем-паштеты к изделиям функциональной направленности. Крем-паштеты из икры минтая с микробиальным ренином «Meito» характеризуются высокой ОБЦ, которая составила 105,1–113,1 % в зависимости от рецептуры крем-паштета.

Список литературы

1. Khani S., Hosseini H.M., Taheri M., Nourani M.R., Imani A.A. Fooladi Probiotics as an alternative strategy for prevention and treatment of human diseases // *A review Inflamm Allergy Drug Targets*. 2012. Vol. 11 (2). P. 79–89.
2. Azam R., Ghafouri-Fard S., Tabrizi M., Modarressi M.N., Ebrahimzadeh-Vesal R., Daneshvar M. et al. *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus crispatus* culture supernatants downregulate expression of cancer-testis genes in the MDA-MB-231 cell line // *Asian Pac J Cancer Prev*. 2014. Vol.15 (10). P. 4255–4259.
3. Yang S.J., Lee J.E., Lim S.M. et al. Antioxidant and immune-enhancing effects of probiotic *Lactobacillus plantarum* 200655 isolated from kimchi // *Food Sci Biotechnol*. 2019. Vol. 28. P. 491–499. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0473-3>.
4. Foligné B., Dewulf J., Breton J., Claisse O., Lonvaud-Funel A., Pot B. Probiotic properties of non-conventional lactic acid bacteria: immunomodulation by *Oenococcus oeni* // *Int J Food Microbiol*. 2010. Vol. 140(2–3). P. 136–145.
5. Радыгина А.Ф. Обоснование и разработка технологии эмульсионных продуктов питания на основе икорного сырья // *Изв. ВНИРО*. 2004. Т. 198. С. 3–5.
6. Ким Г.Н., Дементьева Н.В., Богданов В.Д. Сравнительное исследование пищевой ценности икры рыб Тихоокеанского бассейна // *Рыб. хоз-во*. 2016. № 3. С. 102–107.
7. Пат. 2656413 Российская Федерация. Способ получения кулинарного продукта из икры рыб / Н.В. Дементьева, В.Д. Богданов, А.В. Панкина Оpubл. 11.06. 2018.
8. Игнатьев А.Д., Исаев М.К., Долгов В.А. и др. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью ресничной инфузории *Tetrahymena pyriformis* // *Вопр. питания*. 1980. № 1. С. 70–71.

9. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика: в 3 т. / пер. с англ. М.: Мир, 1988. Т. 3. 336 с.
10. Billington O.J., Gillespie S.H. Estimation of Mutation Rates in Antibiotic Research. In: Gillespie S.H. (eds) Antibiotic Resistance. Methods in Molecular Medicine™. Vol. 48. Humana Press, Antibiotic Resistance. 2001. P. 227–232. <https://doi.org/10.1385/1-59259-077-2:227>.
11. Guérillot R., Li L., Baines, S. et al. Comprehensive antibiotic-linked mutation assessment by resistance mutation sequencing (RM-seq) // Genome Med. 2018. 10(1):63. <https://doi.org/10.1186/s13073-018-0572-z>
12. Любавская Т.Я. Антимикробные и иммуномодулирующие свойства комплексных экстрактов из трепанга японского *Stichopus japonicus* Selenka: автореф. дис. ... канд. мед. наук : 03.00.07, 14.00.36. Владивостокский гос. мед. ун-т. Владивосток, 1996. 29 с.: ил. РГБ ОД, 9 97-4/2800-4.
13. Любавская Т.Я., Мотовкина Н.С. Иммуномоделирующий эффект комплексных экстрактов из трепанга японского // Материалы Всесоюз. науч. конф. с международным участием по проблеме «Факторы клеточного и гуморального иммунитета при функциональных и патологических состояниях». Челябинск, 1997. С. 48.
14. Пат. 2528694 Российская Федерация. Способ приготовления трепанга на меду / Г.Н. Ким, А.Г. Ким, Н.А. Кучеренко. Оpubл. 20.09.2014.
15. Пат. 2562581 Российская Федерация. Способ получения биологически активного средства из голотурий, обладающего общеукрепляющими и иммуномодулирующими свойствами / Г.Н. Ким, Ю.М. Позднякова, Н.Н. Ковалев, Т.Н. Пивненко, В.В. Давидович, Р.В. Есипенко, Е.В. Михеев. Оpubл. 10.09.2015.
16. Пат. 2617257 Российская Федерация. Способ получения пищевого сухого концентрата из голотурий / Г.Н. Ким, В.Д. Богданов, М.Е. Гаркавец, А.А. Симдянкин, А.В. Назаренко. Оpubл. 24.04.2017.

Сведения об авторах: Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dnvdd@mail.ru;

Сахарова Ольга Валентиновна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: solo_78@bk.ru.

УДК 664.951.2

В.И. Полещук, Д.В. Полещук, С.Н. Максимова, К.К. Верещагина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526

ПОТЕНЦИАЛ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ И САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ (ИВАСИ) В ТЕХНОЛОГИИ КУЛИНАРНОЙ ФОРМОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Рассмотрены технологические аспекты производства кулинарной формованной продукции с использованием молок лососевых и сардины тихоокеанской (иваси). Представлен химический состав молок лососевых (кеты) и сардины тихоокеанской. Приведены результаты исследования функционально-технологических свойств фаршевых систем на основе комбинации исследуемого сырья, используемого в различных соотношениях. По полученным экспериментальным данным сделан вывод о высоком технологическом потенциале сардины тихоокеанской (иваси) и молок лососевых как основы для производства кулинарной формованной продукции.

Ключевые слова: сардина тихоокеанская (иваси), молоки лососевых, фаршевая система, кулинарная формованная продукция.

V.I. Poleshchuk, D.V. Poleshchuk, S.N. Maksimova, K.K. Vereshchagina

POTENTIAL OF SALMON MILT AND PASIFIC SARDINE (IVASI) IN CULINARY FORMED PRODUCT

The technological aspects of the production of culinary molded products using salmon milt and Pacific sardine (Ivasi) are considered. The functional and technological properties of the minced system based on salmon and Pacific sardine (Ivasi) were studied. Based on the results of the studies, it was concluded that the Pacific Sardine (Ivasi) and salmon milt as a raw material for the production of culinary molded products have high technological potential.

Key words: pacific sardine (Ivasi), salmon milt, minced system, culinary molded products.

Рациональное использование вторичного белкового сырья животного происхождения является перспективным направлением развития пищевой промышленности. Использование такого сырья, например, рыбных молок, в технологии кулинарных изделий позволит расширить ассортимент продуктов питания и улучшить их технологические характеристики.

Молоки лососевых – рыбное сырье, относящееся к вторичному. Ежегодный объем молок, полученных после разделки лососевых, составляет 16–17 тыс. т. Данный вид сырья в основном направляют на замораживание или используют для производства соленых, маринованных, консервированных продуктов, но в небольших количествах, поскольку изделия, выработанные только из молок, пользуются ограниченным спросом у потребителя. В связи с чем поиск новых путей использования молок лососевых является актуальной задачей.

Молоки лососевых рыб являются источником протеина, также в них содержится значительное количество нуклеотидов, полиненасыщенных жирных кислот (40–43 % от суммы всех жирных кислот), жирорастворимых витаминов, гормонов, ферментов. Все перечисленное предопределяет перспективность использования данного сырья в производстве пищевой продукции.

В зависимости от многих факторов (место и время вылова, стадия зрелости рыбы) меняется химический состав молок и тканей рыбы. Сравнительный анализ химического состава молок с мышечной тканью (на примере кеты) приведен в табл. 1 [1].

Таблица 1

Сравнительный анализ химического состава молок с мышечной тканью кеты

Table 1

Comparative analysis of the chemical composition of milt with muscular tissue of chum salmon

Массовая доля, %	Кета тихоокеанская	
	Молоки	Мышечная ткань
Влага	77,3–78,5	72,9–74,1
Белок	17,5–17,8	20,2–20,4
Жир	2,2–3,8	5,6–6,0
Зола	1,4–1,5	1,3–1,5

Результаты, приведенные в табл. 1, свидетельствуют, что по содержанию белка молоки приближены к мышечной ткани рыбы, значит, являются ценным поставщиком животного белка.

Путем расчета показателей аминокислотного сора и биологической ценности можно определить степень полезности белков рыбных молок. Данные по расчетам этих показателей представлены в табл. 2 [1].

Таблица 2

Аминокислотный сора белков молок и показатели биологической ценности

Table 2

Amino acid rate of milt proteins and indicators of biological value

Наименование аминокислоты	Аминокислотный сора, %
Валин	102,0
Изолейцин	97,0
Лейцин	73,0
Лизин	122,0
Треонин	72,6
Триптофан	75,3
Метионин + цистин	61,0
Фелилаланин + тирозин	102,0
Биологическая ценность, %	69,5

Из табл. 2 видно, что значение аминокислотного сора молок лососевых рыб соответствует рекомендациям ФАО/ВОЗ по количеству таких аминокислот, как валин, лизин, фенилаланин с тирозином, остальные же аминокислоты лимитированы. То есть отмечены низкий коэффициент использования белка и невысокая биологическая ценность молок лососевых, которые необходимо учитывать при разработке новых технологий рыбных продуктов. В связи с чем предложен путь комбинирования молок с другими пищевыми компонентами. Для этого изучены функционально-технологические свойства молок, которые во многом определяются фракционным составом белков (табл. 3).

Известно, что на функционально-технологические свойства сырья большое значение оказывает количество водо- и солерастворимых белков [2]. Представленные данные в табл. 3 свидетельствуют о невысокой доли водо- и солерастворимых белков в молоках (от общего белка). Данный факт следует учитывать при выборе сырья в композиции с молоками лососевых.

Таблица 3

Фракционный состав белков молок кеты

Table 3

Fractional composition of milt proteins of chum salmon

Показатели	Содержание, %
Водорастворимые белки	7,1
Солерастворимые белки	5,8
Щелочерастворимые белки	4,6
Всего	17,5

Большое содержание нуклеопротеидов является одной из важных особенностей химического состава молок лососевых рыб. При экстракции нуклеопротеидного комплекса одномолярным раствором соли (NaCl) образуется вязкий коллоидный раствор, который легко переходит в гель за счет натриевых солей ДНК. При медленном охлаждении после тепловой денатурации ДНК происходит своеобразное перераспределение (рекомбинация) цепей с восстановлением двойной спирали [3]. Учитывая вышесказанное, можно предполагать проявление эмульгирующих свойств молок лососевых рыб, которое способствует стабилизации жирового компонента в фаршевой системе.

Анализ отечественной и зарубежной литературы указывает на широкий спектр исследований, посвященных использованию пищевых отходов, получаемых при переработке водных биоресурсов в технологии новых продуктов. Однако сведения о свойствах такого ценного сырья, как молоки лососевых, и его использовании при производстве формованной кулинарной продукции весьма ограничены. Данный факт связан с отсутствием эффективных технологий, позволяющих получать из молок новые продукты питания.

Далее представлены некоторые известные технологии комбинированных продуктов с использованием молок лососевых.

Ю.Ю. Забалуева с соавторами обосновали использование молок кеты тихоокеанской в рецептурах белково-жировых паст. По результатам проведенных исследований ими установлено, что разработанная паста имела высокие влагосвязывающую (92,3 %) и влагоудерживающую (100 %) способности. Полученные результаты позволили считать молоки кеты тихоокеанской сырьем, обладающим определенными структурообразующими свойствами, и предопределили возможность их использования в производстве пастообразных продуктов [4].

Ю.А. Кутищева предложила технологию кулинарных формованных изделий (биточков) из молок и мышечной ткани лососевых рыб с морепродуктами. При производстве биточков готовили единый фарш, состоящий из мяса горбуши и молок лососевых, в полученную фаршевую смесь вводили кусочки морепродуктов (гребешок, креветку). При добавлении морепродуктов продукт достигал гармоничного вкуса и запаха. Соотношение компонентов подбирали экспериментально, рациональное введение морепродуктов к массе фаршевой системы составило 20–25 %. Разработанная технология биточков из молок лососевых рыб позволила получить кулинарный формованный продукт с высокой пищевой ценностью и органолептическими показателями [5].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что вопрос, связанный с развитием направления использования молок лососевых в разработке технологий комбинированных продуктов, способствующих расширению ассортимента и повышению качества продукции из данного сырья, является актуальным. Важным аспектом является и поиск нового сырья для составления комбинаций рецептур новых продуктов.

В последние годы массовым объектом промысла является сардина тихоокеанская (иваси). В настоящее время на Дальнем Востоке наблюдается устойчивый рост вылова сардины. В 2018 г. рост вылова сардины по сравнению с 2017 г. составил 3,7 раза – 63 тыс. т. По данным летней путины 2019 г., рост вылова сардины по отношению к 2018 г. составляет 3,4 раза (+11,6 тыс. т) [6].

Направлением пищевого использования данного сырья традиционно является производство соленой продукции, поскольку сардина характеризуется высоким содержанием липидов и активных ферментов (рис. 1).

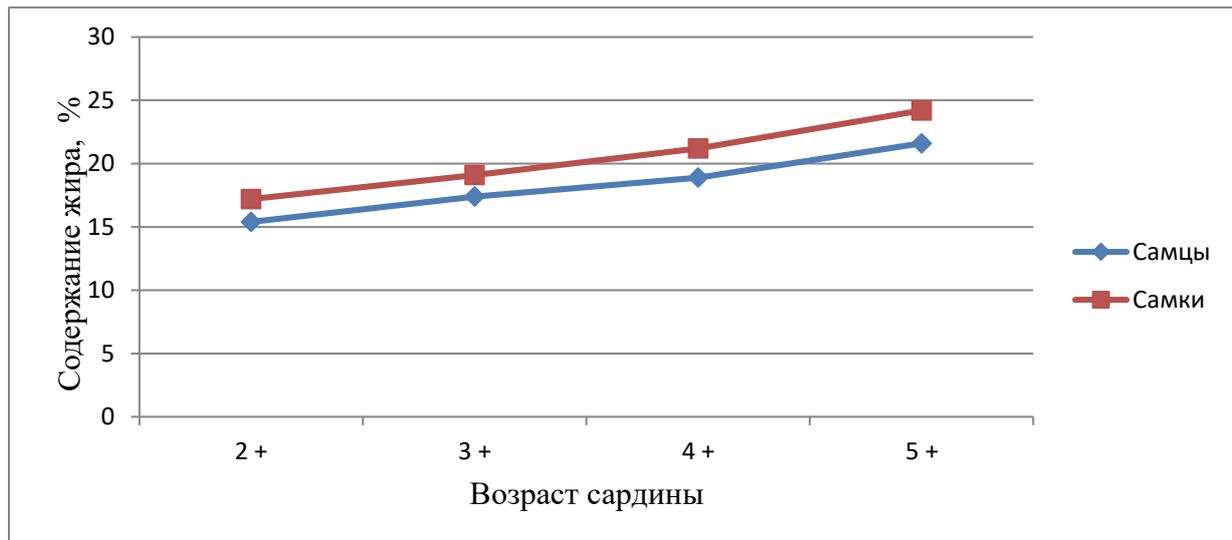


Рис. 1. Содержание жира в мясе сардины тихоокеанской (иваси) в зависимости от возраста, %
Fig. 1. Fat content in meat of Pacific sardines (Ivashi) depending on age, %

Однако не вся мороженная продукция из сардины тихоокеанской (иваси) может быть направлена на получение соленых рыбных продуктов, например пресервов, поскольку в процессе замораживания и последующего хранения сардина теряет свой товарный вид в связи с указанными ее биохимическими особенностями. Использование мороженой рыбной продукции с механическими повреждениями для производства высококачественной пищевой продукции – важная технологическая задача, которую можно решить путем использования сардины в комбинации с другими пищевыми компонентами в технологии кулинарных формованных продуктов.

