

# ИЗВЕСТИЯ

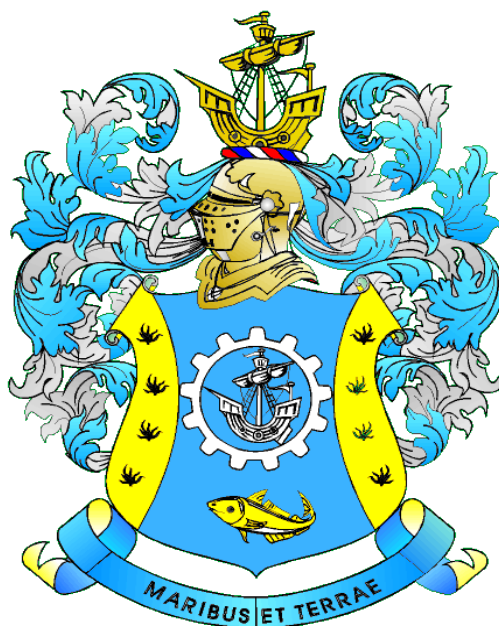
## КГТУ

## 2023

## № 69

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

### Научный журнал



**Индексирование журнала, включение в базы данных**

*Входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых  
должны быть опубликованы основные научные результаты диссер-  
таций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание  
ученой степени доктора наук*

*Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)*

*Agricultural Research Information System (Agris)*

**Калининград**

"Известия КГТУ"  
Учредитель: ФГБОУ ВО  
"Калининградский государственный  
технический университет"

Научный журнал  
Основан в 2002 г.

*Редакционный совет:*

*Главный редактор:* Н. А. Кострикова, канд. физ.-мат. наук, доц.  
*Зам. главного редактора:* А. Я. Яфасов, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.

*С. Т. Антипов*, д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный университет инженерных технологий, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств;

*В. Ф. Белей*, д-р техн. наук, проф., Калининградский государственный технический университет, заведующий кафедрой энергетики;

*О. А. Булатов*, д-р биол. наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва, директор по научной работе;

*Е. А. Криксунов*, д-р биол. наук, проф., МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, заведующий лабораторией онтогенеза кафедры ихтиологии;

*В. А. Панфилов*, акад. РАН, д-р техн. наук, проф., Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева, профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств;

*О. Я. Тимофеев*, д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, декан факультета кораблестроения и океанотехники;

*Мирослав Шредер*, д-р экон. наук, проф., Гданьский университет (г. Гданьск, Польша), декан факультета управления;

*А. В. Юров*, д-р физ.-мат. наук, проф., Балтийский федеральный университет имени И. Канта, директор образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»;

*Марек Якубовский*, д-р техн. наук, проф., Национальный научно-исследовательский институт морского рыболовства (г. Гдыня, Польша), профессор кафедры технологии переработки и механизации.

*Редакционная коллегия:*

*О. В. Агеев*, д-р техн. наук, доц.; *И. С. Александров*, д-р техн. наук, доц.;  
*М. П. Андреев*, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.; *О. А. Анциферова*, д-р с.-х. наук,  
проф.; *А. Г. Архипов*, д-р биол. наук, доц.; *О. О. Бабич*, д-р техн. наук, доц.;  
*А. С. Баркова*, д-р вет. наук, доц.; *О. М. Бедарева*, д-р биол. наук, проф.;  
*В. Ф. Белей*, д-р техн. наук, проф.; *В. В. Брюханов*, д-р физ.-мат. наук, проф.;  
*Н. Л. Великанов*, д-р техн. наук, проф.; *В. В. Верхотуров*, д-р биол. наук, проф.;  
*А. А. Герасимов*, д-р техн. наук, проф.; *В. И. Гнатюк*, д-р техн. наук, проф.;  
*Е. М. Грамузов*, д-р техн. наук, проф.; *В. В. Дорофеева*, д-р экон. наук, проф.;  
*Л. С. Дышлюк*, д-р техн. наук, доц.; *С. В. Дятченко*, д-р техн. наук, доц.;  
*А. В. Иванов*, д-р экон. наук, проф.; *И. П. Корнева*, канд. техн. наук, доц.;  
*О. В. Кригер*, д-р техн. наук, доц.; *С. Н. Лябзина*, д-р биол. наук, доц.;  
*О. Я. Мезенова*, д-р техн. наук, проф.; *А. Г. Мнацаканян*, д-р экон. наук, проф.;  
*А. Б. Муромцев*, д-р вет. наук, проф.; *Е. Н. Науменко*, д-р биол. наук, доц.;  
*В. А. Наумов*, д-р техн. наук, проф.; *А. И. Притыкин*, д-р техн. наук, доц.;  
*Л. И. Сергеев*, д-р экон. наук, проф.; *Н. Я. Синявский*, д-р физ.-мат. наук, проф.;  
*В. А. Слежкин*, канд. хим. наук, доц.; *А. В. Снытников*, д-р техн. наук, проф.;  
*Т. Е. Степанова*, д-р экон. наук, проф.; *В. И. Сутырин*, д-р техн. наук, доц.;  
*А. Б. Тристанов*, канд. техн. наук, доц.; *Е. В. Ульрих*, д-р техн. наук, доц.;  
*Ю. А. Фатыхов*, д-р техн. наук, проф.; *С. В. Федоров*, д-р техн. наук, проф.;  
*С. В. Шibaев*, д-р биол. наук, проф.

*Выпускающий редактор С. В. Супрунова*

Адрес редакции: 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1;  
тел.: (4012) 99-59-01, 99-59-10, 99-59-74; факс: (4012) 91-68-46;  
сайт: [www.klgtu.ru](http://www.klgtu.ru); E-mail: [svetlana.suprunova@klgtu.ru](mailto:svetlana.suprunova@klgtu.ru)

© ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,  
2023





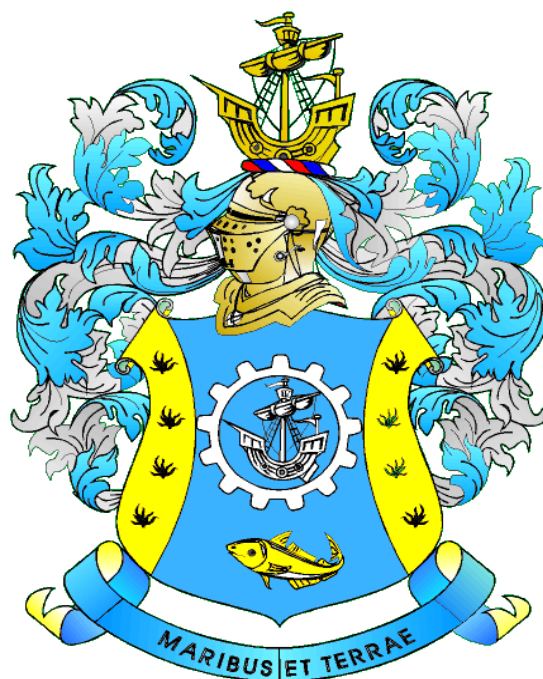
# KSTU NEWS

2023

№ 69

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL  
INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION  
"KALININGRAD STATE TECHNICAL UNIVERSITY"

## SCIENTIFIC JOURNAL



### **Journal index, registration in databases**

*Included in the list of peer-reviewed scientific publications, in which the main scientific results of dissertations for the candidate of science degree and for the doctor of science degree should be published*

*Russian Index of Scientific Citation (RISC)*

*Agricultural Research Information System (Agris)*

**Kaliningrad**



## СОДЕРЖАНИЕ

### **Биология, экология и рыбное хозяйство**

<i>Бедарева О. М., Троян Т. Н., Карачинова Л. В.</i> Оценка гетерогенности популяций <i>Dactylis glomerata</i> L. в зависимости от условий биотопа .....	11
<i>Судник С. А., Егорова Ю. Е.</i> Особенности биологии каменной креветки <i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonidae) из Юго-Восточной Балтики у берегов Куршской косы в 2010–2022 гг. ....	20
<i>Сырчина Н. В., Пилип Л. В.</i> Трансформация подвижности железа в почвах агроэкосистем под влиянием навозных стоков .....	35
<i>Чечко В. А., Топчая В. Ю., Бабаков А. Н.</i> Новая карта донных осадков Калининградского залива Балтийского моря .....	44

### **Техника и технология пищевых производств**

<i>Воробьев В. И., Чернега О. П., Яковлева М. В.</i> Разработка коллагенсодержащего икорно-майонезного соуса в рецептуре пресервов «Сельдь атлантическая» .....	59
<i>Мезенова О. Я.</i> Биопотенциал вторичного хитинсодержащего сырья и рациональные направления его использования .....	74
<i>Степаненко Е. И., Нехамкин Б. Л., Шалимова И. О.</i> Определение возможного уровня снижения хлористого натрия в соленой рыбе на основании потребительской оценки и исследование влияния солезаменяющих пищевых добавок на показатели качества продукции.....	89

### **Судостроение, машиностроение и энергетика**

<i>Вольский А. Б., Новоселов К. А.</i> Разработка алгоритмов и программ управления системы управления аварийным дизель-генератором на примере сухогруза «Rix Lake» .....	105
--	-----

### **Экономика и управление АПК**

<i>Яфасов А. Я.</i> Цивилизационная матрица российского предпринимательства .....	123
---	-----

CONTENT

***Biology, ecology and fisheries***

<i>Bedareva O. M., Troyan T. N., Karachinova L. V.</i> Evaluation of the population heterogeneity <i>Dactylis glomerata</i> L. depending on the biotope conditions .....	11
<i>Sudnik S. A., Egorova Yu. E.</i> Features of the biology of the stone shrimp <i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonidae) from the waters of the South-Eastern Baltic off the coast of the Curonian Spit in 2010–2022 .....	20
<i>Syrchina N. V., Pilip L. V.</i> Transformation of iron mobility in agroecosystem soils under the influence of manure effluents .....	35
<i>Chechko V. A., Topchaya V. Yu., Babakov A. N.</i> New map of the bottom sediments in the Kaliningrad Bay of the Baltic Sea .....	44

***Processes and technology of food manufacturing***

<i>Vorob'ev V. I., Chernega O. P., Yakovleva M. V.</i> Technology of a collagen-containing caviar-mayonnaise sauce in the recipe of "Atlantic herring" preserves .....	59
<i>Mezenova O. Ya.</i> Biopotential of secondary chitin-containing raw material and its rational uses .....	74
<i>Stepanenko E. I., Nekhamkin B. L., Shalimova I. O.</i> Determining the possible level of sodium chloride reduction in salted fish based on consumer assessment and studying the effect of salt-replacing nutritional supplements on product quality indicators .....	89

***Shipbuilding, machine manufacturing and power engineering***

<i>Vol'skiy A. B., Novoselov K. A.</i> Development of algorithms and control programs for the emergency diesel generator control system on the example of the "Rix Lake" dry cargo ship .....	105
---	-----

***Economics and management of AIC***

<i>Yafasov A. Ya.</i> Civilizational matrix of Russian entrepreneurship .....	123
---	-----



## **БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО**



Научная статья

УДК 57.045:574.34: 574.47: 574.23:631.423

DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-11-19

**Оценка гетерогенности популяций *Dactylis glomerata* L.  
в зависимости от условий биотопа**

**Ольга Михайловна Бедарева<sup>1</sup>, Татьяна Николаевна Троян<sup>2</sup>, Любовь Валерьевна Карачинова<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

<sup>1</sup>olga.bedareva@klgtu.ru

<sup>2</sup>tatyana.troyan@klgtu.ru

<sup>3</sup>karachinova.l@klgtu.ru

**Аннотация.** *Dactylis glomerata* L. встречается в сообществах разных типов растительности (абсолютные и нормальные суходолы), его местообитание различно. Однако, адаптационные возможности вида в условиях техногенной нагрузки изучены недостаточно. Проведены исследования по изучению структуры ценопопуляций поликарпического рыхлокустового симподиально ветвящегося злака *Dactylis glomerata* в условиях Калининградской области в биотопах, являющихся частью биоценозов, приуроченных к придорожным территориям с градацией степени техногенной нагрузки. Все места обитания вида представлены четырьмя ключевыми участками, испытывающими различную степень загрязнения воздуха (автотранспортные выбросы). Актуальность исследования заключалась в определении морфометрических и фитоценологических параметров, характеризующих устойчивость объекта исследования. Гетерогенность популяций оценивалась с точки зрения морфометрических параметров и возрастной структуры. Для возрастной структуры ценопопуляций вида в рассмотренных местах обитания характерна высокая доля генеративных особей при незначительном участии виргинильной группы, что объясняется усилением конкурентных отношений и слабым семенным возобновлением. Комплексная оценка состояния ценопопуляций показала варьирование проективного покрытия, численности при сохранении молодой и зрелой возрастных групп, что при разных экотопических условиях позволило отнести ее к популяциям нормального типа. Наблюдается варьирование морфометрических параметров в условиях различных биотопов. В оптимальном состоянии находятся ценопопуляции в культуре, что соответствует совпадению ауто- и синэкологических оптимумов. При произрастании вида в сообществах, приуроченных к придорожным территориям, отмечены значимые различия по исследуемым морфометрическим параметрам (количество междоузлий, длина листовой пластинки, высота вегетативных и генеративных побегов и их количество).

**Ключевые слова:** многолетние травы, рыхлокустовые злаки, ежа сборная, популяция, морфометрические параметры, возрастные группы.

**Для цитирования:** Бедарева О. М., Троян Т. Н., Карачинова Л. В. Оценка гетерогенности популяций *Dactylis glomerata* L. в зависимости от условий биотопа // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 11–19. DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-11-19

Original article

### **Evaluation of heterogeneity of populations of *Dactylis glomerata* L. depending on biotope conditions**

Ol'ga M. Bedareva<sup>1</sup>, Tat'yana N. Troyan<sup>2</sup>, Lubov' V. Karachinova<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

<sup>1</sup>olga.bedareva@klgtu.ru

<sup>2</sup>tatyana.troyan@klgtu.ru

<sup>3</sup>karachinova.l@klgtu.ru

**Abstract.** *Dactylis glomerata* L. occurs in various habitats, in communities of various types of vegetation (absolute and normal upland). However, the adaptive capabilities of the species under the conditions of technogenic load have not been studied enough. Studies have been carried out to study the structure of coenopopulations of the polycarpic loose sympodially branching grass *Dactylis glomerata* under the conditions of the Kaliningrad region in biotopes. These biotopes are part of biocenoses confined to roadside areas with a gradation of the degree of technogenic load. All habitats of the species are represented by four key areas experiencing varying degrees of air pollution (vehicle emissions). The relevance of the study was to determine the morphometric and phytocenotic parameters that characterize the stability of the object of study. Population heterogeneity was assessed in terms of morphometric parameters and age structure. The age structure of the coenopopulations of the species in the considered habitats is characterized by a high proportion of generative individuals with an insignificant participation of the virginal group, which is explained by increased competitive relations and weak seed renewal. A comprehensive assessment of the state of coenopopulations showed a variation in the projective cover, abundance, while maintaining the young and mature age groups, which, under different ecotopic conditions, made it possible to attribute it to populations of the normal type. Variation of morphometric parameters is observed under conditions of different biotopes. Coenopopulations in culture are in an optimal state, which corresponds to the coincidence of aut- and synecological optimums. During the growth of the species in communities confined to roadside areas, significant differences have been noted in the studied morphometric parameters (number of internodes, length of the leaf blade, height of vegetative and generative shoots and their number).

**Keywords:** perennial grasses, loose shrub grasses, cocksfoot, population, morphometric parameters, age groups.

**For citation:** Bedareva O. M., Troyan T. N., Karachinova L. V. Evaluation of the population heterogeneity *Dactylis glomerata* L. depending on the biotope conditions. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(69):11–19. (In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-11-19.

## ВВЕДЕНИЕ

Популяционно-онтогенетический метод исследования в экологии растений и геоботанике получил широкое распространение [1, 2], так как способствует интеграции визуальных наблюдений и разных показателей в системе «почва – растительная популяция» в условиях конкретных сообществ, приуроченных к экологической характеристике [3].

Исследование популяций многолетних трав решает многие задачи, связанные с проблемами устойчивого равновесного состояния природных систем регионального значения. Выбор объекта исследования на популяционном уровне продиктован тем, что сообщества злаковых трав обладают различной экологической устойчивостью и надежностью в биотопах с разным уровнем комплексного воздействия антропогенно-техногенных факторов, создающих пространственную и временную неоднородность местообитаний видов.

В результате техногенеза, в частности, транспортной нагрузки, происходит изменение факторов, влияющих на процессы самоподдержания, возобновления популяции. В этом плане изучение аборигенной флоры имеет практическое значение в формировании оптимальных научно обоснованных путей сохранения коренных видов в условиях прогрессирующего техногенеза. Значимым индикатором озелененных придорожных территорий является проективное покрытие травянистых растений, степень задернованности.

В природных фитоценозах *Dactylis glomerata* выступает как эдификатор, доминант, кондоминант, а также субдоминант в зависимости от рассматриваемого сообщества, факторов абиотической среды и присутствия других видов доминирующей флоры злаковых травостоев.

Цель работы – изучить морфологическую гетерогенность популяций, возрастную структуру *Dactylis glomerata* в различных биотопах с учетом транспортной нагрузки как элемента техногенеза.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), многолетний рыхлокустовый верховой злак; относится к отделу однодольных автотрофных эковиоморф, травам поликарпическим (мочковатокорневые, ксеромезофильные) (Б. А. Быков) [4], гемикриптофитам (К. Раункиер, 1934). По классификации жизненных форм, биоморф И. Г. Серебрякова (1964) относится к В-отделу: наземные травянистые растения – травянистые поликарпики – рыхлокустовые дерновинные многолетники [5].

*D. glomerata* – факультативный гелиофит, мезотроф; постоянный компонент различных типов травянистых экосистем; обладает широкой экологической амплитудой, пластичностью; по своей ценотической значимости, несомненно, относится к виолентам, но может проявлять пациентность – способность выдерживать неблагоприятные условия существования, обнаруживая качества экотопического пациента.

Исследования объекта производились в пределах полого-холмистой равнины основной марены на дерново-подзолистых почвах на четырех ключевых участках, характеризующихся разной степенью антропогенно-техногенной нагрузки на территории Калининградской области (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика популяций ключевых участков  
Table 1. Populations index plot characteristics

Экотоп, биотоп	Категории деградации почвенного покрова	Стадии сингенеза	ТН*, авт./час	Название ассоциации	ОПП*, %	Доминанты, кондоминанты, субдоминанты
КУ 1: Дерново-слабопод-золистая глееватая легко суглинистая на моренных слабо-валунных суглинках; агрофитоценоз (контроль)	Экотоп I категории	Фитоценоз	2	Ежовая ( <i>Dactylis glomerata</i> )	90–95	Травостой сформирован двумя ярусами. В первом ярусе (высота 127–135 см) удлиненные генеративные побеги <i>Dactylis glomerata</i> L.; во втором (высота 40–45 см) – укороченные
КУ 2: Обочина автодороги регионального значения А190; мелкоземистая, рекультивированная, задернованная	Экотоп II категории	сложная группировка	54	ежово-райграсовая ( <i>Lolium - Dactylis glomerata</i> )	50	Травостой сформирован тремя ярусами. В первом ярусе (высота 85–95 см) <i>Dactylis glomerata</i> L.; во втором (высота 30–40 см) – <i>Lolium perenne</i> L., <i>Artemisia scoparia</i> L.; в третьем (15–25 см) – <i>Poa annua</i> L.
КУ 3: Обочина межпоселковой полевой дороги; мелкоземистая	Экотоп II категории	простая группировка	0,1	Разнотравно-ежовая ( <i>Dactylis glomerata - Artemisia scoparia - Silene vulgaris</i> )	5	Травостой сформирован тремя ярусами. В первом ярусе (высота 83–92 см) <i>Dactylis glomerata</i> L.; во втором (высота 30–40 см) – <i>Artemisia scoparia</i> L., <i>Cicorium intybus</i> L.; в третьем (15–23 см) – <i>Silene vulgaris</i> L.
КУ 4: Обочина автодороги федерального значения А229; мелкоземистая, задернованная	Экотоп III категории	фитоценоз	485	Разнотравно-клеверо-ежовая ассоциация <i>Dactylis glomerata - Trifolium arvense - Achillea millefolium</i>	60	Травостой сформирован тремя ярусами. В первом ярусе (высота 109–115 см) <i>Dactylis glomerata</i> L.; во втором (высота 30–40 см) – <i>Achillea millefolium</i> L., в третьем (15–25 см) – <i>Trifolium arvense</i> L.

Примечание: ТН – Транспортная нагрузка; ОПП – общее проективное покрытие.

Поскольку положение в системе доминирования у *D. glomerata* может изменяться, ключевые участки подобраны с учетом абсолютного доминирования вида.

В качестве эталонного принят ключевой участок в условиях культуры (КУ 1) на дерново-подзолистых почвах.

В работе использованы традиционные методы полевых геоботанических и экологических почвенных исследований.

Классификация экотопов осуществлялась по кластерной системе:

I категория – наименее нарушенные экотопы, испытывают влияние 0–1-го основных фактора;

II категория – умеренно нарушенные, испытывают влияние 2-х основных факторов;

III категория – сильно нарушенные, испытывают влияние 3-х и более основных факторов [6].

Оценку формирования сообщества на придорожных территориях осуществляли на основании стадий сингенеза:

– экотопическая группировка (проективное покрытие 0,1 %);

– простая группировка (0,1–5 %);

– сложная группировка (6–50 %);

– фитоценоз (проективное покрытие более 50 %) [7].

В основу работы положены материалы исследований и наблюдений авторов, выполненных в рамках тем научно-исследовательских работ «Растительные и кормовые ресурсы Калининградской области: инвентаризация, экология, продуктивность, управление» (№ 13.16.021.2), «Ресурсный потенциал сельскохозяйственных растений в контексте симбиотических популяционных взаимодействий» (№ 01-33001-2).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

К экотопам I категории относится КУ 1; к экотопам III категории – КУ 2–КУ4 – обочины мелкоземистые [5].

Численность и возрастная структура исследовались в генеративный период жизненного цикла – генеративные особи (*индекс g<sub>2</sub>*).

Численность и состав особей в популяции тесно связаны с прошлым и настоящим ценозом. Они обусловлены как биологическими свойствами видов, так и характером экотопа и биоценотической среды, также зависят от длительности периода, в течение которого вид существует в ценозе [7].

Возрастная структура представляет собой один из существенных признаков ценопопуляций. Эта сторона структурной организации обеспечивает способность популяционной системы к саморегуляции и определяет ее устойчивость [7]. Возрастной спектр указывает, что тип ценопопуляции *D. glomerata* – нормальная, неполночленная, так как некоторые возрастные группы обнаружены не были – сенильная. Отсутствие особей сенильной группы (S) в выделенных ключевых участках указывает на то, что популяции объекта имеют будущее.

В оптимальном же варианте возрастной состав полночленной популяции должен представлять собой убывающий ряд геометрической прогрессии, что в большей степени характерно для природных ценозов (КУ 2–КУ 4), так как в куль-

турных время посадки определено конкретной датой. Количество генеративных побегов *D. glomerata* не менее 95 %, это объясняется возделыванием вида для семенных целей. В плане анализа всех морфометрических показателей максимальные значения приходятся на ключевой участок КУ 1, далее в нисходящем порядке следует: КУ 1 > КУ 4 > КУ 3 > КУ 2. Один из параметров устойчивости и надежности популяции – морфометрические показатели в условиях загрязнения атмосферного воздуха. В исследуемом варианте к ним относятся габитус, ярусность, размер листа и площадь листовой пластинки (табл. 2).

Таблица 2. Морфологическая гетерогенность популяций *Dactylis glomerata*  
 Table 2. Morphological heterogeneity of *Dactylis glomerata* populations

Биометрические характеристики	КУ 1	КУ 2	КУ 3	КУ 4
Высота генеративных побегов, см	131,55±4,04	90,5±5,641	88,5±5,02	112,2±2,82
Число генеративных побегов на куст	19,6±0,21	9,2±0,33	8,4±0,32	10,1±0,62
Количество междоузлий	4–5	4	3–4	4–5
Ярусность листьев	4–5	4	3–4	4–5
Количество побегов, %:				
генеративных	95	68	52	78
вегетативных	5	32	48	22

КУ 1, КУ 4 отличаются значительной площадью листовой пластинки от первого к четвертому ярусу:  $S_{КУ1} = 21,63–24,94 \text{ см}^2$ ,  $S_{КУ4} = 21,13–24,48 \text{ см}^2$  (рис.). Площадь листовой поверхности закономерно уменьшается к четвертому, пятому и шестому ярусам. Больше количество междоузлий отмечено для особей КУ 1 и КУ 4 – 5–6 ярусов; КУ 2 и КУ 3 – отсутствие пятого и шестого яруса.

Суммарная площадь листовой поверхности на КУ 1 и КУ 4 составляет 66,13–69,7 см<sup>2</sup>/раст., общая длина листовой пластинки – 106,56–114,62 см; на КУ 2, КУ 3 те же морфопараметры в два раза ниже – 34,75–35,42 см<sup>2</sup>/раст. и 59,97–65,99 см соответственно, что в целом согласуется с ситуацией на ключевых участках.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Популяции *D. glomerata*, произрастающие на придорожных территориях Калининградской области, относятся к зрелым нормальным неполночленным. Для всех ценопопуляций в экотопах с различной антропогенно-техногенной нагрузкой преобладают зрелые генеративные особи  $g_2$ . При анализе горизонтальной структуры ценопопуляций выявлено два типа размещения: регулярное (культурные ценозы КУ 1) и контагиозное, или мозаичное. Преобладание генеративной возрастной группы объясняется жесткостью экологических условий (КУ 2–КУ 4). В соответствии с этим данная возрастная группа сохраняется как наиболее конкурентоспособная. Что касается виргинильной группы, то в ней среди особей отмечена высокая смертность в связи с изменением абиотических факторов, техногенной нагрузки и неспособностью конкурировать с особями возрастных групп  $g_1$ ,  $g_2$ .

По наблюдениям преобладает вегетативное размножение при ослабленном семенном, что объясняется наличием поверхностного стока и сложностью конкурентных отношений внутри ценопопуляции.



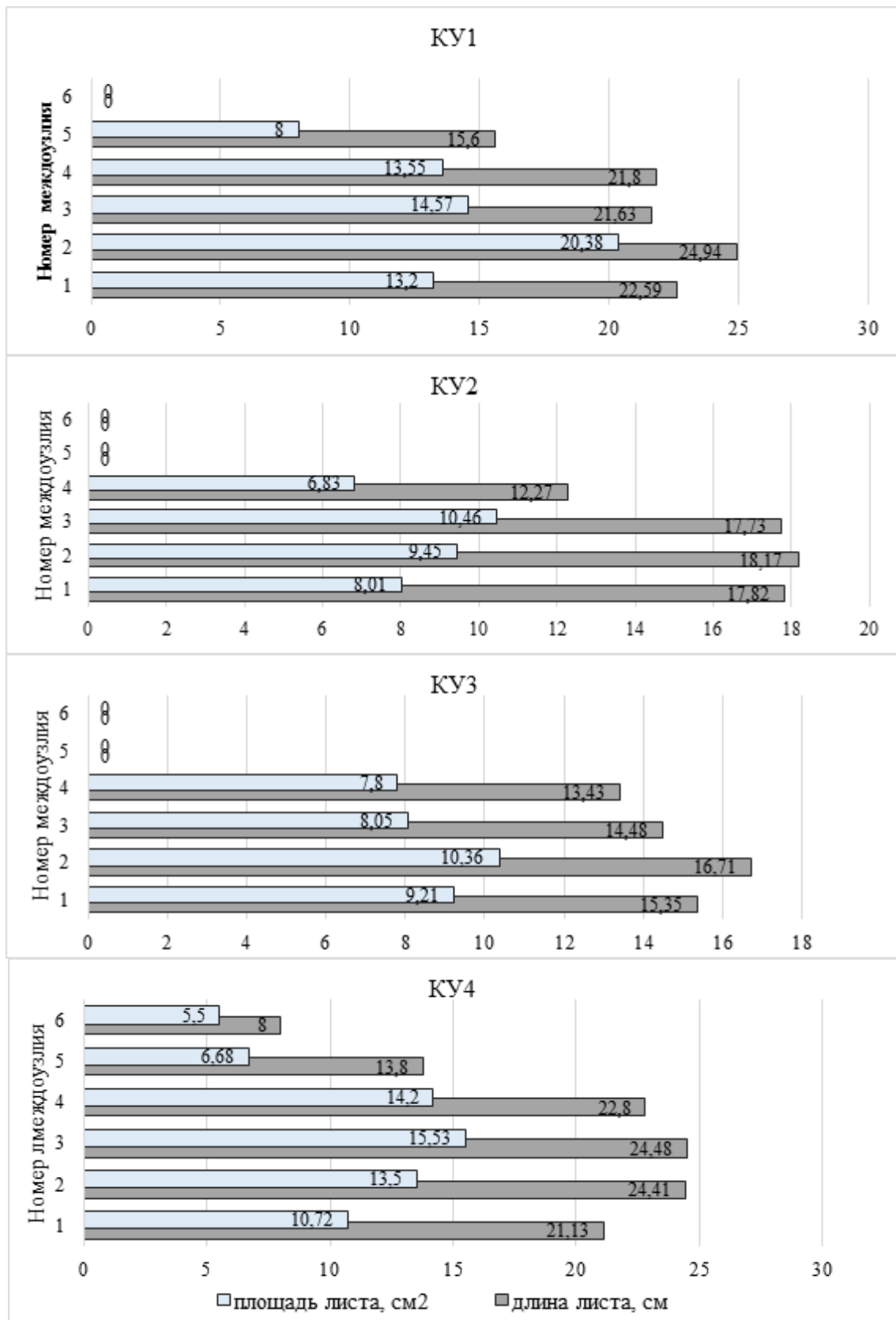


Рис. Морфометрические параметры растений *D. glomerata*  
 Fig. Morphometric parameters of plants *D. glomerata*

Морфометрические параметры показывают соответствие условий экологическим потребностям произрастающих здесь растений. Максимальные высоты побегов отмечены на КУ 1, что объясняется равноценными условиями в плане факторов среды и площади питания для каждой особи.

Устойчивость ценопопуляций ежи сборной на придорожных территориях решает вопросы, связанные с эстетической и экологической составляющими в подобных экотопических условиях, соответствует эффективной защите прилегающих территорий на предмет снижения техногенной нагрузки.

### Список источников

1. Структура ценопопуляций *Dracocephalum ruyschiana* (*Lamiaceae*) на юге Сибири / Г. Р. Денисова, Н. И. Гордеева, Е. К. Комаревцева, А. А. Гусева // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 11. С. 1712–1726.
2. Османова Г. О., Животовский Л. А. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия РАН. Серия Биологическая. 2020. № 2. С. 144–152.
3. Быков Б. А. Геоботаника. Алма-ата: Изд-во наука, 1978. 288 с.
4. Серебряков И. Г. Учение о жизненных формах растений и их изучение // Полевая геоботаника. 1964. Т. 3. С. 146–208.
5. Классификация городских экотопов в связи с изучением синантропности (на примере города Орехово-Зуево) / Л. В. Федорова, Г. А. Купатадзе, Н. Г. Куранова, В. П. Викторов // Социально-экологические технологии. 2017. № 1. С. 52–63.
6. Спектры экотопов, обуславливающие биотоп и формирующие растительные сообщества на Текелийском хвостохранилище / А. Т. Канаев [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25879> (дата обращения: 13.01.2023).
7. Возрастной состав ценопопуляций видов разных экобиоморф бассейна Среднего Дона / А. В. Никулин, Т. И. Кунаева, Е. М. Олейникова, И. Г. Орловская // Успехи современного естествознания. 2003. № 9. С. 38–41. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=14959> (дата обращения: 09.03.2023).

### References

1. Denisova G. R., Gordeeva N. I., Komarevtseva E. K., Guseva A. A. Ctruktura tsenopopulyatsiy *Dracocephalum ruyschiana* (*Lamiaceae*) na yuge Sibiri [Structure of the cenopopulation of *Dracocephalum ruyschiana* (*Lamiaceae*) in sou-thern Siberia]. *Botanicheskiy zhurnal*, 2019, vol. 104, no. 11, pp. 1712–1726.
2. Osmanova G. O., Zhivotovskiy L. A. Ontogeneticheskiy spektr kak indikator sostoyaniya tsenopopulyatsiy rasteniy [Ontogenetic spectrum as an indicator of the state of plant populations]. *Izvestiya RAN. Seriya Biologicheskaya*, 2020, no. 2, pp. 144–152.
3. Bykov B. A. *Geobotanika* [Geobotany]. Alma-ata, Nauka Publ., 1978, 288 p.
4. Serebryakov I. G. Uchenie o zhiznennykh formakh rasteniy i ikh izuchenie [The doctrine of the life forms of plants and their study]. *Polevaya geobotanika*, 1964, vol. 3, pp. 146–208.

5. Fedorova L. V., Kupatadze G. A., Kuranova N. G., Viktorov V. P. Klassifikatsiya gorodskikh ekotopov v svyazi s izucheniem sinantropnosti (na primere goroda Orekhovo-Zuevo) [Classification of urban ecotopes in connection with the study of synanthropy (on the example of the city of Orekhovo-Zuevo)]. *Sotsial'no-ekologicheskie tekhnologii*, 2017, no. 1, pp. 52–63.

6. Kanaev A. T., Inelova Z. A., Kenzhebekov A. K., Mukasheva K. M., Daulbaeva M. M. Spektry ekotopov, obuslavlivayushchie biotop i formiruyushchie rastitel'nye soobshchestva na Tekeliyskom khvostokhranilishche [Spectra of ecotopes that determine the biotope and form plant communities at the Tekeli tailing dump]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2016, no. 6. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25879> (Accessed 13 March 2023).

7. Nikulin A. V., Kunaeva T. I., Oleynikova E. M., Orlovskaya I. G. Vozrastnoy sostav tsenopopulyatsiy vidov raznykh ekobiomorf basseyna Srednego Dona [Age composition of cenopopulations of species of different ecobiomorphs of the Middle Don basin]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2003, no. 9, pp. 38–41. Available at: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=14959> (Accessed 13 March 2023).

#### **Информация об авторах**

**О. М. Бедарева** – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Агрономия и агроэкология»

**Т. Н. Троян** – кандидат биологических наук, доцент

**Л. В. Карачинова** – аспирант

#### **Information about the authors**

**O. M. Bedareva** – Doctor of Science (Biological), Professor, Head of Department of Agronomy and Agroecology

**T. N. Troyan** – PhD in Biology, Associate Professor

**L. V. Karachinova** – postgraduate student

Статья поступила в редакцию 03.04.2023; одобрена после рецензирования 10.04.2023; принята к публикации 13.04.2023.

The article was submitted 03.04.2023; approved after reviewing 10.04.2023; accepted for publication 13.04.2023.

Научная статья

УДК 574.2 595.36: 591.4

DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-20-34

**Особенности биологии каменной креветки *Palaemon elegans* Rathke, 1837  
(Caridea: Palaemonidae) из Юго-Восточной Балтики у берегов  
Куршской косы в 2010–2022 гг.**

Светлана Александровна Судник<sup>1</sup>, Юлия Евгеньевна Егорова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

<sup>1</sup>svetlana.sudnik@klgtu.ru

<sup>2</sup>yuliya.egorova@klgtu.ru

**Аннотация.** *Palaemon elegans* – вид креветок, населяющий воды Юго-Восточной Балтики с 1990-х годов. Креветка – бентофаг-полифаг, в том числе детритофаг и некрофаг, играет важную роль в трофических цепях, также используется в качестве объекта коммерческого промысла и любительского лова. Эвритермный и эвригалинный вид, способный выдерживать в Балтике повышение температуры до 22 °С, а колебания солености – от 1 до 12 ‰. В ходе исследований установлено, что в период 2010–2022 гг. в пробах из прибрежной части Балтийского моря у берегов Куршской косы соотношение полов чаще приближалось к равному, длина тела креветок составляла 9,8–50,0 мм (длина карапакса – 3,1–11,6 мм). Весовая структура самцов была достаточно стабильной, масса самок в разные годы исследований сильно варьировала в соответствии с их размерами. Нерест длился с июня по август, в течение этого периода многие самки успевали созреть и отнереститься не менее двух раз. Плодовитость достигала 1500 яиц, размеры только что отложенных яиц составляли 0,45–0,58 мм х 0,55–0,60 мм (большой диаметр х малый диаметр). Сравнение ряда биометрических характеристик (общая длина тела, длина карапакса, масса тела) и репродуктивных у *P. elegans* из прибрежной части Юго-Восточной Балтики у Куршской косы и из других поселений в Юго-Восточной Балтике, в том числе в Калининградском заливе, показало достаточную схожесть данных.

**Ключевые слова:** каменная креветка, *Palaemon elegans*, Балтийское море, половой состав, размеры, созревание, плодовитость, размеры яиц.

**Для цитирования:** Судник С. А., Егорова Ю. Е. Особенности биологии каменной креветки *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonidae) из Юго-Восточной Балтики у берегов Куршской косы в 2010–2022 гг. // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 20–34. DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-20-34.

Original article

**Features of the biology of the stone shrimp *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonidae) from the South-Eastern Baltic off the coast of the Curonian Spit in 2010-2022**

**Svetlana A. Sudnik<sup>1</sup>, Yulia E. Egorova<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

**Abstract.** *Palaemon elegans* is a species of shrimp inhabiting the waters of the South-Eastern Baltic since the 1990s. Shrimp is a benthophagus-polyphage, including detritophagus and necrophage. It plays an important role in trophic chains, and is also used as an object of commercial fishing and amateur fishing. Eurythermal and euryhaline species, capable of withstanding temperature increase up to 22 °C in the Baltic, and salinity fluctuations from 1 to 12%. In the course of the research, it has been found that in the period 2010–2022 in samples from the coastal part of the Baltic Sea off the coast of the Curonian Spit, the sex ratio more often approached equal, the body length of the shrimp was 9.8–50.0 mm (the length of the carapace was 3.1–11.6 mm). The weight structure of males was quite stable, the weight of females in different years of the research varied greatly in accordance with their size. Spawning lasted from June to August, during this period many females managed to mature and spawn at least twice. Fertility reached 1500 eggs, the size of newly laid eggs was 0.45–0.58 mm x 0.55–0.60 mm (large diameter x small diameter). A comparison of a number of biometric characteristics (total body length, carapace length, body weight), reproductive characteristics in *P. elegans* from the coastal part of the South-Eastern Baltic near the Curonian Spit and from other settlements in the South-Eastern Baltic, including in the Kaliningrad Bay, showed sufficient similarity of data.

**Keywords:** stone shrimp, *Palaemon elegans*, Baltic Sea, sex structure, size, maturation, fertility, egg sizes.

**For citation:** Sudnik S. A., Egorova Yu. E. Features of the biology of the stone shrimp *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonidae) from the waters of the South-Eastern Baltic off the coast of the Curonian Spit in 2010–2022. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(69):20–34. (In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-20-34.

## ВВЕДЕНИЕ

Солоноватая вода Балтийского моря делает его восприимчивым к колонизации новыми видами. Среди ракообразных – одной из самых успешных групп водных вселенцев – выделяется семейство *Palaemonidae*, включающее более 950 ныне живущих видов, в том числе каменную креветку *Palaemon elegans* [1]. Вид обитает в прибрежных зонах моря и многочислен в Калининградском заливе, встречается на песчаном дне, покрытом водорослями, и каменистых участках. У креветки широкий спектр питания, она обладает высокой толерантностью к факторам окружающей среды, что помогло ей акклиматизироваться в низкосолёной Юго-Восточной Балтике [1, 2]. Известен ряд публикаций о распространении, питании, некоторых аспектах биологии вида из водоемов Калининградской области [3, 4, 5, 6, 7].

Цель данной работы – изучение и сравнение основных биологических характеристик *P. elegans* из прибрежных вод Юго-Восточной Балтики у берегов Куршской косы со сборов шести лет в период с 2010 по 2022 гг.

### Материал и методика

Пробы креветок (282 особи) были собраны в летний период 2010–2022 гг. (табл. 1). Материал фиксировали 8 %-м раствором формалина. В лаборатории креветки подвергались биологическому анализу [8], включающему измерение с точностью до 0,1 мм общей длины тела (ОД) и длины карапакса (ДК); определение пола, массы тела особей с точностью до 0,01 г; оценку стадии зрелости яичников по шестибальной шкале, стадии эмбриогенеза – по пяти баллам; подсчет разовой реализованной плодовитости (количество яиц в кладке), определявшейся прямым подсчетом яиц в камере Богорова; измерение большого и малого диаметра с точностью до 0,01 мм у не менее 10 яиц, определение их средних значений; объем яйца эллипсоидной формы находили по формуле:

$$V = \frac{3.14 \cdot x \cdot y^2}{6}, \quad (1)$$

где  $V$  – объем яйца;  $x$  – длина яйца;  $y$  – ширина яйца.

Таблица 1. Объем материала креветок *Palaemon elegans* в Юго-Восточной Балтике у побережья Куршской косы в 2010–2022 гг.

Table 1. Volume of material of *Palaemon elegans* shrimp in South-Eastern Baltic near the Curonian Spit, 2010–2022

Дата	Место сбора	Глубина, м	Орудие лова	Количество особей, шт.
27.06.2010 г.	у поселка Рыбачий	0,5–1,0	сачок специальный гидробиологический	39
11.07.2014 г.				50
23.06.2015 г.				29
23.08.2020 г.		1,0–1,5	креветочная драга	70
07.08.2021 г.				79
08.06.2022 г.		у поселка Морское у поселка Лесное	до 1,5	мальковая волокуша
08.06.2022 г.	5			
				3

### Результаты и обсуждение

Соотношение полов у особей каменной креветки в репрезентативных летних пробах в период с 2010 по 2022 гг. из прибрежной части Юго-Восточной Балтики у берегов Куршской косы (у пос. Рыбачий) было равным или количество самок слегка превышало численность самцов (табл. 2); сборы особей в июне 2022 г. малочисленны.

Таблица 2. Половой состав креветок *P. elegans* в Юго-Восточной Балтике у побережья Куршской косы в 2010–2022 гг.

Table 2. Sex composition of *P. elegans* in the South-Eastern Baltic Sea off the coast of the Curonian Spit 2010–2022.

Место сбора	Дата	Половой состав (количество ♂♂ : ♀♀, экз.)	Соотношение по- лов (♂♂ : ♀♀)
у поселка Рыбачий	июнь 2010 г.	20 : 19	1 : 1
	июль 2014 г.	21 : 29	1 : 1,4
	июнь 2015 г.	16 : 13	1 : 0,8
	август 2020 г.	32 : 38	1 : 1,2
	август 2021 г.	40 : 39	1 : 0,9
	у поселка Морское у поселка Лесное	июнь 2022 г.	4 : 3
1 : 4			1 : 4
3 ♂♂			–

Анализ собственных и литературных данных показал, что, в целом, половой состав особей из репрезентативных сборов каменной креветки из прибрежной части Калининградского залива и Юго-Восточной Балтики у берегов Калининградской области чаще демонстрировал примерно равное соотношение полов [5, 6, 9].

В целом, в период с 2010 по 2022 гг. общая длина тела палемонов составила 9,8–50,0 мм (у самцов 10,0–36,0 мм, у самок 9,8–50,0 мм) при ДК 3,1–11,6 мм (у самцов 3,1–9,2 мм, у самок 3,9–11,6 мм) (табл. 3, рис. 1, рис. 2, рис. 3).

Самые крупные самцы встречались в 2020 г., самки – в 2014. Сравнение общей длины тела самок показало, что в пробах за 2015 г. доминировали самки наименьших размеров, а за 2014 г. – самые крупные особи; по средней длине карапакса размеры самок в годы исследований не отличались (табл. 3). Можно отметить тенденцию: в июле–августе встречались и доминировали более крупные самки, чем в июне. Учитывая, что прибрежная часть Юго-Восточной Балтики и Калининградского залива известны как нерестилища каменной креветки в весенне-летний период [10], не исключено, что это может быть связано с различным временем подхода на мелководье разноразмерных самок: более крупные особи подходили на нерест позднее более мелких. С другой стороны, различие в доминирующих размерах самок двух месяцев может отражать их прирост, что требует дополнительных массовых сборов креветок на каждой станции.

Можно отметить доминирование в пробах разных лет самцов с небольшой общей длиной тела, кроме пробы в августе 2020 г., где преобладали крупные особи. По средней длине карапакса размеры самцов разных лет сборов не отличались, как не различались они и между разнополыми креветками (табл. 3).

Таблица 3. Размеры тела самцов и самок креветки *Palaemon elegans* в Юго-Восточной Балтике у побережья Куршской косы в 2010–2022 гг.

Table 3. Body sizes of male and female shrimp *Palaemon elegans*, in the South-Eastern Baltic Sea off the coast of the Curonian Spit, 2010–2022

Место сбора	Дата	Самцы				Самки			
		ОД, мм		ДК, мм		ОД, мм		ДК, мм	
		d	m±sd	d	m±sd	d	m±sd	d	m±sd
у поселка Рыбачий	27.06. 2010	12,8–27,8	17,9±4,150	4,0–8,6	6,2±1,292	12,0–24,6	19,0±3,394	5,0–9,0	7,2±1,165
	11.07. 2014	12,2–21,0	16,3±1,990	4,5–9,0	6,4±0,924	14,6–30,4	24,9±4,263	5,3–11,2	8,6±1,728
	23.06. 2015	12,8–21,8	15,5±2,067	4,6–9,2	6,3±1,258	9,8–14,0	11,5±1,307	4,6–8,0	6,2±0,935
	23.08. 2020	20,0–36,0	27,7±6,141	4,6–7,2	6,6±1,392	12,0–50,0	28,6±7,642	4,0–11,6	7,1±1,840
	07.08. 2021	12,2–21,0	16,3±1,999	4,5–9,0	6,4±0,992	14,7–30,3	24,9±4,259	4,5–11,2	8,6±1,729
		10,0–13,0	12,0±1,372	3,9–4,6	4,2±0,274	11,0–12,3	11,5±0,723	4,2–4,6	4,5±0,231
у поселка Морское	08.06. 2022	10,0	–	3,9	–	10,2–12,0	10,9±0,872	3,9–4,5	4,2±0,275
у поселка Лесное		10,0–11,0	10,4±0,551	3,1–4,0	3,6±0,473	–	–	–	–

Примечание: d – диапазон; m±sd – среднее значение ± стандартное отклонение.

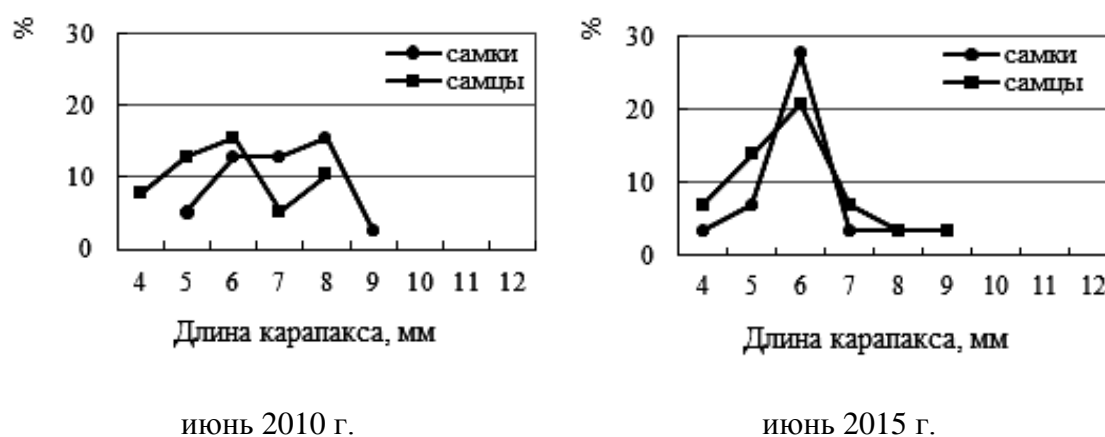


Рис. 1. Длина карапакса (мм) *Palaemon elegans* из поселения у пос. Рыбачий в июне 2010 и 2015 гг.

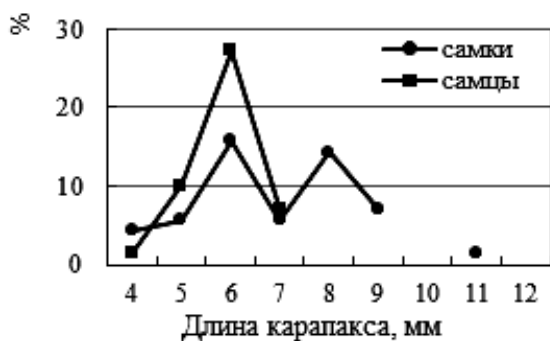
Fig. 1. Length of the carapace (mm) of *Palaemon elegans* from the settlement near the village Rybachy in June 2010 and 2015



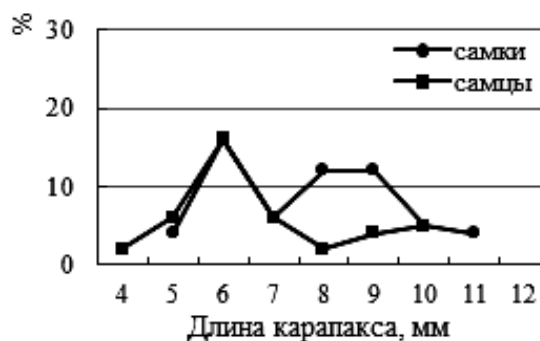


Рис. 2. Длина карапакса (мм) *Palaemon elegans* из поселения у пос. Рыбачий в июле 2014 г.

Fig. 2. Length of the carapace (mm) of *Palaemon elegans* from the settlement near the village Rybachy in July 2014



август 2020 г.



август 2021 г.

Рис. 3. Длина карапакса (мм) *Palaemon elegans* из поселения у пос. Рыбачий в августе 2020 и 2021 гг.

Fig. 3. Length of the carapace (mm) *Palaemon elegans* from the settlement near the village Rybachy in August 2020 and 2021

В целом, масса тела особей вида из трех поселений у берегов Куршской косы составила 0,04–1,37 г (самцы – до 0,54, самки – до 1,37 г) (табл. 4). Для самцов вида из поселения у пос. Рыбачий, в отличие от самок, можно отметить достаточно стабильную весовую структуру; вариации ее у самок объяснялись существенными отличиями их размеров.

Для сравнения: летом 2016–2017 гг. в Калининградском заливе масса самцов *P. elegans* составила 0,09–0,51 г, самок – 0,09–1,18 г [6], что близко к полученным нами максимальным значениям для массы особей обоих полов из морских поселений в 2010–2022 гг. (табл. 4).

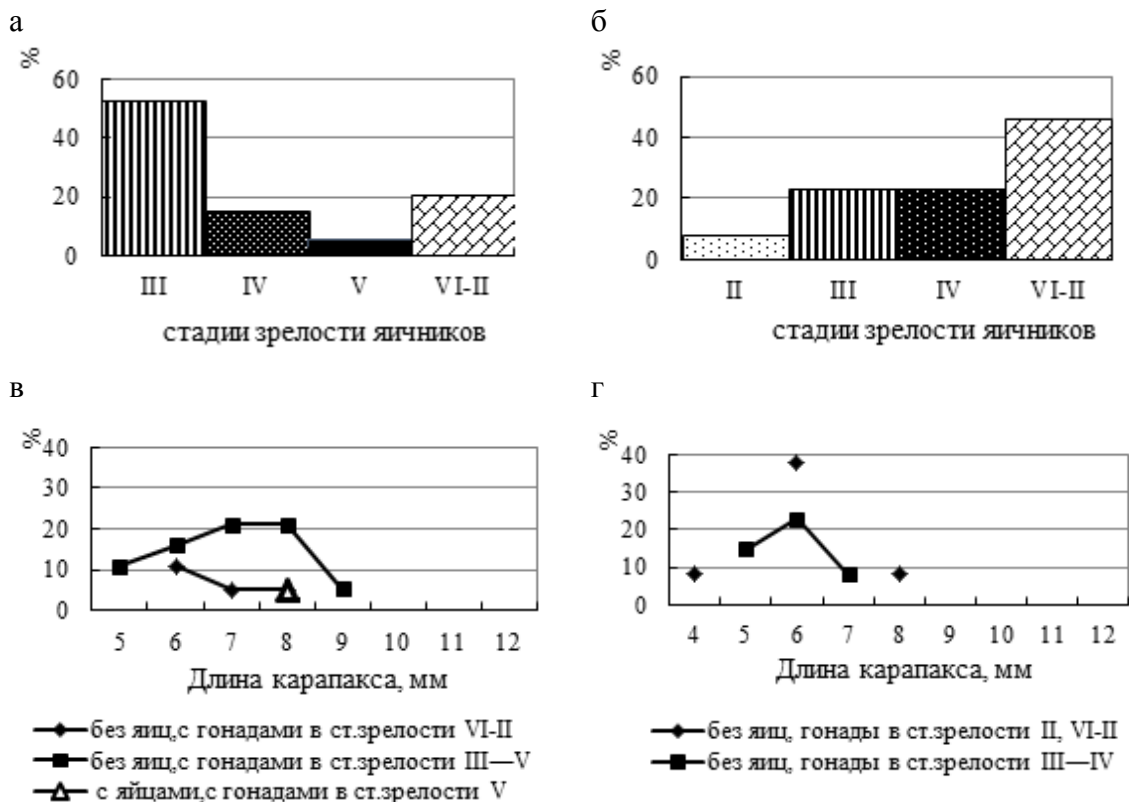
Таблица 4. Масса тела самцов и самок креветки *Palaemon elegans* в Юго-Восточной Балтике у побережья Куршской косы в 2010–2022 гг.

Table 4. Body weight of male and female shrimp *Palaemon elegans*, in the South-Eastern Baltic Sea off the coast of the Curonian Spit, 2010–2022

Место сбора	Дата	общее	Масса тела, г					
			самцы			самки		
			масса		ДК, мм	масса		ДК, мм
			d	m±sd		d	m±sd	
поселок Рыбачий	27 июня 2010 г.	0,10–0,54	0,15–0,54	0,31±0,114	4,0–8,6	0,10–0,41	0,24±0,087	5,0–9,0
	11 июля 2014 г.	0,11–0,98	0,11–0,33	0,22±0,054	4,5–9,0	0,16–0,98	0,65±0,239	5,3–11,2
	23 июня 2015 г.	0,13–0,40	0,15–0,40	0,23±0,058	4,6–9,2	0,13–0,22	0,19±0,031	4,6–8,0
	23 августа 2020 г.	0,04–1,37	0,14–0,40	0,31±0,198	4,6–7,2	0,04–1,37	0,38±0,237	4,0–11,6
	07 августа 2021 г.	0,16–0,96	0,16–0,42	0,24±0,075	4,5–9,0	0,16–0,96	0,55±0,227	4,5–11,2
			0,12–0,16	0,12–0,16	0,14±0,021	3,9–4,6	0,12–0,15	0,13±0,015
поселок Морское	08 июня 2022 г.	0,11–0,13	0,11	–	3,9	0,11–0,13	0,12±0,010	3,9–4,5
поселок Лесное		0,12–0,20	0,12–0,20	0,15±0,043	3,1–4,0	–	–	–

#### Репродуктивное состояние самок

В июньских пробах 2010 и 2015 гг. из прибрежной части Юго-Восточной Балтики у пос. Рыбачий обнаружены в основном самки без яиц (95–100 %) (рис. 4). В пробе за 2015 г. отмечена одна мелкая самка (ДК 4,6 мм), с неразвитыми яичниками (стадия зрелости II). Среди самок с развивающимися яичниками в 2010 г. доминировали (53 %) особи в начале созревания (стадия зрелости III), созревающих было в три раза меньше, зрелых совсем немного (стадии зрелости IV и V, соответственно); в 2015 г. попадались только особи, находящиеся в начале и середине созревания (стадии зрелости III и IV). В 2010 г. 21 %, а в 2015 г. уже 46 % самок без яиц находились в посленерестовом состоянии, их размеры были схожи – 6,0–8,0 мм. В сбор 2010 г. попала одна зрелая особь размером 8 мм, вынашивающая хорошо развитые эмбрионы (стадия развития 4). Полученные данные демонстрируют, что июнь был временем активного нереста самок вида в данном районе.



а, б – стадии зрелости гонад у особей без яиц; в, г – размеры самок без яиц

Рис. 4. Репродуктивные характеристики самок *Palaemon elegans* из поселения у пос. Рыбачий в июне 2010 (а, в) и 2015 (б, г) гг.

Fig. 4. Reproductive characteristics of female *Palaemon elegans* from the settlement near the village Rybachy in June 2010 (а, в) and 2015 (б, г)

Картина репродуктивного состояния самок по данным за июль 2014 г. была во многом схожа с таковой за июнь двух близких лет (рис. 5): 52 % из 93 % самок без яиц составляли особи в начале созревания, суммарная доля созревающих и зрелых неяйценосных самок не превышала 20 %, размеры особей этих трех категорий варьировали от 5,3 до 11,2 мм. Небольшую долю (21 %) составили среднеразмерные самки (ДК 6–8,8 мм) с неразвитыми яичниками. У двух преднерестовых самок (ДК 10,6 мм и 10,8 мм) эмбрионы на плеоподах были развиты до стадий 3 и 4, то есть после вылупления личинок они собирались нереститься вновь, что описано и в пробах за июнь 2010 г. Вывод: в июле отмечены признаки продолжающегося, достаточно активного нереста.

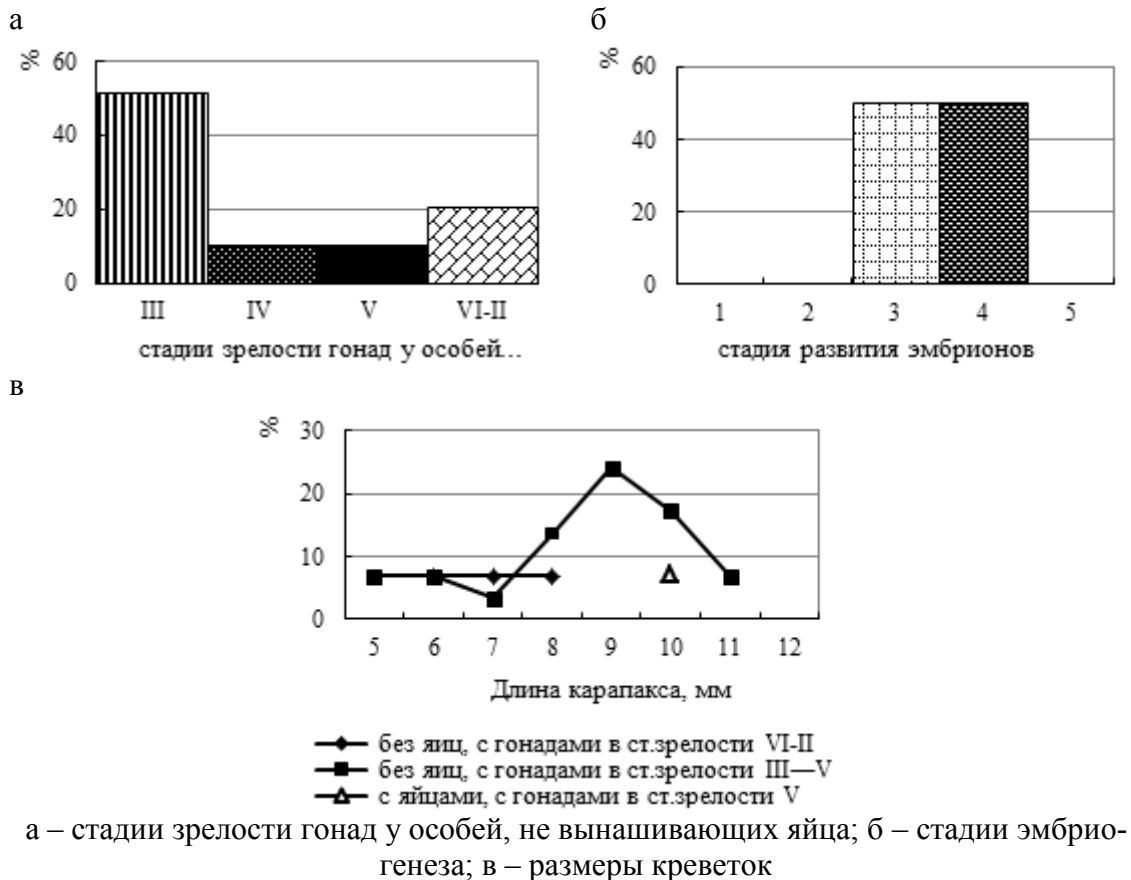
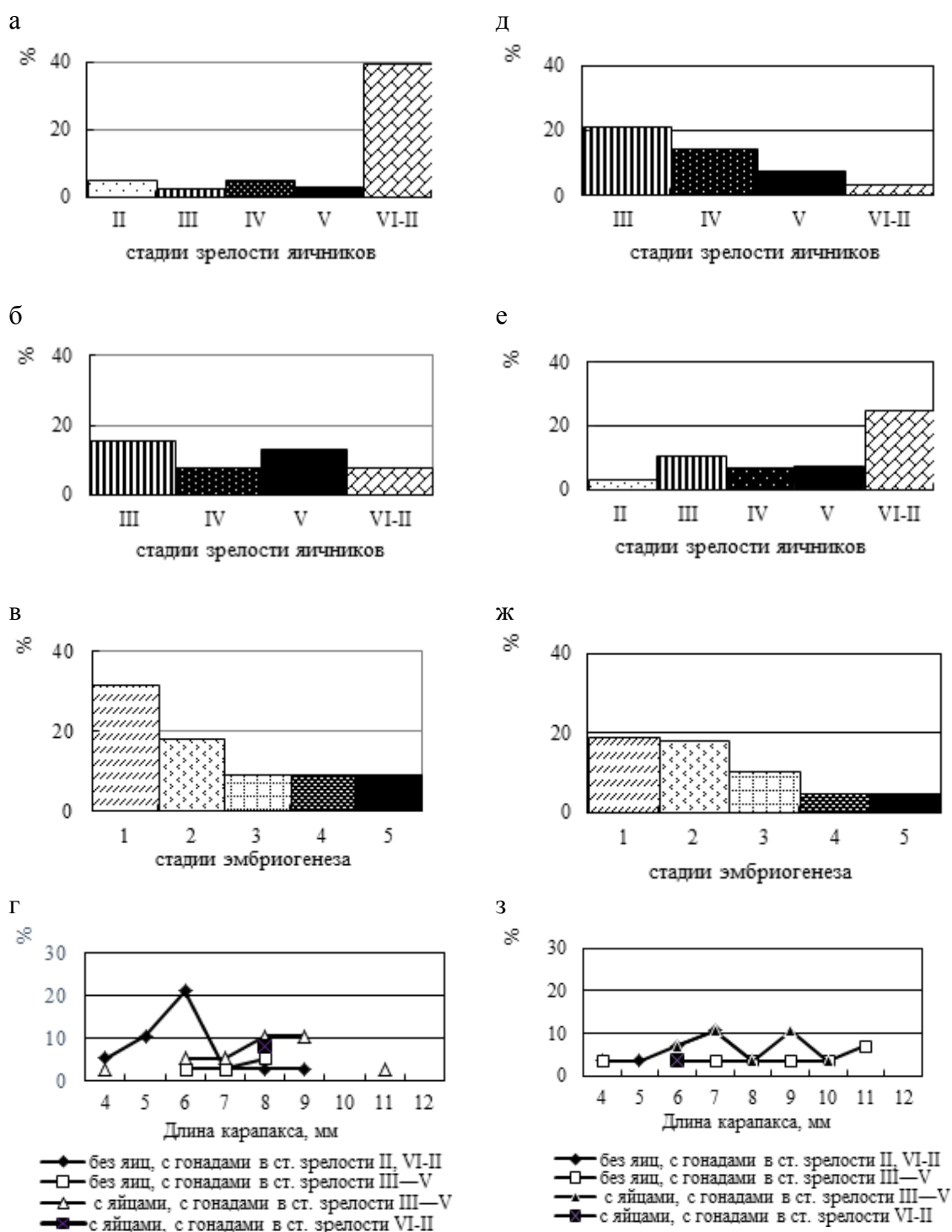


Рис. 5. Репродуктивные характеристики самок *Palaemon elegans* из поселения у пос. Рыбачий в июле 2014 г.

Fig. 5. Reproductive characteristics of females *Palaemon elegans* from the settlement near the village Rybachy in July 2014

В пробах августа двух лет (2020 и 2021 гг.) самки без яиц в 1,3–1,4 раза доминировали над особями, вынашивающими яйца (рис. 6). Среди первых преобладали (до 45 %) мелко- и среднеразмерные особи (4–9 мм) с неразвитыми гонадами. Из них единичные, самые мелкие (до 5 мм), были неполовозрелыми (стадия зрелости II), особи крупнее, скорее всего, находились в состоянии «межнерестового отдыха» (стадия зрелости яичников VI–II). Яйценосные особи размерами 4,6–11,6 мм (доли в пробах двух лет составили 37–43 %), с одной стороны, вынашивали эмбрионы во всех возможных стадиях развития (в 2021 г. доминировали начальные стадии), с другой, имея созревающие гонады, готовились к следующему нересту. В оба года малочисленные (4–8 %) мелко- и среднеразмерные особи (6,0–8,4 мм) с неразвитыми гонадами вынашивали эмбрионы в начале и середине периода эмбрионального развития (в стадиях развития II и III), они пропускали следующий нерест. Август этих лет демонстрировал, с одной стороны, признаки затухающего нереста, с другой стороны, присутствие достаточно многочисленных самок (доля до 43 %), готовящихся вскоре к следующему нересту, свидетельствовало о том, что нерестовый сезон у берегов Куршской косы может продлеваться на сентябрь.



В июньских пробах 2022 г. из поселений палемонов у пос. Рыбачий и Морское отмечены только мелкие самки (ДК 4,2–4,6 мм и 3,9–4,5 мм, соответственно) без яиц, с неразвитыми яичниками, готовящиеся к своему первому созреванию.

Результаты наших исследований в 2010–2022 гг. для *P. elegans* из поселений у берегов Куршской косы показали: в июне наблюдалась достаточно выраженная нерестовая активность, к августу отмечалось некоторое ее затухание, однако были признаки возможного продолжения нереста в сентябре (до 43% яйценосных самок готовились повторно нереститься). В течение описанной части нерестового сезона самки успевают созреть и отнереститься не менее двух раз.

Величина разовой реализованной плодовитости и размеры яиц определены в период с 2010 по 2021 гг. для 33 самок размерами 6–11,6 мм. У них встречались эмбрионы разных стадий развития (табл. 5). При этом размеры самок с эмбрионами на одинаковых стадиях эмбриогенеза в каждый год исследований отличались в 1,4–2,5 раза, что, учитывая известные данные о небольшой продолжительности жизни креветок поселений из вод Калининградской области (два года) [5, 6], свидетельствует в пользу более двукратного нереста особей вида в течение одного нерестового сезона.

В целом, на исследуемом материале обнаружено достоверное увеличение размеров яиц (по длине и ширине) с 1-й по 3-ю стадию эмбриогенеза в среднем в 1,1 раза, а объема – до 1,6 раза. Для *P. elegans* из вод Калининградского залива отмечено в среднем двукратное увеличение объема яиц, но только за всё время эмбриогенеза [6], что не противоречит, а, скорее, поддерживает наши данные.

Таблица 5. Размеры яиц, реализованная плодовитость у *Palaemon elegans* в Юго-Восточной Балтике у побережья Куршской косы в 2010–2022 гг.

Table 5. Egg sizes, realized fertility in *Palaemon elegans* in the Southeastern Baltic Sea off the coast of the Curonian Spit, 2010–2022

Стадия эмбриогенеза	N ♀♀	ДК, мм		Плодовитость		Размеры яиц					
						большой диаметр, мм		малый диаметр, мм		объем, мм <sup>3</sup>	
		d	m±sd	d	m±sd	d	m±sd	d	m±sd	d	m±sd
1	9	6,0–9,0	7,52±0,877	639–1079	824±160	0,45–0,58	0,503±0,040	0,50–0,60	0,556±0,028	0,05–0,07	0,065±0,014
2	8	6,0–9,2	7,85±1,321	360–1500	765±357	0,48–0,58	0,521±0,041	0,55–0,65	0,591±0,043	0,06–0,10	0,083±0,017
3	6	7,8–10,8	9,16±1,112	515–1200	825±263	0,55–0,60	0,571±0,024	0,58–0,65	0,613±0,029	0,09–0,12	0,107±0,013
4	6	4,6–11,6	8,71±2,68	591–1200	875±227	0,45–0,60	0,546±0,075	0,55–0,65	0,605±0,046	0,06–0,75	0,268±0,275
5	4	6,7–10,5	8,30±1,86	485–1302	844±349	0,50–0,60	0,565±0,050	0,55–0,70	0,625±0,064	0,08–0,14	0,108±0,029

Максимальные значения плодовитости для вида из прибрежной части Юго-Восточной Балтики у Куршской косы для недавно отнерестившихся самок достигали 1500 яиц. Учитывая, что встречены самки, вынашивающие до 1302 яиц с хорошо развитыми эмбрионами (стадия эмбриогенеза 5), возможно, серьезных потерь эмбрионов в процессе их инкубации у вида данных поселений не происходило. Это подтвердил анализ изменения величины плодовитости за период эм-

бриогенеза: статистически значимых доказательств потерь вынашиваемых эмбрионов с начала до середины периода их инкубации самками в 2020–2021 гг. не обнаружено.

Особенности созревания яичников и эмбриогенеза, плодовитость (до 1238 яиц) и размеры только что отложенных яиц (0,50–0,58 мм х 0,55–0,60 мм) у *Palaemon elegans* из вод Калининградского залива в 2016–2017 гг. были достаточно близки к нашим данным для поселений вида в прибрежной части Юго-Восточной Балтики у Куршской косы в 2010–2021 гг. (табл. 5) [6].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ размерного и полового состава, массы тела, репродуктивных характеристик 282 особей *Palaemon elegans*, собранных в прибрежной части Юго-Восточной Балтики у Куршской косы в летние периоды шести лет с 2010 по 2022 гг., позволил получить следующие выводы. Половой состав креветок обычно демонстрировал примерно равное соотношение самцов и самок или количество самок немного превышало таковое самцов. Длина тела особей составила 9,8–50,0 мм (у самцов – 10,0–36,0 мм, у самок – 9,8–50,0 мм). Индивидуальная масса тела *P. elegans* варьировала от 0,04 до 1,37 г (у самок – до 1,37 г, у самцов – до 0,54 г). Весовая структура самцов сохраняла в течение шести лет достаточную стабильность при сравнимых размерах тела, у самок она сильно отличалась в соответствии с изменением их размеров. Оценка репродуктивного состояния самок вида показала целый ряд признаков их активного нереста в июне и июле, в августе отмечалось некоторое его угасание, для небольшого количества самок наблюдалась вероятность продолжения нереста и в сентябре. Индивидуальная плодовитость достигала 1500 эмбрионов. Размеры только что отложенных яиц и величина плодовитости у особей *P. elegans* из прибрежной части Юго-Восточной Балтики у берегов Куршской косы были близки к таковым у самок вида из Калининградского залива.

Главные параметры размерного и полового состава особей, массы тела, репродуктивных характеристик *Palaemon elegans* у берегов Куршской косы в 2010–2022 гг. были схожи с таковыми, полученными для вида других поселений из Калининградского залива и вод Юго-Восточной Балтики.

*Работа выполнена при научном сотрудничестве ФГБОУ ВО «КГТУ» с Национальным парком «Куршская коса», в рамках двух тем инициативных поисковых прикладных научно-исследовательских работ КГТУ: «Эколого-фаунистическая характеристика гидробионтов из водоемов Калининградской области и некоторых районов Мирового океана» (рег. № 13.13.036.2) и «Систематика, зоогеография и экология ракообразных Мирового океана» (рег. № 13.13.029.2) (ООПНДиНТИ КГТУ).*

*Выражаем большую благодарность сотрудникам и студентам кафедры водных биоресурсов и аквакультуры Института рыболовства и аквакультуры КГТУ за помощь в сборе материала.*

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Trophic position and basal energy sources of the invasive prawn *Palaemon elegans* in the exposed littoral of the SE Baltic Sea / J. Lesutienė et al. // Aquatic Invasions. 2014. V. 9. N. 1. P. 37–45.
2. Буруковский Р. Н. Креветки рода *Palaemon* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) европейских морей: определение видов: учебное пособие. Калининград: БГАРФ, 2017. 32 с.
3. Буруковский Р. Н. О питании креветки *Palaemon elegans* Rathke, 1836 (Decapoda, Palaemonidae) в Вислинском заливе // Журнал Сибирского федерального университета. 2012. № 2. С. 151–159.
4. Ezhova E. E. Population structure and reproduction of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Decapoda: Caridea, Palaemonidae) in the South-Eastern Baltic // BSSC 2009: 7th Baltic Sea Science Congress (August 17-21, 2009): abstract book. Tallinn: Tallinn University of Technology, 2009. P. 84.
5. Цигвинцев С. В. О биологии креветки *Palaemon elegans* в водах Калининградского залива // Проблемы ихтиопатологии и гидробиологии. Первые шаги в науке: сб. магистр. и аспирант. науч. работ. Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. С. 180 – 201.
6. Мирошниченко Я. В. Некоторые данные о биологии креветки *Palaemon elegans* Rathke, 1836 (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) из Вислинского залива Балтийского моря в летний период 2016–2017 гг. // Дни науки: межвуз. науч.-техн. конф. студентов и курсантов на базе ФГБОУ ВО «КГТУ» (2–15 апреля 2018): материалы. Калининград: БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. С. 160–165.
7. Судник С. А., Егорова Ю. Е. Морфометрическая изменчивость и рост экзоскелета креветки *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) у побережья Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». 2020. № 16. С. 52–67.
8. Sudnik S. A., Falkenhaus T. The method of biological analysis for caridean shrimps (Decapoda: Natantia: Caridea) with emphasis on pelagic shrimps // Наука и общество в условиях глобализации: Междунар. науч.-практ. конф. (21–22 апреля 2014): материалы. Уфа: РИО ИЦИПТ, 2014. С. 7–11.
9. Судник С. А., Егорова Ю. Е. Биология каменной креветки *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonidae) из вод Калининградского залива в 2020 г. // Всеросс. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы зоологии России и сопредельных территорий», посвящ. памяти проф. Вадима Викторовича Золотухина (14–15 апреля 2022): материалы. Ульяновск, 2022. С. 218–225.
10. Janas U., Mańkucka A. Body size and reproductive traits of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Crustacea, Decapoda), a recent colonizer of the Baltic Sea // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2010. V. 39. N 2. P. 3–24.



## References

1. J. Lesutienė et al. Trophic position and basal energy sources of the invasive prawn *Palaemon elegans* in the exposed littoral of the SE Baltic Sea. *Aquatic Invasions*, 2014, vol. 9, no. 1, pp. 37–45.
2. Burukovskiy R. N. *Krevetki roda Palaemon (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) evropeyskikh morey: opredelenie vidov: uchebnoe posobie* [Shrimp *Palaemon* in European seas: species identification: student book]. Kaliningrad, BGARF, 2017, 32 p.
3. Burukovskiy R. N. O pitanii krevetki *Palaemon elegans* Rathke, 1836 (Decapoda, Palaemonidae) v Vislinskom zalive [On nutrition of shrimp *Palaemon elegans* Rathke, 1836 (Decapoda, Palaemonidae) in the Vislinskiy Bay]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta*, 2012, no. 2, pp. 151–159.
4. Ezhova E. E. Population structure and reproduction of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Decapoda: Caridea, Palaemonidae) in the South-Eastern Baltic. *BSSC 2009: 7th Baltic Sea Science Congress (August 17-21, 2009): abstract book*. Tallinn, Tallinn University of Technology, 2009, p. 84.
5. Tsigvintsev S. V. O biologii krevetki *Palaemon elegans* v vodakh Kaliningradskogo zaliva [About the biology of shrimp *Palaemon elegans* in the Kaliningrad Bay waters]. *Problemy ikhtiopatologii i gidrobiologii. Pervye shagi v nauke: sb. magistr. i aspirant. nauchn. rabot* [Problems of ichthyopathology and hydrobiology. The first steps in science: digest of master and of graduate student scientific works]. Kaliningrad, FGOU VPO «KGTU», 2008, pp. 180–201.
6. Miroshnichenko Ya. V. Nekotorye dannye o biologii krevetki *Palaemon elegans* Rathke, 1836 (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) iz Vislinskogo zaliva Baltiyskogo morya v letniy period 2016–2017 gg. [Some data on the biology of the *Palaemon elegans* Rathke, 1836 (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) shrimp from the Vistula Bay of the Baltic Sea in the summer of 2016–2017]. *Materialy Mezhdvuz. nauch.-tekhn. Konf. studentov i kursantov "Dni nauki", FGBOU VPO "KGTU" (12–15 aprelya 2018)*. [Proceedings of Interuniversity sci.-tech. conf. of students and cadets "Days of science", FSEI HE "KSTU" (2–15 April 2018)]. Kaliningrad, FGBOU VPO "KGTU", 2018, pp. 160–165.
7. Sudnik S. A., Egorova Yu. E. Morfometricheskaya izmenchivost' i rost ekzoskeleta krevetki *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) u poberezh'ya Kurshskoy kosy [Morphometric variability and growth of the exoskeleton of the shrimp *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) off the coast of the Curonian Spit]. *Problemy izucheniya i okhrany prirodnogo i kul'turnogo naslediya natsional'nogo parka «Kurshskaya kosa»: sbornik nauchnykh statey* [Problems of studying and protecting the natural and cultural heritage of the Curonian Spit National Park: a collection of scientific articles]. Kaliningrad, BFU im. I. Kanta, 2020, no. 16, pp. 52–67.
8. Sudnik S. A., Falkenhaus T. The method of biological analysis for caridean shrimps (Decapoda: Natantia: Caridea) with emphasis on pelagic shrimps. *Materialy Mezhdvuz. nauch.-prakt. conf. "Nauka i obshchestvo v usloviyakh globalizatsii" (21–22 aprelya 2014)* [Proceedings of Int. sci.-pract. conf. "Science and society in the context of globalization", (21–22 April 2014)]. Ufa, RIO ICIPT, 2014, pp. 7–11.

9. Sudnik S. A., Egorova Yu. E. Biologiya kamennoy krevetki *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonidae) iz vod Kaliningradskogo zaliva v 2020 g. [Biology of the stone shrimp *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonidae) from the waters of the Kaliningrad Bay in 2020]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye problemy zoologii Rossii i sopredel'nykh territoriy», posvyashchennoy pamyati professora Vadima Viktorovicha Zolotukhina (14–15 aprelya 2022)* [Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference "Actual problems of zoology in Russia and adjacent territories" dedicated to the memory of Professor Vadim Viktorovich Zolotukhin (April 14–15, 2022)]. Ul'yanovsk, 2022, pp. 218–225.

10. Janas U., Mańkucka A. Body size and reproductive traits of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Crustacea, Decapoda), a recent colonizer of the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 2010, vol. 39, no. 2, pp. 3–24.

### Информация об авторах

**С. А. Судник** – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

**Ю. Е. Егорова** – аспирант кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

### Information about the authors

**S. A. Sudnik** – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

**Yu. E. Egorova** – Postgraduate student of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

Статья поступила в редакцию 03.04.2023; одобрена после рецензирования 10.04.2023; принята к публикации 12.04.2023.