К технологическим особенностям сардины тихоокеанской (иваси) следует отнести высокую жирность данного сырья. Наличие жира в фаршевых системах при производстве кулинарных изделий из данной рыбы может оказывать негативный эффект, поскольку помимо протекающих окислительных процессов в результате термической обработки происходит выделение жира, что может отрицательно влиять на реологические и органолептические характеристики готового продукта, а также на его хранимоспособность. В связи с чем использование молок лососевых, характеризующихся высокой пищевой (биологической) ценностью, вкусовыми достоинствами и эмульгирующей способностью, в фаршевых системах в комбинации с сардиной тихоокеанской (иваси) является технологически оправданным и обоснованным [7].

Цель настоящих исследований – оценка технологического потенциала молок лососевых и сардины тихоокеанской (иваси) как сырья для производства кулинарной формованной продукции.

В качестве сырья использовали мороженые молоки лососевых (ТУ 9267-037-33620410-04 «Печень и молоки дальневосточных лососевых рыб мороженые») и мороженую сардину

тихоокеанскую (иваси) (ТУ 10.20.13-005-22141296-2017 «Сардина тихоокеанская иваси неразделанная мороженная»).

Органолептическую оценку осуществляли по ГОСТ 7631-2008 и результатам дегустационных совещаний.

Модули сохранения (эластичности) G' и потерь (вязкости) G'' осуществляли с использованием прибора Rheograph Sol-535 (ТокуоСекиLtd.).

Для проведения исследований готовили фаршевую систему из мышечной ткани сардины тихоокеанской (иваси) и молок лососевых путем измельчения с частотой вращения ножей 5000 об/мин.

Состав экспериментально полученных фаршевых систем приведен в табл. 4.

Таблица 4

Соотношение молок лососевых и мышечной ткани сардины в фаршевых системах
Table 4

The ratio of salmon milt and muscle tissue of Ivasi in minced systems

Номер фаршевой системы	Соотношение рыбы и молок, %	
	Мышечная ткань иваси	Молоки лососевых
1	100	0
2	85	15
3	75	25
4	65	35
5	55	45

В результате экспериментальных исследований установлено, что рациональным соотношением доли мышечной ткани рыбы и молок является 85 и 15 % соответственно. Увеличение доли молок лососевых более 15 % приводит к снижению эластично-вязкостных показателей фаршевых систем, что можно наблюдать при анализе данных, приведенных на рис. 2 и 3.

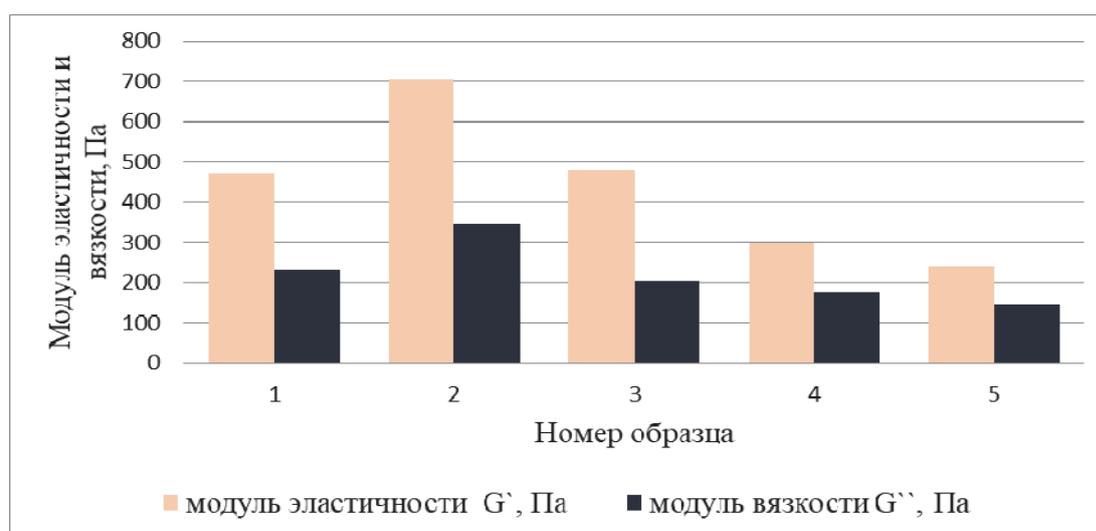


Рис. 2. Исследование модуля эластичности и вязкости в фаршевых системах из сардины и молок лососевых

Fig. 2. Study of the modulus of elasticity and viscosity in minced systems from sardine and salmon milt

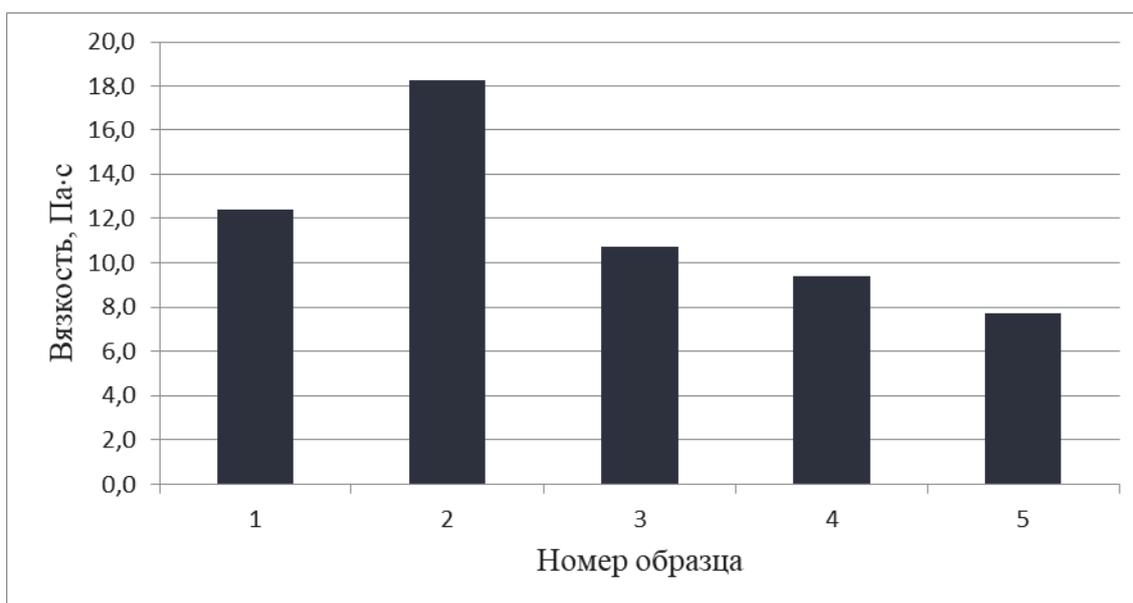


Рис. 3. Исследование показателя вязкости в фаршевых системах из сардины и молок лососевых
Fig. 3. Study of the modulus viscosity in minced systems from sardine and salmon milt

Как видно из представленных рисунков, фаршевыми системами, которые могут являться перспективными объектами дальнейших исследований, являются образцы № 2 и 3 с содержанием молок от 15 до 25 % в составе рыбной композиции.

Учитывая тот факт, что для кулинарных продуктов помимо реологических характеристик важными качественными показателями являются органолептические, были проведены сенсорные исследования полученных фаршевых систем. Результаты сенсорной оценки фаршевых систем приведены в табл. 5.

Таблица 5
Сенсорная оценка фаршевых систем из сардины и молок лососевых
Table 5
Sensory evaluation of minced systems from sardine and salmon milt

Номер фаршевой системы	Показатели качества фарша			
	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция
1	Однородная масса	Серый	Специфический рыбный, с выраженным запахом жира	Рыхлая
2	Однородная масса	Серый	Специфический рыбный, с выраженным запахом жира	Липкая
3	Однородная масса	Серый с небольшими включениями розового	Белковый, гармоничный со слабо выраженным запахом жира	Липкая
4	Однородная масса	Серо-розовый	Белковый, гармоничный, без запаха жира	Липкая
5	Однородная масса	Серо-розовый	Белковый, без запаха жира	Рыхлая

С учетом представленных данных органолептической оценки и результатов реологических исследований рыбных композиций принято решение считать образец № 3 наиболее приемлемым и отвечающим требованиям, предъявляемым к фаршевым системам для производства кулинарных продуктов.

Полученная фаршевая система из молок лососевых и сардины тихоокеанской (иваси) может быть основой для производства кулинарной формованной продукции, обладающей высокими органолептическими свойствами и пищевой ценностью.

Список литературы

1. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е. Пищевая химия. СПб.: ГИОРД, 2003. 592 с.
2. Ефимова М.В., Пакляченко С.А., Лощина М.А. Анализ фракционного состава белков мышечной ткани на основе их растворимости // Вестн. КамчатГАУ. 2011. № 13. С. 15–20.
3. Полещук Д.В. Разработка технологий пищевых функциональных продуктов на основе биомодификации молок лососевых с использованием хитозана: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Полещук Денис Владимирович. Владивосток, 2015. 206 с.
4. Забалуева Ю.Ю., Иванов А. Ю. К вопросу о применении молок лососевых рыб // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: материалы Междунар. науч.-техн. конф. 2015. № 7. С. 248–251.
5. Кутищева Ю.А. Разработка технологии кулинарных формованных изделий из молок лососевых рыб с морепродуктами // Технология и управление качеством пищевых продуктов. 2014. Т. 34. С. 127–130.
6. Вылов сардины иваси в 3,4 раза превышает прошлогодний показатель – освоено 16,4 тыс. т [Электронный ресурс] // Федеральное агентство по рыболовству: [сайт]. Режим доступа: <http://rusfishjournal.ru/news/catch-of-sardine-iwashi-3-4-times/>
7. Гроховский В.А. Научное обоснование и создание инновационных технологий изготовления продуктов из гидробионтов Арктического региона: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.04 / Гроховский Владимир Александрович. Мурманск, 2012. 893 с.

Сведения об авторах: Полещук Виктория Игоревна, аспирант, e-mail: vichka.babiy.93@mail.ru;

Полещук Денис Владимирович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: tym1988@mail.ru;

Максимова Светлана Николаевна, доктор технических наук, профессор, e-mail: maxsvet61@mail.ru;

Верещагина Ксения Константиновна, аспирант, e-mail: syhxa55@mail.ru.

ЭКОНОМИКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 338.51

С.Г. Володина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

УСЛОВИЯ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ)

В настоящее время экономика предприятий рыбной отрасли Приморского края характеризуется ростом цен, но, как показывают статистические данные, рентабельность продаж в последние годы снижается. В этой связи исследование условий ценообразования в организациях рыбной промышленности, которые влияют на формирование соотношения цена–прибыль, является актуальным. С одной стороны, увеличение себестоимости готовой продукции и другие факторы приводят производителя к необходимости повышать цены для сохранения финансового результата от продаж. С другой стороны, недостаточный рост реальных располагаемых доходов населения ограничивает спрос на рыбу по высоким ценам, особенно более ценных по пищевым качествам пород. В этой связи условия и факторы ценообразования имеют как экономические, так и социальные последствия.

Ключевые слова: ценообразование, условия формирования цен, факторы ценообразования, прибыль, финансовый результат, платежеспособный спрос, себестоимость рыбной продукции, качество, сезонность лова.

S.G. Volodina

PRICING CONDITIONS ON FISHING ENTERPRISES (ON THE EXAMPLE OF THE PRIMORSKY KRAI)

Fish products are a source of valuable nutrients for the human body. Prices for fish products provide not only the availability of fish for the population, but also affect the formation of financial results of organizations of the fishery complex. Currently, the economy of enterprises is characterized by rising prices, but, as statistics show, return on sales has been declining in recent years. In this regard, the study of pricing conditions in the organizations of the fishing industry that affect the formation of the price-earnings ratio is relevant. On the one hand, the increase in the cost of finished goods and other factors lead the manufacturer to the need to raise prices to maintain the financial result from sales. On the other hand, there is insufficient growth in real disposable incomes of the population, which limits the demand for fish at high prices, especially breeds that are more valuable in terms of food quality. In these conditions, the decision on prices has both economic and social consequences.

Key words: pricing, pricing conditions, pricing factors, profit, financial result, solvent demand, cost of fish products, quality, seasonality of fishing.

Статистические данные экономики Приморского края [1] показывают повышение потребительских цен на продукцию предприятий рыбохозяйственного комплекса (рис. 1).



Рис. 1. Индексы реальных располагаемых доходов населения Приморского края и потребительских цен на рыбную продукцию за 2008–2018 гг. (декабрь в % к декабрю предыдущего года)

Fig. 1. Indices of real disposable income of the Primorsky Territory population and consumer prices for fish products for 2008–2018 (December in % to December of the previous year)

Как следует из рис. 1, за последние 10 лет рост потребительских цен на рыбопродукцию опережал рост реальных располагаемых доходов населения. Кроме 2018 г., в котором прослеживается более благоприятное соотношение индексов потребительских цен и реальных располагаемых доходов. В связи с тем, что стоимость рыботоров неуклонно повышалась, в настоящее время цена, особенно более ценных по питательным свойствам рыбных пород, сложилась достаточно высокой. Из-за этого многие покупатели стали переходить на потребление менее дорогих продуктов.

Повышение потребительских цен связано с динамикой цен производителей (рис. 2).

Из рис. 2 следует, что в 2017–2018 гг. цены на одноименную рыбную продукцию не только повышались, но и снижались.

На фоне общей тенденции повышения цен, судя по статистическим данным Приморскстата [1], начиная с 2011 г. наблюдается спад индексов промышленного производства в отрасли, кроме 2016 г. (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что помимо спада объема промышленного производства для вида экономической деятельности «Рыболовство и рыбоводство» характерно снижение рентабельности продукции. Изучение статистической информации показало, что спад объемов промышленного производства происходил и по виду деятельности «Переработка и консервирование рыбопродуктов». Статистические данные Приморскстата свидетельствуют, что в 2018 г. по этому виду деятельности индекс объема промышленного производства составил 91,4 % [2].

В условиях сложившихся в рыбной промышленности Приморского края тенденций динамики цен, реальных доходов населения, объема производства и рентабельности решения по ценам должны быть обоснованы. Это необходимо для обеспечения не только главной цели предпринимательства – повышения финансовых результатов, но и доступности рыбопродукции населению, обеспечения продовольственной безопасности региона.

В этой связи объектом исследования явились отраслевые и производственные особенности деятельности рыбопромышленных предприятий, специфика рынка рыбной продукции. Создавая условия, влияющие на формирование соотношения цена–затраты, они воздействуют на перспективу повышения финансовых результатов от продаж.