The article was submitted 03.04.2023; approved after reviewing 10.04.2023; accepted for publication 12.04.2023.

Научная статья  
УДК 631.147:502.55  
DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-35-43

**Трансформация подвижности железа в почвах агроэкосистем  
под влиянием навозных стоков**

**Надежда Викторовна Сырчина<sup>1</sup>, Лариса Валентиновна Пилип<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Вятский государственный университет, Киров, Россия

<sup>2</sup>Вятский государственный агротехнологический университет, Киров, Россия

<sup>1</sup>nvms1956@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8049-6760>

<sup>2</sup>pilip\_larisa@mail.ru\*, <http://orcid.org/0000-0001-9695-7146>

**Аннотация.** Важнейшей экологической проблемой промышленного животноводства является необходимость утилизации больших объемов навоза и навозных стоков. В настоящее время основная масса соответствующих продуктов используется в качестве удобрений на ограниченных площадях, расположенных вблизи животноводческих предприятий. Повышенная нагрузка навозом и навозными стоками приводит к трансформации естественных биогеохимических циклов микроэлементов, в частности Fe, в агроэкосистемах. В результате выполненных исследований установлено, что из-за систематического внесения значительных норм навоза крупного рогатого скота и свиней накапливается органическое вещество, повышается рН и снижается содержание подвижных форм Fe в пахотных горизонтах почвы по сравнению с кислыми дерново-подзолистыми почвами контрольных участков. Более высокие значения рН были характерны для удобряемой навозом крупного рогатого скота пашни. В удобряемых навозом почвах содержание подвижного железа составило 18–25 мг/кг, в почвах контрольных участков – 122–133 мг/кг. Достоверных различий между содержанием подвижного Fe в почвах, удобряемых навозными стоками разных видов животных, не выявлено. Содержание Fe в зеленой массе кукурузы в конце вегетационного периода варьировало от 90 до 490 мг/кг. Корреляционные связи между подвижностью Fe в агроземе и накоплением этого металла в зеленой массе растений не наблюдались. Более высокое содержание Fe было в кукурузе, выращиваемой в агроземе, удобряемом свинными навозными стоками и имеющем более низкие значения рН. Соответствующий эффект, вероятно, обусловлен повышенной лабильностью хелатных комплексов Fe с фульвокислотами в кислой среде, что облегчает поглощение элемента корневой системой растений. Изучение закономерностей динамики и состояния микроэлементов, в том числе Fe, в агроценозах позволит снизить риски химической деградации агроземов и повысить эффективность органических удобрений.

**Ключевые слова:** агроэкосистемы, навозные стоки, почвы, агрозем, подвижное железо, валовое железо, аккумуляция железа, хелатные комплексы.

**Для цитирования:** Сырчина Н. В., Пилип Л. В. Трансформация подвижности железа в почвах агроэкосистем под влиянием навозных стоков // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 35–43. DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-35-43.

Original article

### **Transformation of iron mobility in agroecosystem soils under the influence of manure effluents**

**Nadezhda V. Syrchina<sup>1</sup>, Larisa V. Pilip<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Vyatka State University, Kirov, Russia

<sup>2</sup>Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russia

<sup>1</sup>nvms1956@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8049-6760>

<sup>2</sup>pilip\_larisa@mail.ru\*, <http://orcid.org/0000-0001-9695-7146>

**Abstract.** The most important environmental problem of industrial animal husbandry is the need to dispose of large volumes of manure and manure effluents. Currently, most of the manure runoff is used as fertilizers in limited areas located near livestock enterprises. The increased load from manure and manure effluents leads to the transformation of natural biogeochemical cycles of trace elements, in particular Fe, in agroecosystems. As a result of the research, it has been found that the systematic introduction of significant norms of cattle and pig manure leads to the accumulation of organic matter, an increase in pH and a decrease in the content of mobile forms of Fe in arable soil horizons, compared with acidic sod-podzolic soils of control sites. Higher pH values were typical for arable land fertilized with cattle manure. In manure-fertilized soils, the content of mobile iron was 18–25 mg/kg, in the soils of control sites – 122–133 mg/kg. There were no significant differences between the content of mobile Fe in soils fertilized by manure runoff of different animal species. The Fe content in the green mass of corn at the end of the growing season ranged from 90 to 490 mg/kg. Correlations between the mobility of Fe in the agrozem and accumulation of this metal in the green mass of plants have not been observed. The higher Fe content was in corn grown in agrozeme fertilized by pig manure runoff and having lower pH values. The effect is probably due to the increased lability of Fe chelate complexes with fulvic acids in an acidic environment, which facilitates the absorption of the element by the root system of plants. The study of the patterns of dynamics and the state of trace elements, including Fe in agrocenoses, will reduce the risks of chemical degradation of agrozesms and increase the efficiency of organic fertilizers.

**Keywords:** agroecosystems, manure effluents, soil, agrozem, mobile iron, gross iron, iron accumulation, chelate complexes.

**For citation:** Syrchina N. V., Pilip L. V. Transformation of iron mobility in agroecosystem soils under the influence of manure effluents. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(69):35–43. (In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-35-43.

## ВВЕДЕНИЕ

Почвы являются важнейшим элементом агроэкосистем (агробιοгеоценозов). От их плодородия зависит не только общая продуктивность, но и качество получаемой продукции. Интенсивная эксплуатация земельных угодий приводит к существенной трансформации почвенного покрова, нарушению баланса между отдельными элементами агроэкосистем, ухудшению экологической обстановки в агроценозах. Для предотвращения деградации земель сельскохозяйственного назначения необходимо детальное изучение последствий различных видов воздействий на обрабатываемые почвы. Особое значение имеет оценка изменения баланса элементов минерального питания растений под влиянием тех или иных факторов. Соответствующая проблема находится в центре внимания агрохимической службы РФ, выполняющей агрохимическое и эколого-токсикологическое обследование земель сельскохозяйственного назначения. Перечень контролируемых этой службой показателей плодородия и экологической безопасности весьма обширный, однако, определение содержания железа в него не входит. Вместе с тем, Fe является незаменимым элементом минерального питания растений. По распространению в земной коре он занимает 4-е место после кислорода, кремния и алюминия, однако его доступность для растений часто ограничена низкой подвижностью (миграционной способностью) соединений. В почвах Fe обычно находится в форме оксидов и гидратов оксидов, растворимость которых зависит от pH, окислительно-восстановительных условий и наличия органических веществ, способных образовывать с ионами Fe комплексные соединения. Наиболее низкая подвижность Fe наблюдается в хорошо аэрируемых нейтральных или слабощелочных почвах [1, 2]. Соответствующие условия приводят к образованию практически нерастворимых минеральных форм Fe (III). Повышение кислотности и наличие в почве лигандов (фульвокислот, фенолов, органических кислот и т. п.) способствуют растворению железосодержащих минералов:



В восстановительных условиях Fe (III) способно превращаться в Fe (II). Активное участие в этом процессе принимают микроорганизмы (например, *Geobacter*, *Shewanella*) и легко окисляемые органические вещества [3]. Для соединения Fe (II) характерна более высокая подвижность, чем для соединений Fe (III) [4].

Железо играет ключевую роль в процессах дыхания, фотосинтеза и синтеза ДНК. Дефицит этого металла приводит к развитию функционального хлороза, обусловленного уменьшением активности ферментов, принимающих участие в биосинтезе хлорофилла. Пораженные хлорозом растения отстают в росте и развитии, у них снижается продуктивность и питательная ценность. Отрицательное влияние на развитие растений оказывает не только недостаток, но и избыток подвижного Fe. Чрезмерное поступление этого элемента приводит к нарушению клеточного гомеостаза, замедлению роста и негативным изменениям листового аппарата.

Согласно экспертным оценкам около 30 % мировых почв характеризуются недостатком и около 18 % – избытком биодоступного Fe [5]. В связи с этим мониторинг содержания подвижного Fe в землях сельскохозяйственного назначения имеет большое практическое значение.

Цель настоящей работы состояла в изучении влияния долговременного внесения навозных стоков крупного рогатого скота и свиней на содержание валового и подвижного железа в пахотном горизонте пашни.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения исследований были выбраны два пахотных поля, расположенных вблизи крупных животноводческих комплексов. Первое поле (опыт 1) на протяжении 6 лет удобряли обезвреженными навозными стоками (откачаны из лагун) свиноводческого предприятия, второе поле (опыт 2) – навозными стоками крупного рогатого скота. До указанного времени в поля вносили другие формы навоза и навозных стоков не менее 15 лет. Нормы внесения рассчитывала агрохимическая служба предприятий, исходя из содержания в соответствующих удобрениях основных элементов минерального питания растений. Оба поля использовали в кормовом севообороте. В год отбора проб на полях выращивали кукурузу на силос.

Пробы почвы (агрозема) отбирали в конце вегетационного периода (после уборки кукурузы) тростевым буром на глубину пахотного горизонта в соответствии с ГОСТ Р 58595-2019. Контрольные пробы (контроль 1 и контроль 2) отбирали на заросших кустарником участках аналогично отбору проб агрозема. Расстояние от границ пахотных полей до участков отбора контрольных проб составляло не менее 300 м, почва контрольных участков глинистая, дерново-подзолистая. Контроль 1 отбирали вблизи поля, удобряемого навозными стоками свиней, контроль 2 – вблизи поля, удобряемого навозными стоками крупного рогатого скота. Механический состав пахотной почвы (опыт 1 и опыт 2) был аналогичен механическому составу почвы контрольных участков.

Содержание Fe в пробах определяли атомно-абсорбционным методом в соответствии с ФР 1.31.2018.31189. Отбор и подготовку растительных проб (зеленой массы кукурузы: стеблей и листьев) проводили согласно ГОСТ Р 58588-2019, содержание Fe в кукурузе определяли по ГОСТ 32343-2013. Статистическую обработку данных выполняли по общепринятым методикам в программе Microsoft Excel. Для оценки статистической значимости различий средних величин использовали t-критерий Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обезвреженный навоз сельскохозяйственных животных является ценным органическим удобрением, в котором содержатся практически все элементы, необходимые для развития растений, а также органические вещества, играющие важную роль в обеспечении почвенного плодородия. Вместе с тем, внесение значительных норм навоза на ограниченных площадях может привести к нарушению естественных циклов трансформации биогенных веществ в агроэкосистемах, что представляет определенную экологическую опасность [6, 7]. Повышенную нагрузку навозными стоками испытывают пахотные поля, расположенные вблизи животноводческих предприятий [8, 9]. Изучение закономерностей динамики и состояния тяжелых металлов и микроэлементов в агроценозах почв при длительном внесении навозных стоков животноводческих предприятий является важной зада-

чей, позволяющей снизить экологические риски и повысить эффективность применения указанных органических удобрений, так как вместе с навозными стоками в почву попадают Zn, Cu, Mn, Fe и другие металлы, входящие в состав кормов и минеральных добавок для животных [10–12].

Содержание Fe в рационах для высокопродуктивных животных обычно составляет 200–300 и более мг/кг корма [13]. Неусвоенный в процессе пищеварения микроэлемент в составе навозных стоков попадает в почву (агрозем). Влияние поступающего со стоками Fe на валовое содержание этого металла может быть весьма незначительным, однако органические компоненты могут существенно влиять на подвижность и биодоступность Fe для растений и почвенной микробиоты. Результаты химического анализа отобранных образцов почвы приведены в таблице.

Таблица. Содержание валовой и подвижной форм железа в почве  
 Table. The content of gross and mobile forms of iron in the soil

Объект	Содержание железа, мг/кг		Органическое вещество, %	pH <sub>KCl</sub>
	железо (валовая форма)	железо (подвижная форма)		
Контроль 1	9200±2300	133±33	3,9±0,4	4,3±0,2
Опыт 1	9300±2400	<b>18±5</b>	<b>4,8±0,4</b>	<b>5,7±0,3</b>
Контроль 2	2600±600	122±31	4,2±0,6	4,0±0,1
Опыт 2	<b>5900±1500</b>	<b>25±6</b>	<b>6,0±0,5</b>	<b>7,5±0,2</b>

*Примечание.* Жирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые различия между контрольными и экспериментальными пробами (P > 0,95).

Согласно приведенным данным регулярное внесение навозных стоков способствовало накоплению в почве органического вещества, увеличению pH и снижению доли подвижных форм железа. Коэффициент корреляции между содержанием подвижного Fe и pH<sub>KCl</sub> составил –0,85. Увеличение валового Fe в агроземе, по сравнению с контролем, отмечено для пашни, удобряемой навозными стоками крупного рогатого скота. Скорее всего, различия между вариантами «контроль 2» и «опыт 2» обусловлены вариациями естественного (фонового) содержания Fe на разных территориях. Статистически значимых различий в содержании подвижного Fe между контрольными образцами, как и между опытными, не выявлено.

Содержание Fe в зеленой массе кукурузы, выращенной на поле, удобряемом навозными стоками свиней, составило 490±61 мг/кг сухой массы; для кукурузы, выращенной на поле, удобряемом навозными стоками крупного рогатого скота, соответствующий показатель находился на уровне 90±10 мг/кг. Для растений кукурузы в конце вегетационного периода (время отбора проб) характерно усиленное поглощение Fe, необходимого для синтеза нуклеиновых кислот [14, 15]. Элемент в основном поглощается в форме гидратированных катионов Fe<sup>2+</sup> и Fe<sup>3+</sup>, незначительная часть – в составе хелатных комплексов [16]. Несмотря на низкую подвижность Fe, кукуруза, выращиваемая на удобряемых навозными стоками почвах, активно накапливает этот элемент в зеленой массе. Наиболее интенсивно соответствующий процесс протекает в агроземе с более низкими значениями pH (опыт 1). Вероятно, это обусловлено повышенной лабильностью комплексов Fe с органическими лигандами в кислой среде. Депротонирование органических ли-

гандов в нейтральной и слабощелочной средах повышает устойчивость комплексных соединений Fe и затрудняет поглощение ионов корневой системой растений.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненных исследований свидетельствуют о значительном влиянии систематического внесения высоких норм навозных стоков на подвижность Fe в почвах. К основным факторам, влияющим на подвижность Fe, можно отнести pH и наличие органических веществ, способных образовывать с катионами Fe растворимые комплексы.

Биодоступность и уровень аккумуляции Fe в растениях зависят не только от подвижности элемента в почвах, но и от устойчивости его комплексов с органическими лигандами. В нейтральной и слабощелочной среде устойчивость соответствующих комплексов (в основном комплексов с фульвокислотами) возрастает, что приводит к снижению биодоступности и уменьшению аккумуляции Fe вегетирующими растениями.

Для снижения экологических рисков деградации агроземов и повышения эффективности применения навозных стоков животноводческих предприятий в качестве органических удобрений необходимо учитывать закономерности динамики и состояния микроэлементов, в том числе Fe в агроценозах.

### Список источников

1. Shenker M., Chen Y. Increasing Iron Availability to Crops: Fertilizers, Organo-Fertilizers, and Biological Approaches // *Soil Science & Plant Nutrition*. 2005. V. 51. N 1. P. 1–17, <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2005.tb00001.x>.
2. Adsorption of REE(III)-humate complexes onto MnO<sub>2</sub>: experimental evidence for cerium anomaly and lanthanide tetrad effect suppression / M. Davranche, O. Pourret, G. Gruau, A. Dia, M. CozBouhnik // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2005. V. 69. N 20. P. 4825–4835, <https://doi.org/10.1016/j.gca.2005.06.005>.
3. Водяницкий Ю. Н., Шоба С. А. Биогеохимия железа в переувлажненных почвах (аналитический обзор) // *Почвоведение*. 2013. № 9. С. 1047–1059, <https://doi.org/10.7868/S0032180X13090128>.
4. Анциферова О. А., Левицкий А. Д. Результаты мониторинга окисного и закисного железа в почвах холмисто-моренных равнин // *Известия КГТУ*. 2020. № 56. С. 11–21.
5. Tolerance of Iron-Deficient and Toxic Soil Conditions in Rice (Review) / A. Mahender, M. Swamy, A. Anandan, J. Ali // *Plants*. 2019. V. 8. N 2. P. 31–65, <https://doi.org/10.3390/plants8020031>.
6. Анализ и решения экологических проблем в животноводстве / А. Ю. Брюханов, В. Д. Попов, Э. В. Васильев, Е. В. Шалавина, Р. А. Уваров // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2021. Т. 15. № 4. С. 48–55, <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2021-15-4-48-55>.
7. Пилип Л. В., Сырчина Н. В. Экологическая проблема отрасли свиноводства // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции*. В 2 книгах. 2019. С. 193–196.



8. Производство биоорганических удобрений как направление реализации безотходных технологий в свиноводстве / А. В. Сазанов, Ю. Н. Терентьев, Н. В. Сырчина, Т. Я. Ашихмина, В. А. Козвонин // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 3. С. 85–90, <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2017-3-085-090>.

9. Биологическое загрязнение пахотных земель отходами свиноводства / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, В. А. Козвонин, Е. П. Колеватых, Т. Я. Ашихмина, А. В. Сазанов // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 199–205, <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-3-199-205>.

10. Маркина Е. О., Григорьев В. В., Сырчина Н. В. Влияние различных добавок на подвижность тяжелых металлов в почвах // Экология родного края: проблемы и пути решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 87–90.

11. Пилип Л. В., Сырчина Н. В., Ашихмина Т. Я. Промышленные свиноккомплексы как источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2021. № 5(51). С. 88–91, <https://doi.org/10.19110/1994-5655-2021-5-88-91>.

12. Сырчина Н. В., Пилип Л. В. Ашихмина Т. Я. Химическая деградация земель под воздействием отходов животноводства // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 219–225, <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-3-219-225>.

13. Железо в рационах, крови и печени свиней, коров и кур. URL: <https://worldgonesour.ru/vyraschivanie-molodnyaka/524-zhelezo-v-racionah-krovi-i-pecheni-sviney-korov-i-kur.html> (дата обращения: 25.10.22).

14. Бахитова А. Р., Лапушкин В. М. Накопление микроэлементов в зеленой массе кукурузы при ее выращивании на дерново-подзолистой почве // Плодородие. 2018. № 4 (103). С. 18–21, <https://doi.org/10.25680/S19948603.2018.103.06>.

15. Enakiev Y. I., Bahitova A. R., Lapushkin V. M. Microelements (Cu, Mo, Zn, Mn, Fe) in corn grain according to their availability in the fallow sod-podzolic soil profile // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2018. V. 24. N 2. P. 285–289.

16. Кузнецова Е. А., Гаврилина В. А., Зомитев В. Ю. Накопление тяжелых металлов растениями кукурузы в процессе онтогенеза // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 2. С. 30–34.

## References

1. Shenker M., Chen Y. Increasing Iron Availability to Crops: Fertilizers, Organo-Fertilizers, and Biological Approaches. *Soil Science & Plant Nutrition*, 2005, vol. 51, no. 1, pp. 1–17, <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2005.tb00001.x>.

2. Davranche M., Pourret O., Gruau G., Dia A., CozBouhnik M. Adsorption of REE(III)-humate complexes onto MnO<sub>2</sub>: experimental evidence for cerium anomaly and lanthanide tetrad effect suppression. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2005, vol. 69, no. 20, pp. 4825–4835, <https://doi.org/10.1016/j.gca.2005.06.005>.

3. Vodyanitskii Yu. N., Shoba S. A. Biogeokhimiya zheleza v pereuvlazhnykh pochvakh (analiticheskiy obzor) [Biogeochemistry of iron in waterlogged soils (analytical review)]. *Pochvovedenie*, 2013, no. 9, pp. 1047–1059, <https://doi.org/10.7868/S0032180X13090128>.

4. Antsiferova O. A., Levitskiy A. D. Rezultaty monitoringa okisnogo i zakisnogo zheleza v pochvakh kholmisto-morenykh ravnin [Monitoring results of ferric and ferrous iron in soils of hilly-moraine plains]. *Izvestiya KGTU*, 2020, no. 56, pp. 11–21.

5. Mahender A., Swamy M., Anandan A., Ali J. Tolerance of Iron-Deficient and Toxic Soil Conditions in Rice (Review). *Plants*, 2019, vol. 8, no. 2, pp. 31–65, <https://doi.org/10.3390/plants8020031>.

6. Bryukhanov A. Yu., Popov V. D., Vasilev E. V., Shalavina E. V., Uvarov R. A. Analiz i resheniya ekologicheskikh problem v zhivotnovodstve [Analysis and solutions to environmental problems in livestock farming]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*, 2021, vol. 15, no. 4, pp. 48–55, <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2021-15-4-48-55>.

7. Pilip L. V., Syrchina N. V. Ekologicheskaya problema otrasli svinovodstva [Environmental issue of the pig industry]. *Trudy XIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyaystvu"* [Proceedings of the XIV International scientific and practical conference "Agrarian science to agriculture"]. Barnaul, 2019, pp. 193–196.

8. Sazanov A. V., Terentyev Yu. N., Syrchina N. V., Ashikhmina T. Ya., Kozvonin V. A. Proizvodstvo bioorganomineralnykh udobreniy kak napravlenie realizatsii bezotkhodnykh tekhnologiy v svinovodstve [Production of bioorganomineral fertilizers as the direction of realization of wastefree technologies in pig-breeding]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*, 2017, no. 3, pp. 85–90, <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2017-3-085-090>.

9. Pilip L. V., Syrchina N. V., Kozvonin V. A., Kolevatykh E. P., Ashikhmina T. Ya., Sazanov A. V. Biologicheskoe zagryaznenie pakhotnykh zemel' otkhodami svinovodstva [Biological contamination of arable land with pig waste]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*, 2022, no. 3, pp. 199–205, <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-3-199-205>.

10. Markina E. O., Grigor'ev V. V., Syrchina N. V. Vliyanie razlichnykh dobavok na podvizhnost' tyazhelykh metallov v pochvakh [The effect of various additives on the mobility of heavy metals in soils]. *Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem "Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti resheniya"* [Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. Ecology of the native land: problems and solutions]. Kirov, 2016, pp. 87–90.

11. Pilip L. V., Syrchina N. V., Ashikhmina T. Ya. Promyshlennyye svinokompleksy kak istochniki zagryazneniya okruzhayushchey sredy tyazhelymi metallami [Industrial pig farms as sources of environmental pollution with heavy metals]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra Ural'skogo otdeleniya Rossiyskoy Akademii Nauk*, 2021, no. 5 (51), pp. 88–91, <https://doi.org/10.19110/1994-5655-2021-5-88-91>.

12. Syrchina N. V., Pilip L. V., Ashikhmina T. Ya. Khimicheskaya degradatsiya zemel' pod vozdeystviem otkhodov zhivotnovodstva [Chemical land degradation under the influence of animal husbandry waste]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*, 2022, no. 3, pp. 219–225, <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-3-219-225>.

13. Iron in the diets, blood and liver of pigs, cows and chickens. Available at: <https://worldgonesour.ru/vyraschivanie-molodnyaka/524-zhelezo-v-racionah-krovi-i-pecheni-sviney-korov-i-kur.html> (Accessed 25 October 2022).

14. Bakhitova A. R., Lapushkin V. M. Nakoplenie mikroelementov v zelenoy masse kukuruzy pri ee vyrashchivanii na dernovo-podzolistoy pochve [Microelements content in green material of corn cultivated on the sod-podzolic soil]. *Plodorodie*, 2018, no. 4 (103), pp. 18–21, <https://doi.org/10.25680/S19948603.2018.103.06>.

15. Enakiev Y. I., Bahitova A. R., Lapushkin V. M. Microelements (Cu, Mo, Zn, Mn, Fe) in corn grain according to their availability in the fallow sod-podzolic soil profile. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2018, vol. 24, no. 2, pp. 285–289.

16. Kuznetsova E. A., Gavrilina V. A., Zomitev V. Yu. Nakoplenie tyazhelykh metallov rasteniyami kukuruzy v protsesse ontogeneza [Accumulation of heavy metals by corn plants during ontogeny]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov*, 2016, no. 2, pp. 30–34.

### Информация об авторах

**Н. В. Сырчина** – кандидат химических наук, доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии, старший научный сотрудник лаборатории биомониторинга ВятГУ и Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

**Л. В. Пилип** – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры зоогигиены, физиологии и биохимии

### Information about the authors

**N. V. Syrchina** – PhD in Chemistry, Associate Professor of the Department of Fundamental Chemistry and Chemistry Teaching Methods, Senior Researcher of the Laboratory of Biomonitoring of Vyatka State University and Komi of the research center of Ural division of the Russian Academy of Sciences

**L. V. Pilip** – PhD in Veterinary, Associate Professor of the Department of Zoological Hygiene, Physiology and Biochemistry

Статья поступила в редакцию 17.02.2023; одобрена после рецензирования 01.03.2023; принята к публикации 10.03.2023.

The article was submitted 17.02.2023; approved after reviewing 01.03.2023; accepted for publication 10.03.2023.

Научная статья  
УДК 551.799 (261.24) + 502.656  
DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-44-56

### Новая карта донных осадков Калининградского залива Балтийского моря

Владимир Андреевич Чечко<sup>1</sup>, Виктория Юрьевна Топчая<sup>2</sup>, Александр Николаевич Бабаков<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва, Россия

<sup>1</sup> che-chko@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3030-1165>

<sup>2</sup> piwis@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9724-0013>

<sup>3</sup> babakov\_temp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8824-8929>

**Аннотация.** Калининградский залив занимает северо-восточную половину Вислинского залива – крупнейшего мелководного бассейна лагунного типа, расположенного в юго-восточной части Балтийского моря. Это трансграничный водный объект, испытывающий большую антропогенную нагрузку. Естественным индикатором состояния водных экосистем и уровня техногенного влияния являются, в частности, донные отложения. Наибольший интерес представляет поверхностный слой донных отложений, его динамика и пространственное распределение гранулометрических типов. В работе представлена подробная карта современных донных отложений, на которой выделены следующие литологические типы: валунно-галечные, пески, пески илистые, илы песчаные, илы и глинистые илы. Реликтовые отложения в виде небольших площадей с валунами, скоплениями гальки и гравия имеют ограниченное распространение. Пески распространены на небольших глубинах вдоль берегов. Наибольшие площади дна покрыты средними и мелкими песками, крупные и очень мелкие пески не имеют широкого распространения. В центральных, углубленных, частях залива развиты осадки, состоящие из наиболее мелких частиц, – илы и глинистые илы. Глинистый ил имеет весьма ограниченное распространение, он покрывает небольшие площади дна юго-западной части Калининградского залива на глубинах 3,8–4,6 м. Значительные площади дна покрыты ракушечниками – танаценозами с преобладанием пресноводных моллюсков *Dreissena polymorpha*, гастропод *Vithynia tentaculata*, *Potamorygus jenkinsi* и остракод. Основными факторами, влияющими на распределение донных осадков в заливе, являются особенности гидродинамической активности и разнообразие вещественного состава осадочного материала, поступающего от основных источников питания (речной сток, береговая абразия и атмосферные выпадения).

**Ключевые слова:** Калининградский залив, осадконакопление, образцы донных отложений, литологические типы отложений, песок, глинистый ил.

**Благодарности:** авторы выражают благодарность Валентине Петровне Бобыкиной за ценные советы и замечания при подготовке статьи, а также Российскому фонду фундаментальных исследований в рамках проекта № 19-45-390013.

**Финансирование:** работа выполнена при поддержке госзадания ИОРАН (тема № FMWE-2021-0012).

**Для цитирования:** Чечко В. А., Топчая В. Ю., Бабаков А. Н. Новая карта донных осадков Калининградского залива Балтийского моря // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 44–56. DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-44-56.

Original article

### **New map of bottom sediments in the Kaliningrad Bay of the Baltic Sea**

Vladimir A. Chechko<sup>1</sup>, Viktoriya Yu. Topchaya<sup>2</sup>, Aleksandr N. Babakov<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>1</sup> che-chko@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3030-1165>

<sup>2</sup> piwis@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9724-0013>

<sup>3</sup> babakov\_temp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8824-8929>

**Abstract.** The Kaliningrad Bay occupies the northeastern half of the Vistula Lagoon, the largest shallow lagoon-type basin located in the southeastern part of the Baltic Sea. This is a transboundary water body with a large anthropogenic load. Bottom sediments serve as a natural state indicator of aquatic ecosystems and the level of anthropogenic influence. The surface layer of bottom sediments, its dynamics, and the spatial distribution of granulometric types are of the greatest interest for understanding modern sedimentation processes. The paper presents a detailed map of modern bottom sediments, where the following lithological types are identified: boulder-pebble, sand, silty sand, sandy silt, silt, and clayey silt. Relict deposits in the form of small areas with boulders, clusters of pebbles, and gravel are of limited distribution. Sands are distributed in shallow depths along the shores. The largest areas of the bottom are covered with medium and fine sands, large and very fine sands are not widely distributed. In the central most deeper parts of the bay sediments consisting of the finest particles – silt and clayey silt are developed. Clayey silt has a very limited distribution; it covers small areas of the bottom of the southwestern part of the Kaliningrad Bay at depths of 3.8–4.6 m. A significant part of the bottom is covered by shells – thanatocenosis with a predominance of freshwater mollusks *Dreissena polymorpha*, gastropods *Bithynia tentaculata*, *Potamorygus jenkinsi*, and ostracods. The main factors influencing the distribution of bottom sediments in the bay are the peculiarities of hydrodynamic activity and the diversity of the material composition of sediments coming from the main feeding sources (river runoff, coastal abrasion, and atmospheric deposition).

**Keywords:** Kaliningrad Bay, sedimentation, bottom sediment samples, lithologic sediment types, sand, clayey silt.

**Acknowledgments:** The authors are grateful to Valentina Bobykina for valuable advice and comments during the preparation of the article, as well as to the Russian Foundation for Basic Research under project Nr 19-45-390013.

**Funding:** The work was supported by the IORAN government assignment (subject Nr FMWE-2021-0012).

**For citation:** Chechko V. A., Topchaya V. Yu., Babakov A. N. New map of the bottom sediments in the Kaliningrad Bay of the Baltic Sea. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(69):44–56.(In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-44-56.

## ВВЕДЕНИЕ

Калининградский залив является частью Вислинского залива – второго по величине мелководного (максимальная глубина 5,2, средняя – 2,7 м) бассейна лагунного типа юго-восточной части Балтийского моря. Вислинский залив – трансграничный водный объект общей площадью 838 км<sup>2</sup>, северо-восточная часть которого (510 км<sup>2</sup>) находится под юрисдикцией России (Калининградский залив), а юго-западная (328 км<sup>2</sup>) – под юрисдикцией Польши [1]. Вислинский залив относится к классу непривливаемых лагун, от моря он отделяется устойчивым песчаным барьером (Вислинской косой), а водообмен с ним осуществляется через узкий пролив возле г. Балтийск, именуемый Балтийским проливом (рис. 1).

Заливы считаются наиболее ценными компонентами экосистем прибрежных территорий, имеющих важное социально-экономическое значение [2]. Калининградский залив в этом отношении не исключение, он является объектом множественного хозяйственного использования. В акватории залива осуществляется активный рыбный промысел, ведется добыча нерудных полезных ископаемых, вдоль его северного берега проходит глубоководный канал с интенсивным круглогодичным судоходством. Береговая часть залива характеризуется высокой плотностью населения и развитой городской и промышленной инфраструктурой, в последние годы возрастает значение залива как объекта рекреации.

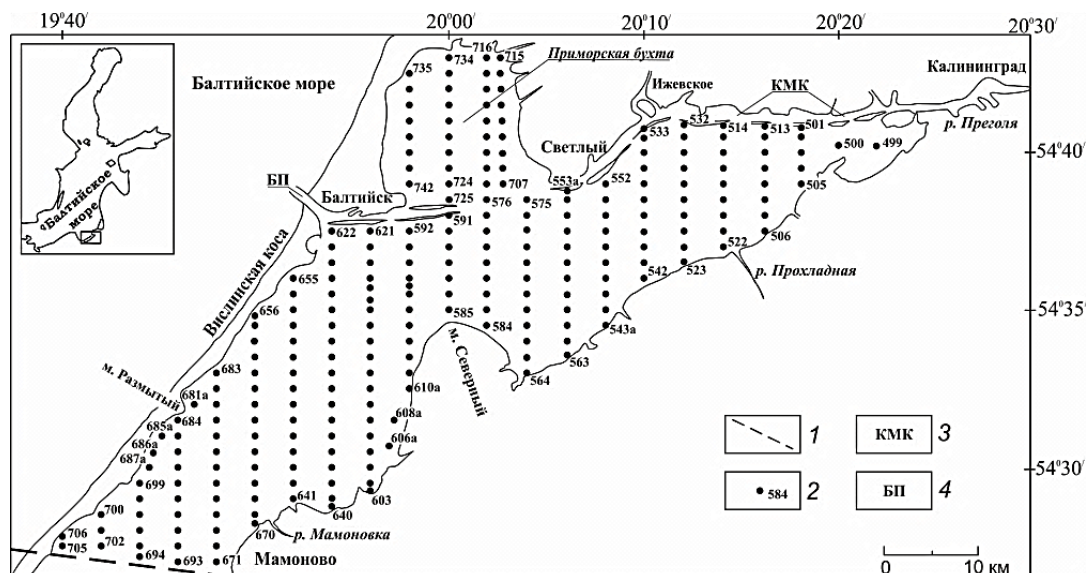


Рис. 1. Схема района исследований:

1 – государственная граница; 2 – точки отбора образцов донных отложений и их индекс; 3 – Калининградский морской канал; 4 – Балтийский пролив

Fig. 1. Sheme of the study area:

1 – state border; 2 – sampling points; 3 – Kaliningrad Seaway Canal;  
 4 – the Strait of Baltiysk

Литосистема залива находится под влиянием естественных и антропогенных факторов. Снабжение осадочным материалом регулируется речным стоком и береговой абразией, динамика верхнего слоя осадков – ветро-волновым воздействием [3], а роль приливов и отливов выполняют сгонно-нагонные явления [4]. В последние годы все возрастающее влияние на состояние литосистемы залива оказывает антропогенный фактор – интенсификация судоходства, проведение дноуглубительных работ, укрепление берегов.

Естественным индикатором состояния водных экосистем и уровня техногенного влияния на них могут служить донные отложения [5, 6]. Как продукт источников сноса и обстановки осадконакопления, в своих литологических характеристиках они способны фиксировать природно-антропогенные изменения, происходящие в водоемах и их водосборных бассейнах за всю историю накопления осадочной толщи.

Для понимания современных процессов седиментации наибольший интерес представляет поверхностный слой донных отложений, его динамика и пространственное распределение гранулометрических типов. Известно [7], что между распределением химических элементов и соединений в осадках и их гранулометрическими фракциями существует прямая зависимость.

Небольшие глубины и активная динамика вод в заливе обуславливают систематическое взмучивание поверхностного слоя донных отложений [8–10]. Взмученный тонкодисперсный осадочный материал вместе с загрязняющими веществами может распространяться на значительные расстояния, оказывая прямое влияние на мутность воды, перераспределение донных отложений, биохимические процессы и, в целом, на экологическое состояние залива.

Современные процессы седиментации, основные характеристики седиментационной обстановки, закономерности состава и распределения донных отложений в Калининградском и Вислинском заливах были описаны в работах [11–14].

В настоящее время не существует единой карты донных осадков для всей акватории Вислинского залива, опубликованы карты для двух его частей. Одна из них [15] отражает распределение основных типов донных отложений, выделенных по [16] в юго-западной (польской) части залива. Другая [17] представляет распределение донных отложений в Калининградском заливе, типизация которых основана на десятичной системе классификации [18]. Созданные по разным методикам, эти карты мало сопоставимы. К тому же, точки отбора образцов в Калининградском заливе располагались несколько хаотично, а сам процесс их отбора был растянут во времени (с 1992 по 1999 гг.).

Отношение к естественному потенциалу Вислинского залива как к единому целому обуславливает наличие современного представления о распределении основных типов донных осадков на всей его территории, исходя из их одинаковой классификации. В этом заключалась цель данной работы – выявить типы донных осадков и особенности их пространственного распределения в Калининградском заливе на основании методов, применяемых при изучении донных отложений в юго-западной половине Вислинского залива.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Образцы донных осадков были отобраны в Калининградском заливе в 2020–2021 гг. в точках, равномерно охватывающих всю акваторию. Локализация точек отбора донных отложений полностью соответствовала схеме получения образцов в юго-западной (польской) половине залива – они располагались через 2 географические минуты по параллели и через 30 секунд по меридиану (рис. 1). Географические координаты точек пробоотбора определялись с использованием GPS Navigation. Для отбора материала использовался ковш Ван Вина объемом 6 литров, позволявший получать представительную пробу с поверхностного (0–7 см) слоя донных отложений. Всего, таким образом, было получено и изучено 252 образца донных отложений.

Гранулометрический состав донных отложений определялся по массовому содержанию частиц различной крупности в процентах от массы исследуемого образца. Перед началом выполнения гранулометрического анализа механически удалялись остатки раковин моллюсков, органическое вещество удаляли с помощью водного раствора перекиси водорода (пергидроля). Анализ песчаных отложений выполнялся сухим просеиванием через сита, размер ячеек которых (0,062; 0,125; 0,250; 0,5; 1,0; 2,0 и 4,0 мм) соответствовал шкале Вентворта [16]. Илистые отложения с выделением фракций 0,062–0,04; 0,04–0,016; 0,016–0,004 были проанализированы с использованием лазерного анализатора размера частиц «Микросайзер-201». С помощью шкалы оценки классов обломочных отложений Вентворта выделены следующие типы донных отложений: песок, илистый песок, песчаный ил, ил и глинистый ил. Графическим способом [19] были рассчитаны медианный диаметр частиц ( $M_d$ ) и коэффициент сортировки ( $S_o$ ). Хорошо сортированными считались осадки, коэффициент сортировки которых не превышал 2 ( $S_o < 2$ ), к средне сортированным относились осадки с коэффициентом от 2 до 3, а плохо сортированными считались осадки с коэффициентом сортировки более 3 ( $S_o > 3$ ).

Анализ результатов исследований показал, что почти все дно Калининградского залива покрыто современными отложениями (в данном случае под современными мы подразумеваем отложения, накопившиеся в заливе за последние 100 лет, т. е. после зарегулирования стока р. Вислы). Реликтовые отложения в виде небольших площадей с валунами, скоплениями гальки и гравия имеют ограниченное распространение. В северо-восточной части залива ранее они были выявлены на небольших (0,5–1,5 м) глубинах вблизи береговых абразионных уступов, сложенных моренными образованиями последнего оледенения [20]. Характерным примером проявлений реликтовых отложений является мелководный прибрежный участок, огибающий мыс Северный. Во время последней съемки валунно-галечный материал был также обнаружен у дамб, отделяющих акваторию залива от судоходного канала. По-видимому, его появление здесь обусловлено проведением регулярных берегоукрепительных инженерных мероприятий.

Современные отложения Калининградского залива относятся к пяти гранулометрическим типам: песок, песок илистый, ил песчанистый, ил и ил глинистый. В пространственном распределении поверхностного (0–7 см) слоя донных осадков выявлена характерная для подобных водоемов закономерность: у берегов раз-



виты пески, а в углубленных центральных частях котловины – более тонкие илистые отложения.

Пески широкой полосой окаймляют мелководную прибрежную часть залива. Нижняя граница их распространения определяется гидродинамической обстановкой на конкретных участках, морфологией дна, источниками поступления песчаного материала и варьирует в диапазоне глубин от 0,8 до 2,5 м. (рис. 2). Пески характеризуются серыми цветовыми оттенками, значительным содержанием раковинного детрита и повсеместно развитой тонкой окисленной пленкой на поверхности, свидетельствующей о хорошем перемешивании вод в местах их распространения.

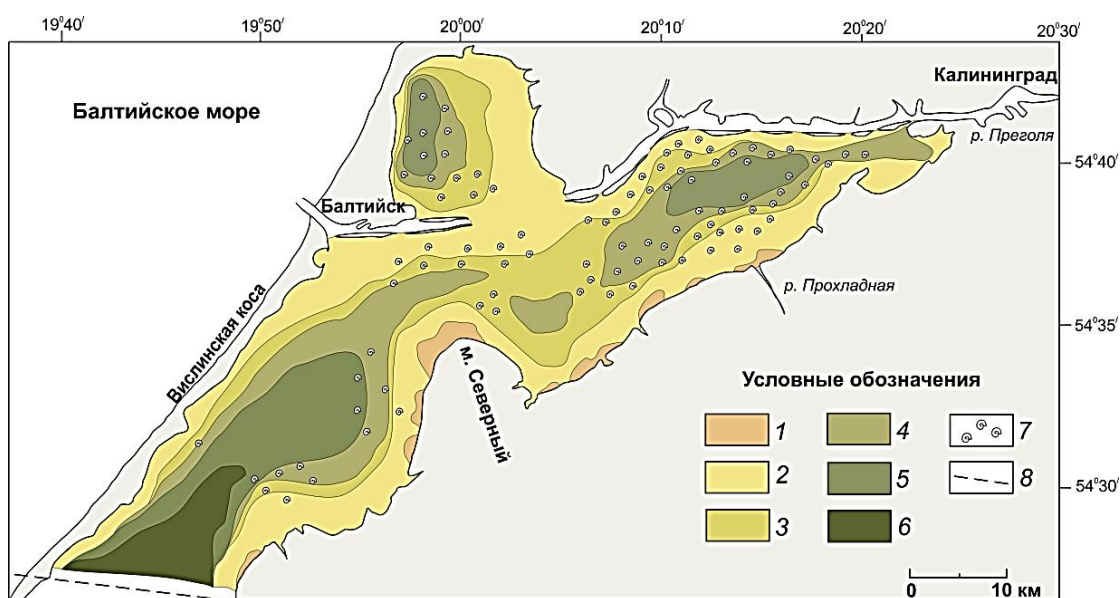


Рис. 2. Карта поверхностного (0–7 см) слоя донных отложений Калининградского залива:

1 – валунно-галечный материал; 2 – песок; 3 – песок илистый; 4 – ил песчанистый; 5 – ил; 6 – ил глинистый; 7 – ракушечник; 8 – государственная граница

Fig. 2. Map of the surface layer (0–7 cm) of the bottom sediments of the Kaliningrad Bay:

1 – pebble-gravel; 2 – sand; 3 – silty sand; 4 – sandy silt; 5 – silt; 6 – clayey silt; 7 – shells; 8 – state border

Очень крупный (2,0–1,0 мм) и крупный (1,0–0,5 мм) песок в заливе не имеет широкого распространения. Наибольший участок дна, где он доминирует в составе отложений, расположен у мыса Северный и напрямую связан с береговым моренным суглинком – основным источником крупного песка. Небольшие по площади скопления крупного песка периодически встречаются вдоль южного побережья залива, а напротив устья р. Прохладной пятно такого песка выявлено на глубинах 2,0–2,5 м. Крупный песок встречается также вдоль дамб, отделяющих

акваторию залива от судоходного канала, его нахождение здесь обусловлено, по-видимому, техногенным фактором.

Значительные площади дна юго-восточного мелководья покрыты средним (0,5–0,25 мм) песком, источником которого являются зандровые поля прилегающей суши. Широкий участок средних песков, вытянутый с севера на юг, выявлен на дне восточной половины Приморской бухты, наиболее активной в гидродинамическом отношении, а также напротив Балтийского пролива. Узкая полоса средних песков тянется вдоль дамб, отделяющих морской канал от акватории залива и вдоль Вислинской косы, песчаные дюны которой являются основным поставщиком песка в этом районе. Средние пески отличаются светло-серыми оттенками, очень хорошей сортированностью ( $S_o$  в среднем составляет 1,47), высоким содержанием преобладающей фракции (до 92 %) и незначительным количеством илистых частиц в своем составе.

Широко распространен в заливе мелкий (0,25 – 0,125 мм) песок. Как правило, его ареалы отделены от берега более крупным песчаным материалом, у береговой линии частицы мелкого песка встречаются лишь в качестве примеси в составе донных отложений. Наибольшее развитие он имеет в восточной половине Приморской бухты, напротив Балтийского пролива и на дне юго-восточной прибрежной зоны. Отдельные пятна мелкого песка встречаются на глубинах 0,9–1,3 м на подводном береговом склоне Вислинской косы.

Мелкий песок представляет собой хорошо отмытые полевошпатово-кварцевые образования светло-серых оттенков, характеризующиеся хорошей сортированностью ( $S_o$  в среднем составляет 1,6) и незначительным содержанием илистых частиц, преобладающая фракция составляет от 48 до 71 %.

Очень мелкий песок (0,125–0,063 мм) не имеет большого распространения. Незначительные ареалы мелкого песка выявлены на глубине 1,2–1,6 м у побережья Вислинской косы, а также в восточной половине Приморской бухты. Они характеризуются, в целом, хорошей сортированностью ( $S_o$  в среднем составляет 1,62), высоким содержанием преобладающей фракции (достигающей 80 %) и увеличенным, по сравнению с другими песками, содержанием (7–12%) в своем составе илистых частиц.

Пески илистые по своим физико-механическим характеристикам очень близки к мелким и очень мелким пескам. Основная примесь в их составе – илистые частицы, доля которых может достигать более 30 %. В юго-западном направлении (от условной линии «мыс Северный – Балтийский пролив») пески илистые распространяются в виде двух узких полос, вытянутых вдоль внешней границы залегания песков и повторяющих, в целом, конфигурацию береговой линии. Одна из них расположена вблизи берега Вислинской косы, в то время как другая полоса песков илистых, пролегающая вдоль южного берега, находится на значительном удалении от него (рис. 2).

К востоку от Балтийского пролива площади, занятые илистыми песками, значительно расширяются. Напротив Приморской бухты они покрывают практически все дно центральной части котловины залива на глубинах, превышающих 3,5–4,0 м. Напротив г. Светлый ареал илистых песков разделяется, и далее, в восточном направлении, они залегают в виде двух узких полос, вытянутых вдоль внешнего края песчаных отложений. Следует отметить единственный выявлен-

ный в Приморской бухте участок илистых песков, вытянутый в меридиональном направлении восточнее зоны распространения песков (рис. 2).

Илы песчанистые распространены в срединных местах залива на глубинах, превышающих 3 м. Небольшое пятно с илами песчанистыми, со всех сторон ограниченное песками илистыми, расположено вблизи восточного подводного берегового склона м. Северный. Вблизи него находится более крупный участок дна с илами песчанистыми. Начинается он напротив г. Светлый, где илы песчанистые занимают все дно углубленной осевой части котловины. Однако на траверсе пос. Ижевское целостность участка нарушается ареалом илистых отложений, а илы песчанистые распространяются в виде двух нешироких полос, смыкающихся в восточной оконечности залива.

Напротив Балтийского пролива илы песчанистые покрывают небольшой срединный участок дна, который несколько расширяется в юго-западном направлении. Затем зона их распространения разделяется на две узкие полосы, которые тянутся между полем илистых отложений в срединной части залива и внешней границей распространения илистых песков (рис. 2). Примерно на траверсе г. Мамоново они постепенно замещаются другими типами осадков. Кроме того, две узкие, вытянутые в меридиональном направлении полосы выявлены в западной половине Приморской бухты на глубинах 3–4 м.

Илы песчанистые характеризуются средней сортированностью ( $S_0$  колеблется в пределах 1,3–2,8, в среднем составляя 1,9). Во влажном состоянии они напоминают очень мелкие пески, после высыхания это слабо сцементированный осадок серых тонов, рассыпающийся при незначительном усилии. Основными примесями в их составе являются мелкие и очень мелкие пески, доля которых колеблется в пределах 25–40 %.

Небольшие, овальной формы ареалы ила, оконтуренные со всех сторон илом песчанистым, выявлены в восточной части залива и в западной половине Приморской бухты на глубинах более 3 м (рис. 2). В юго-западной половине залива илистые отложения занимают обширный участок дна, вытянутый вдоль центральной части котловины на глубинах, превышающих в основном 3,0–3,5 м. Во влажном состоянии ил имеет жидкую и текуче-жидкую консистенцию и отличается темно-серыми и темными оттенками. Он характеризуется средней сортированностью ( $S_0$  составляет в среднем 2,1) и преобладанием фракции крупных илов (0,062–0,04 мм).

Глинистый ил в пределах Калининградского залива имеет весьма ограниченное распространение. Он покрывает небольшие площади дна на глубинах 3,8 – 4,6 м к юго-западу от условной линии «мыс Размытый (Вислинская коса) – устье реки Мамоновки (южное побережье залива)». Узкий вблизи данной линии участок с глинистым илом впоследствии значительно расширяется и около российско-польской границы уже занимает более половины площади дна залива (рис. 2). Глинистый ил также, как и ил, характеризуется текуче-жидкой консистенцией, черными и темно-серыми цветовыми оттенками и преобладанием в своем составе (52–64 %) глинистых частиц. Он сортирован несколько лучше (в среднем  $S_0 = 1,92$ ), количество более грубого материала (крупноалевритового или песчаного) в составе глинистого ила незначительно и в целом не превышает 7 %.

Значительная часть дна покрыта ракушечниками – танаценозами с преобладанием пресноводных моллюсков *Dreissena polymorpha*, гастропод *Bithynia ten-*

*taculata*, *Potamorygus jenkinsi* и остракод. Согласно гипотезе [20], возникновение ракушечных отложений связано с увеличением солености вод залива после искусственного зарегулирования в 1916 г. стока р. Висла.

В качестве минеральной примеси в ракушечниках присутствуют песчаные и алевритовые частицы, окраска минеральной компоненты меняется от серой до темно-серой. При высыхании ракушечник становится слабосцементированным и легко разрушается при небольшом усилии. Мощность слоя ракушечника обычно составляет 20–40 см, иногда он выходит на поверхность дна, но чаще прикрыт сравнительно тонким (до 10–15 см) слоем осадков. Особенно большие площади ракушечник занимает в восточной части залива и у входа в Приморскую бухту. В юго-западной половине залива отдельные скопления ракушек также встречаются, однако они не имеют сплошного пространственного распространения (рис. 2).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новая карта донных отложений Калининградского залива значительно точнее отражает закономерности локализации и распределения литологических типов отложений, обусловленные сложными условиями, при которых происходит современная седиментация.

В заливе накапливаются преимущественно терригенные отложения, среди которых выделены следующие литологические типы: валунно-галечные, пески, пески илистые, илы песчанистые, илы и глинистые илы. Широкое развитие в заливе имеет выделенный подтип отложений – ракушечник.

В распределении литологических типов донных отложений обнаруживается характерный для подобных водоемов тип зональности. В прибрежной полосе развиты хорошо сортированные пески, в глубоководных, защищенных от волнения частях водоема основная составляющая донных осадков – илистый материал. Исключением является район напротив Балтийского пролива, где пески распространяются намного шире и глубже, а илистый материал играет второстепенную роль, включая глубокие места.

Основные закономерности распределения обломочного вещества в заливе регулируются гидродинамикой и вещественным составом материала, поставляемого главными источниками питания. Именно гидродинамика формирует грубую гранулометрическую отсортированность прибрежных отложений и тонкозернистость осадков в наиболее углубленных участках залива.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лазаренко Н. Н., Маевский А. Гидрометеорологический режим Вислинского залива. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1971. 279 с.
2. Потенциал природно-экономического экосистемного учета для поддержки управления прибрежными и морскими территориями на примере Калининградской области / Г. А. Фоменко, М. А. Фоменко, К. А. Лошадкин, В. Д. Панов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2021. № 4. С. 45–69.
3. Чечко В. А. Особенности современных процессов осадкообразования в Вислинском и Куршском заливах // Система Балтийского моря / под ред. А. П. Лисицына. Москва: Научный мир, 2017. С. 373–380
4. The physio-geographical background and ecology of the Vistula Lagoon / Rozynski G. et al. // London. IWA Publishing. 2016. P. 57–66.
5. Даувальтер В. А. Геоэкология донных отложений озер. Мурманск: МГТУ, 2012. 242 с.
6. Forstner U. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Berlin: Springer. 1979. 210 p.
7. Windom H. L., Schropp S. J., Calder F. D. Natural trace metal concentrations in estuarine and coastal marine sediments of the southeastern United States // Environmental Sciences and Technology. 1989. V. 23. P. 314–320.
8. О волновом движении воды в придонном слое мелководных акваторий на примере Вислинского залива Балтийского моря / А. К. Амбросимов, Ш. Х. Якубов, А. Н. Бабаков, Б. В. Чубаренко // Метеорология и гидрология. 2015. № 4. С. 53–67.
9. Gic-Grusza G., Dudkowska A. Wind waving. Vistula Lagoon // PWN Warszawa. 2018. P. 86–89.
10. Burska D., Szymczak E. Suspensions in the waters of the Vistula Lagoon // PWN Warszawa. 2018. P. 115–128.
11. Szymczak E. Characteristics of Sediments in a Changing Environmental Conditions in Vistula Lagoon (Poland) // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019. 012048. P. 1–10.
12. Witak M., Pędziński J. The Middle and Late Holocene. Vistula Lagoon // PWN Warsza. 2018. P. 26–34.
13. Chubarenko B., Chechko V., Kilesa A., Krek E., Topchaya V. Hydrological and sedimentation conditions in a non-tidal lagoon during ice coverage – the example of Vistula Lagoon in the Baltic Sea // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2018. P. 1–16.
14. Чечко В. А., Топчая В. Ю. Многолетние данные гранулометрических параметров донных осадков как индикатор устойчивости обстановки осадконакопления // Успехи современного естествознания. 2021. № 3. С. 86–91.
15. Uścinowicz Sz., Zachowicz J. Geochemical atlas of the Vistula Lagoon. Polish Geological Institute, Warszawa. 1996. 94 P.
16. Wentworth C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments // Journal of Geology. 1922. V. 30 P. 377–392.
17. Chechko V. A., Blazchishin A. I. Bottom deposits of the Vistula Lagoon of the Baltic Sea // Baltica. 2002. V. 15. P. 13–22.

18. Алексеева Т. Н., Политова Н. В., Козина Н. В. Гранулометрический состав поверхностного слоя донных осадков Баренцева моря // Океанология. 2020. Т. 60. № 6. С. 915–929.
19. Мясникова Н. А., Потахин М. С. Гранулометрический состав донных отложений озера Торосъярви (бассейн Белого моря) // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2021. № 1. С. 45–56.
20. Blazchishin A. I. Zur Geoekologie des Kurischen und des Frischen Haffs // Schriftenr. f. Geowiss. 1998. N 7. P. 39–57.

### References

1. Lazarenko N. N., Maevskiy A. *Gidrometeorologicheskiy rezhim Vislinskogo zaliva* [Hydrometeorological conditions of the Vistula lagoon]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1971, 279 p.
2. Fomenko G. A., Fomenko M. A., Loshadkin K. A., Panov V. D. Potentsial prirodno-ekonomicheskogo ekosistemnogo ucheta dlya podderzhki upravleniya pribrezhnymi i morskimi territoriyami na primere Kaliningradskoy oblasti [The Potential of Natural-Economic Ecosystem Accounting to Support the Management of Coastal and Marine Territories on the Example of the Kaliningrad Region]. *Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta*, 2021, no. 4, pp. 45–69.
3. Chechko V. A. Osobennosti sovremennykh processov osadkoobrazovaniya v Vislinskom i Kurshskom zalivakh [Features of modern processes of sedimentation in the Vistula and Curonian lagoons]. *Sistema Baltiyskogo morya* [Baltic Sea System]. Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2017, pp. 373–380.
4. Rozynski G. [et al.]. The physio-geographical background and ecology of the Vistula Lagoon. London. IWA Publishing. 2016, pp. 57–66.
5. Dauval'ter V. A. *Geoekologiya donnykh otlozheniy ozer* [Geoecology of bottom sediments of lakes]. Murmansk, MGTU, 2012, 242 p.
6. Forstner U. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Berlin, Springer, 1979, 210 p.
7. Windom H. L., Schropp S. J., Calder F. D. Natural trace metal concentrations in estuarine and coastal marine sediments of the southeastern United States. *Environmental Sciences and Technology*, 1989, vol. 23, pp. 314–320.
8. Ambrosimov A. K., Yakubov Sh. H., Babakov A. N., Chubarenko B. V. O volnovom dvizhenii vody v pridonnom sloe melkovodnykh akvatoriy na primere Vislinskogo zaliva Baltiyskogo morya [Water wave motions in the bottom layer of shallow water areas (on the example of the Vistula Lagoon in the Baltic Sea)]. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2015, no. 4, pp. 53–67.
9. Gic-Grusza G., Dudkowska A. Wind waving. Vistula Lagoon. PWN Warszawa, 2018, pp. 86–89.
10. Burska D., Szymczak E. Suspensions in the waters of the Vistula Lagoon. PWN Warszawa, 2018, pp. 115–128.

11. Szymczak E. Characteristics of Sediments in a Changing Environmental Conditions in Vistula Lagoon (Poland). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci, 2019, 012048, pp. 1–10.
12. Witak M., Pędziński J. The Middle and Late Holocene. Vistula Lagoon. PWN Warszawa, 2018, pp. 26–34.
13. Chubarenko B., Chechko V., Kilesa A., Krek E., Topchaya V. Hydrological and sedimentation conditions in a non-tidal lagoon during ice coverage – the example of Vistula Lagoon in the Baltic Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2018, pp. 1–16.
14. Chechko V. A., Topchaya V. Yu. Mnogoletnie dannye granulometricheskikh parametrov donnykh osadkov kak indikator ustoychivosti obstanovki osadkonakople-niya [Long-term data on granulometric parameters of bottom sediments as an indicator of the stability of the sedimentation environment]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2021, no. 3, pp. 86–91.
15. Uścinowicz Sz., Zachowicz J. Geochemical atlas of the Vistula Lagoon. Polish Geological Institute, Warszawa, 1996, 94 p.
16. Wentworth C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 1922, no. 30, pp. 377–392.
17. Chechko V. A., Blazchishin A. I. Bottom deposits of the Vistula Lagoon of the Baltic Sea. *Baltica*, 2002, no. 15, pp. 13–22.
18. Alekseeva T. N., Politova N. V., Kozina N. V. Granulometricheskii sostav poverkhnostnogo sloya donnykh osadkov Barentseva morya [Granulometric composition of the surface layer of bottom sediments in the Barents Sea]. *Okeanologiya*, 2020, vol. 60, no. 6, pp. 915–929.
19. Myasnikova N. A., Potahin M. S. Granulometricheskii sostav donnykh otlozheniy ozera Toros"yarvi (basseyn Belogo morya) [Granulometric composition of bottom sediments of Lake Torosyarvi (White Sea basin)]. *Vestnik VGU*, 2021, no. 1, pp. 39–57.
20. Blazchishin A. I. Zur Geoekologie des Kurischen und des Frischen Haffs. *Schriftenr. f. Geowiss*, 1998, no. 7, pp. 39–57.

### Информация об авторах

- В. А. Чечко** – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник
- В. Ю. Топчая** – научный сотрудник
- А. Н. Бабаков** – кандидат географических наук, старший научный сотрудник

**Information about the authors**

**V. A. Chechko** – PhD in Geology and Mineralogy, Senior Researcher

**V. Yu. Topchaya** – Researcher

**A. N. Babakov** – PhD of Geography, Senior Researcher

Статья поступила в редакцию 03.04.2023; одобрена после рецензирования 07.04.2023; принята к публикации 12.04.2023.

The article was submitted 03.04.2023; approved after reviewing 07.04.2023; accepted for publication 12.04.2023.



# **ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**



Научная статья  
УДК 664.951.6 (06)  
DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-59-73

### Разработка коллагенсодержащего икорно-майонезного соуса в рецептуре пресервов «Сельдь атлантическая»

Виктор Иванович Воробьев<sup>1</sup>, Ольга Павловна Чернега<sup>2</sup>, Мария Викторовна Яковлева<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

<sup>1</sup>viktor.vorobev@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8209-7851>

<sup>2</sup>olga.chernega@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4150-2731>

<sup>3</sup>ym2212@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5027-113X>

**Аннотация.** Представлена технология коллагенсодержащего икорно-майонезного соуса из малоиспользуемых отходов гидробионтов (лопнувшая, обводненная, незрелая икра и чешуя пресноводных рыб), применяемого в качестве заливки в пресервы. Технология заключается в том, что ястыки икры судака различной стадии зрелости размораживали, промывали водой и разделявали вручную при помощи ножа, отделяя икру от ястычных пленок. Очищенную икру смешивали с водой (массовое соотношение 1:1,2), при необходимости в смесь вносили 1 % поваренной соли и нагревали до 70 °С. В горячую массу добавляли (1–1,5 % от общей массы) коллагенсодержащее волокно, полученное из чешуи судака, образовавшуюся смесь (икорную основу) гомогенизировали и охлаждали до комнатной температуры. Икорную основу смешивали с майонезом «Mr. Ricco Organic Провансаль Classico, 67 %» (майонез) в массовом соотношении 70:30 и добавляли 0,3 % сухой лимонной кислоты, доводя рН смеси до 3,7–4,0. Полученный икорно-майонезный соус вносили в пресервы из сельди атлантической в массовом соотношении 30:70. При необходимости, для придания икорной основе дополнительных органолептических свойств, в нее добавляли гастрономическую основу «Паприка» в количестве 0,3 % от общей массы смеси. Разработана рецептура икорно-майонезного соуса, состоящая: из икорной основы – 69,8 %, майонеза – 28,9 %, лимонной кислоты – 0,3 %. Рассчитан аминокислотный скор белка икорно-майонезного соуса. Икорно-майонезный соус содержит в 3 раза меньше жира и в 3,3 меньше углеводов при увеличении белка в 1,94 раза по сравнению с майонезом.

**Ключевые слова:** коллагенсодержащее волокно, чешуя рыб, отходы икры, икорная основа, икорно-майонезный соус.

**Финансирование:** Исследование осуществлялось в рамках проекта Федерального агентства по рыболовству (Министерство сельского хозяйства Российской Федерации) с рег. № 122030900086-1 от 09.03.2022, код 01-32-05-1 «Развитие и совершенствование производственных систем пищевой промышленности».

**Для цитирования:** Воробьев В. И., Чернега О. П., Яковлева М. В. Разработка коллагенсодержащего икорно-майонезного соуса в рецептуре пресервов «Сельдь атлантическая» // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 59–73. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-59-73.

Original article

### Technology of a collagen-containing caviar-mayonnaise sauce in the recipe of "Atlantic herring" preserves

Viktor I. Vorob'ev<sup>1</sup>, Olga P. Chernega<sup>2</sup>, Mariya V. Yakovleva<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

<sup>1</sup>viktor.vorobev @klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8209-7851>

<sup>2</sup>olga.chernega@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4150-2731>

<sup>3</sup>ym2212@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5027-113X>

**Abstract.** The paper presents the technology of collagen-containing caviar-mayonnaise sauce from underused aquatic waste (burst, watered, immature caviar and scales of freshwater fish) which is used as a filling in preserves. The technology consists in the fact that pike-perch hard roe of different stages of maturity is thawed, washed with water and cut manually with a knife, separating the roe from the caviar films. The cleaned caviar is mixed with water (mass ratio 1:1.2), if necessary, 1% sodium chloride is added to the mixture and heated to 70 °C. Collagen-containing fiber obtained from pike-perch scales (1–1.5% of the total mass) is added to the hot mass, the resulting mixture (caviar base) is homogenized and cooled to room temperature. The caviar base is mixed with mayonnaise "Mr. Ricco Organic Provence Classico, 67%" (hereinafter-mayonnaise) in a mass ratio of 70:30 and 0.3% dry citric acid is added, bringing the pH of the mixture to 3.7–4.0. The resulting caviar-mayonnaise sauce is added to Atlantic herring preserves in a mass ratio of 30:70. If necessary, and in order to give the caviar base additional organoleptic properties, the gastronomic base called "Paprika" is added to it in the amount of 0.3% of the total mass of the mixture. A recipe for caviar-mayonnaise sauce has been formulated, consisting of: caviar base – 69.8%, mayonnaise – 28.9%, citric acid – 0.3%. The amino acid score of the protein of caviar-mayonnaise sauce has been calculated. Caviar-mayonnaise sauce contains 3 times less fat and 3.3 less carbohydrates, while increasing protein by 1.94 times compared to mayonnaise.

**Keywords:** collagen-containing fiber, fish scales, caviar waste, caviar base, caviar-mayonnaise sauce.

**Funding:** The study has been carried out within the framework of the project of the Federal Agency for Fisheries (Ministry of Agriculture of the Russian Federation) with reg. No. 122030900086-1 dated 09.03.2022, code 01-32-05-1 "Development and improvement of production systems of the food industry".

**For citation:** Vorob'ev V. I., Chernega O. P., Yakovleva M. V. Technology of a collagen-containing caviar-mayonnaise sauce in the recipe of "Atlantic herring" preserves // *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(69):59–73. (In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-59-73.

## ВВЕДЕНИЕ

Создание продукции, обогащенной функциональными компонентами из недостаточно используемого сырья гидробионтов, способствующей расширению ассортимента и улучшению ее пищевой ценности, является одной из актуальных задач, стоящих перед специалистами индустрии питания.

В XVIII–XIX веках основой знаменитой «французской» кухни считали «благородные» соусы при обычном наборе пищевых продуктов [1]. Соус является самой распространенной приправой в мире, что подтверждается ставшей крылатой фразой «Короля делает свита, а блюдо, конечно, – соус» [2]. Приправы рассматриваются как неотъемлемая часть любой национальной кухни, где многие рецептуры до сих пор держатся в секрете (например, «Вустер», Англия; «Виджемайт», Австралия; кетчупы, Болгария, Венгрия).

При производстве пресервов, в процессе «созревания» рыбного сырья, способствующего образованию привлекательного аромата и вкуса продукции, в результате гидролитических процессов при хранении происходит быстрое окисление жира, приводящее к сокращению их срока годности. Поэтому возникает необходимость в применении консервантов и различных добавок, снижающих скорость расщепления жирных кислот с образованием продуктов их окисления, приводящих к порче пресервов. Соус как жидкая добавка, улучшая пищевые свойства продукта, выполняет также консервирующие функции за счет наличия в нем кислоты, специй, пряностей, вязкой консистенции, ограничивающей движение влаги, и др.) [3]. Ключевыми компонентами соуса являются жидкость (бульон, вода и др.), наполнитель и загуститель [4].

Известна технология пресервов из сельди тихоокеанской (*Clupea pallasii*) и отходов ее разделки (кожа, плавники, кости головы). Отходы после разделки сельди на филе подвергали термической обработке в творожной сыворотке. Полученный коллагенсодержащий бульон использовали в качестве заливки в пресервы [5].

Предложены соусы, где рыбные кости и чешую, карапакс и панцирь шейки раков запекают (180–200 °С) в течение 30–40 мин, охлаждают и измельчают, далее смешивают с водой и нагревают (85–95 °С) 3–4 ч, затем добавляют пряности и охлаждают до 4–6 °С. Подготовленную овощную пасту (запеченные и измельченные морковь, лук и сельдерей) смешивают с охлажденной смесью и варят при 90–95 °С в течение 15–20 мин с добавлением пищевой соли и крахмала ацетата АМ-1, далее все перемешивают, расфасовывают и хранят при 12–18 °С 6 мес. [6–8].

Запатентованы различные пасты, приправы и соусы из покровных тканей рыб (кожа и чешуя) [9–11]. Разработаны технологии эмульсионных продуктов (майонез, майонезный соус и др.) на основе пищевых отходов икры (перезревшая и обводненная икра, лопанец, джус и др.) из пресноводных и морских рыб [12–15].

Цель работы заключается в применении недостаточно используемых побочных продуктов рыбопереработки (чешуя и отходы икры) в качестве компонентов соуса для пресервов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований являлись мороженые ястыки икры судака различной стадии зрелости, приобретенные на центральном рынке г. Калининграда, коллагенсодержащее волокно (КВ), полученное, согласно ранее разработанной технологии, в лабораторных условиях на кафедре химии Калининградского государственного технического университета (КГТУ) из чешуи судака, образующейся в процессе разделки рыбы на ООО «БАЛТ-ИНЕЙ» (г. Ладушкин, Калининградская обл.), а также опытные образцы икорной основы и икорно-майонезного соуса [16]. Эксперименты проводились в лаборатории кафедры технологии продуктов питания КГТУ. Для оценки качества выработанного соуса применяли физико-химические, реологические и органолептические методы исследования: водородный показатель измеряли при помощи поверенного рН-метра «HANNA HI 98103 Checker 1», эффективную динамическую вязкость определяли при температуре  $21 \pm 1$  °С на ротационном вискозиметре «Brookfield DV-II +Pro» (США), органолептическую оценку опытных образцов продукции по цвету, запаху, вкусу, консистенции проводили стандартными и общепринятыми методами<sup>1,2</sup>. Общий химический, аминокислотный скор белка разработанного продукта, его энергетическую ценность вычисляли расчетным путем<sup>3</sup>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При разработке рецептуры коллагенсодержащего икорно-майонезного соуса использовали сырьевые компоненты и различные вспомогательные ингредиенты и материалы, допущенные органами Роспотребнадзора России.

Процесс получения икорной основы для икорно-майонезного соуса с КВ осуществляли следующим образом: предварительно размороженные ястыки судака (различной степени зрелости), после промывки и стекания жидкости, разделяли вручную при помощи ножа, отделяя икру от ястычных пленок (отходы и потери составили 10 %). Далее отделенную икру смешивали с водой (массовое соотношение 300:350 г), в один из двух образцов добавляли поваренную соль в количестве 1,0 % от массы сырья, смеси гомогенизировали блендером (рис. 1). Гомогенизированные смеси нагревали до 70 °С, при постоянном перемешивании добавляли воду и поэтапно – КВ. При внесении 0,5 % КВ от общей массы смеси ее консистенция начинала загустеть. Оптимальное количество внесения КВ составляет 1–1,5 %. Полученную смесь охлаждали до комнатной температуры.

---

<sup>1</sup>ГОСТ 31755-2012 (2019). Соусы на основе растительных масел. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

<sup>2</sup>ГОСТ 31986-2012 (2019). Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. М.: Стандартинформ.

<sup>3</sup>Ковалева И. П., Титова И. М., Чернега О. П. Методы исследования свойств сырья и продуктов питания /учебное пособие/. Санкт-Петербург: Проспект науки, 2012. 152 с.



Рис. 1. Гомогенизированные смеси икры судака и воды  
Fig. 1. Homogenized mixtures of pikeperch roe and water

Коллагенсодержащее волокно (КВ) и охлажденная икорная основа с КВ представлены на рис. 2 и 3.



Рис. 2. Коллагенсодержащее волокно (КВ) из чешуи судака  
Fig. 2. Collagen-containing fiber (CF) from pikeperch scales

Для придания икорной основе различных органолептических свойств ее смешивали с гастрономической добавкой «Паприка» в количестве 0,3 % от массы продукта (изготовитель СООО «Ароматик», Беларусь). Для равномерного распределения «Паприки» в основе смесь гомогенизировали при помощи погружного блендера (рис. 3).

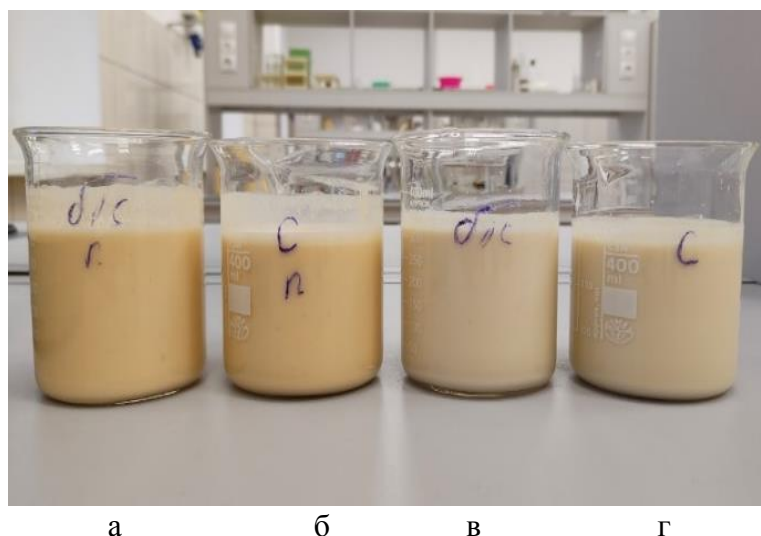


Рис. 3. Икорная основа с КВ для икорно-майонезного соуса:  
 а – икорная основа без соли с паприкой; б – икорная основа с солью и паприкой;  
 в – икорная основа без соли; г – икорная основа с солью  
 Fig. 3. Caviar base with CF for a caviar-mayonnaise sauce:  
 а – caviar base without salt with paprika; б – caviar base with salt and paprika; в – caviar base without salt; г – caviar base with salt

Рецептуры всех вариантов икорной основы с КВ представлены в табл. 1.

Таблица 1. Рецептуры икорной основы с КВ  
 Table 1. Recipes for a caviar base with CF

Ингредиент	Рецептуры			
	№ 1 Икорная основа без соли	№ 2 Икорная основа без соли с паприкой	№ 3 Икорная основа с солью	№ 4 Икорная основа с солью и паприкой
Икра судака, г	28,3	28,2	28,0	27,9
Вода, г	70,7	70,5	70,0	69,8
Соль, г	–	–	1,0	1,0
Коллагенсодержащее волокно (КВ), г	1,0	1,0	1,0	1,0
Основа гастрономическая «Паприка», г	–	0,3	–	0,3
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0

Для получения икорно-майонезного соуса с КВ все варианты икорной основы смешивали при помощи блендера с майонезом в массовом соотношении (70:30), добавляя в качестве консерванта 0,3 % сухой лимонной кислоты и доводя рН смеси до 3,7–4,0. Полученный икорно-майонезный соус вносили в пресервы из сельди атлантической в массовом соотношении 30:70 (соус:рыба) (рис. 4).





Рис. 4. Пресервы «Сельдь атлантическая» с добавлением  
икорно-майонезного соуса с КВ  
Fig. 4. "Atlantic herring" preserves with the addition of a caviar-mayonnaise  
sauce with CF

Органолептическая оценка полученных образцов икорно-майонезного соуса с КВ для пресервов показала:

– икорно-майонезный соус с икорной основой № 1: цвет белый, вкус с легкой кислинкой, присутствует приятный привкус икры, консистенция жидкая, однородная, запах свойственный данному виду продукта;

– икорно-майонезный соус с икорной основой № 2: цвет светло-бежевый, вкус с кислинкой, легким привкусом икры и гастрономической основы, консистенция жидкая, однородная, запах с незначительным ароматом гастрономической основы;

– икорно-майонезный соус с икорной основой № 3: цвет белый, вкус с легкой кислинкой, приятный, но слегка солоноватый, присутствует легкий привкус икры, консистенция жидкая, однородная, запах свойственный данному виду продукта;

– икорно-майонезный соус с икорной основой № 4: цвет светло-бежевый, вкус соленый с привкусом гастрономической основы, преобладающей над привкусом икры, консистенция жидкая, однородная, запах с ароматом гастрономической основы.

По результатам органолептических исследований, оптимальным сбалансированным и приятным вкусом обладал образец № 3. Он набрал наибольшее количество баллов ( $4,8 \pm 0,2$ ) с учетом уменьшения соли в рецептуре икорной основы с КВ.

Изменение pH на этапах технологии приготовления икорно-майонезного соуса с КВ представлено в табл. 2.

Таблица 2. Изменение рН на этапах технологии приготовления икорно-майонезного соуса с КВ  
 Table 2. Changes in pH at different stages of cooking a caviar-mayonnaise sauce with CF

Этапы технологии	Рецептуры			
	№ 1 Икорная основа без соли	№ 2 Икорная основа без соли с па- прикой	№ 3 Икорная основа с солью	№ 4 Икорная основа с солью и па- прикой
	рН среды			
Икорная основа	5,9	5,8	5,8	5,9
Икорная основа с добавлением майонеза	5,3	5,4	5,3	5,2
Икорная основа с майонезом и лимонной кислотой (икорно-майонезный соус)	3,7	3,8	4,0	4,0

Как видно из табл. 2., рН рецептур находилась в пределах 3,7–4,0.

Далее образцы пресервов с икорно-майонезным соусом с КВ помещали на 12 часов в холодильник при температуре  $4 \pm 2$  °С. После холодильного хранения консистенция соуса уплотнялась из-за набухания и расщепления высокомолекулярного коллагена под действием кислоты с образованием продуктов гидролиза, обладающих высокой влагоудерживающей способностью, а также частичного пропитывания кусочков рыбы соусом. Это не повлияло на снижение органолептических показателей соуса и его вкусового сочетания с рыбой. Соус до холодильного хранения имел более жидкую консистенцию, что способствовало равномерному распределению его в банке, а также лучшему пропитыванию и обволакиванию каждого кусочка рыбы.

Эффективную динамическую вязкость опытных образцов измеряли на ротационном вискозиметре «Brookfield». В процессе определения установлено: вязкость при равных скоростях сдвига больше у майонеза (53 Па·с) и значительно меньше у икорно-майонезного соуса (0,39 Па·с), что согласуется с его органолептической характеристикой консистенции. Значения эффективной динамической вязкости икорно-майонезного соуса и майонеза представлены на рис. 5.

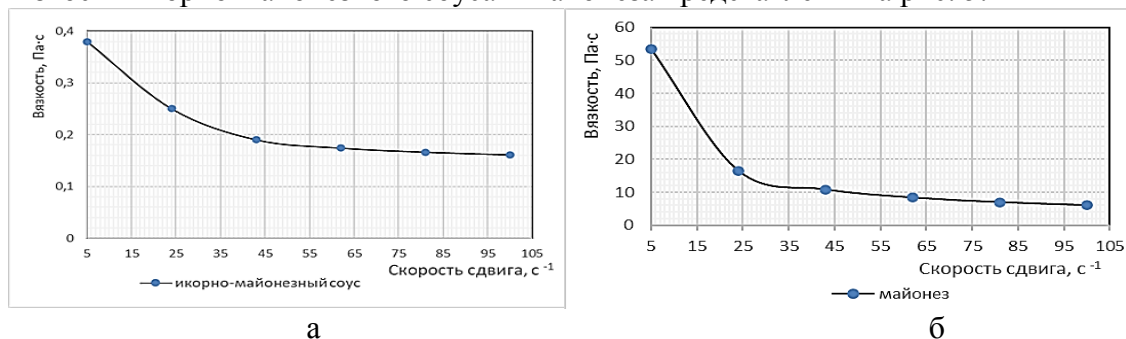


Рис. 5. Эффективная динамическая вязкость: а – икорно-майонезный соус; б – майонез

Fig. 5. Effective dynamic viscosity: a – caviar-mayonnaise sauce; b – mayonnaise

На основании полученных результатов была разработана технология и рецептура икорно-майонезного соуса.

Технологическая схема производства икорно-майонезного соуса представлена ниже (рис. 6).