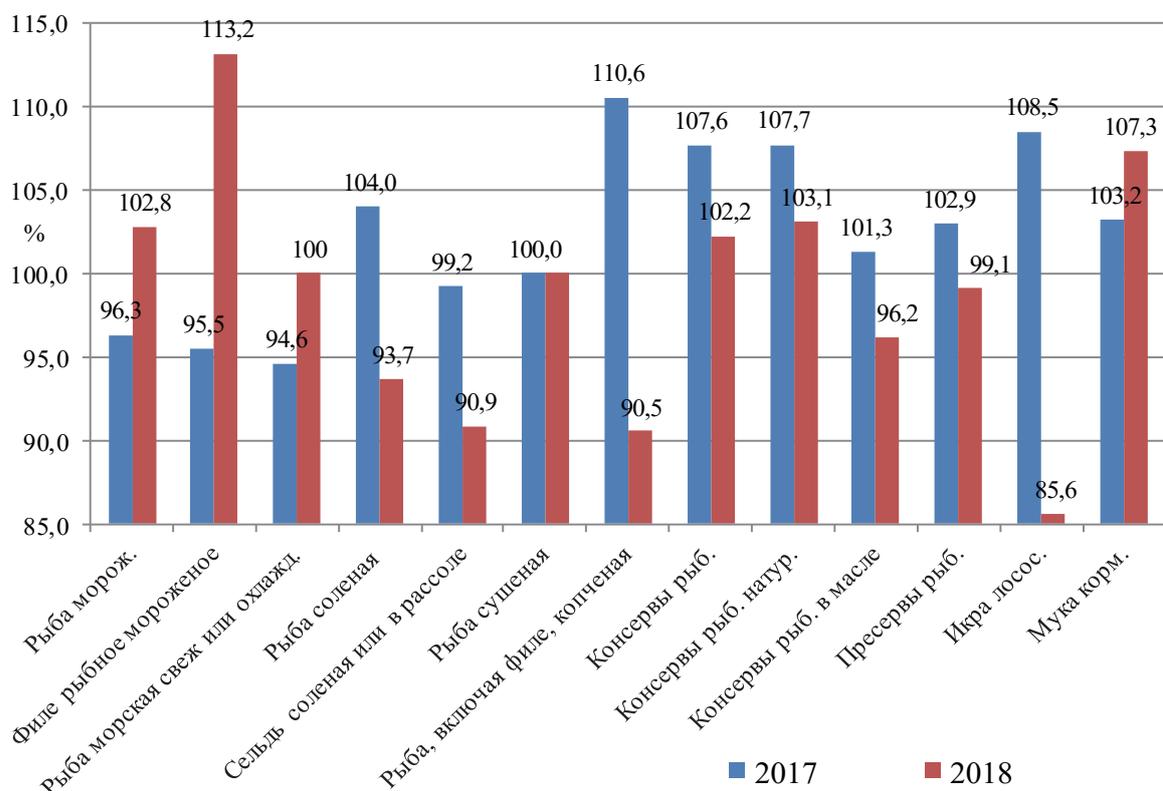


Рис. 2. Индекс цен производителей рыбопродукции Приморского края за 2017–2018 гг. (декабрь в % к декабрю предыдущего года)

Fig. 2. The producer price index of fish products of the Primorsky Territory for 2017–2018 (December in % to December of the previous year)



Рис. 3. Динамика индексов промышленного производства и рентабельности проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций по виду экономической деятельности «Рыболовство и рыбоводство» за 2007–2018 гг.

Fig. 3. Dynamics of indices of industrial production and profitability of sold goods, products (works, services) of organizations by type of economic activity «Fisheries and fish farming» for 2007–2018

Исследование проводилось с применением метода наблюдений и аналитических процедур для комплексного изучения специфики проявления внутренних и внешних факторов ценообразования в рыбной промышленности как совокупности взаимосвязанных частей и элементов единой системы.

Условия рынка рыбной продукции, в которых происходит формирование цен, имеют определенные особенности. Они касаются характера эластичности спроса, конкуренции и типа рынка рыбопродукции.

В работе автора [3] при исследовании подходов к увеличению финансовых результатов на основе управления ценами на рыбопродукцию были рассчитаны коэффициенты ценовой эластичности по основным видам рыб в период их промысла, когда рынок максимально насыщен рыбоводелами. На основании расчетов сделан вывод, что формирование цен на рыбные товары происходит в условиях эластичного рынка.

Для оценки уровня конкуренции проведен анализ статистических данных о количестве предприятий, функционирующих в рыбной промышленности Приморского края.

По данным официального сайта администрации Приморского края [2], в которых представлены итоги деятельности предприятий рыбной промышленности Приморского края, к концу 2018 г. в Приморье было зарегистрировано более 500 предприятий отрасли. Из них – более 50 занимаются добычей рыбы. Но среди этих организаций крупных наблюдается небольшое число, а мелкий и средний бизнес не может составить достаточно высокий уровень конкуренции крупному. В условиях спада промышленного производства предпосылок для возникновения жесткой конкуренции среди крупных организаций не наблюдается. Кроме того, по информации сайта администрации Приморского края [2], «в период 2017–2018 гг. из рыбопромышленного комплекса Приморского края выбыли (в связи с реорганизацией и уходом в другой регион) АО «Дальинторг», ООО «РОЛИЗ» и РК «Огни Востока».

Следует отметить, что рыбные организации находятся в условиях более сильной конкуренции на рынке продуктов питания в целом. Дело в том, что неуклонный рост цен на рыбные товары привел к тому, что рыба, особенно более ценных пород, стала стоить дороже мяса. В этих условиях низкий рост реальных располагаемых доходов населения по сравнению с неконтролируемым ростом цен на рыбные товары приводит к тому, что потребители переключается на более дешевые виды продуктов. Данное обстоятельство сдерживает рост цен и при растущих затратах негативно сказывается на прибыли организаций отрасли. В связи с этим им становится выгоднее значительную долю улова продавать на экспорт в районе промысла.

Управлять ценами и прибылью с учетом реакции потребителей организациям рыбной промышленности позволяет смешанный тип рынка. На наличие элементов монополистической конкуренции указывает достаточно большое число рыбных организаций на рынке Приморья, дифференциация продукции, отсутствие барьеров для вступления в отрасль. Но имеются ценовые лидеры в лице крупных предприятий, что может представить рыбный рынок как олигополистический. Для такого рынка характерны ценовые стратегии лидерства и следования за лидером.

К производственным факторам, влияющие на формирование цен в рыбохозяйственном комплексе, в первую очередь относятся затраты на производство. Рыбохозяйственный комплекс является весьма фондоемкой отраслью, что приводит к высоким затратами на амортизацию, содержание и ремонт основных средств, повышает налоговую нагрузку. Кроме этого, для организаций характерны высокие затраты на переходы, доставку продовольствия в районы промысла и т.д.

Другими факторами являются особенности качества рыбопродукции по видам. Качество рыбы характеризуется следующими параметрами: пищевая ценность, степень раздел-

ки (неразделанная, безголовая, головы, хвосты, филе, фарш, спинка, тушка и т.д.), размеры, расфасовка, упаковка. Цены на рыбные товары дифференцируются в зависимости от пищевой ценности, сортности, степени разделки и др.

Жизненный цикл рыбопродукции как один из отраслевых ценообразующих факторов, в отличие от других промышленных товаров, имеет специфику проявления.

Особенностью организаций рыбохозяйственного комплекса является то, что они производят обычный ассортимент рыбопродукции, новые виды рыб, еще неизвестные рынку, – достаточно большая редкость. Кроме того, специфика рыбной продукции как ценного пищевого продукта, сырья для других отраслей, кормовых добавок и удобрений для сельского хозяйства вызывает неуклонный спрос на нее. Поэтому рыботовары не имеют морального старения.

В связи с этим полного жизненного цикла, свойственного для большинства товаров и представленного в экономической литературе, для рыбных товаров нет. Однако другая особенность, характерная для рыбных организаций (сезонность лова), может рассматриваться как жизненный цикл рыбной продукции.

При этом в организациях рыбохозяйственного комплекса сезонность добычи является существенным фактором, воздействующим на формирование цен и финансовых результатов. Дело в том, что для многих видов рыб сезоны лова кратковременны. Поэтому в начале сезона лова повышается выпуск рыбной продукции и, как следствие, меняются рыночные индикаторы – спрос, предложение и конкуренция. В связи с этим для сохранения финансовых результатов появляется необходимость стремительно реагировать на динамику рынка, управляя ценами.

В начале сезона добычи наблюдается стадия роста. В этот период небольшая конкуренция и значительный спрос дают возможность формировать высокие цены. Между тем эта стадия кратковременна, так как большинство организаций одновременно ведут промысел и рынок быстро заполняется рыбной продукцией. Высокие цены обеспечивают лишь кратковременное повышение финансовых результатов, поскольку в условиях массовой поставки рыбных товаров на рынок быстро приходит стадия зрелости. Она является преобладающей и более длительной. В это время рынок насыщается рыбными товарами, усиливается конкуренция, снижаются продажи, что приводит к необходимости уменьшать цены, причем часто до уровня затрат.

Следует отметить, что крупные организации имеют возможность продлить стадию зрелости, обеспечивая надлежащее хранение рыбы, и не снижать высокие цены. У мелкого и среднего бизнеса такие возможности ограничены. Они продают рыбную продукцию сразу по приходу в порт, в холодильник отправляются малые партии. Поэтому в конце сезона мелкие и средние организации покидают рынок, а крупные продолжают продажу запасов рыбы.

Таким образом, потребительские цены на рыбную продукцию в Приморском крае неуклонно повышаются, опережая рост реальных располагаемых доходов населения. Лишь в 2018 г. наметилась тенденция к снижению цен на рыбную продукцию в целом. Изменение потребительских цен связано с динамикой цен производителей. Анализ показал, что по отдельным видам рыб цены производителей не только повышались, но и снижались. Такая динамика происходила на фоне спада промышленного производства рыбодобывающих предприятий, что привело к снижению рентабельности продаж.

В статье исследованы условия ценообразования в организациях рыбной промышленности Приморского края, которые сказываются на динамике цен и прибыли. В результате сделаны следующие выводы. С одной стороны, рыбная промышленность является высокозатратным производством – высокая фондоемкость, расходы на переходы и содержание флота и др. С другой стороны, высокая конкуренция на рынке продуктов питания в целом

и низкий рост реальных располагаемых доходов населения сдерживает рост цен и при растущих затратах негативно влияет на финансовые результаты. А между тем спрос на рыбу, особенно более ценных пород, и морепродукты остается неудовлетворенным.

Список литературы

1. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. Режим доступа: <http://primstat.gks.ru/>

2. Общие итоги работы рыбохозяйственного комплекса Приморского края. Официальный сайт администрации Приморского края. Режим доступа: <https://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/fishery/results.php>.

3. Володина С.Г. Методический подход к увеличению финансовых результатов организации на основе управления ценами (на примере предприятия рыбной промышленности) // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2018. Т. 7, № 4(25). С. 77–80.

Сведения об авторе: Володина Светлана Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент, e-mail: conferencii16@mail.ru.

УДК 681.3+378

Н.С. Иванко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ ПО ПРЕДМЕТУ «ИНФОРМАТИКА» ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Развитие информационных технологий, в частности онлайн-обучения, стремительный рост популярности массовых открытых онлайн-курсов – все это указывает на необходимость использования наряду с традиционным образованием элементов дистанционных технологий. Рассмотрена возможность использования элементов онлайн-обучения при изучении дисциплины «Информатика» для студентов технологических специальностей.

Ключевые слова: *МООК, смешанное обучение, информатика, онлайн-обучение.*

N.S. Ivanko

THE USE OF BLENDED LEARNING IN HIGHER EDUCATION ON THE INFORMATIC FOR TECHNOLOGICAL SPECIALTIES

The development of information technologies, in particular online education, the rapid growth in the popularity of mass open online courses all this indicates the need to use along with traditional education elements of distance technologies. This article discusses the possibility of using elements of online learning in the study of the discipline "Informatics" for students of technological specialties.

Key words: *MOOC, blended learning, Informatics, online learning.*

Введение

Стремительное развитие информационных технологий и доступность большого количества информации по многим вопросам привело к тому, что преподаватель – не единственный источник знаний. Необходимость использования интернет-технологий, онлайн-ресурсов в процессе обучения – это реальность жизни. Студенты используют материалы сети Интернет, не задумываясь над вопросом их достоверности.

Существует немалое количество онлайн-площадок для получения знаний, которые заслуживают внимания, но оценить которые студенты не всегда могут. В этом вопросе им может помочь преподаватель, указав ссылки на достоверные источники получения знаний. Такими ссылками могут быть как популярные ресурсы, например, Универсариум [1], Лекториум [2], Stepic [3] и др., так и собственные разработки преподавателя, например, учебный сайт по информатике и смежным дисциплинам Е.В. Ющик [4], сайт о компьютерных технологиях А.А. Недбайлова [5].

Объекты и методы исследования

Использование онлайн-ресурсов для обучения означает, что задействованы дистанционные образовательные технологии.

Согласно действующему закону об образовании организация, осуществляющая образовательную деятельность, имеет право применять элементы дистанционных образовательных технологий в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти [6].

Наиболее распространенная форма использования дистанционных образовательных технологий – это повышение квалификации онлайн, что имеет основания, так как при возникновении необходимости повышения квалификации специалисты часто сталкиваются с проблемами нехватки времени на полноценное погружение в обучение. В таком случае использование массовых онлайн-курсов является оптимальным.

Далее будут рассмотрены возможности использования элементов дистанционного образования в процессе обучения студентов Института пищевых производств ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» по предмету информатика, входящему в базовую часть основной профильной образовательной системы.

Массовые открытые онлайн-курсы

Идея онлайн-курсов не нова, с 2000 г. функционирует совместный проект Национального делового партнерства «Альянс Медиа» и Международного института менеджмента ЛИНК, но именно сейчас она становится наиболее актуальной.

Общепринятой аббревиатурой массовых открытых дистанционных онлайн-курсов является английское сочетание букв – МООС, но вместе с тем используется также и запись МООК. Основная цель внедрения МООС – это устранение таких проблем образования, как массовость, доступность, качество. Использование МООК вовсе не означает отказ от традиционного образования и переход на электронное образование. Как раз наоборот, совместное использование элементов традиционного образования, например, экзаменов, семинаров, и элементов электронного образования, например, видео-лекций, может дать наилучший результат с точки зрения решения указанных проблем. При этом важно оставить право выбора способов получения знаний за обучающимся.

Спрос на онлайн-обучение растет с каждым годом, также активно развиваются МООС [7].

Доступность онлайн-уроков – это огромное преимущество по сравнению с классическим обучением. А то, что большинство курсов, именно позиционирующих себя как массовые онлайн-курсы, являются бесплатными – это еще одна сильная сторона МООК. Учащийся имеет возможность контролировать процесс обучения – это тоже сильная сторона массовых онлайн-курсов.