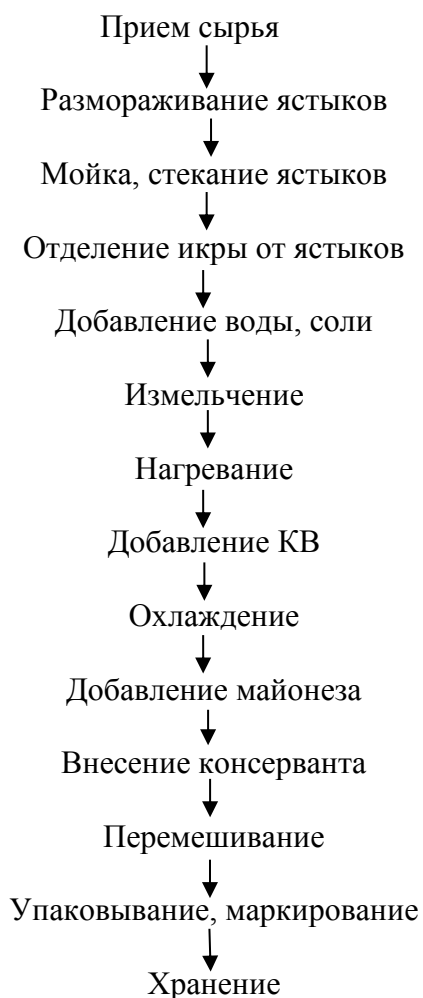


Рис. 6. Технологическая схема производства икорно-майонезного соуса с КВ  
Fig. 6. Production scheme of a caviar-mayonnaise sauce with CF

Предлагаемая рецептура икорно-майонезного соуса с КВ с учетом изменений в рецептуре икорной основы представлена в табл. 3.

Таблица 3. Рецептура икорно-майонезного соуса  
Table 3. Recipe for a caviar-mayonnaise sauce

Ингредиенты	Масса, г
Икорная основа	69,8
Майонез	29,9
Лимонная кислота	0,3
Итого:	100,0

Содержание аминокислот и аминокислотный скор белка майонеза и икорно-майонезного соуса в сравнении с белком-эталонем представлены на диаграмме (рис. 7).

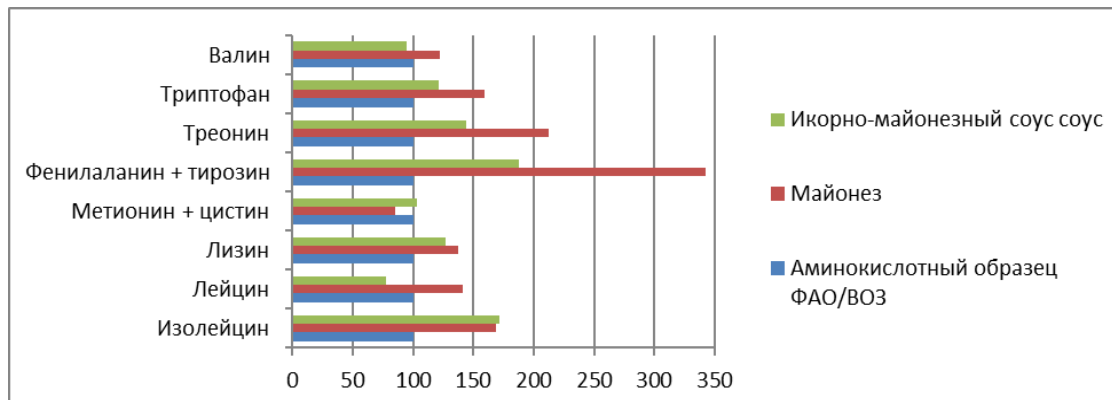


Рис. 7. Линейчатая диаграмма сравнения аминокислотного сора белка образца ФАО/ВОЗ, майонеза, икорно-майонезного соуса

Fig. 7. Linear diagram comparing the amino acid scoring of FAO/WHO sample protein, mayonnaise, and a caviar-mayonnaise sauce

На диаграмме видно, что аминокислотный скор белка икорно-майонезного соуса уступает «идеальному» белку по шкале ФАО/ВОЗ по содержанию лейцина на 22,13 %, валина – на 4,95 % и превосходит по содержанию остальных аминокислот: изолейцина на 71,46%, лизина на 26,57 %, метионина с цистином на 3,43 %, фенилаланина с тирозином на 88,09 %, треонина на 44,45 %, триптофана на 21,44%.

Аминокислотный скор белка икорно-майонезного соуса наибольший по содержанию фенилаланина с тирозином (188,09 %), наименьший – по содержанию лейцина (77,87 %). Скор более близок к «идеальному» белку по содержанию лизина на 10,93 %, фенилаланина с тирозином – на 154,11 %, треонина – на 68,35 % и триптофана – на 37,65% по сравнению с белком майонеза.

В аминокислотном скоре икорно-майонезного соуса содержание метионина с цистином и изолейцина (соответственно 103,43 % и 171,46 %) также больше, чем в майонезе (84,78 % и 168,33 %), а лейцина и валина (соответственно 77,87 % и 95,05%) – меньше (140,98 % и 122,0 %), при этом сбалансированность аминокислот соуса оптимальнее (ближе к «эталонному белку») по сравнению с майонезом.

Полученные данные говорят о высокой биологической ценности белка в икорно-майонезном соусе, при этом лимитирующими аминокислотами являются лейцин и валин.

Общий химический состав майонеза определен производителем и вынесен на этикетку, общий химический состав икорно-майонезного соуса получен расчетным путем по Н. Н. Липатову [17].

Сравнительный общий химический состав майонеза и икорно-майонезного соуса и их энергетическая ценность представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4. Общий химический состав заливок для пресервов  
 Table 4. General chemical composition of preserves pouring

Наименование	Массовая доля, %				
	жиры	белки	углеводы	вода	минеральные вещества
Майонез	67,00	3,00	2,60	26,00	1,40
Икорно-майонезный соус	22,24	5,82	0,78	47,06	5,23

Таблица 5. Энергетическая ценность на 100 г заливок для пресервов  
 Table 5. Energy value per 100 g of preserves

Энергетическая ценность, Ккал		
Состав	Майонез	Икорно-майонезный соус
углеводы	9,75	2,92
белки	12,00	23,29
жиры	603,00	200,15
Итого	624,75	226,35

Разработанный икорно-майонезный соус содержит в 3 раза меньше жира, в 1,94 раза больше белка, в 3,3 раза меньше углеводов по сравнению с майонезом (табл. 5).

Согласно формуле сбалансированного рациона питания соотношение белков, жиров и углеводов (БЖУ) должно быть 1:1:4. Соотношение компонентов БЖУ майонеза и икорно-майонезного соуса с КВ показано в табл. 6.

Таблица 6. Соотношение БЖУ исследуемых заливок для пресервов  
 Table 6. Ratio of PFC in the studied fillings for preserves

Наименование	Соотношение БЖУ		
	жиры	белки	углеводы
Майонез	22,33	1,00	0,87
Икорно-майонезный соус	3,82	1,00	0,13
Стандарт БЖУ	1,00	1,00	4,00

Из табл. 6 видно, что икорно-майонезный соус имеет лучшую сбалансированность по белкам, жирам и углеводам в сравнении с майонезом.

Процент соответствия заливок суточной норме питания представлен в табл. 7.

Таблица 7. Процент соответствия заливок суточной норме питания  
 Table 7. Percentages of compliance with the daily food allowance

Наименование	Соответствие суточной норме питания, %		
	жиры	белки	углеводы
Майонез	134,0	6,0	1,3
Икорно-майонезный соус	44,5	11,6	0,4
Суточная норма питания индивидуума, г	50,0	50,0	200,0

Из табл. 7 видно, что 100 г икорно-майонезного соуса заменяют суточную потребность в белке на 44,5 %, в жирах – на 11,6% и в углеводах – на 0,4 %.

Готовая продукция показана на рис. 8.



Рис. 8. Пресервы «Сельдь слабосоленая (филе-кусочки) в икорно-майонезном соусе»

Fig. 8. Preserves "Light salted herring fillet pieces in caviar and mayonnaise sauce"

Проведенные исследования показали, что рыба чешуя и отходы икры являются потенциальным источником сырья для получения коллагенсодержащего икорно-майонезного соуса, используемого в рыбных пресервах.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана технология икорно-майонезного соуса с использованием малоостребованного рыбного сырья (чешуя, икра различной стадии зрелости).

Представлена малокомпонентная рецептура икорно-майонезного соуса, применяемого в качестве заливки в рыбные пресервы в массовом соотношении (рыба: соус – 70:30).

Показан общий химический состав, энергетическая ценность икорно-майонезного соуса и майонеза.

Рассчитан аминокислотный скор белка икорно-майонезного соуса и майонеза в сравнении с белком-эталоном.

Определено, что икорно-майонезный соус имеет лучшую сбалансированность по белкам, жирам и углеводам в сравнении с майонезом, при этом соус содержит в 3 раза меньше жира, в 3,3 раза меньше углеводов и в 1,94 раза больше белка, чем майонез.

Рыба чешуя и отходы икры являются потенциальным источником сырья для получения коллагенсодержащего икорно-майонезного соуса.

### Список источников

1. Похлебкин В. В. Приправы. Москва: Агропромиздат, 1991. 64 с.
2. Секрет успеха: рыбный соус «Megachef» – Korfood.ru. URL: <https://korfood.ru/blog/articles/sekret-uspekha-rybnyu-sous-megachef/> (дата обращения: 20.03.2023).
3. Смагина А. В. Использование заливок, соусов и гарниров при производстве пресервной продукции // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2012. № 21. С. 59–62.
4. Богданов Н. Л. Разработка технологии и товароведная оценка майонезных соусов // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. Ч. 1. № 4. (118). С. 25–30, <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.118.4.005>.
5. Салтанова Н. С., Попова О. О. Использование коллагенсодержащих отходов сельди для приготовления соусов и заливок // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2011. № 15. С. 62–65.
6. Перспективы применения вторичных коллагенсодержащих ресурсов толстолобика в пищевых системах / М. А. Муханова [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые биотехнологии. 2021. Т. 9. № 4. С. 44–53. DOI: 10.14529/food210406.
7. Муханова М. А., Якубова О. С. Исследование потребительских предпочтений в отношении соусной продукции для пищевой промышленности и индустрии питания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 3. С. 82–88.
8. Соус с высоким содержанием белка: пат. Рос. Федерация. № 2711812 / Якубова О. С., Муханова М. А.; заявл. 30.11.2018; опубл. 22.01.2020. Бюл. № 3. 6 с.
9. Fish skin collagen sause and preparation method thereof. Pat. CN 102370156, / Juan Zhao; appl. 04.08.2010, publ. 14.03.2012. 4 p. appl. 04.08.2010, publ. 14.03.2012. 4 p.
10. Preparation method of fish scale taste sause. Pat. CN109077291 / Yao Changhua; appl. 13.06.2017, publ. 25.12.2018. 4 p.
11. Fish-scale-soup instant noodle seasoning. Pat. CN111109571 / Liu Yan, Zhu Zhenhua, Yang Jianting, Zhang Xianling, Pan Dongmei, Du Chuanlai, Pan Yongfeng, Jia Shuqin, Sun Houqiang, Shao Ziyue, Li Yanning, Wang Yan, Chen Daocun, Guo Jianlong, Ji Yuan, Yu Fulong; appl. 15.01.2020, publ. 08.05.2020. 6 p.
12. Бадмаева Е. Б., Чмыхалова В. Б. Использование отходов переработки икры в технологии эмульсионных продуктов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. 2021. С. 50–54.
13. Углова Н. Ю. Разработка технологии пищевых белковых продуктов на основе переработки вторичного сырья частиковых видов рыб Волжско-Каспийского бассейна: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. Калининград, 2022. 24 с.
14. Майонезный соус: пат. 2742619 Рос. Федерация. № 2020111539 / Дворянинова О. П., Соколов А. В.; заявл. 20.03.2020; опубл. 09.02.2021. Бюл. № 4. 7 с.
15. Fragrant and spicy caviar and production method thereof. Pat. CN104757618 / Liu Youming; Xiong Shanbai; Huang Yunfei; Zhao Siming; Zhou Sanbao; You Juan; Hu Yang; appl. 03.07.2015, publ. 29.09.2017.

16. Воробьев В. И., Нижникова Е. В. Получение фракций коллагена и гидроксиапатита из рыбьей чешуи // Известия КГТУ. 2021. № 62. С. 80–91. DOI 10.46845/1997-3071-2021-62-80-91.

17. Липатов Н. Н. Принципы и методы проектирования рецептур пищевых продуктов, балансирующих рационы питания // Известия Вузов. Пищевая технология. 1990. № 6. С. 5–10.

## Reference

1. Pokhlebkin V. V. *Pripravy* [Seasoning]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1991, 64 p.

2. Sekret uspekha: rybnyy sous «Megachef» – Korfood.ru [Success Secret: «Megachef» Fish Sauce – Korfood.ru]. Available at: <https://korfood.ru/blog/articles/sekret-uspekha-rybnyy-sous-megachef/> (Accessed 20 March 2023).

3. Smagina A. V. Ispol'zovanie zalivok, sousov i garnirov pri proizvodstve preservnoy produktsii [The use of fillings, sauces and garnishes in the production of canned food]. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2012, no. 21, pp. 59–62.

4. Bogdanov N. L. Razrabotka tekhnologii i tovarovednaya otsenka mayoneznykh sousov [Development of technology and commodity evaluation of mayonnaise sauces]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, 2022, part 1, no. 4 (118), pp. 25–30, <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.118.4.005>.

5. Saltanova N. S., Popova O. O. Ispol'zovanie kollagensoderzhashchikh otkhodov sel'di dlya prigotovleniya sousov i zalivok [The use of collagen-containing herring waste for the preparation of sauces and fillings]. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2011, no. 15, pp. 62–65.

6. Mukhanova M. A., Svirina S. A., Bekesheva A. A., Yakubova O. S., Maksimenko Yu. A. Perspektivy primeneniya vtorichnykh kollagensoderzhashchikh resursov tolstobika v pishchevykh sistemakh [Prospects for the use of secondary collagen-containing resources of silver carp in food systems]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye biotekhnologii*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 44–53. DOI: 10.14529/food210406.

7. Mukhanova M. A., Yakubova O. S. Issledovanie potrebitel'skikh predpochteniy v otnoshenii sousnoy produktsii dlya pishchevoy promyshlennosti i industrii pitaniya [A study of consumer preferences for sauce products for the food and nutrition industry]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*, 2021, no. 3, pp. 82–88.

8. Yakubova O. S., Mukhanova M. A. Sous s vysokim sodержaniem belka [High protein sauce]. Patent RF, no. 2711812, 2020.

9. Juan Zhao. Fish skin collagen sause and preparation method thereof. Patent CN, no. 102370156, 2012.

10. Yao Changhua. Preparation method of fish scale taste sause. Patent CN, no. 109077291, 2018.

11. Liu Yan, Zhu Zhenhua, Yang Jianting, Zhang Xianling, Pan Dongmei, Du Chuanlai, Pan Yongfeng, Jia Shuqin, Sun Houqiang, Shao Ziye, Li Yaning, Wang Yan, Chen Daocun, Guo Jianlong, Ji Yuan, Yu Fulong. Fish-scale-soup instant noodle seasoning. Patent CN, no. 111109571, 2020.



12. Badmaeva E. B., Chmykhalova V. B. Ispol'zovanie otkhodov pererabotki ikry v tekhnologii emul'sionnykh produktov [Use of caviar processing waste in the technology of emulsion products]. *Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie*, 2021, pp. 50–54.

13. Uglova N. Yu. *Razrabotka tekhnologii pishchevykh belkovykh produktov na osnove pererabotki vtorichnogo syr'ya chastikovykh vidov ryb Volzhsko-Kaspiyskogo basseyna. Avtoreferat diss. kand. tekhn. nauk* [Development of technology for food protein products based on the processing of secondary raw materials of partial fish species of the Volga-Caspian basin. Abstract of a PhD thesis.]. Kaliningrad, 2022. 24 p.

14. Dvoryaninova O. P., Sokolov A. V. Mayoneznyy sous [Mayonnaise sauce]. Patent RF, no. 2020111539, 2021.

15. Liu Youming, Xiong Shanbai, Huang Yunfei, Zhao Siming, Zhou Sanbao, You Juan, Hu Yang. Fragrant and spicy caviar and production method thereof. Patent CN, no. 104757618, 2015.

16. Vorob'ev V. I., Nizhnikova E. V. Poluchenie fraktsiy kollagena i gidroksiapatita iz ryb'ey cheshui [Obtaining fractions of collagen and hydroxyapatite from fish scales]. *Izvestiya KGTU*, 2021, no. 62, pp. 80–91. DOI 10.46845/1997-3071-2021-62-80-91.

17. Lipatov N. N. Printsipy i metody proektirovaniya retseptur pishchevykh produktov, balansiruyushchikh ratsionny pitaniya [Principles and methods for designing food formulations that balance diets]. *Izvestiya Vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*, 1990, no. 6, pp. 5–10.

### Информация об авторах

**В. И. Воробьев** – кандидат технических наук, доцент кафедры химии

**О. П. Чернега** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания

**М. В. Яковлева** – бакалавр, кафедра технологии продуктов питания

### Information about the authors

**V. I. Vorob'ev** – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Chemistry

**O. P. Chernega** – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Food Products Technology

**M. V. Yakovleva** – Bachelor degree student at the Department of Food Products Technology

Статья поступила в редакцию 27.03.2023; одобрена после рецензирования 10.04.2023; принята к публикации 14.04.2023.

The article was submitted 27.03.2023; approved after reviewing 10.04.2023; accepted for publication 14.04.2023.

Научная статья  
УДК 664.951.014: 639.55  
DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-74-88

### **Биопотенциал вторичного хитинсодержащего сырья и рациональные направления его использования**

**Ольга Яковлевна Мезенова**

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

mezenova@klgtu.ru, ORCID 381475

**Аннотация.** Хитинсодержащее сырье представлено в основном ракообразными, это крабы, креветки, раки, криль, гаммарус и др. Россия является мировым лидером по добыче камчатских крабов премиум-класса и северных креветок, которые пользуются высоким спросом у населения. После разделки данного сырья остается до 50 % массы хитинсодержащих отходов, которые в нашей стране практически не перерабатываются и утилизируются. Ценное хитинсодержащее сырье – мелкий антарктический криль, вылов которого в России должен начаться в ближайшее время в соответствии со Стратегией развития рыбного хозяйства РФ до 2030 года. Россия также богата мелким рачком-бокоплавом гаммарусом, но лишь его незначительная часть используется в аквариумных кормах. Вторичное хитинсодержащее сырье (отходы от разделки крабов, креветок), а также мелкие рачки (криль и гаммарус) являются ценным органическим сырьем для получения кормовых продуктов. Актуально оценить потенциал сырья с учетом возможности переработки на кормовые добавки методом высокотемпературного гидролиза. Показано, что оно содержит полноценные белки с незаменимыми аминокислотами, липиды с полиненасыщенными жирными кислотами, минеральные вещества, углеводы (гликоген и аминополисахарид хитин), каротиноиды и другие биологически активные вещества. В работе представлен анализ вылова сырья, его химический состав, описаны области использования, предложены рациональные направления переработки в пищевых, кормовых и технических целях. Приведены результаты экспериментов по применению высокотемпературного гидролиза для обработки крабовых и креветочных отходов, антарктического криля с получением пептидно-протеиновых и белково-минеральных добавок. Показана рациональность применения продуктов гидролиза в качестве компонентов в специализированном питании, комбикормах для рыбоводства и животноводства, удобрениях.

**Ключевые слова:** хитинсодержащее сырье, крабы, креветки, криль, гаммарус, биопотенциал, химический состав, комбикорма, аквакультура.

**Для цитирования:** Мезенова О. Я. Биопотенциал вторичного хитинсодержащего сырья и рациональные направления его использования // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 74–88. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-74-88.

Original article

### **Biopotential of secondary chitin-containing raw material and its rational uses**

**Ol'ga Ya. Mezenova**

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia  
mezenova@klgtu.ru, ORCID 381475

**Abstract.** Chitin-containing raw material is mainly represented by crustaceans. These are crabs, shrimps, crayfish, krill, gammarus, etc. Russia is the world leader in the production of premium-class king crabs and northern shrimps, which are in high demand among the population. After cutting this raw material, up to 50% of the mass of chitin-containing waste remains. This waste is practically not processed in our country, but is mainly disposed of. A valuable chitin-containing raw material is small Antarctic krill, the catch of which in Russia, in accordance with the Strategy for the Development of Fisheries of the Russian Federation until 2030, should begin in the near future. Russia is also rich in small amphipod gammarus, but only a small part of it is used in aquarium feed. Secondary chitin-containing raw materials (waste from cutting crabs, shrimp), as well as small crustaceans (krill and gammarus) are valuable organic raw materials for obtaining feed products in aquaculture. It is important to assess the potential of this raw material, taking into account the possibility of processing it into feed additives by deep thermal hydrolysis. The paper shows that this raw material contains complete proteins with essential amino acids, lipids with polyunsaturated fatty acids, minerals, glycogen carbohydrates and chitin aminopolysaccharide, carotenoids and other biologically active substances. The paper presents an analysis of the raw material catch, its chemical composition; describes the areas of use, and suggests rational directions for its processing for food, feed and technical purposes. The results of the experiments on the use of high-temperature hydrolysis for processing crab and shrimp waste, Antarctic krill with the production of peptide-protein and protein-mineral additives are presented. The paper shows the expediency of the use of hydrolysis products as components in specialized nutrition, compound feed for fish farming and animal husbandry, and fertilizers.

**Keywords:** chitin-containing raw material, crabs, shrimp, krill, gamma-rus, biopotential, chemical composition, feed, aquaculture.

**Funding:** the work has been supported by a grant from the Federal Agency for Fisheries under the State Assignment "Complex processing of chitin-containing aquatic biological resources to improve aquabiotechnology and microbial synthesis of biopolymers".

**For citation:** Mezenova O. Ya. Biopotential of secondary chitin-containing raw material and its rational uses // *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(69):74–88. (In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-74-88.

## ВВЕДЕНИЕ

Россия является крупнейшим добытчиком промысловых ракообразных (крабов, креветок), или хитинсодержащего сырья (ХСС), пищевая часть которого обладает высокими вкусовыми свойствами. Однако до сих пор остается нерешенной проблема переработки образующихся отходов. Только при разделке крабов на судах 40–50 % их массы в виде отходов утилизируется в море, а это около 18 тыс. т ценного сырья. Также на рыбоперерабатывающих предприятиях при выработке пищевой продукции из креветок накапливаются многочисленные непищевые части (головогрудь, карапакс). В проблемную группу ХСС можно отнести мелких ракообразных – криля и рачка-бокоплава гаммаруса, которые из-за малых размеров, нежной консистенции и быстрой порчи используются ограниченно. Это сырье отличается высокой активностью ферментов, повышенным количеством минеральных веществ и хитина, что создает проблемы в его переработке. При этом вторичное ХСС представляет собой концентрат ценных биологически активных веществ (БАВ), востребованных в кормовых и пищевых технологиях, содержит уникальные протеиновые и липидные комплексы, углеводы гликоген и хитин, каротиноиды (астаксантин) и минеральные вещества [1–9].

Наибольший вылов в России приходится на камчатский краб (75–81 %) [6]. Панцирные отходы крабов частично идут на получение крабовой муки и хитозана, но это не более 2 % всех отходов. Из гепатопанкреаса крабов получают ферментные препараты коллагеназной специфичности, но в ограниченном масштабе. Других способов переработки данного ХСС в нашей стране нет [4–12].

Ежегодно в мире вылавливают свыше 3,5 млн т креветок. В России креветка занимает второе место по вылову всех ракообразных. На Дальнем Востоке, в Баренцевом и Черном морях в год вылавливается 20–27 тыс. т креветок нескольких видов (гребенчатая северная, углохвостая, черноморская, шипастая, шримс-медвежонок и др.) [7, 8, 11]. Суммарные выбросы креветочных уловов по причине некондиционности могут превышать 60 % [8]. Технологии переработки отходов креветок с получением липидокаротиноидных комплексов CO<sub>2</sub> экстракцией пока промышленно не используются [12–13].

В 70–90-х годах прошлого века наша страна активно добывала и перерабатывала антарктический криль. Из него получали разнообразную пищевую, кормовую и техническую продукцию, крилевое масло, хитин и хитозан [14–16]. Сегодня ожидается возобновление добычи криля, его общая биомасса в антарктических водах оценивается более 125 млн т. Пока в добыче криля активно участвуют Норвегия, Китай, Чили, Южная Корея [15], при этом они вылавливают менее 1 % всего объема [16].

Недооцененным в рыбной отрасли является биопотенциал рачка-бокоплава гаммаруса, который повсеместно распространен в пресных и солоноватых водоемах. Гаммарусы используются в качестве корма при выращивании форели и других видов рыб, как наживка для ловли рыбы. Особую востребованность рачок имеет в качестве корма для аквариумных рыб, черепах и улиток ахатин. В 12,8 % сухого веса гаммаруса содержится 56,2 % белка, 5,8 % жира, 3,2 % углеводов, он богат витаминами группы В, каротином [17–19].

В Калининградском государственном техническом университете на кафедре пищевой биотехнологии разработана уникальная инновационная технология

комплексной безотходной переработки вторичного рыбного сырья, к которому можно отнести и хитинсодержащие отходы [20, 21]. В исследованиях 2017–2022 гг. отработаны режимы комплексной переработки различных видов рыбных отходов – чешуи, костей и голов [22, 23]. Полученные по технологии КГТУ добавки из шпротных отходов успешно апробированы в биологических испытаниях по выращиванию лососевых рыб в составе комбикормов [23, 24]. Представляется перспективным использование данной технологии для переработки вторичного ХСС с получением протеиновых добавок для кормовых и других целей.

Целью исследования являлась аналитическая оценка потенциала вторичного ХСС по содержанию ценных органических веществ с обоснованием его переработки инновационными методами глубокого гидролиза на кормовые, пищевые и другие востребованные продукты.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе применяли аналитические методы исследования опубликованных материалов, а также авторские данные. Отходы от разделки камчатских крабов *Paralithodes camtschaticus* были предоставлены ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» ведущей кафедрой технологии продуктов питания, д.т.н., проф. Максимовой С. Н. Замороженный антарктический криль *Euphausia superba*, выловленный в экспедиции научным судном «Атлантида», получен из Атлантического филиала ФГУП «ВНИРО» (АтлантНИРО). Отходы от разделки креветки белоногой *Penaeus vannamei* в виде головогруды были предоставлены ООО «Вичюнай-Русь». Гаммарус *Gammarus lacustris* выловлен в акватории Балтийского моря.

Комплексная схема переработки ХСС с применением метода глубокого гидролиза с последующим фракционированием его продуктов показана на рис.

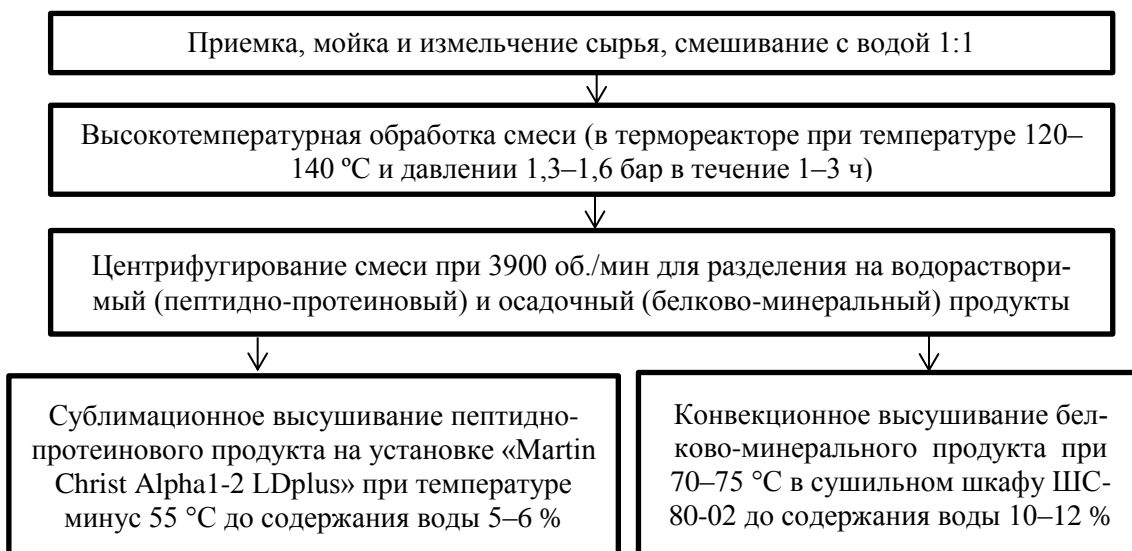


Рис. Принципиальная схема комплексной переработки хитинсодержащего сырья с применением метода высокотемпературного гидролиза

Fig. Schematic diagram of the complex processing of chitin-containing raw material using the high-temperature hydrolysis method

Содержание основных органических веществ в сырье и продуктах высокотемпературного гидролиза определяли по ГОСТ 7636-85 (массовые доли влаги, белка, жира, минеральных веществ). Эксперименты велись в трехкратной повторности. Статистическую обработку данных проводили методами регрессионного анализа с использованием пакетов прикладных программ «Microsoft Office 2010» (Mr Word, Ms Excel)» на 95 %-м доверительном уровне.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ биопотенциала вторичного ХСС и рациональных направлений его использования приведен по видам данного сырья.

**Крабовые отходы.** Отходы при переработке камчатских крабов являются наиболее массовым вторичным хитинсодержащем сырьем. Они представлены в основном в виде сырой или вареной головогруды (карапакс, абдомен, гепатопанкреас, жабры). При производстве консервов массой крабов от 0,8 до 2,8 кг количество удаляемых отходов, в зависимости от вида и возраста краба, составляет 24–36 % массы сырья [1, 2]. Химический состав крабовых отходов зависит от их вида [3, 25]. Карапакс камчатского краба с абдоменом и внутренностями содержит 74,7–75,7 % воды, 15,5–16,7 % белка, 8,2– 8,4 % минеральных веществ, 0,3 % липидов и 1,9–2,3 % хитина [1, 3], гепатопанкреас – около 26 % жира, в состав которого входят приблизительно 26 % полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в том числе класса  $\omega$ -3 (до 20 %), алкоксиглицериды (до 25 %), а также витамины А и D [5, 7, 25]. В высушенных крабовых отходах содержание белка находится в пределах 21–27 %, воды – 7–8 %, липидов – 0,2–0,4 %, минеральных веществ – 34–39 %, хитина – 26–32 %. Таким образом, данное сырье богато белками и минеральными веществами, представляющими ценность для кормов. Для целей пищевой биотехнологии может быть использован хитин [25–26].

Различными исследованиями показана возможность получения из данного ХСС пищевых композиций, в том числе паст, липидно-каротиноидных комплексов, ароматизаторов [1, 3, 4, 25]. Ученые ВНИРО, ООО «Биопрогресс», ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» и др. обосновали получение из панциря головогруды и конечностей крабовых отходов биополимера хитина и его деацетилированного производного хитозана. Привлекательны биологически активные свойства хитозана в качестве жиропоглотителя, сорбента, структурообразователя, антиоксиданта [25–29].

В связи с относительно высоким содержанием белка в несортированных крабовых отходах актуальным представляется получение из них протеиновых композиций по технологии, разработанной в КГТУ (рис. 1). По результатам проведенных на кафедре пищевой биотехнологии экспериментов из крабовых отходов были получены пептидно-протеиновая добавка с содержанием азотистых соединений в пределах 45–67 % и белково-минеральный продукт, содержащий 27–34 % высокомолекулярного белка и 35–56 % минеральных веществ с частично депротеинизированным хитином. Данные продукты по уровню и качеству протеиновых композиций имеют преимущества перед крабовой мукой, содержащей 42,6 % белка, 29,4 % минеральных веществ, 5,8 % липидов [5].

**Отходы от переработки креветок** также представляют собой ценное хитинсодержащее сырье, потенциал которого обусловлен их огромными объемами.

Всего в мире более 2000 видов креветок, но только 35 из них являются промысловыми. В России вылавливается 5–7 видов холодноводных креветок (преобладают северная *Pandalus borealis* и углохвостая *Pandalus goniurus* креветки) объемом 9–12 тыс. т ежегодно. Добычу рекомендуется нарастить до 90 тыс. т [7, 8, 11].

Отходы от разделки креветок (головагрудь, ноги) практически не перерабатываются, в незначительных количествах из них получают креветочную муку, липидно-каротиноидные пищевые добавки [7].

Массовый состав сырых креветок зависит от вида креветки и составляет: головагрудь – 36–49 % массы сырья, мышечная ткань – 24–41, панцирь – 17–23. Таким образом, в отходы от разделки креветки попадает 59–76 % всей массы. Средние массы отдельных частей: головагрудь – 4,85 г (35 %), брюшко – 1,90 г (14 %), мягкие ткани брюшной части – 4,57 г (37 %), мягкие ткани головагруды – 0,85 г (7 %), мягкие ткани плавательных и ходильных ног – 0,12 г (1 %), икра – 0,74 г (6 %) [8].

В ДВФУ (г. Владивосток) установлено, что в отходах креветки *Pandalus borealis* находится 8 % мышечных волокон от общей массы креветки. Мышечная ткань головагруды, ходильных и плавательных ног превосходит по пищевой ценности брюшные мышцы. Средний химический состав ног и головагруды: вода – 76 %, белок – 20,1 %, жир – 1 %, углеводы – 0,7 %, минеральные вещества – 1,5 %. По содержанию магния, калия и кальция мягкие ткани головагруды, плавательных и ходильных ног не уступают брюшной части [29].

Специалисты ТИНРО предложили получать из мелких креветок на основе собственного комплекса протеиназ продукты автопротеолиза, названные лизатами. Пищевая ценность лизатов креветки сопоставима с пищевой ценностью нежирного творога, а по аминокислотному составу их белок схож с говяжьим [8].

Ценный кормовой продукт из креветочных отходов можно получить с использованием молочнокислого брожения. На примере переработки отходов от разделки креветок *Penaeus monodon* с добавлением 10–20 % лактозы как источника питания для молочнокислых бактерий *Lactobacillus planterum*, *Pediococcus acidilactici* показана возможность получения ферментированного кормового продукта с повышенной усвояемостью компонентов [30].

Перспективной представляется комплексная переработка вторичного креветочного сырья высокотемпературным способом (рис. 1) на автономном оборудовании с получением кормовых пептидно-протеиновой и белково-минеральной добавок, обогащенных астаксантином и хитином. Исследования по переработке креветочных отходов на ООО «Вичюнай-Русь» показали, что из 10 кг отходов можно получить 843 г сухой пептидно-протеиновой добавки (содержание белка 54 %) и 2,74 кг белково-минеральной добавки (содержащей около 27 % белка и 28 % минеральных веществ), пригодных для использования в составе кормов для птиц и рыб, выращиваемых в индустриальной аквакультуре.

**Арктический криль.** Ресурсы и потенциал ХСС во многом остаются недооцененными. Быстрый автолиз, механические повреждения и существенные потери массы при подъеме улова криля на борт судна обуславливают его приоритетную переработку на кормовую муку [14–16].

Химический состав крилевой муки, полученной в судовых условиях, отличается высоким содержанием белков (54,5–58,7 %), липидов (12,3–16,1 %) и минеральных веществ (14,3–15,3 %) при средней влажности 6–8 %. В состав муки

также входит хитин (4,2–5,4 %), астаксантин (около 20 мг/кг), жирные кислоты (ЖК) омега-3 (42–48 % всех ЖК). Крилевую муку добавляют в корма в животноводстве, птицеводстве и аквакультуре [14].

Биологическая ценность криля обусловлена содержанием всех незаменимых аминокислот, высоким уровнем полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и его богатым минеральным составом. В нем обнаружено свыше 30 ценных макро- и микроэлементов [15, 16].

Из-за высокой активности автолитических ферментов и трудности сохранения качества криля представляется перспективным сразу после вылова его на судах перерабатывать по технологии глубокого гидролиза, разработанной в КГТУ, с получением пептидно-белковых и белково-минеральных добавок. Эксперименты по данной обработке мороженого криля из экспедиции судна «Атлантида» в 2020 году показали, что выход готовых сухих пептидно-белковой и белково-минеральной добавок составляет соответственно 8,23 и 17,38 %. Полученные добавки могут быть использованы в качестве пищевых и кормовых компонентов в составе рецептур комбикормов в индустриальной аквакультуре.

**Гаммарус.** В акватории Балтийского моря, Куршском и Вислинском заливах, озерах Калининградской области обитает рачок-бокоплав гаммарус (*Gammarus lacustris*). Анализ потенциала балтийского гаммаруса, собранного на берегу Балтийского моря в районе поселка Донское Калининградской области, и сравнение его с алтайским гаммарусом показали близость их химических составов. Балтийский рачок отличается уменьшенным содержанием липидов (4,7 против 7,7 %), которые представлены насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами (основные – арахидоновая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая), пониженной долей минеральных веществ (18,8 против 26 %) [19].

Принимая во внимание высокую протеолитическую активность собственных ферментов гаммаруса (1,4 ед./г), ученые КГТУ предложили технологию получения из него белковых гидролизатов с одновременным получением хитина. Сущность такой комплексной переработки заключается в предварительном автоферментализе диспергированного сырья в среде молочной сыворотки, что позволяет перевести в растворенное состояние до 49 % его массы и до 80 % всех протеинов. Получаемую жидкость сушат лиофильным способом до содержания воды 11,3 %. Высушенный гидролизат содержит 67,1 % водорастворимых протеинов, 3,41 % жиров и 18,2 % минеральных веществ. Он имеет рассыпчатую структуру, приятные органолептические свойства с кисло-сывороточным оттенком. Анализ минерального состава сушеного гидролизата свидетельствует о наличии в нем таких полезных элементов (в мг/кг), как кальций (165), магний (32,4), натрий (117,8), калий (203,8), цинк (0,6), медь (1), железо (0,25). Установлено отсутствие в нем тяжелых металлов (кадмия, свинца и ртути). Результаты сравнительных исследований жирно-кислотного состава липидной фракции гидролизата свидетельствуют о достаточной сохранности в нем ценных жирных кислот. В сушеном гаммарусе и полученном из него лиофилизированном автоферментализате установлено соответственно (% от содержания жира): сумма ПНЖК – 3,23 и 2,38; сумма ЖК омега-3 – 2,47 и 1,07; сумма ЖК класса омега-6 – 1,33 и 1,31 [19].

Принимая во внимание сходство химических составов гаммаруса и антарктического криля, их невысокую жирность и легкую диспергируемость, целесообразным представляется комплексная переработка данного ХСС методами высоко-



температурного гидролиза с получением белковых продуктов для пищевых и кормовых целей.

Обобщенные результаты аналитической оценки биопотенциала исследованного ХСС по содержанию основных органических компонентов и продуктов их термического гидролиза, полученных по технологии КГТУ в экспериментах из крабовых и креветочных отходов, а также из криля, приведены в табл.

Таблица. Химический состав вторичного хитинсодержащего сырья и продуктов его термического гидролиза

Table. Chemical composition of the secondary chitin-containing raw material and its thermal hydrolysis products

Название	Химический состав ХСС, % массы				
	Вода	Углеводы (в т. ч. хитин)	Жир	Минеральные вещества	Протеины
Вторичное хитинсодержащее сырье					
Крабовые отходы (карапакс, внутренности), мороженые	72,7–75,7	1,9–2,3	1,3–1,8	8,2–8,4	15,5–16,7
Креветочные отходы (головогрудь), мороженые, невареные	73,2–76,8	0,7–1,2	1,0–1,4	4,5–7,3	17,3–20,1
Антарктический криль, мороженный	74,6–78,6	1,2–1,4	1,1–1,6	3,9–5,2	16,2–18,6
Гаммарус, сушеный	10,8–12,2	7,0–7,5	4,7–7,7	18,8–26,6	48,8–56,9
Продукты термического гидролиза ХСС					
ППД <sup>1</sup> из крабовых отходов	7,7–8,2	3,2–4,7	0,1–0,2	5,8–6,3	76,9–82,7
БМД <sup>2</sup> из крабовых отходов	12,5–13,8	5,2–7,2	0,3–1,3	34,28–39,6	34,6–45,3
ППД <sup>1</sup> из креветочных отходов	6,1–6,7	1,9–2,3	0,2–0,7	8,8–9,6	80,8–82,3
БМД <sup>2</sup> из креветочных отходов	10,4–11,7	4,8–5,8	0,9–2,1	28,7–32,2	48,3–52,5
ППД <sup>1</sup> из криля	4,2–5,5	1,7–2,2	4,3–6,1	4,3–5,7	78,5–84,7
БМД <sup>2</sup> из криля	10,8–11,9	1,2–2,6	4,1–7,2	22,1–26,2	56,3–57,1

Примечание: <sup>1</sup>ППД – пептидно-протеиновая добавка; <sup>2</sup>БМД – белково-минеральная добавка.

Из данных таблицы следует, что исследованное мороженое ХСС содержит достаточно много белка (15,5–20,1 %) и минеральных веществ (3,9–8,4 %) при невысокой жирности (1,0–1,8 %), что согласуется с литературными данными и позволяет считать сырье перспективным для получения белковых и белково-минеральных продуктов. При переработке его методом глубокого гидролиза образующиеся ППД и БМД содержат протеиновых компонентов соответственно 76,9–84,7 и 34,6–57,1 % при высоком уровне минерализации БМД (22,1–39,6 %).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ биопотенциала вторичного хитинсодержащего сырья (отходов от переработки крабов и креветок, антарктического криля и рачка-бокоплава гаммаруса) свидетельствует о его значительных недоиспользованных резервах. Данное сырье богато органическими макро- и микроэлементами, необходимыми для обеспечения жизнедеятельности организма. Применяемые технологии обработки не всегда практичны в исполнении. Видится рациональной, с учетом специфики структуры и свойств данного сырья, его комплексная переработка с применением метода глубокого высокотемпературного гидролиза, позволяющего безотходно получать пептидно-протеиновые и белково-минеральные продукты. Высокие температуры гидролиза в сочетании с повышенным давлением обработки вызывают деградацию хитино-минерало-коллагеновых комплексов ХСС.

Полученные в результате глубокого гидролиза вторичного ХСС пептидно-протеиновые продукты отличаются высоким содержанием белковых веществ. Их целесообразно использовать в составе специализированного питания или кормов в качестве источника усвояемого белка и активных пептидов. Белково-минеральную добавку рекомендуется применять как кормовой компонент комбикормов для рыбоводства, птицы, домашних и сельскохозяйственных животных.

## Список источников

1. Потенциал вторичных ресурсов камчатского краба как технологически ценного сырья / С. Н. Максимова, Д. В. Полещук, Е. В. Суровцева, К. К. Верещагина, А. В. Милованов // Пищевая промышленность. 2019. Т. 4. № 4. С. 30–36.
2. Перспективы биомодификации отходов от разделки синего краба *Paralithodes platypus* / С. Н. Максимова, Д. В. Полещук, К. К. Верещагина, Е. М. Панчишина, Е. В. Суровцева // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2020. № 3 (78). С. 14–23.
3. Подкорытова А. В., Строгова Н. Г., Семикова Н. В. Комплексная переработка камчатского краба при производстве пищевой продукции и биологически активных веществ // Труды ВНИРО. Серия «Технология переработки водных биоресурсов». 2018. Т. 172. С. 198–212.
4. Игнатова Т. А., Родина Т. В., Подкорытова А. В. Биотехнологическая конверсия отходов от разделки краба *Paralithodes camtschaticus* при получении кормовой добавки с хитином // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю. А. Овчинникова. 2015. Т. 11. № 1. С. 20–27.
5. Шевченко Д. Г., Передня А. А. Отходы переработки сырья крабового промысла как перспективный компонент комбикормов. ФГУП «ВНИРО», ЗАО "Рыболовецкий колхоз "Восток-1". URL: <https://akvarium-moskva.ru/science/rubbish.html> (дата обращения: 25.02.2023).
6. Перспективы переработки гепатопанкреаса камчатского краба / Т. Пономарева, М. Тимченко, М. Филиппов, С. Лапаев, Е. Согорин // Фундаментальная и прикладная биохимия ФИЦ «Пущинский научный центр биологических исследований РАН». Оpubл. 2.01.2021. URL: <https://www.mdpi.com/2313-4321/6/1/3> (дата обращения: 25.02.2023).

7. Биотехнология переработки мелких креветок для использования в пищевых продуктах / А. П. Ярочкин, Г. Н. Тимчишина, В. Н. Акулин и др. // Известия ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 2. С. 460–485.
8. Исследование возможности применения отходов креветки северной *Pandalus borealis* для обогащения продуктов питания / М. В. Киселева, О. В. Табакаева, Г. С. Татаренко, С. А. Комлев // Пищевая промышленность. 2017. № 1. С. 20–24.
9. Исследование процесса автопротеолиза отходов от разделки синего краба (*Paralithodes platypus*) / С. Н. Максимова, Д. В. Полещук, К. К. Верещагина [и др.]. // Пищевая промышленность. 2021. № 7. С. 20–23.
10. Seafood waste: a source for preparation of commercially employable chitin/chitosan materials / M.Yadav, P.Goswami, K.Paritosh et al. // Bioresour. Bioprocess. 2019. V. 6. N 8, <https://doi.org/10.1186/s40643-019-0243-y>.
11. Процесс получения ферментативных гидролизатов из отходов переработки креветки северной / М. В. Киселева, О. В. Табакаева, Т. К. Каленик [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49. № 4. С. 635–642, <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-635-642>.
12. Самсонов М. В., Винокур М. Л., Андреев М. П. Сравнительный анализ выделения астаксантина из панцирных отходов ракообразных с использованием ферментных препаратов трипсин, химотрипсин, протосубтилин // Известия КГТУ. 2017. № 44. С. 150–160.
13. Самсонов М. В., Винокур М. Л., Андреев М. П. Исследование процесса гидролиза панцирных отходов вареной креветки с использованием протосубтилина // Известия КГТУ. 2017. № 46. С. 90–101.
14. Благодуров И. С. Современные технологии добычи антарктического криля и перспективы их развития // Современные научные исследования и инновации. 2020. № 8. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2020/08/92985> (дата обращения: 25.02.2023).
15. Андреев М. П. Антарктический криль (*Euphausia superba*) – прошлое, настоящее и будущее. Развитие технологии переработки // Вопросы рыболовства. 2021. Т. 22. № 1. С. 5–15.
16. Винокур М. Л. Использование гидролизата антарктического криля (*Euphausia superba*) в технологии имитированного фарша // Известия КГТУ. 2021. № 63. С. 58–65.
17. Корляков К. А., Шапошников В. В. Некоторые данные по химическому составу гаммаруса из озера Кадкуль (Челябинская область) // Вестник совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. 2017. Т. 1. № 4 (19). С. 3–4.
18. Гартман О. Р., Воробьева В. М. Технология и свойства хитозана из рачка гаммарус // Фундаментальные исследования. Фармацевтические науки. 2013. № 6. Ч. 5. С. 1188–1192.
19. Григорьева Е. В., Мезенова О. Я. Комплексная переработка балтийского гаммаруса с целью получения хитина, хитозана и белкового гидролизата // Известия вузов. Пищевая технология. 2007. № 3. С. 30–32.
20. Инновационные пищевые биотехнологии водных биологических ресурсов: учебное пособие / О. Я. Мезенова, Л. С. Байдалинова, Н. Ю. Ключко, Е. С. Землякова, С. В. Агафонова, Н. Ю. Мезенова, Е. В. Лютова; отв. ред. О. Я. Мезенова. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ». 2021. 323 с.

21. Способ получения пищевых добавок из вторичного рыбного сырья с применением гидролиза: пат. 2681352 Рос. Федерация. № 2018103795/10 / Мезенова О. Я., Агафонова С. В., Байдалинова Л. С., Городниченко Л. В., Волков В. В., Мезенова Н. Ю., Grimm Т., Хелинг А.; заявл. 31.01.2018; опубл. 06.03.2019. Бюл. № 12. 18 с.
22. Применение пептидных и липидных композиций, получаемых при гидролизной переработке коллагенсодержащих тканей / О. Я. Мезенова, Д. Тишлер, С. В. Агафонова, Н. Ю. Мезенова, В. В. Волков, Д. А. Бараненко, Т. Гримм, С. Ридель // Вестник Международной академии холода. 2021. № 1. С. 46–58.
23. Применение продуктов гидролиза шпротных отходов при кормлении европейского сига *Coregonus lavaretus* в аквакультуре / О. Я. Мезенова, Д. С. Пьянов, С. В. Агафонова, Н. Ю. Романенко, В. В. Волков, Н. С. Калинина // Рыбное хозяйство. 2022. № 3. С. 54–61.
24. Оценка питательной ценности комбикормов для лососевых с добавлением продуктов гидролиза шпротных отходов / О. Я. Мезенова, Д. С. Пьянов, С. В. Агафонова, Н. Ю. Романенко, В. В. Волков, Н. С. Калинина, Т. Мерзель // Известия КГТУ. 2022. № 67. С. 32–47. DOI 10.46845/1997-3071-2022-67-32-4.
25. Максимова С. Н., Сафронова Т. М., Полещук Д. В. Хитиновые материалы в технологии водных биоресурсов. СПб: Лань, 2017. 176 с.
26. Хитозансодержащие биологически активные добавки к пище в рационализации питания населения / А. И. Албулов, М. А. Фролова, О. В. Буханцев, В. М. Быкова, С. В. Немцев, Б. А. Комаров // Рыбпром. 2010. № 2. С. 25–28.
27. Philibert T., Lee B. H. Fabien N. Current status and new perspectives on chitin and chitosan as functional biopolymers // Appl Biochem Biotechnol. 2017. V. 181. P. 1314–1337.
28. Novel biological and chemical methods of chitin extraction from crustacean waste using saline water / V. L. Pachapur, K. Guemiza, T. Rouissi, S. J. Sarma, S. K. Brar // J. Chem Technol Biotechnol. 2016. V 91(8). P. 2331–2339.
29. Автопротеолиты из креветок и их использование / И. М. Виговская, А. Н. Баштовой, Г. Н. Тимчишина [и др.] // Инновации в биотехнологии аквакультуры и водных биоресурсов Японского моря: Материалы международной научной конференции. ДФУ. Владивосток, 2016. С. 67–72.
30. Bioconversion of shrimp waste *Penaeus merguensis* using lactic acid fermentation: an alternative procedure for chemical extraction of chitin and chitosan / F. Sedaghat, M. Yousefzadi, H. Toiserkani, S. Najafipour // Int. J. Biol Macromol. 2017. V. 104. P. 883–888.

## References

1. Maksimova S. N., Poleshchuk D. V., Surovtseva E. V., Vereshchagina K. K., Milovanov A. V. Potentsial vtorichnykh resursov kamchatskogo kraba kak tekhnologicheski tsennogo syr'ya [Potential of secondary resources of the king crab as a technologically valuable raw material]. *Pishchevaya promyshlennost'*. 2019, vol. 4, no. 4, pp. 30–36.
2. Maksimova S. N., Poleshchuk D. V., Vereshchagina K. K., Panchishina E. M., Surovtseva E. V. Perspektivy biomodifikatsii otkhodov ot razdelki sinego

kraba [Prospects for biomodification of waste from processing the blue crab]. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologiy i upravleniya*. 2020, no. 3 (78), pp. 14–23.

3. Podkorytova A. V., Strogova N. G., Semikova N. V. Kompleksnaya pererabotka kamchatskogo kraba pri proizvodstve pishchevoy produktsii i biologicheski aktivnykh veshchestv [Complex processing of king crab in the production of food products and biologically active substances]. *Trudy VNIRO. Seriya «Tekhnologiya pererabotki vodnykh bioresursov»* [Proceedings of VNIRO. Series "Technology of processing aquatic bioresources"]. 2018, vol. 172, pp. 198–212.

4. Ignatova T. A., Rodina T. V., Podkorytova A. V. Biotekhnologicheskaya konversiya otkhodov ot razdelki kraba *Paralithodes camtschaticus* pri poluchenii kormovoy dobavki s khitinom [Biotechnological conversion of waste from processing of the crab *Paralithodes camtschaticus* when receiving a feed additive with chitin]. *Vestnik biotekhnologii i fiziko-khimicheskoy biologii imeni Yu. A. Ovchinnikova*. 2015, vol. 11, no. 1, pp. 20–27.

5. Shevchenko D. G., Perednya A. A. *Otkhody pererabotki syr'ya krabovogo promysla kak perspektivnyy komponent kombikormov* [Waste from the processing of raw materials from the crab industry as a promising component of animal feed]. FGUP «VNIRO», ZAO "Rybolovetskiy kolkhoz "Vostok-1". Available at: <https://akvarium-moskva.ru/science/rubbish.html> (Accessed 25 February 2023).

6. Ponomareva T., Timchenko M., Filippov M., Lapaev S., Sogorin E. *Perspektivy pererabotki gepatopankreasa kamchatskogo kraba* [Prospects for processing the hepatopancreas of the king crab]. *Fundamental'naya i prikladnaya biokhimiya FITS «Pushchinskiy nauchnyy tsentr biologicheskikh issledovaniy RAN»*. Published 2.01.2021. Available at: <https://www.mdpi.com/2313-4321/6/1/3> (Accessed 25 February 2023).

7. Yarochkin A. P., Timchishina G. N., Akulin V. N. [et al.] *Biotekhnologiya pererabotki melkikh krevetok dlya ispol'zovaniya v pishchevykh produktakh* [Biotechnology of processing small shrimps for the use in food products]. *Izvestiya TINRO*. 2020, vol. 200, iss. 2, pp. 460–485.

8. Kiseleva M. V., Tabakaeva O. V., Tatarenko G. S. [et al.] *Issledovaniye vozmozhnosti primeneniya otkhodov krevetki severnoy Pandalus borealis dlya obogashcheniya produktov pitaniya* [Study of the possibility of using the waste of the northern shrimp *Pandalus borealis* for food enrichment]. *Pishchevaya promyshlennost'*. 2017, no. 1, pp. 20–24.

9. Maksimova S. N., Poleshchuk D. V., Vereshchagina K. K. [i dr.]. *Issledovaniye protsessa avtoproteoliza otkhodov ot razdelki sinego kraba (Paralithodes platypus)* [Study of the process of autoprolysis of waste from the butchering of blue crab (*paralithodes platypus*)]. *Pishchevaya promyshlennost'*. 2021, no. 7, pp. 20–23.

10. Yadav M., Goswami P., K. Paritosh K. [et al.]. *Seafood waste: a source for preparation of commercially employable chitin/chitosan materials*. *Bioresour. Bioprocess*. 2019, vol. 6, no. 8, <https://doi.org/10.1186/s40643-019-0243-y>.

11. Kiseleva M. V., Tabakaeva O. V., Kalenik T. K. [et al.] *Protsess polucheniya fermentativnykh gidrolizatov iz otkhodov pererabotki krevetki severnoy* [The process of obtaining enzymatic hydrolysates from northern shrimp processing waste]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. 2019, vol. 49, no. 4, pp. 635–642, <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-635-642>.

12. Samsonov M. V., Vinokur M. L., Andreev M. P. Sravnitel'nyy analiz vydeleniya astaksantina iz pantsirnykh otkhodov rakoobraznykh s ispol'zovaniyem fermentnykh preparatov tripsin, khimotripsin, protosubtilin [Comparative analysis of the isolation of astaxanthin from crustacean shell waste using enzyme preparations trypsin, chymotrypsin, protosubtilin]. *Izvestiya KGTU*. 2017, no. 44, pp. 150–160.

13. Samsonov M. V., Vinokur M. L., Andreev M. P. Issledovaniye protsessa gidroliza pantsirnykh otkhodov varenoy krevetki s ispol'zovaniyem protosubtilina [Study of the process of hydrolysis of shell waste of boiled shrimp using protosubtilin]. *Izvestiya KGTU*. 2017, no. 46, pp. 90–101.

14. Blagodurov I. S. Sovremennyye tekhnologii dobychi antarkticheskogo krilya i perspektivy ikh razvitiya [Modern technologies for the extraction of Antarctic krill and prospects for their development]. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii*. 2020, no. 8. Available at: <https://web.snauka.ru/issues/2020/08/92985> (Accessed 25 February 2023).

15. Andreev M. P. Antarkticheskiy kril' (*Euphausia superba*) – proshloye, nastoyashcheye i budushcheye. Razvitiye tekhnologii pererabotki [Antarctic krill (*Euphausia superba*) – past, present and future. Development of processing technology]. *Vo prosy rybolovstva*. 2021, vol. 22, no. 1, pp. 5–15.

16. Vinokur M. L. Ispol'zovaniye gidrolizata antarkticheskogo krilya (*Euphausia superba*) v tekhnologii imitirovannogo farsha [The use of Antarctic krill hydrolyzate (*euphausia superba*) in the technology of imitation mince]. *Izvestiya KGTU*. 2021, no. 63, pp. 58–65.

17. Korlyakov K. A., Shaposhnikov V. V. Nekotoryye dannyye po khimicheskomu sostavu gammarusa iz ozera Kadkul' (Chelyabinskaya oblast') [Some data on the chemical composition of gammarus from Lake Kadkul (Chelyabinsk Region)]. *Vestnik soveta molodykh uchenykh i spetsialistov Chelyabinskoy oblasti*. 2017, no. 4 (19), vol. 1, pp. 3–4. 17.

18. Gartman O. R., Vorob'eva V. M. Tekhnologiya i svoystva khitozana iz rachka gammarus [Technology and properties of chitosan from the gammarus crustacean]. *Fundamental'nyye issledovaniya. Farmatsevticheskiye nauki*. 2013, no. 6, part 5, pp. 1188–1192.

19. Grigor'eva E. V., Mezenova O. Ya. Kompleksnaya pererabotka baltiyskogo gammarusa s tsel'yu polucheniya khitina, khitozana i belkovogo gidrolizata [Complex processing of the Baltic gammarus to obtain chitin, chitosan and protein hydrolysate]. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. 2007, no. 3, pp. 30–32.

20. Mezenova O. Ya., Baydalina L. S., Klyuchko N. Yu., Zemlyakova E. S., Agafonova S. V., Mezenova N. Yu., Lyutova E. V. *Innovatsionnyye pishchevye biotekhnologii vodnykh biologicheskikh resursov: uchebnoye posobiye* [Innovative food biotechnologies of aquatic biological resources: textbook]; resp. ed. O. Ya. Mezenova. Kaliningrad, FGBOU VO «KGTU» Publ., 2021, 323 p.

21. Mezenova O. Ya., Agafonova S. V., Baydalina L. S., Gorodnichenko L. V., Volkov V. V., Mezenova N. Yu., T. Grimm, A. Heling. Sposob polucheniya pishchevykh dobavok iz vtorichnogo rybnogo syr'ya s primeneniym gidroliza [A method of obtaining food additives from secondary fish raw materials using hydrolysis]. Patent RF, no. 2681352, 2019.

22. Mezenova O. Ya., Tishler D., Agafonova S. V., Mezenova N. Yu., Volkov V. V., Baranenko D. A., Grimm T., Riedel S. Issledovaniye i ratsional'noye prime-

neniye peptidnykh i lipidnykh kompozitsiy, poluchayemykh pri gidroliznoy pererabotke kollagensoderzhashchikh tkaney [Research and rational use of peptide and lipid compositions obtained during the hydrolysis processing of collagen-containing tissues]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda*. 2021, no. 1, pp. 46–58.

23. Mezenova O. Ya., P'yanov D. S., Agafonova S. V., Romanenko N. Yu., Volkov V. V., Kalinina N. S. Primeneniye produktov gidroliza shprotnykh otkhodov pri kormlenii yevropeyskogo siga *Coregonus lavaretus* v akvakul'ture [Application of sprat waste hydrolysis products in feeding of the European whitefish *Coregonus lavaretus* in aquaculture]. *Rybnoye khozyaystvo*. 2022, no. 3, pp. 54–61.

24. Mezenova O. Ya., Pyanov D. S., Agafonova S. V., Romanenko N. Yu., Volkov V. V., Kalinina N. S., Merzel T. Otsenka pitatel'noy tsennosti kombikormov dlya lososevykh s dobavleniyem produktov gidroliza shprotnykh otkhodov [Evaluation of the nutritional value of mixed feed for salmon with the addition of sprat waste hydrolysis products]. *Izvestia KGTU*. 2022, no. 67, pp. 32–47. DOI 10.46845/1997-3071-2022-67-32-4.

25. Maksimova S. N., Safronova T. M., Poleshchuk D. V. *Khitinovyye materialy v tekhnologii vodnykh bioresursov* [Chitin materials in the technology of aquatic bioresources]. Saint-Petersburg, Lan', 2017, 176 p.

26. Albulov A. I., Frolova M. A., Bukhantsev O. V., Bykova V. M., Nemtsev S. V., Komarov B. A. Khitozansoderzhashchiye biologicheski aktivnyye dobavki k pishche v ratsionalizatsii pitaniya naseleniya [Chitosan-containing biologically active food supplements in the rationalization of the nutrition of the population]. *Rybprom*, 2010, no. 2, pp. 25–28.

27. Philibert T., Lee B. H. Fabien N. Current status and new perspectives on chitin and chitosan as functional biopolymers. *Appl Biochem Biotechnol*. 2017, vol. 181, pp. 1314–1337.

28. Pachapur V. L., Guemiza K., Rouissi T. [et al.] Novel biological and chemical methods of chitin extraction from crustacean waste using saline water. *J. Chem Technol Biotechnol*. 2016, vol. 91 (8), pp. 2331–2339.

29. Vigovskaya I. M., Bashtova A. N., Timchishina G. N. [et al.] Avtoproteolizaty iz krevetok i ikh ispol'zovaniye [Shrimp autoproteolysates and their use]. *Innovatsii v biotekhnologii akvakul'tury i vodnykh bioresursov Yaponskogo morya: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Innovations in Biotechnology of Aquaculture and Aquatic Bioresources of the Sea of Japan: proceedings of the International Scientific Conference]. DFU, Vladivostok, 2016, pp. 67–72.

30. Sedaghat F., Yousefzadi M., Toiserkani H., Najafipour S. Bioconversion of shrimp waste *Penaeus merguensis* using lactic acid fermentation: an alternative procedure for chemical extraction of chitin and chitosan. *Int. J. Biol Macromol*. 2017, vol. 104, pp. 883–888.

**Информация об авторе**

**О. Я. Мезенова** – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой пищевой биотехнологии

**Information about the author**

**O. Ya. Mezenova** – DSc in Engineering, Professor, Head of the Department of Food Biotechnology

Статья поступила в редакцию 10.03.2023; одобрена после рецензирования 20.04.2023; принята к публикации 21.04.2023.

The article was submitted 10.03.2023; approved after reviewing 20.04.2023; accepted for publication 21.04.2023.



Научная статья

УДК 664.951

DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-89-102

**Определение возможного уровня снижения хлористого натрия в соленой рыбе на основании потребительской оценки и исследование влияния солезаменяющих пищевых добавок на показатели качества продукции**

**Екатерина Игоревна Степаненко<sup>1</sup>, Борис Лазаревич Нехамкин<sup>2</sup>, Ирина Олеговна Шалимова<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), Калининград, Россия

<sup>1</sup>e.stepanenko@atlantniro.ru, katestepanenko@yandex.ru

**Аннотация.** Снизить содержание натрия в соленой рыбе возможно как с помощью замены ионов другими макроэлементами, так и без использования каких-либо заменяющих добавок, на основе потребительских предпочтений. В работе проведено маркетинговое исследование относительно солености на примере сельди атлантической, кильки балтийской и лосося атлантического. В результате дегустационных опросов, в которых приняли участие более ста тридцати человек, установлено, что рыба с массовой долей хлористого натрия 1,7 % и выше может быть отнесена к соленой, подавляющее число респондентов предпочитают соленую рыбу с массовой долей соли 2,5–3,5 %. При проведении работ по замене хлористого натрия пищевыми добавками предлагается ориентироваться на вкусовые характеристики соленой рыбы с массовой долей соли около 3 %. В качестве потенциальных заменителей хлористого натрия и добавок, компенсирующих недостаток соленого вкуса или маскирующих горький привкус, рассмотрены хлорид калия, хлорид магния, сульфат магния, лактат кальция, битартрат калия, глюкоза, глицин, глутамат натрия (калия). Наиболее выраженным эффектом сглаживания солено-горького привкуса, привносимого хлоридом калия и магния, сульфатом магния обладают соли глутаминовой кислоты. Отмечено снижение активности воды при использовании хлорида и битартрата калия, лактата кальция. Кроме того, битартрат калия и лактат кальция в допустимых дозировках снижают активную кислотность рыбы на значимую величину, что является дополнительным барьерным фактором в сохранении качества соленой рыбы при хранении. Результаты проведенной работы могут быть использованы для дальнейшей разработки технологии соленой рыбы повышенной потребительской ценности с пониженным содержанием хлористого натрия, при этом потенциальными солезаменителями из числа рассмотренных могут быть хлорид и битартрат калия, в качестве добавок, маскирующих горький привкус, возможно использование глутаматов и глюкозы.

**Ключевые слова:** соленая рыба, потребительская оценка, снижение хлористого натрия, солезаменяющие пищевые добавки, качество.

**Для цитирования:** Степаненко Е. И., Нехамкин Б. Л., Шалимова И. О. Определение возможного уровня снижения хлористого натрия в соленой рыбе на основании потребительской оценки и исследование влияния солезаменяющих пищевых добавок на показатели качества продукции // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 89–102. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-89-102.

Original article

**Determining the possible level of sodium chloride reduction in salted fish based on consumer assessment and studying the effect of salt-replacing nutritional supplements on product quality indicators**

**Ekaterina I. Stepanenko<sup>1</sup>, Boris L. Nekhamkin<sup>2</sup>, Irina O. Shalimova<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Atlantic branch FGBNU "VNIRO", («AtlantNIRO»), Kaliningrad, Russia

<sup>1</sup>e.stepanenko@atlantniro.ru, katestepanenko@yandex.ru

**Abstract.** In salted fish, it is possible to reduce the sodium content, both by replacing ions with other macronutrients, and without using any substitute additives, based on consumer preferences. The present work presents a marketing study of salinity using the example of Atlantic herring, Baltic sprat and Atlantic salmon. As a result of tasting surveys, in which more than one hundred and thirty people took part, it has been found that fish with a mass fraction of sodium chloride of 1.7 % or more can be classified as salted fish, and the vast majority of respondents prefer salted fish with a mass fraction of salt 2.5–3.5 %. When carrying out work to replace sodium chloride with food additives, it is proposed to focus on the taste characteristics of salted fish with a mass fraction of salt of about 3 %. Potassium chloride, magnesium chloride, magnesium sulfate, calcium lactate, potassium bitartrate, glucose, glycine, monosodium glutamate (potassium) are considered as potential substitutes for sodium chloride and additives that compensate for the lack of a salty taste or mask a bitter aftertaste. Salts of glutamic acid have the most pronounced effect of smoothing the salty-bitter taste brought by potassium and magnesium chloride, magnesium sulfate. A decrease in water activity was noted when using chloride and potassium bitartrate, calcium lactate. In addition, potassium bitartrate and calcium lactate in acceptable dosages significantly reduce the active acidity of fish, which is an additional barrier factor in maintaining the quality of salted fish during storage. The results of this work can be used to further develop the technology of salted fish of increased consumer value with a low content of sodium chloride. At the same time, chloride and potassium bitartrate can possibly be potential salt substitutes from among those considered; and as additives masking a bitter taste, it is possible to use glutamates and glucose.

**Keywords:** salted fish, consumer assessment, sodium chloride reduction, salt-replacing nutritional supplements, quality.

**For citation:** Stepanenko E. I., Nekhamkin B. L., Shalimova I. O. Determining the possible level of sodium chloride reduction in salted fish based on consumer assessment and studying the effect of salt-replacing nutritional supplements on product quality indicators. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(69):89–102. (In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-89-102.

## ВВЕДЕНИЕ

В России соленая рыба является популярным продуктом и при этом содержит значительное количество соли на уровне 5–6 %, что примерно составляет суточную норму при употреблении 100 г рыбы. Известно, что повышенное потребление натрия (более 2 г в день, что соответствует 5 г поваренной соли) и недостаточное поступление в организм калия способствуют повышению кровяного давления и увеличивают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [1]. Многие люди ежедневно употребляют продукты не домашнего приготовления, а промышленной переработки (сыр, колбасные изделия), поэтому для них суточное поступление в организм натрия, как правило, больше рекомендованного уровня. При этом источником натрия кроме хлористого натрия являются также и другие пищевые добавки, например, лактат, цитрат, ацетат и глутамат натрия, широко применяемые во многих продуктах питания. Среднее количество потребления поваренной соли в России составляет 11 г/сут. [2], что в 2–3 раза превышает уровень, рекомендованный Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) [1].

Сокращение потребления натрия признано одной из наиболее эффективных по финансовым затратам мер, которые возможно принять для сохранения здоровья. В настоящее время ВОЗ поставлена цель по глобальному сокращению потребления соли к 2025 году на 30 % [3]. В России, согласно Стратегии формирования здорового образа жизни населения на период до 2025 года в части рационального питания, потребление соли должно быть менее 5 г в день [4].

Снижение потребления соли может быть достигнуто двумя путями – использованием малосолевых диет и заменой натриевых солей. Многие исследователи пришли к выводу о значимости не столько абсолютного потребления макроэлементов, сколько их соотношения в пище, т. е. увеличение приема калия, кальция и магния является профилактикой заболеваний, связанных с избыточным потреблением натрия. Коррекция минерального рациона питания заменителями поваренной соли – перспективное направление оздоровления и профилактики многих заболеваний.

Что касается соленой рыбы, то снизить содержание соли в ней возможно как с помощью замены ионов натрия другими макроэлементами, так и без использования каких-либо заменяющих добавок, основываясь исключительно на изучении потребительских вкусовых предпочтений. Это связано с тем, что в настоящее время консервирующая функция поваренной соли утрачивает свое преобладающее значение. При этом следует учитывать, что на практике для реализации проекта по снижению содержания натрия в соленой рыбе должна быть задействована согласованная политика всех заинтересованных участников рынка такой продукции, включая производителя, торговлю и потребителя.

Таким образом, целью настоящей работы стало определение возможного уровня снижения массовой доли хлористого натрия в соленой рыбе на основании потребительской оценки и установление влияния отдельных потенциальных солезаменителей на показатели качества.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для опытов взяли сельдь атлантическую (*Clupea harengus*), кильку балтийскую (*Sprattus sprattus balticus*) и лосось атлантический (*Salmo salar*). Чтобы понять возможный уровень снижения массовой доли соли было проведено маркетинговое исследование потребительских предпочтений относительно содержания соли в соленой рыбе. Методом исследования был выбран опрос [5], при котором респондентам в процессе дегустации соленой продукции предлагали заполнить специально разработанные анкеты, отражающие также пол и возраст опрашиваемых, частоту потребления соленой рыбы и ее видовые предпочтения. Опрос относится к категории практических методов исследования, которые основаны на сборе первичной вербальной информации при непосредственном или опосредованном социально-психологическом взаимодействии между респондентом и исследователем. В качестве респондентов выступали рядовые потребители и специалисты рыбной отрасли. Кроме того, руководители и технологи рыбоперерабатывающих предприятий России представляли информацию о тенденции на уменьшение солености продукции, в том числе и в ущерб длительным срокам хранения.

Образцы рыбы с различным содержанием поваренной соли были посолены без внесения каких-либо других пищевых добавок сухим способом для лосося и законченным тузлучным – для сельди и кильки. Дегустацию приготовленных образцов проводили при схожих внешних условиях, которые могут оказывать влияние на восприятие дегустатором продукта.

Влияние отдельных потенциальных солезаменителей на органолептические и физико-химические показатели исследовали на сельди атлантической.

Массовую долю хлорид-ионов в пересчете на хлористый натрий и ионов кальция определяли по ГОСТ 7636 аргентометрическим и объемным методом соответственно. Кроме этого, в отдельных экспериментах содержание ионов натрия, калия, кальция и магния определяли спектрометрическим методом атомной абсорбции по ГОСТ ISO 8070/IDF 119-2014. Активную кислотность (рН) устанавливали с помощью рН-метра «Testo 106», активность воды (Aw) – на приборе «LabMaster-Aw Novasina».

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В исследованиях потребительских предпочтений относительно солености рыбы приняли участие более ста тридцати человек. Из общего числа опрошенных 44 % составляли мужчины, 56 % – женщины. Данные о распределении опрашиваемых по возрасту представлены на рис. 1. Для дегустационных опросов были привлечены различные возрастные категории с учетом малых предпочтений рыбной продукции детьми и подростками.

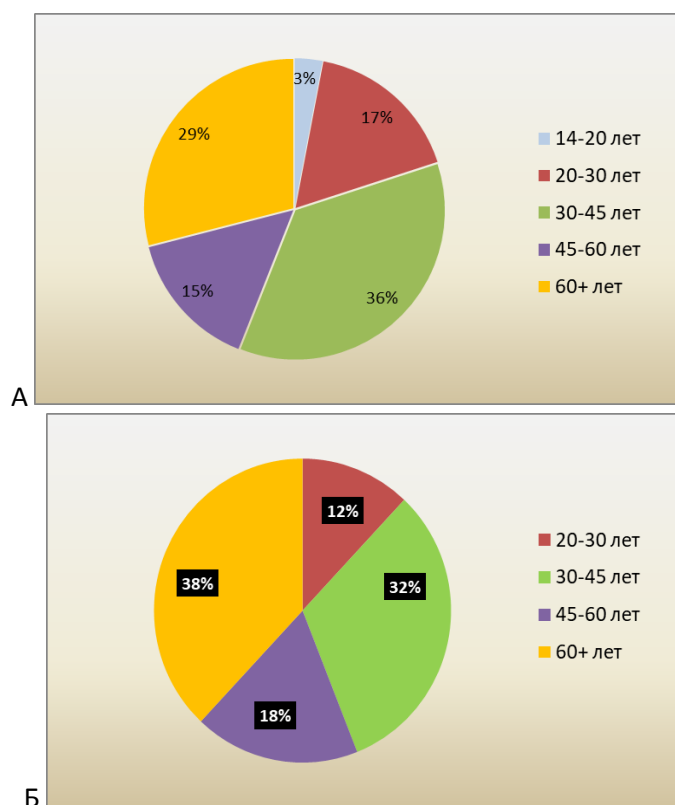
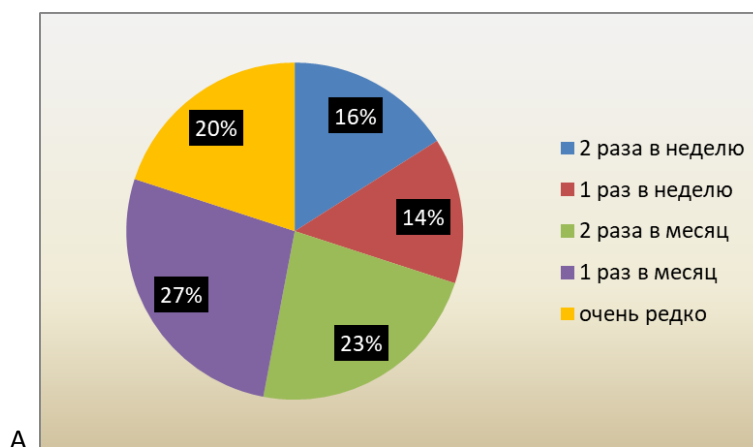


Рис. 1. Возрастной состав дегустаторов (А – дегустация сельди; Б – дегустация кильки)

Fig. 1. Age composition of the tasters (A – herring tasting; B – sprat tasting)

Рассматривая вопрос о возможном снижении солености, целесообразно было понять предпочтения относительно вида соленой рыбы и частоту ее потребления (рис. 2).

Около трети опрошенных потребляют соленую рыбу 1–2 раза в неделю, 20 % – очень редко. К наиболее предпочитаемой соленой рыбе были отнесены сельдь, скумбрия и не так давно завоевавший рыбный рынок аквакультурный лосось (рис. 2). Кроме того, отмечены салака и килька.



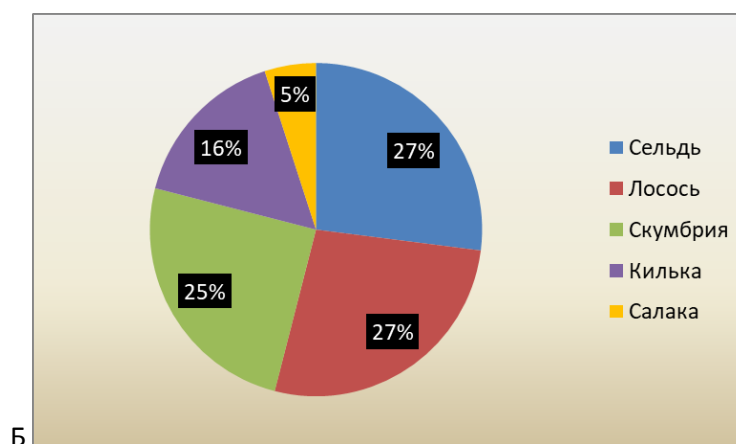


Рис. 2. Распределение мнений респондентов при ответе на вопросы:  
А – «Как часто вы потребляете соленую рыбу?»; Б – «Какую соленую рыбу вы предпочитаете?»

Fig. 2. Distribution of respondents' opinions when answering the questions:  
А – "How often do you consume salted fish?"; Б – "What kind of salted fish do you prefer?"

Актуальным для данного исследования, а в последующем для корректного вынесения информации в маркировку, был также вопрос относительно термина, характеризующего степень солености рыбы (рис. 3).

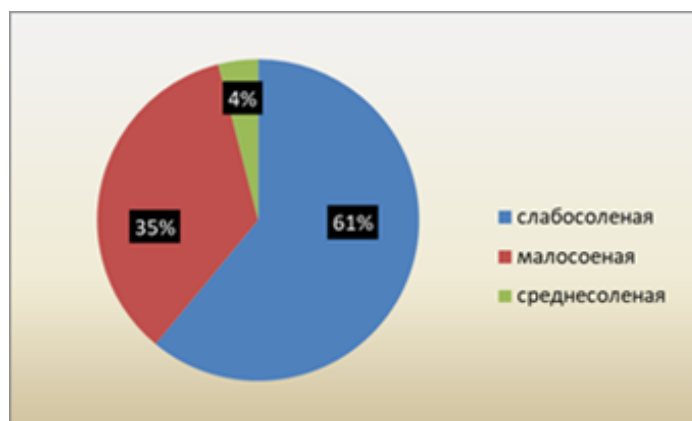


Рис. 3. Распределение мнений респондентов относительно термина, характеризующего рыбу с наименьшей соленостью

Fig. 3. Distribution of respondents' opinions regarding the term characterizing fish with the lowest salinity

Согласно ГОСТ 7448-2021 «Рыба соленая», ГОСТ 7449-2016 «Рыбы лососевые соленые», ГОСТ 815-2019 «Сельди соленые» в рыбе слабосоленой поваренной соли должно содержаться больше (6–8 %), чем в малосоленой (4–6 %), такая классификация также предложена Шендерюком В. И. [6], однако, по данным опроса, 61% респондентов считают, что меньшее количество соли содержит слабосоленая рыба. Таким образом, существует вероятность введения потребителя в

заблуждение относительно малосоленой и слабосоленой рыбы в случае вынесения этих наименований на этикетку, поэтому вопрос достоверного представления информации о солености требует серьезного обсуждения, особенно при появлении на рынке соленой рыбы с содержанием соли менее 3 %.

Чтобы установить минимальный порог содержания соли, при котором потребитель воспринимает продукт как соленую рыбу, подготовили фаршевые образцы семги с массовой долей внесенного хлористого натрия 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2,0 %. Соленость рыбы с учетом естественного содержания хлоридов в семге была на 0,2 % выше. Половина участвующих ощутила соленый вкус в образцах при внесении 1 % соли. 74 % респондентов отнесли к соленой рыбе образцы с содержанием соли 1,7 %. В данном опросе отнесение рыбы к соленой связано с ощущением соленого вкуса независимо от его приемлемости для данного респондента.