К минусам можно отнести невозможность в процессе обучения получить мгновенный ответ на уточняющий вопрос. На некоторых ресурсах, например, Stepik, для каждого фрагмента лекции существует свой форум, можно посмотреть комментарии людей, обучавшихся на этих курсах ранее или проходящих обучение в настоящий момент, если курс не нов, то на большинство возникающих вопросов уже есть ответы. На других курсах, например, Лекториум, форум создан для курса в целом, и искать ответ уже сложнее.

Еще одним минусом МООК является невозможность достоверно оценить готовность обучающегося именно к этому курсу. Не всегда из описания понятно, какой именно уровень знаний требуется от обучающегося.

В целом даже озвученные минусы являются субъективными и решаемыми, не хватает знаний для прохождения курса – можно найти курс с более подробными объяснениями и упрощенными задачами или рассчитанный на минимальные базовые знания по теме. Главное в МООК для обучающегося – это мотивация на получение знаний, именно знаний, а не документа об этих знаниях. Но получение сертификата о прохождении курса тоже является ценным и в какой-то момент может сыграть ключевую роль, например, при составлении резюме.

Смешанное обучение

Смешанное обучение – это образовательный подход, совмещающий онлайн-обучение и работу с преподавателем. Преподаватель предлагает элементы самостоятельного кон-

троля для обучающегося, обучающийся сам определяет пути, время, место и темп обучения в рамках определенного периода, например, семестра.

Смешанное обучение – это совместное использование традиционных форм обучения и электронного обучения, обычно используемые элементы чередуются друг за другом, что позволяет связывать учебу и другие сферы деятельности, связанные с образованием.

Плюсы смешанного обучения[7]:

- расширение образовательных возможностей учащихся за счет доступности и гибкости образования;
- стимулирование формирования активной позиции обучающегося;
- трансформация, актуализация стиля преподавания;
- индивидуализация и персонализация образовательного процесса.

На сегодняшний день выделяют ряд трудностей, с которыми сталкиваются преподаватели при переходе на смешанное обучение:

Технические проблемы: отсутствие технических устройств, затруднения доступа к интернету.

Методические проблемы: недостаточность практических наработок, значительные трудозатраты при подготовке, страх использования технических устройств.

В настоящий момент существует несколько моделей реализации смешанного обучения [8]. Основными являются:

Ротация, при которой группа делится на две подгруппы, первая – занимается непосредственно с преподавателем, вторая – изучает материал по средствам онлайн-обучения, затем они меняются местами.

Перевернутый класс, при таком способе обучения изучение нового материала выносятся на самостоятельное, чаще всего домашнее ознакомление, но с обязательной отработкой изученного материала с преподавателем по средством семинаров, практических или лабораторных занятий.

Смена рабочих зон, в данной схеме группа делится на несколько подгрупп и каждая работает в определенной зоне: непосредственно с преподавателем, онлайн, совместная работа и т.д. Особенность в том, что в один момент времени все учащиеся изучают один и тот же учебный материал, но представленный различными способами, и каждый обучающийся может сам выбрать способ и темп прохождения обучения.

Помимо перечисленных трех моделей существуют еще и другие.

Объекты исследования

Курс информатики для студентов направлений подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» (СТб, СТб) и 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» (ТПб, ТРб) очной формы обучения рассчитан на 2 семестра на первом году обучения. Количество часов суммарно за два семестра по видам занятий для выбранных направлений подготовки представлено в табл. 1.

Таблица 1

Трудоемкость дисциплины «Информатика»

Table 1

The complexity of the discipline «Informatics»

Направление подготовки	Общее количество часов	Лекционные занятия	Лабораторные или практические занятия	Самостоятельная работа
ТПб	180	34	34	112
СТб	288	34	68	186

Структура трудоемкости для направления подготовки ТПб представлена на рис. 1, для направления подготовки СТб – на рис. 2.

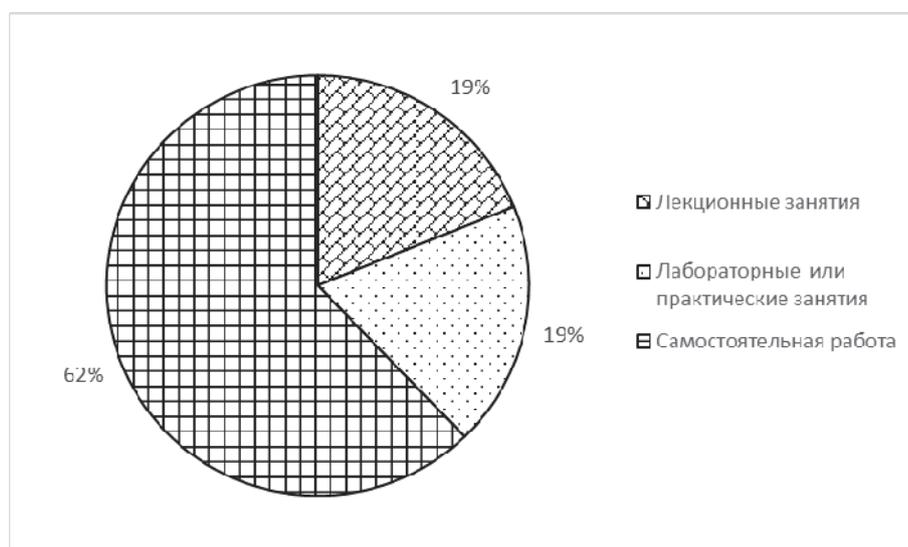


Рис. 1. Структура дисциплины «Информатика» по видам работ для направления подготовки ТПб
Fig. 1. The structure of the discipline «Informatics» by type of work for the direction of training TPb

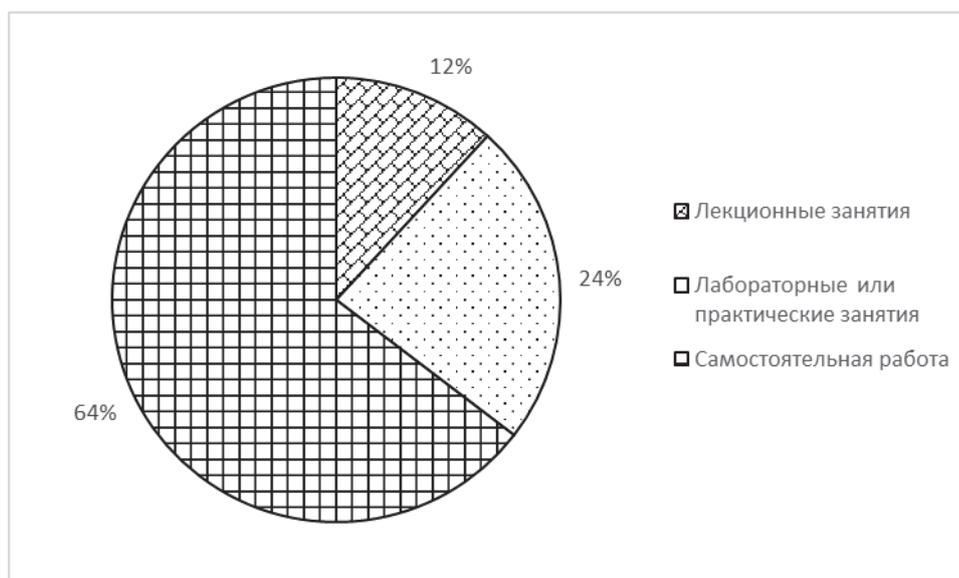


Рис. 2. Структура дисциплины «Информатика» по видам работ для направления подготовки СТб
Fig. 2. The structure of the discipline «Informatics» by type of work for the direction of training STb

Большая доля учебной работы приходится на самостоятельную внеаудиторную работу студентов, именно поэтому использование смешанного обучения может способствовать повышению освояемости предмета студентами и формированию ценных личностных качеств.

При таком количестве часов самостоятельной работы наиболее оптимальной может быть модель смешанного обучения перевернутый класс. Самостоятельная предваритель-

ная работа студентов с новым материалом, а затем обсуждение и закрепление изученного материала с преподавателем позволят расширить круг изучаемых тем и значительно глубже рассмотреть темы, которые заинтересовали студентов, при этом придерживаясь временных рамок изучения предмета.

Результаты и их обсуждение

Использование MOOK в качестве самостоятельной работы студентов может значительно повысить успешность освоения дисциплины. Здесь необходимо отметить, что именно внеаудиторная самостоятельная работа студентов может быть представлена MOOK, т.е. некоторый онлайн-курс или его часть может выступать как дополнительный материал, но замена аудиторных занятий не предполагается. В такой ситуации идеальным было бы создание и реализация преподавателем собственного онлайн-курса с включением в него тем, вынесенных рабочей программой на самостоятельное изучение студентов, но использование уже существующих курсов тоже возможно.

Рабочая программа по дисциплине «Информатика» для направления подготовки СТБ предполагает изучение нескольких тем. Перечень всех тем с указанием количества часов, отводимых на них, указаны в табл. 2.

Таблица 2

Перечень тем дисциплины «Информатика»

Table 2

The list of topics of the discipline «Informatics»

Название темы	Количество часов	
	аудиторной работы	самостоятельной работы
Основные понятия и методы теории информатики	2	10
Технические средства реализации информационных процессов	4	10
Программные средства реализации информационных процессов. Операционные системы. Утилиты	9	10
Технологии обработки текстовой информации	15	14
Технологии обработки числовой информации	21	22
Анализ данных в электронных таблицах	16	20
Основы проектирования и ведения баз данных	23	20
Взаимодействие приложений MS Office	4	10
Сетевые технологии	8	7
Итоговый контроль	–	63

На сайте онлайн-образования среди большого количества курсов и модулей имеется модель «Информатика», который включает в себя следующие темы:

- информация и информатика;
- устройство ПК;
- программное обеспечение;
- текстовый редактор MS WORD;
- редактор электронных формул MS EXCEL;
- работы с базами данных.

Данный модуль может быть предложен студентам для самостоятельной работы в переходный период до разработки и внедрения собственного курса. Модуль содержит теоретический материал, практические задания и тесты.

Переход на смешанное обучение можно осуществлять постепенно, путем внедрения отдельных элементов. В данный момент в курс «Информатика» для студентов рассматриваемых специальностей введен элемент онлайн-тестирования с помощью системы дополнительного образования Moodle, размещенной в локальной сети Дальрыбвтуза.

Лекционный курс каждого семестра поделен на блоки, всего 6 блоков на двухсеместровый курс. Например, первый блок первого семестра включает в себя две темы: основные понятия и методы теории информатики и технические средства реализации информационных процессов. После завершения лекционных занятий по данному блоку студентам предлагается пройти тестирование по данному блоку. Ограничения по срокам прохождения тестирования нет, студенты самостоятельно определяют, готовы ли они пройти тестирование или нет. Единственным условием является прохождение тестирования не позднее последней учебной недели текущего семестра.

Тестовая база по первому блоку включает 48 вопросов, из которых при тестировании студентам предлагается случайным образом выбранные 15 вопросов, по пять по основным подтемам первого блока: информация и ее свойства, кодирование информации, технические средства реализации информационных процессов.

На один тест отводится 20 мин времени и 3 попытки. Если результат тестирования не устраивает студента, и он хочет повысить полученный балл, то он может повторно просмотреть презентацию к лекциям по теме тестирования и повторить попытку. Лекции также размещены в системе Moodle.

Выводы

Использование элементов дистанционных технологий в образовательном процессе возможно. Проведена работа по разработке системы тестирования по темам лекций, рассмотрены различные онлайн-курсы, которые могут быть использованы на первоначальном этапе введения смешанного обучения. Дальнейшая работа по внедрению элементов дистанционного образования требует много временных затрат со стороны разработчика (преподавателя) и внешней технической помощи специалистов ИТ.

Использование смешанной модели обучения соответствует федеральному проекту «Кадры цифровой экономики», реализуемому Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [10], согласно которому планируется к 2024 г. провести обучение по онлайн-программам развития цифровой грамотности для 10 миллионов человек.

Список литературы

1. Межвузовская площадка электронного образования «Универсарийум». Режим доступа: <https://universarium.org>.
2. Образовательный проект «Лекториум». Режим доступа: <http://project.lektorium.tv/about>.

3. Образовательная платформа и конструктор онлайн-курсов Stepik. Режим доступа: <https://welcome.stepik.org/ru/about>.
4. Учебный сайт «Информатика студентам». Режим доступа: <http://www.yuschikev.narod.ru>.
5. Компьютерные информационные технологии. Режим доступа: <http://inflin.narod.ru>.
6. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
7. Афзалова А.Н. Смешанное обучение: новые возможности обучения в вузе // Проблемы современного педагогического образования. 2017. № 57-10. С. 42–50.
8. Фандей В.А. Смешанное обучение: современное состояние и классификация моделей смешанного обучения // Информатизация образования и науки. 2011. № 4 (12). С. 115–125.
9. Андреев А.А. Качество онлайн-обучения // Электронное обучение в непрерывном образовании. 2017: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. Ульяновск: УлГТУ, 2017. № 1. С. 340–344.
10. Кадры для цифровой экономики. Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/866/>.

Сведения об авторе: Иванко Нина Сергеевна, старший преподаватель.

УДК 519.22/25

Т.А. Рыжкина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

АДАПТАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОДЕЛИ

Рассматривается максимально агрегированная модель выпуска продукции с абстрактной технологией при условии баланса трудовых и финансовых ресурсов. Учитываются условные экзогенные факторы технического прогресса. Модель приводится в безразмерное состояние с помощью производственных индексов и относительных переменных. После линеаризации проблема сводится к исследованию уравнения множественной линейной регрессии с нестандартными случайными остатками. Предполагается, что на каждом шаге остаточная случайная величина линейно связана с величиной произведенного продукта. Параметры регрессии с новыми переменными корректируются (адаптируются) по методу минимизации квадратической ошибки при переходе к новому наблюдению. Значение работы заключается в акцентировании существенных особенностей алгоритма адаптации и его практической реализации в конкретной постановке.

Ключевые слова: адаптация динамической модели, минимизация квадратической ошибки, смещенная оценка нестандартных случайных остатков, обобщенный метод наименьших квадратов.

T.A. Ryzhkina

ADAPTATION OF A DYNAMIC PRODUCTION MODEL

The paper considers the most aggregated model of output with abstract technology, subject to a balance of labor and financial resources. The conditional exogenous factors of technological progress are taken into account. The model is brought into a dimensionless state using production indices and relative variables. After linearization, the problem boils down to the study of the multiple linear regression equation with non-standard random residuals. It is assumed that at each step, the residual random variable is linearly related to the value of the product produced. The regression parameters with new variables are adjusted (adapted) by the method of minimizing the squared error in the transition to a new observation. The significance of the work is to emphasize the essential features of the adaptation algorithm and its practical implementation in a specific setting

Key words: adaptation of the dynamic model, minimization of the quadratic error, biased estimation of non-standard random residuals, generalized least-squares method.