Для определения предпочтительного уровня массовой доли хлористого натрия в соленой рыбе дегустаторам предложили 4 образца сельди и по 5 образцов семги и кильки с различным содержанием соли. В филе сельди и неразделанной кильки, посоленных тузлучным способом, определили фактические значения массовой доли соли (табл. 1), а ориентировочную массовую долю хлористого натрия в филе семги нашли расчетным путем, исходя из того, что при сухом способе посола в вакуумной упаковке соленость составляет около 90 % от внесенной массовой доли соли.

Таблица 1. Варианты образцов рыбы с различной массовой долей хлористого натрия

Table 1. Options for fish samples with different mass fractions of sodium chloride

№	Массовая доля хлористого натрия, %		
	Сельдь (фактическое значение)	Лосось (расчетное значение с учетом естественного содержания)	Килька (фактическое значение)
1	2,0	1,6	2,2
2	2,9	2,0	3,1
3	3,5	2,9	3,9
4	5,3	3,8	5,1
5	–	4,7	6,1

Данные о распределении мнения респондентов относительно солености сельди и кильки представлены на рис. 4.

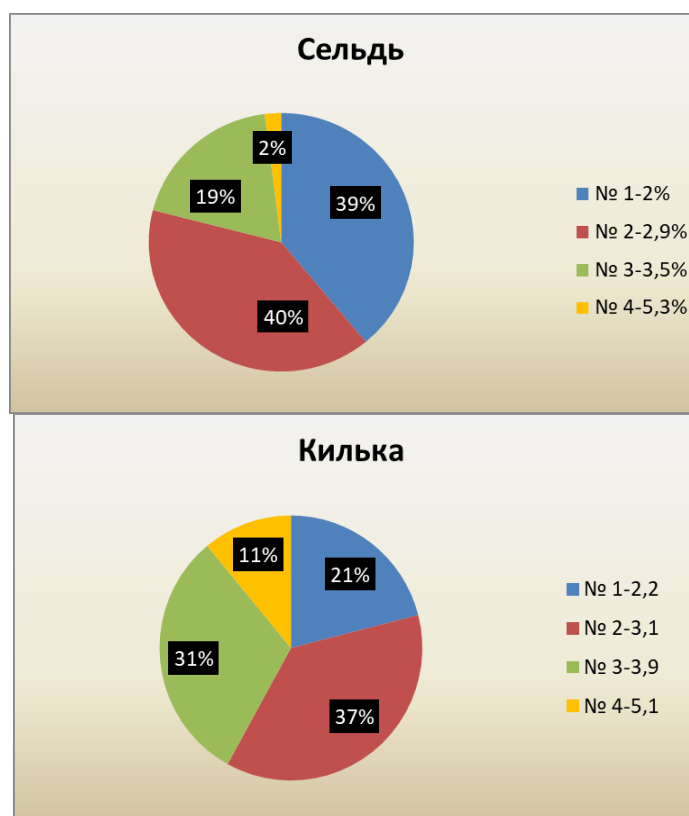


Рис. 4. Распределение мнений респондентов относительно приемлемой солености сельди и кильки  
Fig. 4. Distribution of respondents' opinions regarding the acceptable salinity of herring and sprat

По результатам дегустации образцов семги наилучшими вариантами оказались образцы со средней соленостью 2,9 % (50 % опрошенных) и 3,8 % (44 % опрошенных).

В настоящее время на рынке рыботоров представлена соленая рыба с содержанием соли, как правило, на уровне 4–7 %. Как показало исследование, подавляющее большинство дегустаторов предпочитают соленую рыбу с содержанием соли в пределах 2,0–3,9 %, с приоритетным диапазоном около 2,5–3,5 %. Такой результат говорит о том, что потребитель уже готов на значительное снижение поваренной соли, и об этом свидетельствуют не только результаты вышеприведенных опросов, но и тенденция на такое снижение, намеченная в промышленном производстве.

Есть два возможных пути решения проблемы: постепенное снижение содержания соли в соленой рыбе в течение определенного периода времени или частичная замена хлорида натрия другими компонентами при сохранении функциональности и вкуса. Такие пути рассматривают для других видов продукции в материалах, изложенных в «Reducing Salt in Foods» [7].

Чтобы продолжать процесс дальнейшего снижения хлористого натрия в соленой рыбе, которое примет большинство потребителей, необходимо существенное изменение его вкусовых предпочтений. При этом потребитель должен



будет признавать, что он явно ощущает соленый вкус, например, при 1,5 % соли, и считает такой продукт традиционной соленой рыбой. Не исключено, что это отношение не будет достигнуто, и рыба с таким низким содержанием соли не станет ассоциироваться с соленой продукцией.

С учетом полученных результатов в дальнейших работах по снижению содержания хлористого натрия целесообразно ориентироваться на вкусовые свойства, характерные для соленой рыбы с массовой долей соли около 3 %.

В статье [7], посвященной исследованиям по снижению соли в рыбных продуктах, отсутствуют работы по соленой рыбе, характерной для российского рынка. Рассматриваются, в основном, вопросы, связанные с рыбными консервами, крепосоленой треской, структурированными продуктами, рыбой горячего копчения.

Известные посолочные смеси с пониженным содержанием натрия как правило содержат в своем составе пряности, дрожжевые экстракты, их возможно использовать для продукции с узким вкусо-ароматическим профилем, и они существенно изменяют соленый вкус рыбы [8, 9]. Солевая смесь с гидрохлоридом лизина [10] не может быть применена при изготовлении пищевой продукции, поскольку лизина гидрохлорид не включен в Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» в качестве пищевой добавки.

Кроме того, многие заменители соли направлены на снижение хлористого натрия в продуктах с изначально незначительной в сравнении с соленой рыбой соленостью, таких как хлеб, сыр, вареная колбаса, кондитерские изделия [11, 12].

Учитывая потенциальную возможность использования в качестве солезаменяющих пищевых добавок солей калия, магния и кальция, было оценено содержание этих ионов в соленой сельди тузлучного посола (массовая доля соли в рыбе 2,5 %) в сравнении с их суточной потребностью (табл. 2).

Таблица 2. Содержание натрия, калия, кальция и магния в соленой сельди атлантической

Table 2. Content of sodium, potassium in salted Atlantic herring

Наименование макроэлемента	Содержание в соленой рыбе, мг/кг	Суточная потребность взрослого [13], мг
Натрий	9786 ± 1565	1300
Калий	1322 ± 198	3500
Кальций	354 ± 60	1000
Магний	199 ± 39	420

Известен факт нормального функционирования организма при балансе ионов натрия и калия. Содержание натрия в свежей атлантической сельди составляет до 2300 мг/кг. [14, 15]. По данным табл. 2, видно, что в соленой рыбе баланс ионов существенно сдвинут в сторону натрия, это необходимо и возможно исправить заменой поваренной соли на соль откорректированного минерального состава.

Следующим этапом стало изучение влияния заменителей хлористого натрия на формирование вкуса соленой рыбы и изменение физико-химических показателей. Были выбраны пищевые добавки с соленым и сладким вкусом или

свойствами, компенсирующими недостаток вкуса соленого. На данном этапе рассмотрены хлорид калия, хлорид магния, сульфат магния, лактат кальция, битартрат калия, глюкоза, глицин, глутамат натрия. Расчеты показывают, что применение глутамата натрия при получении положительных результатов вполне оправдано, так как доля внесенного с этой солью натрия будет несущественной относительно натрия, вносимого с хлористым натрием.

В экспериментах на фаршевых образцах из соленой сельди определено, что при одинаковых концентрациях усилителей вкуса (0,3 %) – глутамата натрия и глицина – более выраженным эффектом сглаживания яркого солено-горького привкуса, характерного для некоторых традиционно используемых солезаменителей (например, хлорида калия и хлорида магния), обладает глутамат натрия. Глюкоза также способна в определенной степени маскировать горький привкус.

При выборе солезаменителей, кроме влияния на вкусовые свойства, учитывали их возможности влиять на качество продукции по изменению активности воды ( $A_w$ ) и активной кислотности (рН) образцов (табл. 3). Добавки были введены в соленый фарш из сельди с массовой долей соли 3,6 %,  $A_w$  – 0,964, рН – 6,25.

Таблица 3. Влияние солезаменителей на вкус,  $A_w$  и рН соленой рыбы  
 Table 3. Effect of salt substitutes on taste,  $A_w$  and pH of the salted fish

Количество, %	рН	$A_w$	Вкус
Вариант № 1	Хлорид магния ( $MgCl_2$ )		
0,2	6,21	0,963	изменений нет
0,4	6,18	0,963	изменений нет
0,6	6,16	0,957	изменений нет
Вариант № 2	Сульфат магния ( $MgSO_4$ )		
0,2	6,22	0,964	изменений нет
0,4	6,21	0,965	изменений нет
0,6	6,19	0,961	усилен соленый вкус, появился горький привкус
Вариант № 3	Хлористый калий ( $KCl$ )		
0,5	6,23	0,962	изменений вкуса нет
1,5	6,23	0,953	изменений вкуса нет
2,0	6,24	0,949	усилен соленый вкус, появился горький привкус
Вариант № 4	Лактат кальция ( $2(C_3H_5O_3) \cdot Ca$ ) $\times 5H_2O$		
0,5	6,02	0,958	изменений нет
0,75	5,83	0,953	изменений нет
1,0	5,77	0,952	соленый вкус немного усилился
Вариант № 5	Битартрат калия ( $KC_4H_5O_6$ )		
0,03	6,06	0,954	изменений нет
0,05	6,01	0,956	появилась небольшая кислинка, усиливающая соленый вкус
0,07	5,95	0,952	кисловатый вкус

Усиление соленого вкуса проявилось в образцах с использованием сульфата магния, хлорида калия, лактата кальция и битартрата калия. В случае с хлори-

дом калия горький привкус стал ощутим при внесении его в количестве более 50 % от массовой доли хлористого натрия, что говорит о потенциальной возможности замены в соленой рыбе значительной доли хлорида натрия на хлорид калия.

Для предварительной оценки влияния солезаменяющих пищевых добавок на хранимоспособность соленой рыбы определяли показатель «активность воды». Из представленных (табл. 3) потенциальных солезаменителей оказать положительное влияние на микробиологическую стабильность возможно с помощью хлорида калия, так как эта соль снизила активность воды на значимую величину.

Лактат кальция, как и битартрат калия, также подчеркивает при определенной концентрации соленый вкус рыбы, причем на фоне снижения активной кислотности и незначительного снижения активности воды. Такая динамика этих показателей может явиться дополнительным барьерным фактором в обеспечении сохранения качества продукции с пониженным содержанием хлористого натрия, в том числе и за счет усиления эффективности традиционных консервантов при повышенной кислотности.

## ВЫВОДЫ

1. По результатам дегустационного опроса установлено, что к соленой рыбе может быть отнесена продукция с массовой долей хлористого натрия 1,7 % и выше, что может быть учтено при введении в документы по стандартизации определения понятия «соленая рыба».

2. Отмеченный приоритетный для потребителя диапазон солености рыбы на уровне 2,5–3,5 % предполагает проведение дальнейших исследований по снижению хлористого натрия с ориентацией на вкусовые свойства, характерные для продукции с массовой его долей около 3 %.

3. Результаты проведенной работы возможно использовать для создания промышленной технологии соленой рыбы повышенной потребительской ценности с пониженным содержанием хлористого натрия, при этом потенциальными солезаменяющими пищевыми добавками из числа рассмотренных могут быть хлорид и битартрат калия, а в качестве добавок, маскирующих горький привкус, возможно использование глутаматов и глюкозы.

## Список источников

1. Report of technical consultation on setting global sodium benchmarks for different food categories. Geneva: World Health Organization. 2020 г. URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/353331/9789240046467eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 19.01.2022).

2. Максикова Т. М., Калягин А. Н., Толстов П. В. Избыточное потребление поваренной соли: эпидемиологическое значение и стратегии управления // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. Вестник ВШОУЗ. 2019. Т. 5, № 1. С. 38–57.

3. Всемирная организация здравоохранения. Сокращение потребления соли. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction> (дата обращения: 17.01.2022).

4. Стратегия формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564215449> (дата обращения: 21.03.2022).
5. Лужнова Н. В., Дергунова М. И., Мельникова А. В. Опрос как метод маркетинговых исследований // Молодой ученый. 2015. № 23 С. 588–591. URL: <https://moluch.ru/archive/103/24081/> (дата обращения: 28.01.2022).
6. Шендерюк В. И. Производство слабосоленой рыбы Москва: Пищевая промышленность, 1976. 175 с.
7. Beeren Cindy, Groves Kathy, Pretima M. Titoria. Reducing salt in foods. Elsevier Ltd, 2019. 287 p.
8. Продукты с пониженным содержанием соли / В. Напреенко, Т. Мадзиевская, С. Далидович, Е. Свирская // Наука и инновации. 2020. № 9 (211). С. 8–12.
9. Способ производства полукопченой колбасы из мяса птицы с пониженным содержанием поваренной соли: пат. 2634967 Рос. Федерация. № 2634967С1 / Патракова И. С., Мышалова О. М., Алексеевнина О. Я.; заяв. 18.10.2016; опубл. 08.11.2017. 15 с.
10. Минеральная соль с пониженным содержанием натрия: пат. 2286071 Рос. Федерация. № 2286071С2 / Бобрешова О. В., Кулинцов П. И., Загородных Л. А., Попов В. И.; заяв. 10.09.2004; опубл. 27.10.2006. 11 с.
11. Эволюция солезаменителей: прошлое, настоящее, будущее/ Т. Р. Гришина, Н. Ю. Жидомиров, О. А. Громова, Р. Р. Шиляев // Практика педиатра. Независимая экспертиза. 2006. № 3. С. 8–12.
12. Способ получения солевого продукта с низким содержанием натрия и продукт, полученный этим способом: пат. 2528937 Рос. Федерация. № 2528937С1 / Стоккерс Г., Альтена Э.; заяв. 19.03.2010; опубл. 20.09.2014. 18 с.
13. Методические рекомендации. МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». URL: [https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=18979](https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979) (дата обращения: 01.03.2022).
14. Способ получения соленого закусочного продукта из сельди для питания детей дошкольного и школьного возраста: пат. 2601064 Рос. Федерация. № 2015142240/13 / Гофербер Е. П., Абрамова Л.С., Гершунская В. В.; заяв. 06.10.2015; опубл. 27.10.2016. 8 с.
15. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. Москва: ДеЛи принт, 2002. 275 с.

## References

1. Report of technical consultation on setting global sodium benchmarks for different food categories. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/353331/9789240046467eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Accessed 19 January 2022).
2. Maksikova T. M., Kalyagin A. N., Tolstov P. V. Izbytochnoe potreblenie povarennoy soli: epidemiologicheskoe znachenie i strategii upravleniya [Overconsumption of salt: epidemiological consequences and control strategies]. Orgzdrav: novosti,

mneniya, obuchenie [Orgzdrav:news,opinions,training]. *Vestnik VSHOUZ*. 2019, vol. 5, no. 1, pp. 38–57.

3. Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya. Sokrashchenie potrebleniya soli [World Health Organization. Reducing salt intake]. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction> (Accessed 17 January 2022).

4. Strategiya formirovaniya zdorovogo obraza zhizni naseleniya, profilaktiki i kontrolya neinfektsionnykh zabolevaniy na period do 2025 goda [Strategy for the formation of a healthy lifestyle of the population, prevention and control of non-communicable diseases for the period up to 2025]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/564215449> (Accessed 21 March 2022).

5. Luzhnova N. V., Dergunova M. I., Mel'nikova A. V. Opros kak metod marketingovykh issledovaniy [Poll as a method of marketing research]. *Molodoy uchenyy*. 2015, no. 23, pp. 588–591. Available at: <https://moluch.ru/archive/103/24081/> (Accessed 28 January 2022).

6. Shenderyuk V. I. *Proizvodstvo slabosolenoy ryby* [Production of light-salted fish]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1976, 175 p.

7. Beeren Cindy, Groves Kathy, Pretima M. Titoria. Reducing salt in foods. *Elsevier Ltd Publ.*, 2019. 287 p.

8. Napreenko V. [i dr.]. Produkty s ponizhennym soderzhaniey soli [Products with a low content of salt]. *Nauka i innovatsii*. 2020, no. 9 (211), pp. 8–12.

9. Patrakova I. S., Myshalova O. M., Alekseevna O. Ya. Sposob proizvodstva polukopchenoy kolbasy iz myasa ptitsy s ponizhennym soderzhaniey povarennoy soli [Method of production of semi-smoked sausage from poultry meat with a reduced content of table salt]. Patent RF, no. 2286071C2, 2016.

10. Bobreshova O. V., Kulintsov P. I., Zagorodnykh L. A., Popov V. I. Mineral'naya sol' s ponizhennym soderzhaniey natriya [Mineral salt with a reduced sodium content]. Patent RF, no. 2286071C2, 2004.

11. Grishina T. R. [i dr.]. Evolyutsiya solezameniteley: proshloe, nastoyashchee, budushchee [Evolution of salt substitutes: past, present and future]. *Praktika pediatria. Nezavisimaya ekspertiza*. 2006, no. 3, pp. 8–12.

12. Stokkers G., Al'tena E. Sposob polucheniya solevogo produkta s nizkim soderzhaniey natriya i produkt, poluchenny etim sposobom [A method for obtaining a salt product with a low sodium content and a product obtained by this method]. Patent RF, no. 2528937C1, 2010.

13. Metodicheskie rekomendatsii. MP 2.3.1.0253-21 «Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii» [Guidelines. MP 2.3.1.0253-21 "Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation"]. Available at: [https://www.rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=18979](https://www.rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979) (Accessed 01 March 2022).

14. Goferber E. P., Abramova L.S., Gershunskaya V. V. Sposob polucheniya solenogo zakusochnoy produkta iz sel'di dlya pitaniya detey doshkol'nogo i shkol'nogo vozrasta [The method of obtaining a salty snack product from Herring for feeding pre-school and school-age children]. Patent RF, no. 2015142240/13, 2016.

15. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov. Spravochnik* [Chemical composition of Russian food products. Reference book]. Pod red. chlen-korr.

MAI, prof. I. M. Skurikhina i akademika RAMN, prof. V. A. Tutel'yana. Moscow, DeLi print Publ., 2002. 275 p.

### **Информация об авторах**

**Е. И. Степаненко** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
**Б. Л. Нехамкин** – заведующий лабораторией общей технологии  
**И.О. Шалимова** – специалист лаборатории общей технологии

### **Information about the authors**

**E. I. Stepanenko** – PhD in Engineering, senior researcher  
**B. L. Nekhamkin** – head of the laboratory of general technology  
**I. O. Shalimova** – specialist at the laboratory of general technology

Статья поступила в редакцию 06.04.2023; одобрена после рецензирования 13.04.2023; принята к публикации 20.04.2023.

The article was submitted 06.04.2023; approved after reviewing 13.04.2023; accepted publication 20.04.2023.

**СУДОСТРОЕНИЕ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИКА**





Научная статья  
УДК 629.5.03-84:681.532  
DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-105-120

### **Разработка алгоритмов и программ управления системы управления аварийным дизель-генератором на примере сухогруза «Rix Lake»**

**Антон Борисович Вольский<sup>1</sup>, Кирилл Андреевич Новоселов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

<sup>1</sup>koha73@yandex.ru,

<sup>2</sup>kirill-n1996@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4206-6150>

**Аннотация.** При построении систем управления и электрооборудования судов особое внимание уделяется унификации аппаратуры и ее высокой надежности. Наиболее важной частью являются программируемые логические контроллеры, так как их применение обеспечивает высокую надежность и достаточно простое обслуживание устройств управления, ускоряет монтаж и наладку оборудования. Цель данной работы – модернизация системы управления аварийного дизель-генератора с внедрением программируемого логического контроллера. Причиной модернизации системы управления стала ее низкая эффективность, низкая надежность. В процессе работы проводился анализ систем управления от разных производителей, рассматривались оптимальные технические решения. Были учтены основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели, такие как высокая надежность работы системы и безопасность использования. Построены алгоритм пуска двигателя, включающий в себя автоматический пуск аварийного дизель-генератора, алгоритм системы управления аварийным дизель-генератором при нормальной и аварийной остановке дизель-генератора. Каждый алгоритм имеет подробную расшифровку компонентов, входящих в него. В процессе выполнения программирования микроконтроллера с использованием программного обеспечения «Logo Soft Comfort» был реализован ряд схем: включение схемы в работу, цепь блокировки работы стартера, схема пуска дизеля, цепь автоматической и ручной остановки, цепь аварийной сигнализации. Каждая схема имеет подробное описание как блоков, так и процессов, происходящих в ней. В результате исследования была проведена модернизация системы управления аварийным дизель-генератором на примере судна «Rix Lake», рассмотрена техническая документация, построены программы управления и контроля аварийного дизель-генератора для логического модуля, что позволит увеличить такой важный фактор, как надежность, повысить ремонтпригодность и информативность. По окончании программирования проведена эмуляция, которая показала, что данная система способна реализовывать задачу, под которую она была сконфигурирована в соответствии с правилами Регистра РФ.

**Ключевые слова:** алгоритм, программирование, система, управление, программируемый логический контроллер, модернизация, судно.

**Для цитирования:** Вольский А. Б., Новоселов К. А. Разработка алгоритмов и программ управления системы управления аварийным дизель-генератором на примере сухогруза «Rix Lake» // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 105–120. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-105-120.

Original article

### **Development of algorithms and control programs for the emergency diesel generator control system on the example of the «Rix Lake» dry cargo ship**

**Anton B. Volskiy<sup>1</sup>, Kirill A. Novoselov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

<sup>1</sup>koha73@yandex.ru,

<sup>2</sup>kirill-n1996@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4206-6150>

**Abstract.** When building control systems and electrical equipment of ships, special attention is paid to the unification of equipment and its high reliability. The most important part is programmable logic controllers, since their use provides high reliability and fairly simple maintenance of control devices, accelerates installation and commissioning of equipment. The purpose of this work is to modernize the control system of an emergency diesel generator with the introduction of a programmable logic controller. The reason for the modernization of the control system is its low efficiency and low reliability. In the course of the work, the analysis of control systems from different manufacturers and consideration of optimal technical solutions have been carried out. The main design and technical and operational indicators have been taken into account, such as high reliability of the system and safety in use. An algorithm for starting the engine has been built, including the automatic start of the emergency diesel generator, the algorithm of the emergency diesel generator control system during normal and emergency shutdown of the diesel generator. Each algorithm has a detailed explanation of the components included in it. In the process of programming the microcontroller using the «Logo Soft Comfort» a number of schemes has been implemented: the inclusion of the circuit in operation, the starter lock circuit, the diesel start circuit, the automatic and manual stop circuit, the alarm circuit. Each circuit has a detailed description of both the blocks and the processes taking place in it. As a result of our research, the emergency diesel generator control system has been upgraded using the example of the «Rix Lake» vessel, technical documentation has been reviewed; control and monitoring programs for the emergency diesel generator for the logic module have been built. All these will increase such an important factor as reliability, increase maintainability and informativeness. At the end of programming, emulation has been carried out, which showed that this system is capable of implementing the task for which it has been configured in accordance with the rules of the Register of the Russian Federation.

**Keywords:** algorithm, programming, system, control, programmable logic controller, modernization, ship.

**For citation:** Vol'skiy A. B., Novoselov K. A. Development of algorithms and control programs for the emergency diesel generator control system on the example of

the Rix Lake dry cargo ship. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(69):105–120. (In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-105-120.

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективность эксплуатации судна в значительной мере зависит от качества систем управления и электрооборудования, которое применяется в процессе его эксплуатации.

Одно из требований при построении систем управления и электрооборудования судов говорит о том, что необходимы унификация применяемой аппаратуры и использование элементов систем, обладающих высоким уровнем надежности [1, 2].

Основным преимуществом автоматических систем управления технологическими процессами (АСУТП) является снижение, вплоть до полного исключения, влияния «человеческого фактора» на процесс управления, что приводит к сокращению команды судна, повышает надежность и безопасность, а также эффективность работы судна. К главным функциям данных систем относят контроль и управление, обмен данными, обработку, накопление и хранение информации, формирование сигналов тревог, построение графиков и отчетов [3, 4].

Наиболее важная часть любой современной системы управления – программируемые логические контроллеры (ПЛК). Их применение обеспечивает высокую надежность и достаточно простое обслуживание устройств управления, ускоряет монтаж и наладку оборудования [5, 6].

Однако при всех преимуществах использования логических контроллеров ранние системы управления комплектовались модулями с довольно неудобным программным обеспечением. При выходе из строя такого модуля в судовых условиях необходима его замена и программирование [7, 8]. Это трудоемкий процесс, требующий значительных временных затрат и высокой квалификации обслуживающего персонала, в случае с аварийным дизель-генератором затяжной ремонт может привести и к трагическим последствиям [9–11].

По сравнению с ранними версиями контроллеров современные модули имеют более компактное исполнение, немаловажное для судна, интегрированный дисплей и клавиатуру, библиотеку встроенных функций (до двухсот на программу). Производить программирование можно без использования специального программатора, непосредственно со встроенной клавиатуры. Программное обеспечение позволяет проводить дистанционную диагностику и программирование, кроме того, возможно размножение и тиражирование программ с использованием карт памяти, помещаемых непосредственно в модуль [12–15].

Таким образом, при наличии программы на персональном компьютере или карте памяти время замены блока сводится к минимуму, исключая любые значительные риски.

Сухогруз «Rix Lake» – грузовое судно речного или морского базирования, приспособленное для перевозки различных сухих грузов, например, сыпучих (в частности, зерна), леса, щепы, минеральных удобрений, специальных контейнеров международного стандарта и др.

Судовая электростанция имеет аварийный дизель-генератор (АДГ), управляемый системой автоматического управления. Исходная схема системы управ-

ления построена с применением логического контроллера релейного типа «Hyundai PLC CPU 36040».

Система управления АДГ осуществляет контроль показателей работы дизеля (оборотов, давления смазочного масла, уровня охлаждающей жидкости, температуры охлаждающей жидкости и масла). Защита двигателя обеспечивается по параметрам, указанным ниже:

- по пониженному давлению смазочного масла (2,5 бар);
- по повышенной температуре смазочного масла (120 °С);
- по пониженному уровню охлаждающей жидкости (задержка 5 с);
- по повышенной температуре охлаждающей жидкости (95 °С);
- по утечке топлива (задержка 5 с);
- по повышенным оборотам двигателя.

При анализе имеющейся на судне релейной системы управления выявлен ряд недостатков: присутствует вероятность выхода релейных элементов из строя в открытом море, а их замена и перепрограммирование требует довольно длительного времени и высокого профессионализма обслуживающего персонала, что может негативно сказаться на обеспечении безопасности судна; дисплей контроллера недостаточно информативен, расположен внутри шкафа системы управления, не имея открытого доступа.

Устранить выявленные недостатки можно посредством модернизации системы управления. В ходе модернизации предполагается замена штатного микроконтроллера и блоков расширения на более новые и функциональные.

#### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЙНОГО ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Принципиальное отличие ПЛК от релейных схем заключается в том, что все его функции реализованы программно. Используя лишь один контроллер, возможно реализовать схему, эквивалентную тысячам элементам жесткой логики. При этом надежность работы схемы не зависит от ее сложности, обеспечивается простое тиражирование и обслуживание устройств управления, ускоряется монтаж и наладка оборудования, происходит быстрое обновление алгоритмов управления, включая работающее оборудование.

Контроллер должен выполнять следующие функции:

- выдать команду на открытие топливного клапана;
- выдать сигналы на трехкратный пуск стартера с выдержкой времени после каждого пуска;
- при достижении номинальных оборотов дизеля выдать сигналы на отключение стартера, а также на прием нагрузки;
- при нарушении критериев пуска или работы АДГ (повышение температуры охлаждающей жидкости или масла, понижение давления масла, снижение уровня охлаждающей жидкости, утечка топлива, превышение максимальных оборотов двигателя) выдать сигнал на аварийный останов и сигнализацию;
- при нормальном останове выдать сигнал на отключение нагрузки; выдержав время, выдать сигнал на отключение АДГ.

Выбор управляющего устройства

В табл. 1 представлены основные мировые фирмы-производители, лидеры в области разработки программируемых логических контроллеров и программируемых реле.

Таблица 1. Виды ПЛК  
Table 1. Types of PLC

Компания-производитель	Модель
«Siemens AG»	«Logo»
«Mitsubishi Electric»	«Alpha XL»
«Schneider Electric (Telemecanique)»	«Zelio Logic»
«Moeller Company Group»	«MFD-Titan»
«Omron Corporation»	«Zen»
«Automation Direct»	«Direct Logic»
«Owen»	«Owen Logic»

По результатам анализа микроконтроллеров от различных производителей наиболее подходящим по стоимости и требованиям стал логический модуль «Logo 24 RC» шестой серии от компании «Siemens AG».

Логические модули «Logo» обладают следующими преимуществами: простое управление, повышенный срок эксплуатации, высокая скорость передачи данных, стандартный интерфейс подключения, высокая степень защиты.

Следует отметить, что особенностью зарубежных брендов, таких как «Siemens», является широта продуктовых линеек, в то время как отечественные производители ПЛК предлагают продукцию для определенных областей, при этом необходима предварительная проверка совместимости изделий для конкретной задачи.

С помощью клавиш на передней панели данные модули программируются посредством программы «Logo Soft Comfort», что значительно упрощает работу. Модули «Logo» возможно дополнять различными блоками расширения, которые позволяют обеспечить работу со всеми видами сигналов. Цифровые модули «Logo» имеются для напряжений 12 В постоянного тока, 24 В постоянного и переменного тока и 115–240 В постоянного и переменного тока с 4 входами и 4 выходами. Аналоговые модули «Logo» есть для напряжений 12 и 24 В постоянного тока с двумя аналоговыми входами. Шестая серия дополнена текстовым дисплеем «Logo TD», совмещающего в себе как информационные функции, так и функции управления и программирования. Из всего вышеперечисленного следует, что выбранное устройство полностью соответствует поставленной задаче модернизации. Технические данные модуля «Logo 24 RC» приведены в табл. 2.

Таблица 2. Технические данные модуля «Logo 24 RC»  
Table 2. Technical data of «Logo 24 RC» module

Технические данные	Ед. изм.	Количество
Входы	шт.	8
Напряжения питания	В	24
Допустимый диапазон	В	20,4–28,8
Входной ток	мА	2,5
Релейные выходы	шт.	4
Рассеиваемая мощность	Вт	0,5–2,9
Температура окружающей среды	°С	0–55

Для увеличения количества используемых выходов и входов необходимы модули расширения. В качестве таковых возможно использовать «Logo DM 16 24 R» и «Logo DM 8 24 R».

*Разработка алгоритмов и программ управления аварийного дизель-генератора*

Алгоритм пуска двигателя включает в себя автоматический пуск АДГ и контроль данного процесса. Если пуск состоялся, активируется функция автоматического включения генератора на аварийном распределительном щите (АРЩ). Исполнение функции автоматического пуска происходит при получении соответствующей команды, которая формируется при обесточивании АРЩ. На рис. 1 представлена упрощенная блок-схема алгоритма пуска АДГ.

Значение операторов алгоритма следующее:

- Н – начало;
- A1 – срабатывание реле по пониженному напряжению;
- B1 – проверка готовности системы к автоматическому пуску (положение Z2);
- A2 – команда на пуск дизеля;
- A3 – открытие топливного клапана;
- A4 – включение стартера;
- B2 – дизель вышел на минимальные обороты;
- B3 – время включения стартера истекло;
- A5 – блокировка топливного клапана, уменьшение числа попыток пуска на 1;
- A6 – задание выдержки времени между пусками;
- B4 – число попыток пуска АДГ больше заданного;
- A7 – включение аварийной сигнализации;
- A8 – отключение стартера;
- B5 – параметры работы в норме;
- A9 – вывод сообщения на дисплей «Пуск завершён»;
- A10 – вывод сообщения на дисплей «Пуск не состоялся»;
- A11 – команда аварийной остановки;
- К – конец.

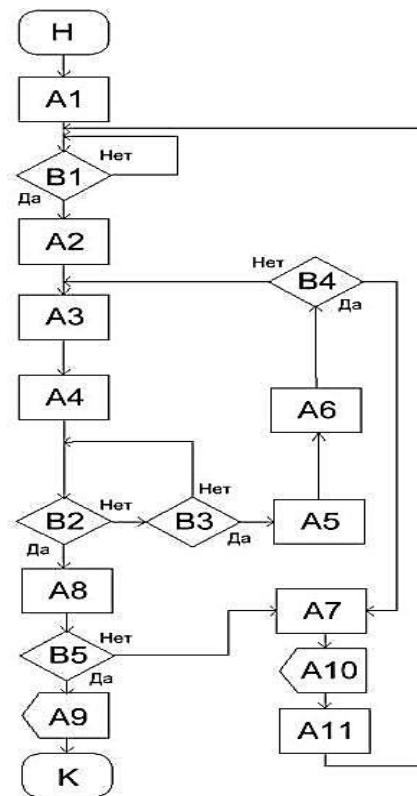


Рис. 1. Упрощенная блок-схема алгоритма пуска АДГ  
Fig. 1. Simplified block diagram of the ADG start-up algorithm

Система управления АДГ должна предусматривать нормальную и аварийную остановку дизель-генератора. Блок-схема алгоритма нормальной остановки АДГ представлена на рис. 2.

Значение операторов алгоритма следующее:

- Н – начало;
- В1 – ручная остановка;
- В2 – автоматическая остановка;
- А1 – перевод переключателя Z2 в режим «Стоп»;
- А2, А7 – вывод сообщения на «Logo TD»;
- А3 – задержка включения 15 с;
- А4 – закрытие топливного клапана;
- А5 – появление напряжения на шинах ГРЩ;
- А6 – команда на остановку;
- А8 – задержка включения 5 мин.;
- А9 – остановка;
- К – конец.

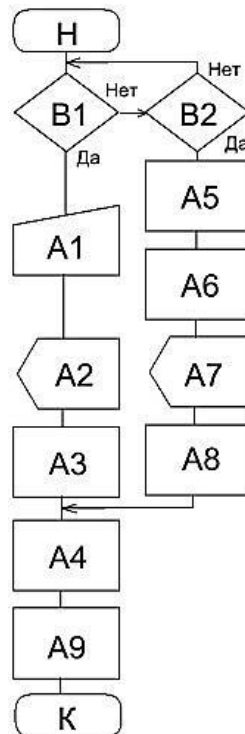


Рис. 2. Блок-схема алгоритма нормальной остановки АДГ  
Fig. 2. Block diagram of the algorithm of ADG normal stop

Формирование алгоритма аварийного останова двигателя складывается из различных вариантов срабатывания системы защиты по тому или иному фактору. Блок-схема алгоритма аварийной остановки АДГ представлена на рис. 3. Значение операторов алгоритма следующее:

- Н – начало;
- В1 – защита по низкому давлению смазочного масла;
- В2 – защита по повышенной температуре смазочного масла;
- В3 – защита по утечке топлива;
- В4 – защита по низкому уровню охлаждающей жидкости;
- В5 – защита по повышенной температуре охлаждающей жидкости;
- В6 – защита по повышенным оборотам двигателя;
- А1 – задержка включения 5 с;
- А2 – включение аварийно-предупредительной сигнализации;
- А3 – включение соответствующей сигнальной лампы (HL3–HL7, HL9);
- А4 – вывод соответствующего сообщения на «Logo TD»;
- А5 – команда на аварийную остановку;
- А6 – задержка включения 15 с;
- А7 – закрытие топливного клапана;
- А8 – вывод сообщения «Аварийная остановка»;
- А9 – остановка;
- К – конец.



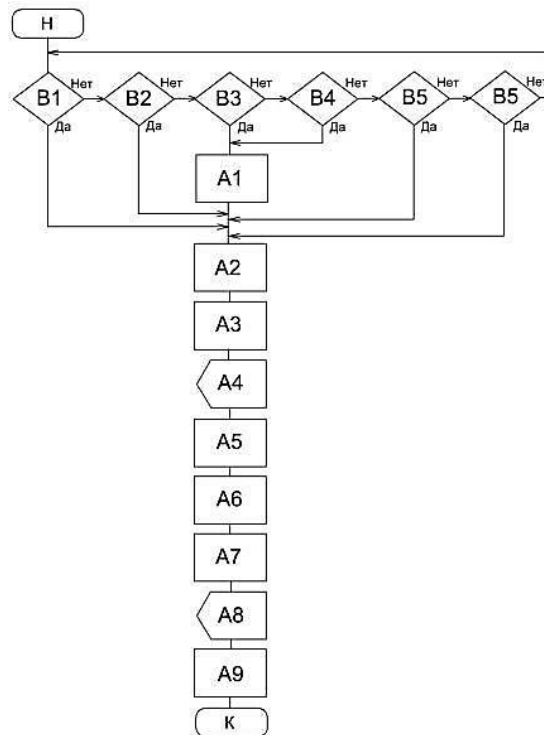


Рис. 3. Блок-схема алгоритма аварийной остановки АДГ  
 Fig. 3. Block diagram of the ADG emergency stop algorithm

*Программирование микроконтроллера «Logo»*

При программировании микроконтроллера целесообразно использовать программное обеспечение «Logo Soft Comfort», которое поставляется в комплекте. В процессе программирования различные этапы построения схемы реализуются следующим образом.

Включение в работу схемы показано на рис. 4.

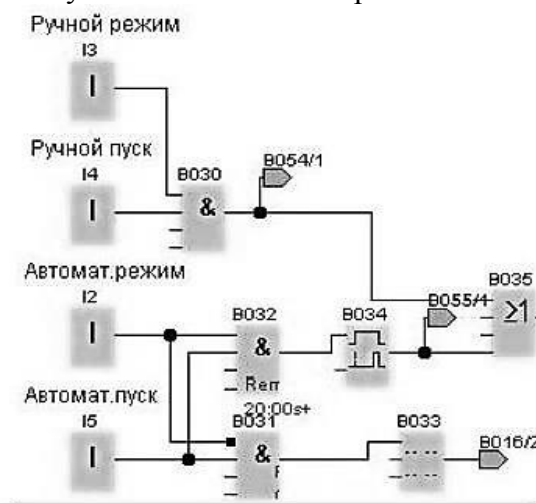


Рис. 4. Включение схемы в работу  
 Fig. 4. Putting the circuit into operation

Входы I3, I2 соответствуют положениям переключателя Z2, устанавливаемого в ручной или автоматический режимы работы. Вход I4 – кнопка пуска двигателя в ручном режиме (без выбора ручного режима пуск невозможен), I5 – подает сигнал при исчезновении напряжения на шинах АРЦ.

Если при активации входа I5 схема находится в ручном режиме или режиме «Стоп», через элемент «И» В031 сигнал поступает на текстовый блок, выводя 47 сообщение «Автоматический режим не выбран». При этом включается аварийная сигнализация. В автоматическом режиме сигнал поступает на блок задержки В034 и с выдержкой 20 секунд – на В035 непосредственно к цепи пуска. Связующие знаки В054/1 и В055/1 указывают направление к блокам «И», блокирующим работу стартера при отключении того или иного режима (рис. 5).

Далее представлена часть схемы управления, отвечающая за обеспечение трехкратного повторения пуска, блокировку топливного клапана между стартами и подключения генератора на шины (рис. 6).