Введение

Динамическая производственная модель имеет общий характер безотносительно к содержанию реальных производственных процессов, но отражает устойчивые количественные связи между ресурсами и готовым продуктом. Реалии производственной деятельности в совокупности понимаются как абстрактная технология. Исследуемая функция, определяемая двухкомпонентной ресурсной базой [1], имеет вид

$$Q = A \cdot x_1^\alpha \cdot x_2^\beta \cdot e^\varepsilon, \quad (1)$$

x_1, x_2 – затраты финансовых и трудовых ресурсов; α, β – эластичности функции Q по x_1, x_2 соответственно. Коэффициент A определяется технологией производства и экзогенными факторами. В данном рассмотрении принимается равным единице. Величина ε выражает случайные отклонения в сравнении эндогенного и модельного значений $\ln Q$.

Эластичность функции Q по соответствующему ресурсу из набора x_1, x_2 понимается как изменение функции Q (в процентах) при изменении ресурса на один процент. При этом совокупная эластичность ($\alpha + \beta$) по факторам показывает возрастающую пользу (экономию в масштабах производства), если $\alpha + \beta > 1$. При постоянной отдаче от Q эта сумма имеет вид: $\alpha + \beta = 1$. В случае убывающей пользы (роста удельных издержек) совокупная эластичность $\alpha + \beta < 1$.

Рост численности работников при постоянной отдаче от Q ($\alpha + \beta = 1$) не влияет на производительность труда [1, 2].

Формула (1) отражает изменение ресурсов и масштабов производства во времени только в количественном аспекте. Однако при моделировании производства с помощью производственных функций необходимо учитывать его изменения во времени под воздействием технического прогресса (ТП).

Одним из реальных способов внедрения ТП в материальные условия производства является модель Р. Солоу. Согласно этой модели ТП как экзогенная переменная имеет место в основных фондах. Оборудование с течением времени становится более эффективным [1, 2].

Итак, с учетом ТП модель Солоу имеет вид [1, 2]

$$Q = A \cdot x_1^\alpha \cdot x_2^\beta \cdot e^{\mu\tau + \varepsilon}, \quad (2)$$

где τ – время.

Если $\mu=0$, то рост производительности труда может быть обеспечен только за счет роста фондовооруженности труда или возрастания полезности факторов производства [2].

Операция в линеаризованном виде при условии замещения ресурсов ($\alpha + \beta = 1$.) и технологического параметра $A=1$ может быть выполнена по одному из вариантов:

$$\ln(Q/x_2) = \alpha \ln(x_1/x_2) + \mu(t-1) + \varepsilon_t, \quad (3)$$

$$\ln(iQ/ix_2) = \alpha \ln(ix_1/ix_2) + \mu(t-1) + \varepsilon_t. \quad (4)$$

Уравнение (4) предпочтительней, так как в нем отсутствует размерность экономических переменных за счет перехода к производственным индексам:

$$iQ = \frac{Q_t}{Q_1}, \quad ix_1 = \frac{x_{1t}}{x_{11}}, \quad ix_2 = \frac{x_{2t}}{x_{21}}, \quad t = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (5)$$

Оценки параметров и случайных остатков уравнений (3–4) смещаются по отношению к оценкам параметров и случайных остатков в уравнениях(1–2) в связи с переходом от переменных Q, x_1, x_2 (или от их индексов) к переменным $Q/x_2, x_1/x_2$ (или $iQ/ix_2, ix_1/ix_2$), а также вследствие линеаризации формул. Кроме формальных причин, предполагается прямая линейная зависимость остатков от достигнутого уровня в производстве на предыдущем этапе. Дисперсия случайных остатков имеет множитель $(iQ)^2$.

Итак, остаточные случайные величины ε_{1t} , ε_{2t} гетероскедастичны. Требуется применение обобщенного метода наименьших квадратов (ОМНК) [2, 3].

Модель (4) с индексами (5) преобразовывается по ОМНК в уравнение с взвешенными переменными (с весами $(iQ)^{-1}$), к которому можно применить обычный МНК [2, 3]:

$$(iQ)^{-1} \ln(iQ / ix_2) = \alpha \cdot (iQ)^{-1} \ln(ix_1 / ix_2) + \mu \cdot (iQ)^{-1} (t-1) + (iQ)^{-1} \cdot \varepsilon_{2t}. \quad (6)$$

Адаптация коэффициентов модели двухфакторной регрессии

Введением новых обозначений в уравнении (6) оно преобразуется к виду

$$w_t = \alpha \cdot z_t + \mu \cdot u_t + \theta_t, w_t = (iQ)^{-1} \ln \frac{iQ}{ix_2}, z_t = (iQ)^{-1} \ln \frac{ix_1}{ix_2}, u_t = (iQ)^{-1} (t-1), \theta_t = (iQ)^{-1} \cdot \varepsilon_{2t}. \quad (7)$$

Итак, для получения более подходящей модели имитации временного ряда (ВР) наблюдений коэффициенты формулы (7) рассматриваются в зависимости от входящего потока и ошибки вычислений в момент $(t+1)$.

Анализ ошибки с квадратом на момент $(t+1)$

$$e^2_{t+1} = (w_{t+1} - \alpha \cdot z_t - \mu \cdot u_t)^2 \quad (8)$$

с точки зрения достижения ею минимума в двухмерном пространстве [4] приводит к рассмотрению классической задачи минимизации квадратической функции двух переменных градиентным способом. Уменьшение ошибки может быть достигнуто в направлении антиградиента, т.е. по методу «наискорейшего спуска» [4, 5].

Корректировка вектора коэффициентов $B = (\alpha, \mu)$ может быть выполнена по правилу

$$B_n = B_s - k \text{grad}(e^2_{t+1}), \quad (9)$$

где B_n , B_s , k – векторы новых, старых коэффициентов и скорость движения ($k > 0$) в направлении антиградиента соответственно.

Если теперь в момент $(t+1)$ использовать новые коэффициенты B_n , имея в виду, что ошибка по абсолютной величине должна стать меньше, получится неравенство [4, 5]

$$e^2_n = (w_{t+1} - \alpha_n z_t - \mu_n u_t)^2 = e^2_s (1 - 2k(z_t^2 + u_t^2))^2 < e^2_s, \quad \left| 1 - 2k \sum_1^p x^2_{t-i} \right| < 1, \quad (10)$$

где e^2_n , e^2_s – новая и старая ошибки с квадратом соответственно.

Для регулировки скорости k с помощью неравенства (10) вводится в рассмотрение параметр адаптации λ , $\lambda \in (0, 2)$, [4].

Тогда k определяется через λ так:

$$k = \frac{\lambda}{2(z_t^2 + u_t^2)}. \quad (11)$$

Параметр λ на весь период имитации принимается заданным и постоянным, а скорость k – переменной величиной. Оптимизация модели достигается подбором λ с учетом (10).

Коэффициенты вектора $B = (\alpha, \mu)$ преобразуются по следующим формулам:

$$\alpha_n = \alpha_s + \frac{\lambda e_{t+1} z_t}{z_t^2 + u_t^2}, \quad \mu_n = \mu_s + \frac{\lambda e_{t+1} u_t}{z_t^2 + u_t^2}. \quad (12)$$

Получена рабочая формула для корректировки коэффициентов на каждом шаге в поле наблюдений и на один шаг вперед за пределы поля для предсказания ближайшего значения модельной переменной. Вторые слагаемые в (12) обозначаются символами $\Delta\alpha_s, \Delta\mu_s$ соответственно. Построение линейной модели и вычисления адаптированных коэффициентов выполняются в ПППМSExcel.

Практическое применение описанного алгоритма начинается с чистого регрессионного анализа коэффициентов уравнения (7), $\tau=t-1=0$. Выбирается параметр адаптации. Коэффициенты полученной чистой регрессии далее предполагаются переменными. Их корректировка выполняется по формулам (12), вычисляется модельная переменная \hat{w}_t по формуле (7) для выполнения первого шага. Процедура корректировки коэффициентов и вычисления \hat{w}_t повторяются. Один шаг вперед (вне поля наблюдений) потребует вычисления \hat{w}_{10} . Итерационный процесс продолжается до наступления момента $t=n+1$ включительно.

Пример адаптации модели

Требуется построить модель, формирующую валовой отраслевой продукт Q (млн) в зависимости от инвестиций x_1 (млн.) и среднегодовой численности x_2 занятых трудовой деятельностью (тыс. чел.) по информации за десять периодов (табл. 1).

Решение

Алгоритм решения задачи начинается с подготовки данных к применению регрессионного уравнения (7), которая представляется с помощью табл. 2, 3, 4.

Наблюдения для регрессионного анализа

Таблица 1

Table 1

Observations for regression analysis

Период	Q	x_1	x_2
1	337,7	650	89,1
2	354,0	710	90,5
3	363,3	773	91,9
4	385,7	836	93,0
5	405,6	900	94,1
6	426,3	968	95,3
7	438,3	1040	96,1
8	462,2	1113	96,6
9	486,7	1190	97,5
10	523,4	1270	98,2
Средние значения	418,32	545	94,23

Переход к производственным индексам отражен в табл. 2

Таблица 2

Производственные индексы

Table 2

Production Indices

Период	iQ	ix_1	ix_2
1	1	1	1
2	1,048267693	1,092307692	1,015712682
3	1,075806929	1,189230769	1,031425365
4	1,142137992	1,286153846	1,043771044
5	1,201066035	1,384615385	1,056116723
6	1,262363044	1,489230769	1,069584736
7	1,297897542	1,6	1,078563412
8	1,368670418	1,712307692	1,084175084
9	1,441220018	1,830769231	1,094276094
10	1,549896358	1,953846154	1,102132435
Средние значения	1,238732603	1,453846154	1,057575758

Относительные переменные, переход к логарифмам и динамика представлены в табл. 3.

Таблица 3

Линеаризация данных

Table 3

Data linearization

Период t	$\ln(iQ/ix_2)$	$\ln(ix_1/ix_2)$	$\tau = t-1$
1	0	0	0
2	0,03154847	0,072702091	1
3	0,042129317	0,142364991	2
4	0,090061779	0,208816092	3
5	0,128610813	0,270823688	4
6	0,16571492	0,330989248	5
7	0,185115699	0,394373648	6
8	0,233020364	0,457022582	7
9	0,275396946	0,51464318	8
10	0,340941182	0,572552936	9
Средние значения	0,149253949	0,296428846	4,5

Преобразование данных с учетом смещения случайных оценок неизвестных параметров и случайной остаточной величины в уравнении (4) показано в табл. 4.

Таблица 4

Взвешенные данные для регрессионного анализа и адаптации коэффициентов динамической модели

Table 4

Weighted data for regression analysis and adaptation dynamic model coefficients

Период t	w_t	z_t	u_t
2	0,0305687	0,070444254	0,968943991
3	0,040391305	0,136491836	1,917491581
4	0,082305184	0,190831748	2,741624175
5	0,113089561	0,238139634	3,51726447
6	0,140408221	0,280443134	4,236438722
7	0,153832651	0,327727708	4,986048791
8	0,184584155	0,362024699	5,544962098
9	0,209100825	0,390753474	6,074165392
10	0,242443524	0,407142812	6,399906594
Средние значения	0,119672413	0,24039993	3,638684581

Чистый регрессионный анализ в электронных таблицах MSExcel дает регрессионную модель вида

$$w_t = -1,4458 \cdot z_t + 0,1283 \cdot u_t + \theta_t. \quad (13)$$

На первом этапе используется первое предсказанное значение 0,022434. Корректировка коэффициентов уравнения (13) с параметром $\lambda=0,5$ выполняется в табл. 5.

Таблица 5

Адаптация коэффициентов уравнения (5)

Table 5

Adaptation of the coefficients of equation (5)

t	w_t	w_{t-1}	e_t	z_t	u_t	$\Delta\alpha_s$	$\Delta\mu_s$	α_t	μ_t
2	0,03057	0,02243	0,00813	0,07044	0,96894	0,00030	0,00418	-1,4455	0,1324
3	0,04039	0,04861	-0,00822	0,13649	1,91749	-0,00015	-0,002132	-1,4456	0,1303
4	0,08230	0,07575	0,00655	0,19083	2,74162	8,27798E-05	0,00119	-1,4456	0,1315
5	0,11309	0,10684	0,00625	0,23814	3,51726	5,98473E-05	0,00090	-1,4455	0,1324
6	0,14041	0,13793	0,00248	0,28044	4,23644	1,9307E-05	0,00029	-1,4455	0,1327
7	0,15383	0,16571	-0,01188	0,32773	4,98605	-7,79611E-05	-0,00120	-1,4456	0,1315
8	0,18458	0,18781	-0,00323	0,36202	5,54496	-1,89378E-05	-0,00029	-1,4456	0,1312
9	0,20910	0,21416	-0,00506	0,39075	6,07420	-2,6666E-05	-0,00041	-1,4456	0,1308
10	0,24244	0,232243	0,01020	0,40714	6,39991	5,04929E-05	0,000793	-1,4456	0,1316
11	0,25353	0,24244							

Последовательность значений адаптивной модели $W_{\text{адап}}$, начиная со второго шага применением уравнения (7) с адаптированными коэффициентами, имеет вид: 0,0265015; 0,0525481; 0,0846604; 0,1213927; 0,15669; 0,1818553; 0,2041521; 0,2295246; 0,2535338.

Последнее значение 0,2535338 адаптивной модели является предсказанием в ее поведении на один шаг вперед. Среднее квадратическое отклонение от исходных данных составляет величину, меньшую $0,3 \cdot 10^{-3}$. Модель на выходе из поля наблюдений показывает некоторое превышение по отношению к исходному продукту.

Среднее квадратическое отклонение неадаптированной модели от исходных данных составляет величину $1,5 \cdot 10^{-2}$. Таким образом, адаптированная модель явно лучше.

При выборе параметра адаптации $\lambda=1$ предсказание на один шаг вперед равно 0,2748879. Это означает усиление тенденции в превышении значений произведенной продукции. Выбор λ лучше производить в интервале (0; 0,5).

Выбор параметра адаптации на все время рассмотрения осуществляется методом проб.

Заключение

Новизна выполненной работы заключается в комбинации методов: преобразование экономических переменных, статистические оценки, чистый регрессионный анализ, адаптация, примененная к взвешенной регрессии в стандартизованном виде, пробные вычисления при разных значениях параметра адаптации.

Цель исследования состоит в получении адаптивной модели, наиболее соответствующей исходным данным. Критерием в подборе модели, отвечающей поставленной цели, является дисперсионный анализ статистических оценок неизвестных параметров и остаточных случайных величин.

В большинстве экономических задач, требующих построения эконометрических моделей, случайные остаточные величины имеют неоднородную структуру, могут зависеть от факторов и результата наблюдений самыми разными способами.

Описанный алгоритм реализуется в конкретной постановке. Ее особенностью являются случайные остатки от модели с переменной дисперсией на каждом шаге. В таких обстоятельствах происходит смещение полученных оценок при использовании классического метода имитации результатов. Применяется взвешенный МНК. Принята к рассмотрению гипотеза о линейной зависимости случайных остатков от результатов наблюдений как достоверная статистическая гипотеза. Экспериментальный подбор параметра адаптации осуществляется в интервале (0; 2).

Научные методы и подходы в данной работе могут быть полезны в определении тем выпускных работ в бакалавриате и магистратуре по экономическим специальностям.

Список литературы

1. Монахов А.В. Математические методы анализа экономики. СПб.: Питер, 2002. 176 с.
2. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: учебник. М.: Юнити, 2010. 328 с.
3. Эконометрика: учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курьшева, Т.В. Костеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. М.: Финансы и статистика, 2007. 576 с.
4. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М.: Финансы и статистика, 2003. 416 с.
5. Рыжкина Т.А. Построение адаптивной модели контроля стохастического процесса // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2019. Т. 47. С. 49–56.

Сведения об авторе: Рыжкина Тамара Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент.

УДК 519.24

М.А. Салтыков

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ КЛАСТЕРНОГО
АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ИССЛЕДОВАНИЯХ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Обсуждается применение статистических методов анализа многомерных массивов данных в исследованиях рыбной промышленности; пошагово разбирается процедура проведения кластеризации товарной продукции рыбопромышленного комплекса Дальневосточного федерального округа с использованием иерархического алгоритма построения дендограммы экспорта и импорта.

Целью публикации является рассмотрение алгоритма проведения кластерного анализа с использованием информационного продукта Statistika версия 6. Предметом исследования выступает информационное обеспечение и инструментарий проведения статистических исследований, реализованное в прикладном информационном программном продукте Statistika. Объектами исследования являются экспорт и импорт товарной рыбной продукции предприятий Дальнего Востока, реализуемые через таможенные органы Дальневосточного таможенного управления.

Результатом работы являются выделенные на основе метода иерархического кластерного анализа товарные кластеры экспорта и импорта рыбной продукции, а также методические рекомендации проведения кластерного анализа с использованием прикладного информационного программного обеспечения Statistika. Полученные результаты могут использоваться в более глубоком анализе экспорта и импорта рыбной продукции, в качестве методического обеспечения в исследованиях рынков рыбной продукции, производителей рыбной продукции, проведении сегментации потребителей рыбной продукции по различным признакам.

Ключевые слова: *информационные технологии, статистические методы, иерархический кластерный анализ, обработка данных, рыбная продукция, базы данных, классификация товарной номенклатуры, дендограмма.*

M.A. Saltykov

**METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR CLUSTER ANALYSIS USING
INFORMATION TECHNOLOGIES IN FISH INDUSTRY RESEARCH**

The research discusses the use of statistical methods for the analysis of multidimensional data sets in fisheries research. The procedure of clustering of commercial products of the fishing complex of the Far East Federal District using a hierarchical algorithm and construction of an export and import dendrogram is dealt with step by step. The purpose of the publication is to consider the algorithm of cluster analysis using the information product Statistika 6. The subject of the study is information support and tools for carrying out statistical research, implemented in the application information software product Statistika. The object of the study is the export and import of commercial fish products of industry of enterprises of the Far East, sold through customs authorities of the Far East Customs Administration.

The results of the work are commodity clusters of export and import of fish products identified on the basis of hierarchical cluster analysis method, as well as methodological recommenda-

tions for cluster analysis using Statistics application information software. The results can be used in more in-depth analysis of export and import of fish products, as a methodological support in research of fish products markets, fish products producers, carrying out segmentation of fish products consumers by various characteristics.

Key words: information technology, statistical methods, hierarchical cluster analysis, data processing, fish products, databases, commodity nomenclature classification, dendrogram.

Введение

Статистические методы исследования многомерных массивов данных позволяют обосновать и выбрать модель совокупности показателей, наиболее адекватно соответствующей исходным данным, объективно характеризующей совокупность исследуемых объектов.

В свою очередь применение информационных технологий обработки данных в исследованиях повышает производительность научного процесса и качество полученных результатов, отвечает современным тенденциям применения компьютерной техники в науке и образовании.

В зарубежных работах метод иерархического кластерного анализа широко применяется в исследованиях, связанных с вопросами связи между продуктивностью гидробионтов и экологическими, биотическими, абиотическими факторами. На основе статистических инструментов кластерного анализа получают модели прогнозирования продуктивности рыбы, данный метод применяется при обработке экспертных оценок, экологических факторов, таких как температура воды, концентрация хлорофилла в море и других параметров. Некоторые разработанные модели позволяют обеспечить более достоверный прогноз рыбного промысла, иногда метод применяется при систематизации и распределении рыбопромысловых участков.

Кластерный метод получил широкое применение в экономических и социологических исследованиях. В то же время в российских исследованиях в области экономики, маркетинга рыбной промышленности данный метод не получил широкого распространения, но имеет большой потенциал в области стратегического маркетинга рыбной продукции. Таким образом, целью данного исследования является рассмотрение алгоритма проведения кластерного анализа с использованием информационного продукта Statistika в исследованиях, связанных с экономикой и маркетингом рыбной промышленности.

Предмет исследования – информационное обеспечение, инструментарий проведения статистических исследований, реализованное в информационной платформе Statistika.

Объект исследования – товарная продукция рыбной промышленности предприятий Дальнего Востока, реализуемая через таможенные органы Дальневосточного таможенного управления в 2018 г.

Методы исследования

Название кластерный анализ происходит от английского слова cluster – гроздь, скопление. По мнению многих исследователей, первым стал применять кластерный анализ и описал его методологию в 1939 г. R.C. Tryon [1].

Основное назначение кластерного анализа – это расчленение совокупности исследуемых объектов и их признаков на условно однородные группы, т.е. кластеры. Методология кластерного анализа универсальна и применяется при решении многих задач, допустима при простой группировке, сформированной по признаку количественного сходства.

При применении кластерного анализа решается задача, при которой данные множества Y разделяются на множество $A \times n$ (a – является целым числом) кластеров, т.е. подмножеств Z_1, Z_2, Z_n , так, чтобы каждый объект A_i принадлежал только одному подмножеству

распределения. В свою очередь объекты, которые принадлежат одному кластеру, должны быть схожими и отличаться от объектов, принадлежащих разным кластерам.

Самой распространённой метрикой в кластерном анализе является евклидово расстояние, которое выступает геометрическим расстоянием многомерного пространства:

$$d_{(x,y)} = \sum_{i=1}^m ((x_i - y_i)^2)^{\frac{1}{2}}$$

где x и y – точки в n -мерном пространстве.

Результатом иерархического кластерного анализа является дендрограмма (от греческого *dendron* – «дерево»), которая наглядно характеризует и демонстрирует близость отдельных точек и кластеров, а также стадийность объединения кластеров.

В настоящее время встречается множество работ в области методологии кластерного анализа [2, 3] и др.

В ходе данного исследования рассматривались зарубежные работы в области биологии водных биологических ресурсов с применением кластерного анализа [5, 6] и др.

Результаты и их обсуждение

Выполним решение практической задачи по кластеризации в программе Statistika, являющейся известным статистическим информационным продуктом обработки данных компании StatSoft, Inc [7].

Для проведения исследования предварительно подготовим данные по экспорту и импорту рыбной продукции, используем данные Дальневосточного таможенного управления [8] и подготовим данные в таблице Excel. Для корректного импорта данных в пакет Statistika из исходных данных необходимо удалить неинформативные значения, такие как номер по порядку и страна экспорта и другие данные.

Затем заходим в пакет Statistika и выполняем команду открыть, выбираем тип файлов с форматом .xls, импортируем выбранные листы (рис. 1)

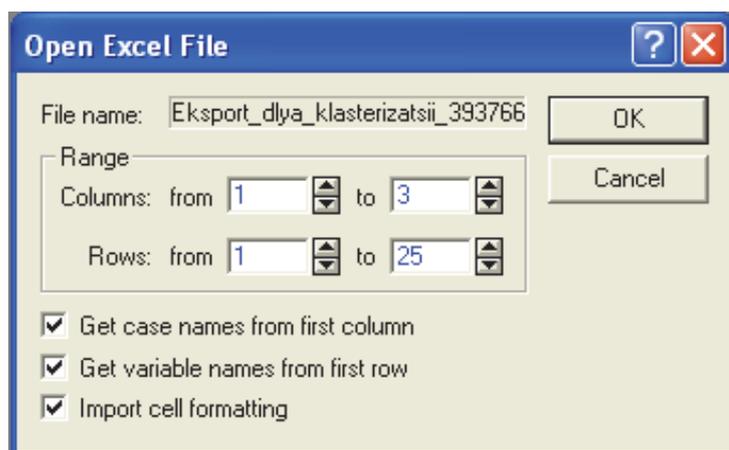


Рис. 1. Импорт данных из программы Excel в пакет STATISTICA

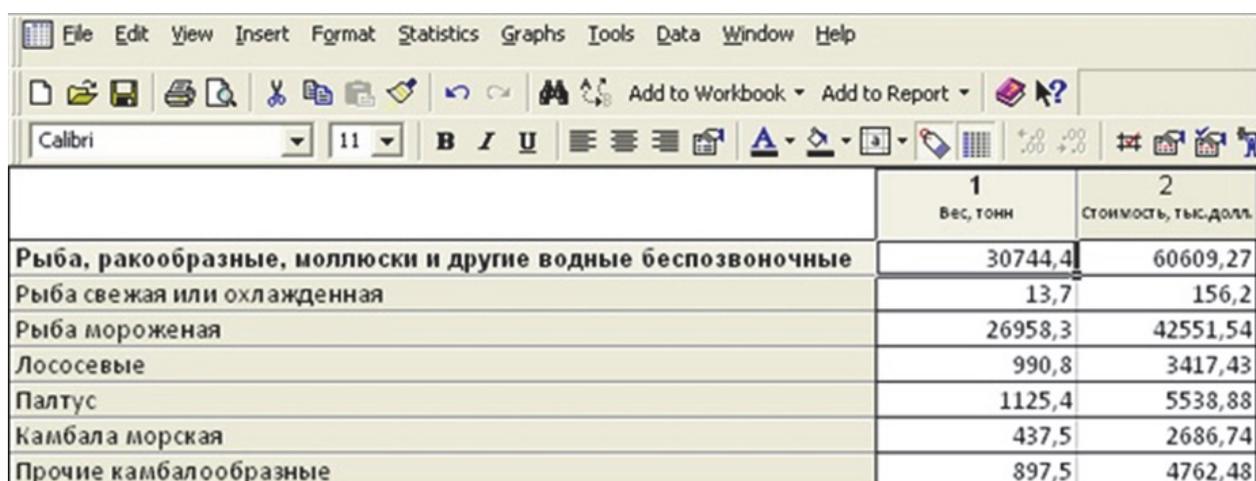
Fig. 1. Importing data from Excel into the STATISTICA package

Исходный файл данных содержит следующую информацию о товарах экспорта (рис. 2) и импорта (рис. 3):

- наименование товара;
- вес экспортируемого и импортируемого товара в тоннах – первая переменная;
- стоимость данного товара в тысячах долларов – вторая переменная.

	1 Вес, тонн	2 Стоимость, тыс.долл.
Рыба, ракообразные, моллюски и другие водные беспозвоночные	1536837,6	3280468,76
Рыба свежая или охлажденная	395	589,64
Рыба мороженая	1362488,3	2119010,1
Лососевые	196588,4	558209,58
Палтус	9488,9	53485,08
Камбала морская	12406,4	16694,04
Прочие камбалообразные	34297,7	44991,07
Сельдь	213556,7	115385,82
Треска	53938,1	159011,39
Минтай	698960,2	716290,15
Окунь морской	1035,8	2892,25
Печень, икра, молоки	52653,1	361627,46
Плавники, головы, хвосты и прочие пищевые рыбные субпродукты	6573,6	14757,59
Филе рыбное и прочее мясо рыбы (включая фарш)	65928,3	156226,85
Рыба сушеная, соленая, копченая, рыбная мука	363,9	822,84
Ракообразные	68337,4	889758,84
Крабы	56948,5	797779,08
Моллюски	27742,6	84635,05
Гребешки	6305,5	14306,61
Каракатицы, кальмары и осьминоги	12362,6	28801,49
Прочие моллюски	8963,4	41425,85
Водные беспозвоночные, кроме ракообразных и моллюсков	11581,9	29425,44
Голотурии	2967,7	5994,26
Морские ежи	7921,4	22606,34

Рис. 2. Исходные статистические данные экспорта рыбной продукции для кластеризации
 Fig. 2. Source statistics of export of fish products for clustering



	1 Вес, тонн	2 Стоимость, тыс.долл.
Рыба, ракообразные, моллюски и другие водные беспозвоночные	30744,4	60609,27
Рыба свежая или охлажденная	13,7	156,2
Рыба мороженая	26958,3	42551,54
Лососевые	990,8	3417,43
Палтус	1125,4	5538,88
Камбала морская	437,5	2686,74
Прочие камбалообразные	897,5	4762,48

Рис. 3. Исходные статистические данные импорта рыбной продукции для кластеризации
 Fig. 3. Source statistics of imports of fish products for clustering

Проведем стандартизацию данных (в меню Data необходимо выбрать пункт Standardize и выделить все переменные) с целью исключения влияния различных типов шкал, в которых представлены переменные (рис. 4, 5).

Data: Стандартизованные данные экспорта* (2v by 24c)		
	1 Вес, тонн	2 Стоимость, тыс.долл.
Рыба, ракообразные, моллюски и другие водные беспозвоночные	3,2	3,7
Рыба свежая или охлажденная	-0,4	-0,5
Рыба мороженая	2,8	2,2
Лососевые	0,0	0,2
Палтус	-0,4	-0,4
Камбала морская	-0,4	-0,5
Прочие камбалообразные	-0,4	-0,5
Сельдь	0,1	-0,4
Треска	-0,3	-0,3
Минтай	1,2	0,4
Окунь морской	-0,4	-0,5
Печень, икра, молоки	-0,3	-0,0
Плавники, головы, хвосты и прочие пищевые рыбные субпродукты	-0,4	-0,5
ле рыбное и прочее мясо рыбы (включая фарш), свежие, охлажден	-0,3	-0,3
Рыба сушеная, соленая, копченая, рыбная мука	-0,4	-0,5
Ракообразные	-0,3	0,6
Крабы	-0,3	0,5
Моллюски	-0,4	-0,4
Гребешки	-0,4	-0,5
Каракатицы, кальмары и осьминоги	-0,4	-0,5

Рис. 4. Стандартизация данных экспорта рыбной продукции
Fig. 4. Standardization of fish export data

Data: Стандартизованные данные импорта* (2v by 7c)		
	1 Вес, тонн	2 Стоимость, тыс.долл.
Рыба, ракообразные, моллюски и другие водные беспозвоночные	1,59599372	1,799072
Рыба свежая или охлажденная	-0,632744902	-0,700796998
Рыба мороженая	1,32140748	1,05234467
Лососевые	-0,561880896	-0,565937878
Палтус	-0,552119055	-0,478211199
Камбала морская	-0,602008881	-0,596153536
Прочие камбалообразные	-0,568647462	-0,510317067

Рис. 5. Стандартизация данных импорта рыбной продукции
Fig. 5. Standardization of data on imports of fish products

Для проведения кластерного анализа используем модуль Cluster Analysis (Кластерный анализ) с использованием переключателя модулей Statistika Multivariate Exploratory Techniques (рис. 6). Затем в появившемся окне (Clustering method) из предложенных методов Joining (tree clustering) (древовидная кластеризация): K-means clustering – Кластеризация

методом К-средних и Two-way joining – Двухходовое объединение – необходимо выбрать пункт Joining (tree clustering).

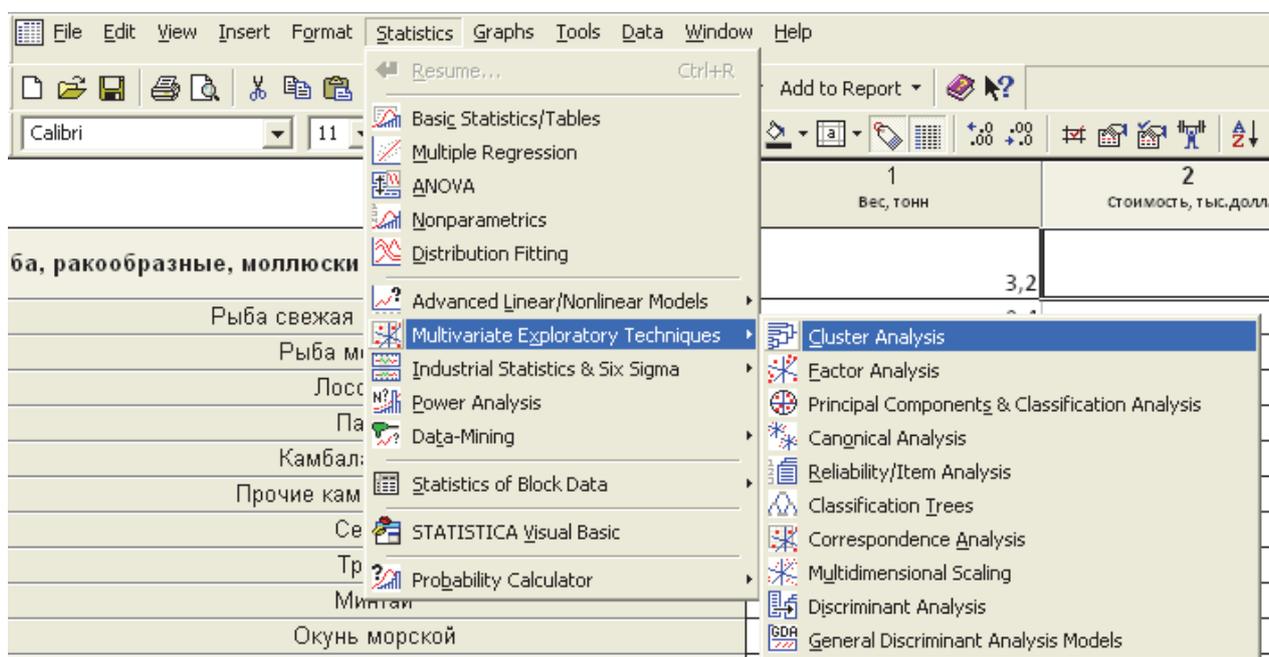


Рис. 6. Запуск модуля Кластерный анализ (Cluster Analysis)

Fig. 6. Starting the Cluster Analysis Module

На следующем этапе необходимо установить необходимые параметры, как показано на рис. 7, а, установить значение All в меню Variables. В поле Cluster необходимо установить значение Cases (rows). В качестве правила объединения отметим Complete Linkage (Метод полной связи), в качестве метрики расстояний – Euclidean Distances (евклидово расстояние). Далее выбираем пункт построить вертикальную дендрограмму (Vertical icicle plot) на рис. 7, б.

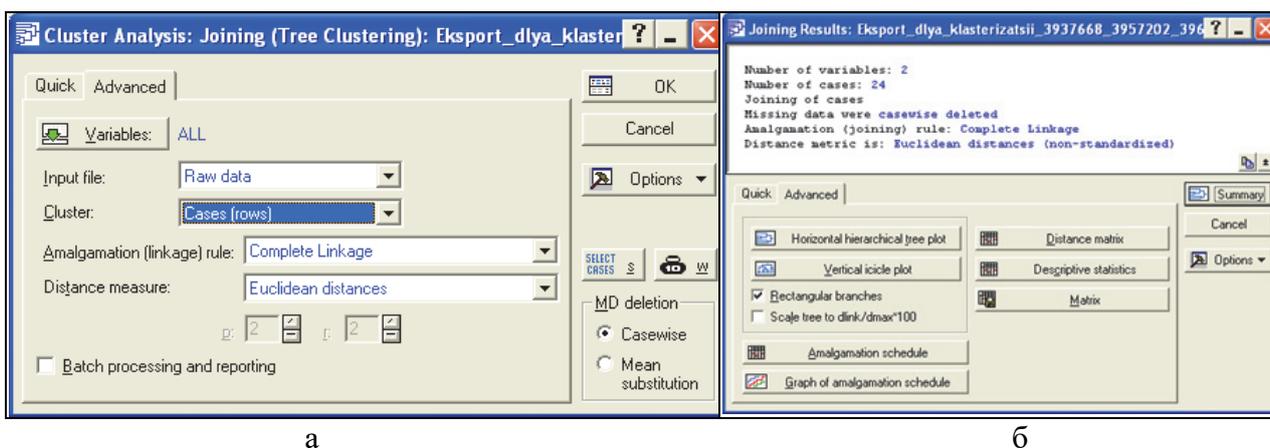


Рис. 7. Параметры выполнения кластерного анализа

Fig. 7. Cluster Analysis Options

На рис. 8 представлены результаты кластеризации товаров экспорта и импорта. Из дендрограммы товаров экспорта (рис. 8, а) выделяется несколько классов:

1. С₁ и С₃ «Рыба мороженая» – наиболее прибыльные товары с большим объемом экспорта.
2. С₁₀ «Минтай», С₁₇ «Крабы», С₁₆ «Ракообразные», С₁₂ «Печень, икра, молоки», С₄ «Лососевые» – средние товары по объемам экспорта и суммарной стоимости.
3. Все остальные – низкоприбыльные товары с небольшими объемами экспорта.

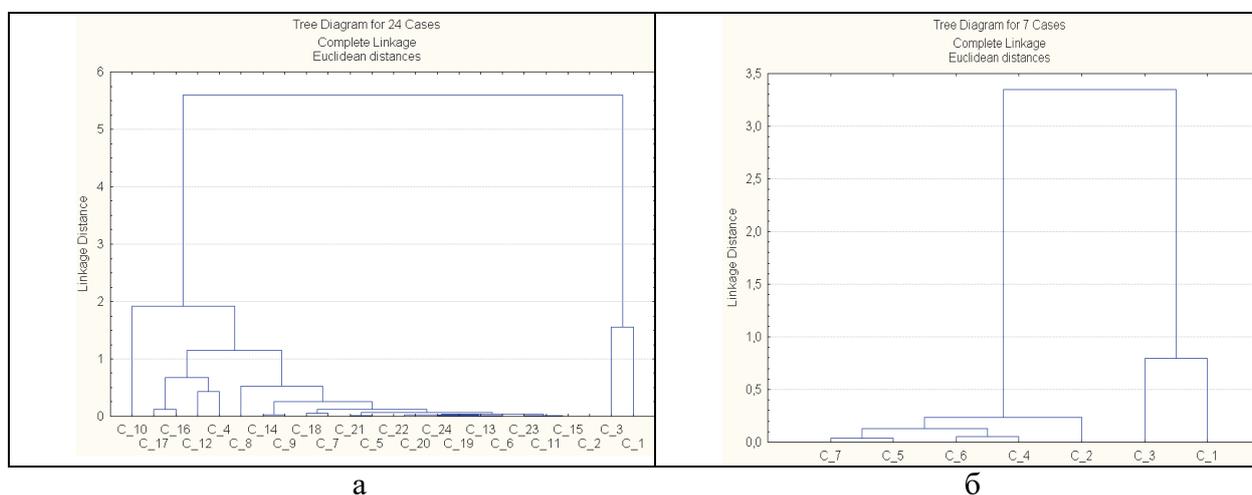


Рис. 8. Дендрограммы кластеров экспортной (а) и импортной (б) рыбной продукции
 Fig. 8. Dendrograms of clusters of export (a) and import (б) fish products

Из дендрограммы товаров импорта (рис. 8, б) можно выделить следующие классы:

1. С₁ и С₃ «Рыба мороженая» – кластер аналогичен товарам экспорта.
2. С₂ «Рыба живая» – товар с самым низким показателем массы импорта и стоимости.
3. С₄ «Филе рыбное и прочее мясо рыбы (включая фарш), свежие, охлажденные или мороженые» и С₆ «Ракообразные».
4. С₅ «Рыба сушеная, соленая, копченая, рыбная мука» и С₇ «Каракатицы, кальмары и осьминоги».

Выводы

В ходе данного исследования был рассмотрен подробный алгоритм выполнения кластеризации экспорта и импорта рыбной продукции с использованием информационного продукта Statistika версия 6. Исследование позволило выявить наиболее схожие объекты – кластеры по переменным – вес экспортируемого и импортируемого товара в тоннах и стоимость данного товара в тысячах долларов. Необходимо отметить, что при увеличении числа переменных результат кластеризации может значительно измениться. Поэтому на достоверность проводимого исследования оказывает значительное влияние предварительная подготовка данных к анализу.

При дальнейших исследованиях полученные данные могут применяться при разработке стратегических маркетинговых мероприятий, в исследованиях рынков рыбной продукции, структуры и кластеризации производителей рыбной продукции по различным переменным, сегментации потребителей водных биологических ресурсов и более детального исследования их предпочтений.

Список литературы

1. Tryon R.C. Cluster analysis. London: Ann Arbor Edwards Bros, 1939. 139 p.
2. Filippone M., Camastra F., Masulli F. Rovetta S. A Survey of Kernel and Spectral Methods for Clustering // Pattern Recognition. 2008. Vol. 41, № 1. P. 176–190.

3. Mirkin B. Core Concepts in Data Analysis: Summarization, Correlation, Visualization. Springer, 2010.

4. Donald A. Jackson, Steven C. Walker, Mark S. Poos Cluster Analysis of Fish Community Data: «New» Tools for Determining Meaningful Groupings of Sites and Species Assemblages. American Fisheries Society Symposium 73:503–527, 2010 [Электронный ресурс]. URL: http://jackson.eeb.utoronto.ca/files/2012/10/2010_Jackson_Walker_Poos_StreamFishCommunities.pdf (дата обращения: 03.11.2019).

5. Frimpong, E. A., Angermeier P. L. Traitbased approaches in the analysis of stream fish communities. Pages 109–136 in K. B. Gido and D. A. Jackson, editors. Community ecology of stream fishes: concepts, approaches, and techniques 2010 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fishtraits.info/static/pdf/Using.pdf> (дата обращения: 03.11.2019).

6. Yuan H.C., Tan M.X., Gu Y.T. A Model for Fishery Forecast Based on Cluster Analysis and Nonlinear Regression. International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Engineering (AIE 2015) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.atlantis-pess.com/proceedings/aiie-15/22156> doi.org/10.2991/aiie-15.2015.113 (дата обращения: 03.11.2019).

7. STATISTICA Features Overview [Электронный ресурс]. URL: <http://www.statsoft.com/Products/STATISTICA-Features> (дата обращения: 03.11.2019).

8. Дальневосточное таможенное управление. Справочные и аналитические материалы. [Электронный ресурс]. URL: <http://dvtu.customs.ru/statistic> (дата обращения: 26.10.2019).

Сведения об авторе: Салтыков Максим Александрович, кандидат экономических наук, доцент, e-mail: saltykov_ma@mail.ru.

УДК 681.3+378

Е.В. Ющик

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526

**МЕСТО ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАТИКА» В
ФОРМИРОВАНИИ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
БАКАЛАВРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ**

Проводится сравнительный анализ содержания курса «Информатика» для решения основных вопросов повышения уровня общепрофессиональных и универсальных компетенций студентов бакалавриата экологических направлений подготовки (05.03.06 «Экология и природопользование» и 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура») в условиях перехода на ФГОС 3++ в рамках учебного процесса.

Ключевые слова: информатика, ФГОС 3++, компетенции.

E.V. Yushchik

**PLACE OF GENERAL EDUCATIONAL DISCIPLINE «INFORMATICS» IN
FORMATION OF GENERAL PROFESSIONAL COMPETENCES OF BACHELORS OF
ECOLOGICAL TRAINING DIRECTIONS**

The article provides a comparative analysis of the content of the course «Informatics» to address the main issues of increasing the level of General professional and universal competencies of students of bachelor degree in environmental areas of training (05.03.06 «Ecology and nature management» and 35.03.08 «Aquatic bioresources and aquaculture») in the transition to GEF 3++ in the educational process.

Key words: computer science, GEF 3 ++, competencies.

В настоящее время страна находится в состоянии реализации Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [1], что предполагает, в частности построение системы образования, направленной на выявление талантов, проявляющихся в таких областях, как математика и информатика. Планируется осуществлять их поддержку. Для осуществления этих планов Правительство особое внимание должно направить на подготовку кадров высокой квалификации, которые будут соответствовать новым требованиям современных компетенций цифровой экономики [2]. Соответственно необходимо будет реализовать программы переподготовки существующих специалистов для возможности работы по тем востребованным профессиям, которые необходимы в условиях внедрения цифровой экономики.

Новые цифровые технологии уже сегодня проникли во все сферы деятельности, связанные с конкретной специальностью, но и во все сферы жизни современного человека. Развитие информационных технологий идёт в геометрической прогрессии, что требует от каждого человека, тем более имеющего высшее образование, решать возникающие практические задачи с использованием информационных технологий. Образовательные организации, готовящие бакалавров, специалистов и магистров, должны обеспечивать формирование знаний в области профессиональной деятельности.

При формировании разделов дисциплины преподаватели обычно отталкиваются от типовой рабочей программы. Учитывая то, что в учебных планах рассматриваемых направ-

лений бакалавриата «Информатика» входит в состав базовых дисциплин основной образовательной программы (ООП), она должна включать приблизительно одинаковые разделы вне зависимости от того, какому из направлений бакалавриата дисциплина преподается. В зависимости от направления подготовки различаются и формируемые компетенции.

Для направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» (ЭПб) трудоемкость всей дисциплины составляет 5 зачетных единиц, или 180 ч, из них на контактную работу отводится 68 ч – это 17 ч на лекции и 51 ч на лабораторные работы. Необходимо сформировывать три общепрофессиональные компетенции (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3) [3].

В то же время для направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» (ВБб) нам отведено 3 зачетных единицы, или 108 ч, при этом контактная работа составляет всего 34 ч, из них 17 ч лекций и 17 ч практические работы. При этом за второй семестр требуется формировать не только общепрофессиональные (ОПК-1), но и универсальные компетенции (УК-1) [4].

Все компетенции, на формирование элементов которых необходимо направить все усилия, представлены в таблице.

Компетенции ЭПб и ВБб Competencies of ENb and WBb

ЭПб		ВБб	
Обозначение компетенции	Содержание компетенции	Обозначение компетенции	Содержание компетенции
1	2	3	4
Общепрофессиональные			
ОПК-1	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию	ОПК-1	Способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	Способность осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач	–	–
ОПК-9	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	–	–

Окончание таблицы

1	2	3	4
Универсальные			
–	–	УК-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

На рис. 1 отображены данные в часах, собранные в виде таблицы, как по видам учебной работы студентов, так и по запланированной трудоемкости по разделам изучаемой дисциплины, которые соответствуют рабочим программам для направлений ВБб и ЭПб.

Раздел дисциплины	Виды учебной работы студентов и трудоемкость (в часах)					
	ВБб			Эпб		
	лк	пз	ср	лк	лб	ср
Основные понятия информатики и информационных процессов. Методы теории информатики. Технические средства обработки информации.	3	1	14	6	10	20
Программные средства реализации информационных процессов	2	3	14	3	12	16
Технология обработки текстовой информации	4	5	12	3	12	16
Технология обработки числовой информации.	4	6	12	3	12	16
Технология обработки графической информации. Средства для создания электронных презентаций.	3	1	12	2	5	8
Основы баз данных и знаний.	1	1	10			
Итоговый контроль						36
Итого,	17	17	74	17	51	112
Всего	108			180		

Рис. 1. Разделы дисциплины «Информатика»

Fig. 1. Sections of the discipline of Computer Science

Отсутствие часов по разделу «Основы баз данных и знаний» для направления ЭПб связано с тем, что в дальнейшем на 3-м курсе дневного отделения студенты изучают дисциплину «Автоматизированные информационные технологии», в рамках которой и происходит основательное знакомство с этой темой. Сравнительный анализ трудоемкости дисциплины для направлений ЭПб и ВБб по различным видам занятий представлен на рис. 2–4.



Рис. 2. Сравнительный анализ трудоемкости лекционных занятий

Fig. 2. Comparative analysis of the complexity of lecture classes

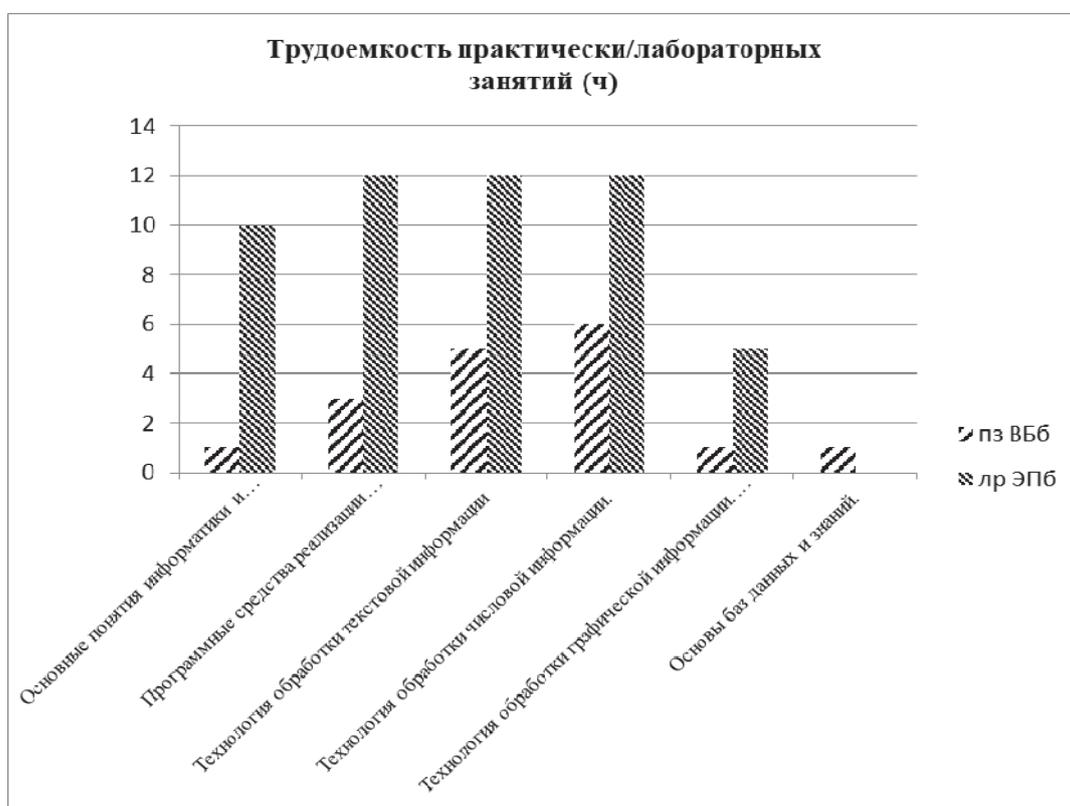


Рис. 3. Сравнительный анализ трудоемкости практических занятий (ВБб) и лабораторных занятий (ЭПб)

Fig. 3. Comparative analysis of the complexity of practical classes (WBb) and laboratory studies (ENb)

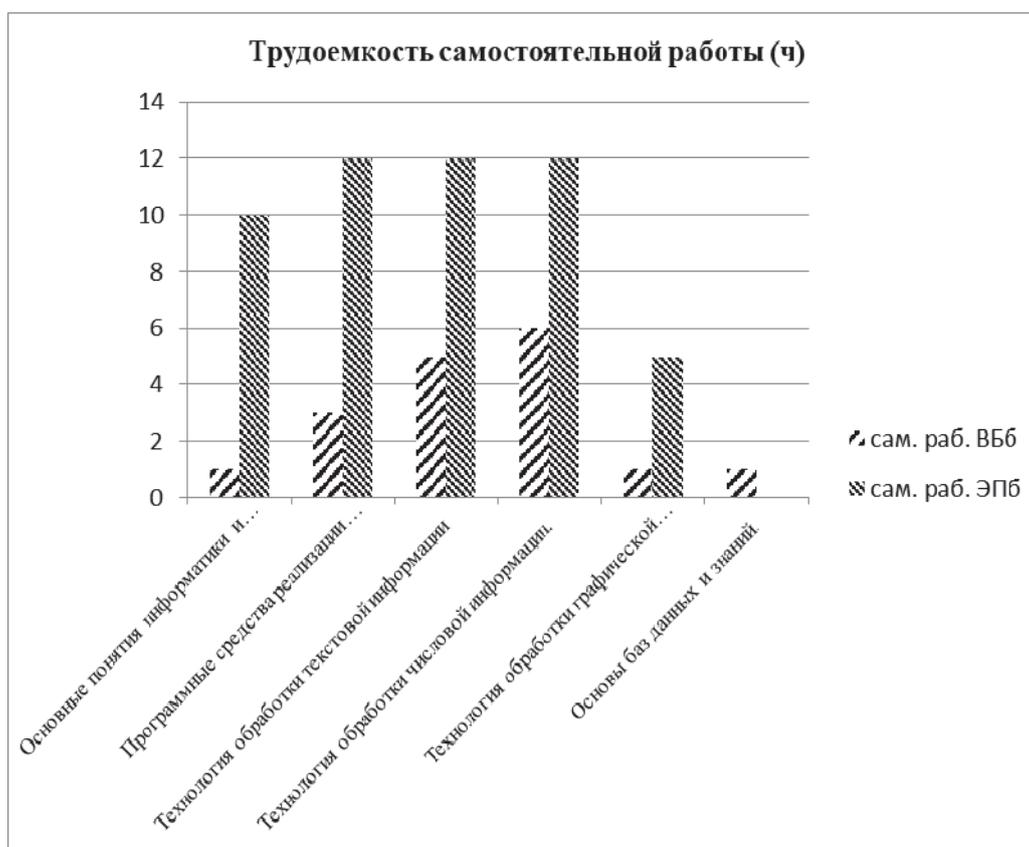


Рис. 4. Сравнительный анализ трудоемкости самостоятельной работы

Fig. 4. Comparative analysis of the complexity of independent work

Глубина рассмотрения каждой темы зависит от начального уровня знаний студентов. Несмотря на наличие у каждого из них в школьном курсе предмета под названием «Информатика», инфокоммуникационные компетенции в группах студентов достаточно неоднородны, так как при выборе своей будущей профессии они не были ориентированы на сдачу ЕГЭ по «Информатике». Поэтому у обучающихся по этим направлениям, как правило, отсутствует целостное представление об информатике как о науке, а имеются только поверхностные знания, ориентированные не на профессиональное, а на бытовое использование современных цифровых технологий.

Сложность в выравнивании начального уровня знаний заключается ещё и в том, что при переходе на ФГОС ВО 3++ произошло сокращение как общего количества часов, так количества часов контактной работы со студентами. Особенно это касается направления подготовки ВБб, где общее количество часов уменьшилось на 72 ч, а контактных – на 34 ч (раннее было 34 ч лекций, 34 ч практических занятий) [5].

Вопрос логической связи школьного и вузовского курса «Информатика» стоит достаточно остро. Именно он должен решаться в первую очередь на начальных лекциях наряду с задачей мотивации к активной самостоятельной работе при изучении дисциплины «Информатика» для повышения уровня компетенций, прописанных в РПД дисциплины для этого направления подготовки. На этих лекциях закладывается осознанное отношение обучающихся к овладению не только практическими навыками, но и теоретическими знаниями. На них необходимо привить осознание выработки привычки к напряженному интеллектуальному труду. Только при решении этой задачи можно говорить о достижении

цели образования. В практической плоскости в первую очередь необходим входной контроль уровня компетенций студентов. Исходя из его результатов и формируется дальнейшая траектория обучения, в которой определяется интенсивность и уровень подачи материала по темам дисциплины.

Из приведенного анализа видно, что при разработке учебных планов дисциплин не учитывается взаимосвязь между теми компетенциями, в формировании которых участвует дисциплина «Информатика», и общей трудоемкостью дисциплины. Как правило, это происходит из-за недооценки роли информатики в современном образовании и в то же время от переоценки возможностей современного студента в использовании цифровых технологий. Сокращение часов контактной работы со студентами усложняет процесс обучения с учетом требований к специалистам для цифровой экономики, поскольку изначально студенты биологических направлений не нацелены на глубокое изучение точных наук.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
2. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Кадры для цифровой экономики. <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/866/>.
3. ФГОС ВО для направления подготовки бакалавра 05.03.06 «Экология и природопользование», утверждённый приказом Министерства образования и науки РФ от 11.08.2016 г. № 998.
4. ФГОС ВО для направления подготовки бакалавра по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура», утверждённый приказом Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 668.
5. РПД 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура». <http://dalrybvtuz.ru/nfiles/articles/18308.pdf#2>.

Сведения об авторе: Ющик Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент, email: yuschikev@mail.ru.

СВЕДЕНИЯ О ЖУРНАЛЕ

Научный журнал «Научные труды Дальрыбвтуза» издается с 1996 года.

Тематика статей, публикуемых в журнале, соответствует следующим отраслям науки согласно рубрикатору специальностей ВАК:

- 03.01.04 – Биохимия
- 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)
- 03.02.08 – Экология (по отраслям)
- 03.02.14 – Биологические ресурсы
- 05.08.05 – Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)
- 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств
- 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ
- 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания
- 06.04.01 – Рыбное хозяйство и аквакультура
- 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)

В журнале публикуются научные статьи сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», а также ученых и преподавателей других учебных и научных организаций Российской Федерации.

В одном номере журнала может быть опубликовано не более двух статей одного автора, в том числе в соавторстве.

Статьи в научном журнале «Научные труды Дальрыбвтуза» публикуются бесплатно.

Материал, предлагаемый для публикации, должен соответствовать научным требованиям, быть интересным достаточно широкому кругу российской научной общественности, оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

При цитировании и копировании публикаций ссылка в журнал обязательна.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется положениями гл. 70 «Авторское право» Гражданского кодекса Российской Федерации и рекомендациями Международного комитета по публикационной этике (COPE) – <http://publicationethics.org/resources/flowcharts>.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и подрисуночные подписи) должен быть от 5 до 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, междустрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические и химические формулы должны набираться одним объектом в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word кеглем 12.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.tiff. Подрисуночная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

В связи с тем, что электронные версии публикаций обрабатываются в специальных программах для размещения в различных электронных библиотечных системах, математические символы, формулы с надстрочными и подстрочными индексами и буквы греческого алфавита в заголовках статей, аннотациях и ключевых словах отображаются некорректно. Убедительная просьба избегать употребления таких символов в указанных частях публикации!

Статья должна включать следующие данные:

1. Индекс УДК (на первой странице в левом верхнем углу).

2. Инициалы и фамилии всех авторов, через запятую.

3. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

Если авторов несколько и они работают в разных учреждениях, возле названия каждого учреждения и фамилии автора ставится соответствующий надстрочный символ.

4. Над фамилиями авторов справа указывается один из следующих разделов журнала:

- **Ихтиология. Экология.**

- **Промышленное рыболовство. Акустика.**

- **Судовые энергетические установки, устройства и системы, технические средства судовождения, электрооборудование судов.**

- **Технология и управление качеством пищевых продуктов.**

- **Технологическое и транспортное оборудование рыбохозяйственной отрасли.**

- **Биохимия и биотехнология.**

- **Рыбное хозяйство и аквакультура.**

- **Экономика рыбохозяйственной отрасли.**

5. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов). Заголовок набирают полужирными прописными буквами. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

6. Аннотацию (не менее 150–250 слов) набирают курсивом.

7. Ключевые слова (10–12).

8. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы (возможно выделение данных разделов в тексте):

Введение

Объекты и методы исследований

Результаты и их обсуждение

Выводы

9. Список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы составляется в порядке цитирования работ в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3].

На английском языке необходимо предоставить следующую информацию (после ключевых слов на русском языке):

- инициалы и фамилии авторов;
- заглавие статьи;
- текст аннотации;
- ключевые слова (Key words);
- подписи к рисункам и названия таблиц (приводятся в тексте по смыслу).

Сведения об авторах приводятся в конце статьи (после списка литературы) и включают: Фамилию, имя, отчество (полностью), научную степень, звание, должность, e-mail.

В редакцию предоставляются:

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 7–10 на флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc.

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора научного журнала на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в журнале, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотруднику Дальрыбвтуза сопроводительное письмо не требуется).

4. Экспертное заключение о возможности публикации статьи в открытой печати с гербовой печатью организации.

Пример оформления статьи

УДК 123

Ихтиология. Экология

А.А. Иванов¹, И.Б. Петров²

¹ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

² Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4.

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

Аннотация.

Ключевые слова: гидробионты.

Данные на английском языке.

Текст статьи (по ширине страницы).

Список литературы

Сведения об авторах: Иванов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: ivanova@mail.ru;

Петров Игорь Борисович, кандидат биологических наук, профессор, научный сотрудник, e-mail: petrov@mail.ru.

Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

Тел.: (423) 244-21-91, e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

Научное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Научный журнал

№ 4 2019

Том 50

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-72402 от 05.03.2018

Подписной индекс 64553
(каталог агентства «Роспечать»)

Издание не подлежит маркировке в соответствии с гл. 3, ст. 11, п. 4 ФЗ № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»

Редактор Т.В. Ломакина
Верстка, макет, обложка О.В. Нечипорук

Подписано в печать 02.12.2019. Дата выхода в свет 30.12.2019.
Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 11,50.
Заказ 0754. Тираж 100 экз. Цена свободная.

Оригинал-макет подготовлен
Центром публикационной деятельности
«Издательство Дальрыбвтуза»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б

Отпечатано в ООО «Типография «Африка»
690105, г. Владивосток, ул. Русская, 94А
e-mail: info@africa-print.ru