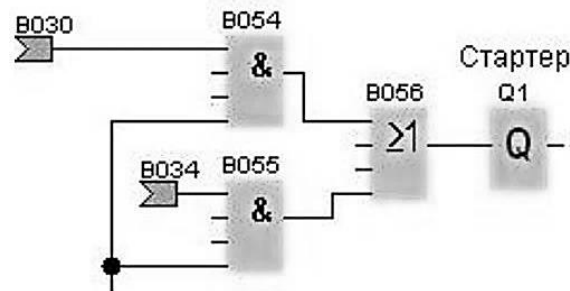


Рис. 5. Цепь блокировки работы стартера  
 Fig. 5. Starter operation blocking circuit

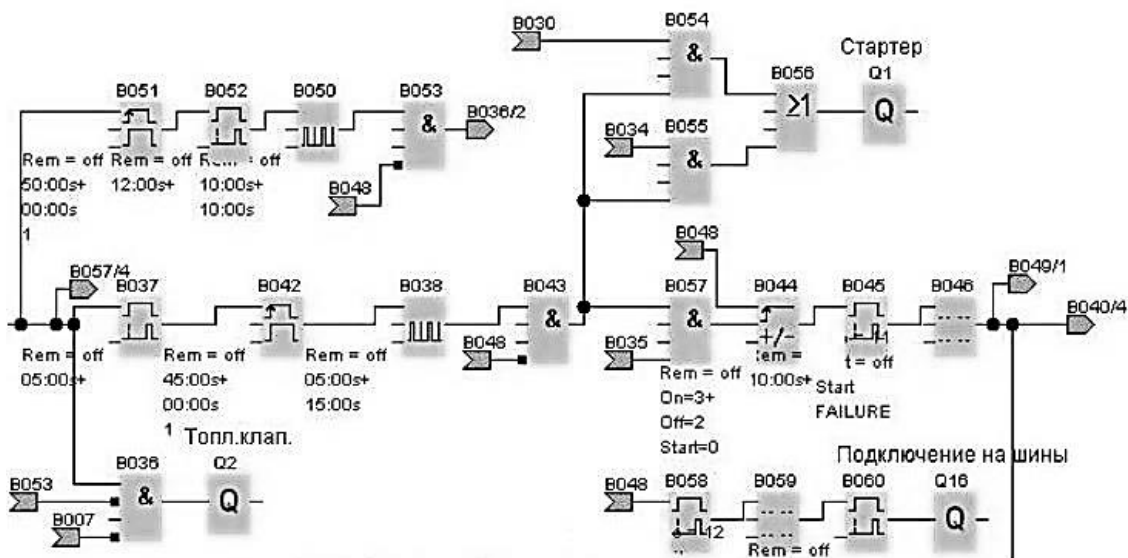


Рис. 6. Схема пуска дизеля  
 Fig. 6. Diesel start-up scheme

Сигнал пуска с блока В035 поступает на топливный клапан, открывая его, на элемент задержки В037 (цепь пуска стартера) и на интервальное реле цепи блокировки топливного клапана В051.

Интервальное реле цепи пуска стартера В042 устанавливается на 45 с, обеспечивая промежуток времени на три попытки пуска. Генератор импульсов В038 производит импульсы длительностью 5 с (время работы стартера) и выдерживает паузу в 15 с. Следующий элемент «И» (В043) имеет два входа – прямой и инверсный. На прямой вход подается сигнал на включение стартера, а на инверсный – с тахогенератора о наборе дизелем минимальных оборотов. При подаче на инверсный вход единицы блок закрывается и последующие попытки пуска блокируются.

Цепь блокировки топливного клапана, состоящая из интервального реле В051, элемента задержки включения В052, генератора импульсов В050 и элемента «И» В053, контролирует открытие и закрытие топливного клапана в перерывах между попытками пуска. При подаче сигнала на инверсный вход В053 от тахогенератора цепь также прекращает работу, оставляя клапан в открытом состоянии.

На четвертый инверсный вход элемента «И» В036 подается сигнал останова с блока В007, В036 закрывается, и топливный клапан перекрывается. Цепь аварийной сигнализации по неудачному пуску состоит из элемента «И», включающего цепь в работу только при наличии сигнала с В035, реверсивного счетчика В044, учитывающего количество попыток пуска, элемента задержки В045, текстового блока В046 («Пуск не состоялся»), выводов на световую, звуковую сигнализацию и на цепь аварийного останова. Счетчик срабатывает на третьей попытке пуска, с выдержкой времени 5 с выводится сообщение на дисплей, включается сигнализация, подается команда на останов. В случае, если двигатель запустился с третьей попытки, цепь блокируется, обнуляя счетчик.

Цепь подключения генератора на шины состоит из двух элементов задержки (В058 и В059) и текстового блока В060 («Двигатель работает»). Подключение происходит автоматически с выдержкой времени при поступлении сигнала о наборе необходимых оборотов.

На рис. 7 изображена цепь останова АДГ автоматического (при появлении напряжения на шинах ГРЩ) и ручного (при повороте переключателя Z2). В первом случае текстовый блок В019 выводит сообщение «Автоматический останов» и с выдержкой времени 5 с через блок В040 подает сигнал на закрытие топливного клапана.

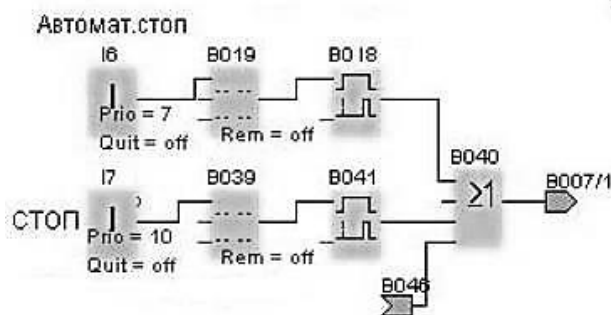


Рис. 7. Цепь автоматической и ручной остановки  
Fig. 7. Automatic and manual installation circuit

В режиме ручного останова В039 выводит сообщение «Нормальный останов», выдержка времени составляет 15 с. В040 принимает сигнал из цепи аварийной сигнализации по неудачному пуску В046.

Следующим важным элементом программы является цепь аварийной сигнализации, представленная на рис. 8.

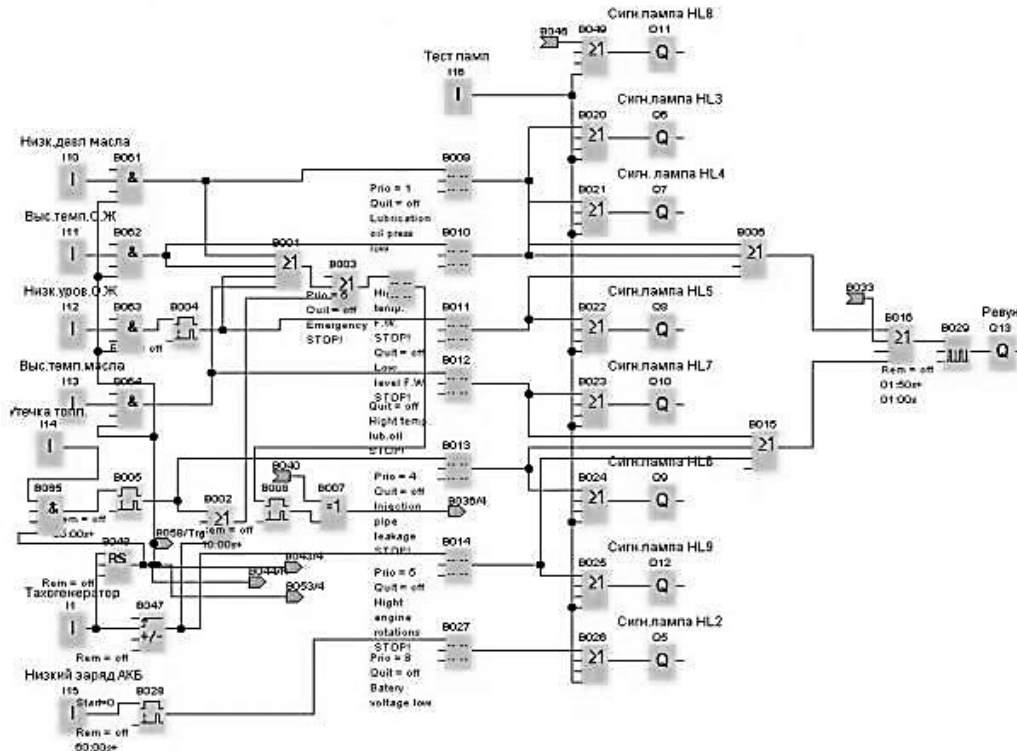


Рис. 8. Цепь аварийной сигнализации  
 Fig. 8. Alarm circuit

В левой части схемы размещены цифровые входы (I1, I10–I15), на которые поступают сигналы от различных датчиков (давления, температуры, уровня, оборотов). Элементы «И», следующие за ними, пропускают сигнал только при условии, что двигатель запущен, для предотвращения преждевременного срабатывания. В004, В005 и В028 – элементы задержки включения для некоторых параметров – низкого уровня охлаждающей жидкости, утечки топлива и низкого заряда АКБ. Блоки «ИЛИ» В001, В002 и В003 сводят сигналы от датчиков на текстовый блок, выводящий при срабатывании сообщение «Аварийный останов». Далее сигнал поступает на элемент задержки В008 и на закрытие топливного клапана.

Помимо цепи останова сигнал с каждого датчика поступает на свой текстовый блок (В009–В014, В027), выводящий соответствующее сообщение о той или иной неполадке. Элементы «ИЛИ» (В020–В026, В049) являются промежуточными перед сигнальными лампами и сочетают функцию тестовой проверки ламп по сигналу со входа I16. При поступлении сигнала аварийного режима запускается генератор импульсов В029, выдающий периодический сигнал на выход Q13, активирующий реву.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования были разработаны алгоритмы управления АДГ М/V «Rix Lake»; выполнен анализ конструкторской документации, проведено построение программы управления и контроля АДГ для логического модуля с последующей симуляцией в качестве проверки с использованием программного обеспечения «Logo Soft Comfort».

Внедрение модернизированной системы позволит увеличить надежность системы управления и контроля АДГ, что является очень важным фактором для такого рода систем. Проведенная эмуляция построенной программы показывает, что система способна выполнять свою задачу в полном соответствии с правилами Регистра РФ. Таким образом, можно сделать вывод, что модернизация системы управления АДГ является целесообразной.

## Список источников

1. Баранов А. П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. Москва: Транспорт, 1988. 328 с.
2. Правила классификации и постройки морских судов Регистра РФ. Москва: ФАУ «Российское Классификационное Общество», 2020.
3. Микропроцессорные системы контроля и управления судовых технических средств. Санкт-Петербург: Российский морской регистр судоходства, 2005.
4. Калявин В. П., Мозгалевский А. В., Галка В. Л. Надежность и техническая диагностика судового электрооборудования и автоматики. Санкт-Петербург: ЭЛМОР, 1996. 295 с.
5. Рак А. Н. Применение программируемого логического контроллера «Овен 63/67» в системе автоматического ввода в действие резервного генератора // Сборник научных трудов ДонИЖТ. 2019. № 53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-programmiruemogo-logicheskogo-kontrollera-oven-63-67-v-sisteme-avtomaticheskogo-vvoda-v-deystvie-rezervnogo-generatora> (дата обращения: 10.04.2023).
6. Илющенко В. В., Тухалов Д. Е. Программирование логического модуля «Logo» с использованием сети PROFINET // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (21–24 апреля 2020). Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2020. Т. 2. С. 50–54.
7. Коннов Д. А. Программирование на языке FBD логических контроллеров (ПЛК/PLC) // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых (19–20 мая 2022). Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. Т. 3. С. 380–383.
8. Гуляев Е. В. Разумные системы управления освещением на основе «Logo» и «S7-1200» // Автоматизация в промышленности. 2011. № 9. С. 26–29.
9. Матул Г. А., Семенов А. С. Анализ аппаратных и программных решений в программируемых логических контроллерах ведущих мировых производителей

лей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 7. С. 32–36.

10. Банников Е. В. Использование ПЛК в промышленности // International scientific review. 2019. № 15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-plk-v-promyshlennosti> (дата обращения: 06.04.2023).

11. Баранников В. К. Эксплуатация электрооборудования рыбопромысловых судов. Москва: Моркнига, 2013. 496 с.

12. Система промышленной автоматизации для хранения данных в среде промышленного производства, способ сохранения данных и интеллектуальный программируемый логический контроллер: пат. 2688451 Рос. Федерация. № 2018108056 / Беттенхаузен Курт Дирк, Ло Джордж, Лудвиг Хартмут, Роска Джастиниан; заявл. 20.07.2016; опубл. 21.05.2019.

13. Top 20 Secure PLC Coding Practices. URL: <https://plc-security.com/> (дата обращения: 06.04.2023).

14. Обзор и анализ современных программируемых логических контроллеров / В. Д. Володин, А. А. Шаронов, К. С. Мозжегоров, И. С. Полевщиков // Science Time. 2016. № 1 (25). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-i-analiz-sovremennyh-programmiruemyyh-logicheskikh-kontrollerov> (дата обращения: 10.04.2023).

15. Мустаев А. Ф. Сравнительный анализ рыночных моделей ПЛК // Вестник науки. 2020. № 1 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-rynnochnyyh-modeley-plk> (дата обращения: 10.04.2023).

## References

1. Baranov A. P. *Sudovye avtomatizirovannye elektroenergeticheskie sistemy* [Ship automated electric power systems]. Moscow, Transport Publ., 1988, 328 p.

2. *Pravila klassifikatsii i postroyki morskikh sudov Registra RF* [Rules of classification and construction of naval vessels of the Register of the Russian Federation]. Moscow, Russian Classification Society Publ., 2020.

3. *Mikroprotsessornyye sistemy kontrolya i upravleniya sudovykh tekhnicheskikh sredstv* [Microprocessor control and management systems of ship technical means]. Saint-Petersburg, Russian Maritime Register of Shipping Publ., 2005.

4. Kalyavin V. P., Mozgalevskiy A. V., Galka V. L. *Nadezhnost' i tekhnicheskaya diagnostika sudovogo elektrooborudovaniya i avtomatiki* [Reliability and technical diagnostics of ship electrical equipment and automation]. Saint-Petersburg, ELMOR Publ., 1996, 295 p.

5. Rak A. N. *Primenenie programmiruемого logicheskogo kontrollera «Oven 63/67» v sisteme avtomaticheskogo vvoda v deystvie rezervnogo generatora* [Application of the programmable logic controller "Aries 63/67" in the system of automatic commissioning of the backup generator]. *Sbornik nauchnykh trudov DonI ZHT*, 2019, no. 53, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-programmiruemogo-logicheskogo-kontrollera-oven-63-67-v-sisteme-avtomaticheskogo-vvoda-v-deystvie-rezervnogo-generatora> (Accessed 10 April 2023).

6. Ilyushchenko V. V., Tukhalov D. E. *Programmirovanie logicheskogo modulya «Logo» s ispol'zovaniem seti PROFINET* [Programming of the logic module «Logo» using the PROFINET network]. *Povyshenie effektivnosti proizvodstva i*

*ispol'zovaniya energii v usloviyakh Sibiri: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Improving the efficiency of energy production and use in Siberia: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation]. Irkutsk, 2020, vol. 2, pp. 50-54.

7. Konnov D. A. Programmirovaniye na yazyke FBD logicheskikh kontrollerov (PLK/PLC) [Programming in the FBD language of logic controllers (PLC/PLC)]. *Molodezh' i sistemnaya modernizatsiya strany* [Youth and system modernization of the country]. Kursk, 2022, vol. 3, pp. 380-383.

8. Gulyaev E. V. Razumnye sistemy upravleniya osveshcheniem na osnove «Logo» i «Simatic S7-1200» [Intelligent lighting control systems based on «Logo» and «Simatic S7-1200»]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*, 2011, no. 9, pp. 26–29.

9. Mantul G. A., Semenov A. S. Analiz apparatnykh i programnykh resheniy v programmiruemykh logicheskikh kontrollerakh vedushchikh mirovykh proizvoditeley [Analysis of hardware and software solutions in programmable logic controllers of leading world manufacturers]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2018, no. 7, pp. 32–36.

10. Bannikov E. V. Ispol'zovanie PLK v promyshlennosti [The use of PLC in industry]. *International scientific review*, 2019, no. 15, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-plk-v-promyshlennosti> (Accessed 06 April 2023).

11. Barannikov V. K. *Ekspluatatsiya elektrooborudovaniya rybopromyslovykh sudov* [Operation of electrical equipment of fishing vessels]. Moscow, Morkniga Publ., 2013, 496 p.

12. Bettenhausen Kurt Dirk, Lo George, Ludwig Hartmut, Rosca Justinian. Sistema promyshlennoy avtomatizatsii dlya khraneniya dannykh v srede promyshlennogo proizvodstva, sposob sokhraneniya dannykh i intellektual'nyy programmiruemyy logicheskyy kontroller [Industrial automation system for data supply in industrial production environment, data supply method and intelligent programmable logic controller]. Patent RF, no. 2018108056, 2016.

13. Top 20 Secure PLC Coding Practices. Available at: <https://plc-security.com/> (Accessed 06 April 2023).

14. Volodin V. D., Sharonov A. A., Mozzhegorov K. S., Polevshchikov I. S. Obzor i analiz sovremennykh programmiruemykh logicheskikh kontrollerov [Review and analysis of modern programmable logic controllers]. *Science Time*, 2016, no. 1 (25), available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-i-analiz-sovremennykh-programmiruemykh-logicheskikh-kontrollerov> (Accessed 10 April 2023).

15. Mustaev A. F. Sravnitel'nyy analiz rynochnykh modeley PLK [Comparative analysis of market models of PLC]. *Vestnik nauki*, 2020, no. 1 (22), available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-rynochnykh-modeley-plk> (Accessed 10 April 2023).

### Информация об авторах

**А. Б. Вольский** – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматики судов

**К. А. Новоселов** – старший преподаватель кафедры электрооборудования и автоматики судов

### **Information about the authors**

**A. B. Volskiy** – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Ship Automation

**K. A. Novoselov** – Senior lecturer of the Department of Electrical Equipment and Ship Automation

Статья поступила в редакцию 07.04.2023; одобрена после рецензирования 10.04.2023; принята к публикации 13.04.2023.

The article was submitted 07.04.2023; approved after reviewing 10.04.2023; accepted for publication 13.04.2023.



## **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ АПК**



Научная статья  
УДК 332.1+334.021.1  
DOI 10.46845/1997-3071-2023-69-123-138

### Цивилизационная матрица российского предпринимательства

**Абдурашид Яруллаевич Яфасов**

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

yafasov@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9251-1187>

**Аннотация.** Актуальность статьи вызвана необходимостью перестройки структуры экономики вследствие расширяющейся прокси-войны США с Россией, в которую все сильнее вовлекаются европейские страны. Эта война переросла в жесткую цивилизационную войну и поставила ряд задач по перестройке экономики и реорганизации производства. Цель работы – новый подход к проблеме развития российского предпринимательства, основанный на цивилизационной матрице народов России, в которой неэкономические грани предпринимательства – нравственность, культура, духовность – играют важную роль. Объектом исследований является организация инновационной деятельности, предметом исследований – формирование и развитие инклюзивной инновационной деятельности в России в условиях бифуркации. Исследован каскад бифуркаций в экономике страны, возникший с момента распада СССР. Проведен анализ санкционной политики западных стран, направленной на всестороннее ослабление экономики и разобщение российского общества, губительности этой политики для мирового сообщества и устойчивого развития. США и ЕС, сумевшие превратить свои денежные единицы в мировые валюты, имеют возможность бесконтрольного со стороны мирового сообщества печатания и выброса на мировой рынок своих валют вне зависимости от объемов производимых ими товаров и услуг, наращивания военных расходов. Показана необходимость принятия неотложных мер ускоренного развития в России современных производств. Институциональное развитие, ускорение развития креативных и адаптивных инноваций с выделением новых экспоненциальных технологий и расширением государственно-частного партнерства может обеспечить быстрые изменения структуры экономики, появление новых производств и модернизацию существующих предприятий. Обоснована необходимость мобилизации интеллектуального капитала и развития инклюзивной инновационной деятельности в целях обеспечения устойчивого развития России в условиях возникающих новых вызовов.

**Ключевые слова:** бифуркация, интеллектуальный капитал, инклюзивная инновационная деятельность, экспоненциальные технологии, прокси-война, война цивилизаций, креативные и адаптивные инновации.

**Финансирование:** исследование выполнено в рамках реализации программы создания и поддержания пространства коллективной работы «Предпринимательские точки кипения» на территории ФГБОУ ВО «КГТУ» (индикатор соглашения о предоставлении субсидии – 0000000007522ROX0002).

**Для цитирования:** Яфасов А. Я. Цивилизационная матрица российского предпринимательства // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 123–138. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-123-138.

Original article

### Civilizational matrix of Russian entrepreneurship

Abdurashid Ya. Yafasov

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

yafasov@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9251-1187>

**Abstract.** The relevance of the article is caused by the need to restructure the structure of the economy due to the expanding proxy war between the United States and Russia, in which European countries are increasingly involved. This war developed into a tough civilizational war and set a number of tasks for restructuring the economy and reorganizing production. The aim of the work is a new approach to the problem of the development of Russian entrepreneurship, based on the civilizational matrix of the peoples of Russia, in which the non-economic facets of entrepreneurship - morality, culture, spirituality - play an important role. The object of the research is organization of innovation activity. The subject of the research is formation and development of inclusive innovation activity in Russia in the context of bifurcation. The cascade of bifurcations in the country's economy, which has arisen since the collapse of the USSR, has been studied. An analysis has been made of the sanctions policy of Western countries aimed at the comprehensive weakening of the economy and the disunity of Russian society, the destructiveness of this policy for the world community and sustainable development. The United States and the EU, which have managed to turn their monetary units into world currencies, have the possibility of printing their currencies uncontrolled by the world community and throwing their currencies on the world market, regardless of the volume of goods and services they produce, and increasing military spending. The paper also shows the necessity of taking urgent measures to accelerate the development of modern industries in Russia. Institutional development, accelerating the development of creative and adaptive innovations with the release of new exponential technologies and the expansion of public-private partnerships can ensure rapid changes in the structure of the economy, emergence of new industries and modernization of existing enterprises. The necessity of mobilizing intellectual capital and developing inclusive innovation activities in order to ensure the sustainable development of Russia in the face of emerging new challenges has been substantiated.

**Keywords:** bifurcation, intellectual capital, inclusive innovation, exponential technologies, proxy war, war of civilizations, creative and adaptive innovation.

**Funding:** the study was carried out as part of the program for creating and maintaining a space for collective work "Entrepreneurial Boiling Points" on the territory of

the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "KSTU" (subsidy agreement indicator - 0000000007522ROX0002).

**For citation:** Yafasov A. Ya. Civilizational matrix of Russian entrepreneurship. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(69):123–138. (In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-123-138.

## ВВЕДЕНИЕ

Бифуркация мировой социально-экономической и политической системы, рассмотренная в работах [1, 2], с наступлением 2023 года наполнилась новой окраской противостояния цивилизаций [3] и дальнейшим расширением военной помощи западных стран, ведомых и принуждаемых США, Украине [4]. Анализ событий последних лет свидетельствует о том, что цивилизационная война, которую США вели в отношении СССР, по сути, не прекращая со времен окончания Второй мировой войны, продолжалась и развивалась на всем постсоветском пространстве [3–5]. Эту войну Россия постоянно проигрывала в области культуры, духовности, нравственности, связи поколений, традиций семьи, в формировании социальной среды, особенно в части, касающейся воспитания молодого поколения, выразившейся в появлении компрадорской буржуазии [6]. Поэтому Указ Президента Российской Федерации от 24.12.2014 г. № 808 «Об утверждении основ государственной культурной политики» актуален и потенциал культуры, духовно-нравственных ценностей многонационального народа как ресурса социально-экономического развития России необходимо вовлекать в полной мере в процессы технологической модернизации страны. И не только с точки зрения технологической культуры. Инноватика в качестве базового концепта ускорения развития экономики и формирования условий, способствующих прогрессу российского общества, должна опираться на многонациональную культуру народов России и традиционные духовно-нравственные ценности – на цивилизационную матрицу. Инновационные технологии стали основным фактором привлечения инвестиций и развития экономики. В понятие «цивилизационная матрица предпринимательства» автор включает всю совокупность культурных, духовных, нравственных, социальных, экономических и иных факторов, а также исторические традиции народа и государства, политическую и правовую систему, систему управления, инфраструктуру и другие факторы, создающие основу устойчивого развития предпринимательства, которое, в свою очередь, кроме производственных, экономических функций должно нести обязательно функции социальные, функции сбережения народа страны и окружающей среды. В условиях неприкрытого нарастающего внешнего давления цивилизационная матрица должна использоваться не только для решения политических задач, но и стать опорой интеллектуального развития личности и общества, модернизации экономики и управления.

Целью работы является новый подход к проблеме развития российского предпринимательства, основанный на цивилизационной матрице народов России, в котором неэкономические грани предпринимательства – нравственность, культура, духовность – во все времена играли важную роль в развитии населения России, ее экономики и государственности, стойкости страны и единства многонационального народа. Условия бифуркации в геополитике заставляют переходить к форсированной массовой мобилизационной инновационной деятельности

на основе развития человеческого капитала и мобилизации интеллектуального инновационного менеджмента [7, 8]. Эти преобразования необходимы для решения проблем устойчивого и динамичного развития Российской Федерации в условиях бифуркации мировой экономики, возникшей в результате геополитики западных стран в отношении России. Инновационная деятельность начинается со школьной скамьи, развивается в колледжах и вузах, продолжается в системе дополнительного профессионального образования и переподготовки кадров [9,10]. На необходимость реструктуризации экономики и управления особое внимание обратил Президент России В. В. Путин в своем Послании Федеральному собранию 21 февраля 2023 года [4].

Объектом исследований в данной работе являются подходы в организации инновационной деятельности в процессе изменения структуры экономики и управления, а предметом исследований – формирование и развитие инклюзивной инновационной деятельности в Российской Федерации в условиях бифуркации.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### *1. Каскад бифуркаций в постсоветской России*

Вследствие разных определений и смыслов, вкладываемых в понятия «бифуркация» и «инклюзивная инновационная деятельность» [9–11], дадим определения этим понятиям с учетом сформулированных предмета и объекта исследований данной работы. Бифуркация – это режим крайней неопределенности сложной системы, когда в любой момент могут произойти фундаментальные изменения (метаморфозы [1]) с перестройкой и переходом системы на новый уровень. Инклюзивная инновационная деятельность – создание полноценных условий и равных возможностей для каждого человека, предприятия или организации для занятий инноватикой во всем ее диапазоне – от идеи до массового производства и поставки потребителям новых товаров и услуг. Ряд авторов добавляют к этому определению возможность равного доступа и потребления создаваемых новых товаров и услуг, но в данной работе эта часть общей формулировки инклюзивной инновационной деятельности опускается, так как речь идет о бифуркации сложных систем, находящихся в военном противостоянии, когда эта добавка лишена смысла.

Причины и характерные особенности бифуркаций, их каскадное наслаивание друг на друга в постсоветское время в общественной жизни и экономике Российской Федерации представлены в таблице.

Таблица. Бифуркации в постсоветской России  
Table. Bifurcations in post-Soviet Russia

Год начала	Причины и характерные особенности бифуркации
1	2
1991	Причина бифуркации 1991 года – распад СССР на 15 независимых республик, несмотря на итоги Всесоюзного референдума в марте 1991 года, на котором 80 % населения проголосовало за сохранение СССР. Ему предшествовал «парад суверенитетов» в 1990–1991 гг. Уход СССР с мировой арены стал главным событием XX века и положил начало изменениям политической и

Продолжение таблицы

1	2
	экономической картины мира. Будущее покажет: это был закономерный конец империи или внешнее воздействие на социально-экономические и политические процессы в стране [3–5]. С 1992 по 1998 гг. инфляция в РФ составила свыше 2500 %.
1998	Дефолт 1998 года в России с позиций МВФ достаточно хорошо проанализирован в работе М. Гилмана [12]. Понимая, что позиция МВФ может отличаться от видения дефолта с российской точки зрения, приведем ряд тезисов. В основе дефолта лежит непродуманное сочетание «младореформаторами» Е. Гайдаром, А. Чубайсом и их командой жесткой денежной и мягкой бюджетной политики правительства страны, неспособность запустить модернизацию в промышленности и сельском хозяйстве, привлечь инвестиции в реальный сектор экономики страны, неумение учиться на примерах других стран и лидеров перестройки (Китай, Дэн Сяопин, Сингапур, Ли Куан Ю. и др.), расцвет коррупции. Из 50 с лишним тысяч промышленных предприятий осталось 5 тысяч, непродуманный «прыжок в рыночную экономику» привел к обнищанию населения, «бандитскому» капитализму, массовой безработице и оттоку населения за рубеж – «утечке умов». Результат – сильнейшее расслоение общества, состояние 87 российских долларовых миллиардеров к концу 2007 года, по подсчетам журнала «Форбс», достигло 30 % ВВП страны. История раскулачивает – это была ошибка или преступление «младореформаторов».
2008	Анализ мирового кризиса 2008 года приведен в материалах специальной комиссии американского конгресса по расследованию причин кризиса [13]. Кризис начался с ипотечного рынка США, крупнейший инвестбанк мира «Lehman Brothers», владевший активами в \$639 млрд, объявил о своей несостоятельности платить по кредитам и запустил кризис мировой финансовой системы. Годом ранее он и другие 4 крупных банка («Bear Stearns», «Goldman Sachs», «Merrill» «Lynch и Morgan Stanley») интенсивно работали с ценными бумагами, стоимость деривативов к 2008 году стала превышать объем ипотеки, служившей залогом по ним примерно в 100 раз. Финансовый рынок обрушился, задел все сферы экономики и перекинулся в другие страны. В России кризис начался с обвала 6 октября индекса РТС на 19,1 %, российские «голубые фишки» на Лондонской бирже упали от 30 до 50 %, а в целом за август–октябрь капитализация российского фондового рынка снизилась более чем в 2 раза, цена на нефть упала до \$36/баррель, курс доллара к рублю вырос почти на 20 %. Индекс промпроизводства страны уменьшился в 2009 году на 10,8 %.
2014	Бифуркация 2014 года началась с кризиса в Украине в 2013–2014 гг., который был вызван решением украинского правительства в ноябре 2013 года задержать подписание Соглашения об ассоциации с ЕС. Начались акции протеста в ряде городов, включая Киев, в которых активное участие приняли националистические группировки (УНА–УНСО, «Тризуб», «Патриот Украины» и др.), объединившиеся в «Правый сектор». В нее вошли экстремисты, фашиствующие элементы, которые при содействии внешних сил организовали массовые беспорядки, а затем перешли в открытую военную конфронтацию с властью, организовав «отряды самообороны» [14] и государственный переворот. 1 марта 2014 года Крым провозгласил независимость и 17 марта на основании результатов Референдума обратился к России с предложением о вхождении в РФ. Республика Крым как субъект РФ была образована 18 марта 2014 года на основании подписанного в тот же день договора о присоединении

Окончание таблицы

1	2
	Крыма к России. Западные страны ввели санкции, трактуя присоединение Крыма к России как аннексию. Для экономики России санкции стали серьезным испытанием.
2020	Бифуркация в России в 2020 году вызвана пандемией Covid-19 [1,15], результатом действия которой на экономику стало резкое сокращение деловой активности из-за введенного санитарно-эпидемиологического локдауна. Начался массовый переход к интернет-обучению школьников и студентов, перевод работников на «удаленку», резко ухудшились условия внешней торговли и туризма, прошел обвал цен на нефть. Выручка малого бизнеса в апреле сократилась в Москве на 80 %, а в регионах – в среднем на 54 %. 43 % участников малого бизнеса стали убыточными из-за простоя и не выжили. Пандемия Covid-19 явилась универсальным стресс-тестом проводимой политики устойчивого развития, экзаменатором всех сторон жизни человека и общества – морали, культуры, жизнеспособности институтов управления, предпринимательского класса и локальных сообществ, диагностируя все болезни и пороки общества.
2022	Бифуркация 2022 года связана с резким расширением санкций США и ряда западных стран в отношении России вследствие начатой 24 февраля 2022 года СВО в Украине [3–6]. Политика США и его сателлитов в отношении России является жесткой мировой прокси-войной нового типа, когда США воюет руками других, разжигая войну постоянными угрозами поставок различных видов оружия и заставляя другие страны расширять поставки оружия. По расчетам автора экономические потенциалы сторон, выраженные в годовых объемах ВВП сторон, соотносятся примерно как 34:1. Принятая США политика конфронтации и жесткого диктата своих условий во внешней политике и экономике не приводит к ожидаемому ими результату вследствие спрогнозированной готовности России к геополитическому и геоэкономическому натиску по сравнению с периодом санкций 2014–2016 гг.[4,16], хотя она вынуждена прилагать большие усилия для преодоления их последствий.
2023	Бифуркация 2023 года вызвана эскалацией военных действий вплоть до возможного применения снарядов с урановыми головками и существенным расширением западными странами военной помощи Украине, целью которой ставится полная победа над Россией. 16 декабря принят 9-ый пакет санкций ЕС [6], включающий санкции в отношении почти 200 юридических и физических лиц России. В него вошел ряд СМИ, банков, предприятий ВПК, политических партий, министров, губернаторов, бизнесменов. Введены новые экспортные ограничения в отношении различных товаров, включая электронику и ИТ-компоненты, беспилотные летательные аппараты, полный запрет ЕС на импорт российской нефти морским путем, ограничение мировых цен на нефть, согласованное между G7 и др. 25 февраля 2023 года принят 10-ый пакет санкций Евросоюза, по которому введены ограничения в области технологий в отношении 87 физических и 34 юридических лиц России. Днем ранее дополнительные санкции ввели США, Канада, Великобритания.



## 2. Экономическое противостояние России западным странам в условиях бифуркации геоэкономической системы

Выстроенное США и их западными партнерами противостояние России можно рассматривать с трех наиболее важных позиций, отражающихся на экономике России: санкционной политики, военной помощи и цивилизационной войны. Санкционная и прокси-война привели к обвальному разрыву подавляющего большинства связей с развитыми странами Европы и Северной Америки, усилению давления этих стран на Россию [4,17]. Результатом выхода из сложившейся ситуации является повышение самодостаточности национальной экономики и изменение векторов экономического сотрудничества в сторону Азии, Южной Америки и Африки, в частности, на расширение и углубление деловых связей с предприятиями Китая, Индии, Ирана, Бразилии. Детальный анализ складывающейся с начала XXI века картины приведен в Послании Президента России 21 февраля 2023 г. [4]. Материальные возможности США, используемые в качестве инструмента геополитической и военной силы, построены на печатании долларов с их конвертацией в материальные ценности с привлечением производства иностранных предприятий (рис. 1). График построен по данным исследовательской платформы для долгосрочных инвесторов (<https://www.macrotrends.net/>) и сайта (<https://www.statista.com/>). США может увеличивать свой бюджет на военные цели, расширение военных баз по всему миру, военную помощь другим странам, на развитие науки и высоких технологий, печатая бумажные деньги. Такая ситуация продолжится до тех пор, пока доллар будет мировой валютой. Аналогичная ситуация с торговым балансом ЕС, дефицит которого в 2022 году составил 431,16 млрд евро, что свидетельствует также об эмиссии необеспеченной товарами валюты.

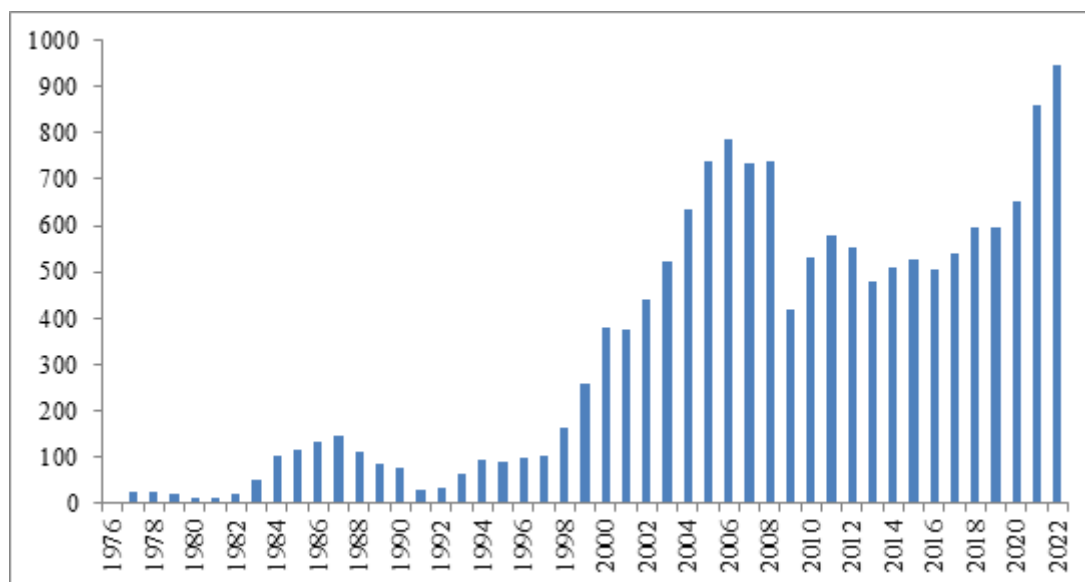


Рис. 1. Торговый баланс США в XX–XXI веках, в \$млрд  
Fig. 1. US trade balance in the XX–XXI centuries, in \$ billion

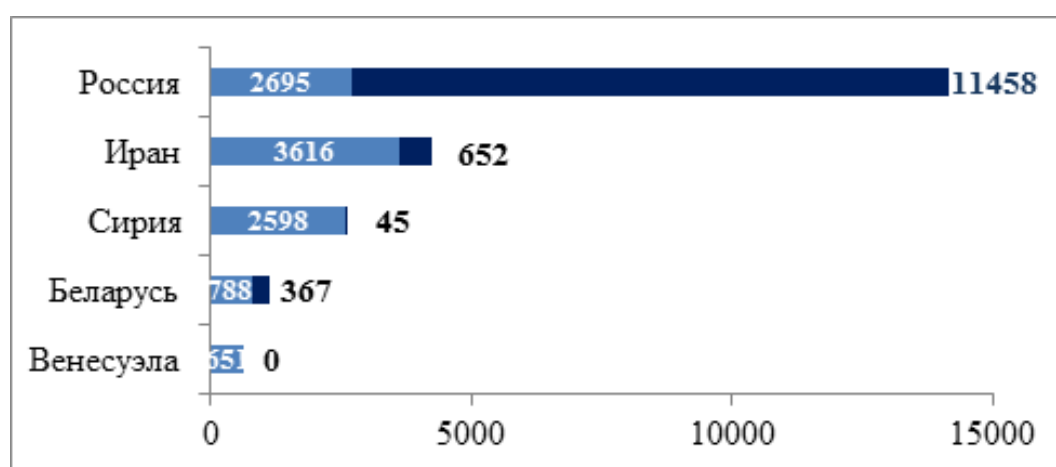
Запланированные доходы бюджета России на 2023 год в объеме 26,13 трлн руб., с учетом дополнительного разового сбора с крупных компаний в объеме 939 млрд руб., недостаточны для устойчивого развития экономики с темпами, сравнимыми со средними темпами развития мировой экономики ([https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_433298/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_433298/)). Расходы на СВО будут расти по мере расширения военной помощи западных стран Украине, ложась тяжелым бременем на бюджет страны и заставляя сокращать статьи расходов на развитие инфраструктуры, социальную сферу, модернизацию гражданского сектора промышленности, включая НИОКР. Поэтому необходима ускоренная технологическая модернизация реального сектора и изменение структуры экономики с инклюзивным вовлечением молодежи, всего профессионального, научного и инженерного сообщества страны, интеллектуального потенциала народов России, развитие национального предпринимательского класса, нацеленного на прорывные, креативные и адаптивные технологические инновации, сфокусированные на социально-экономический результат. Западные страны прикладывают большие усилия по недопущению России к современным технологиям [18]. Поэтому такая модернизация будет успешной при условии опоры на цивилизационную матрицу народов России с вовлечением неэкономических граней предпринимательства, а именно культуры, нравственности и духовности в создание новых ценностей.

Под адаптивными технологиями имеются в виду известные технологии в определенной области производства, которые при использовании в других производствах способны давать экономический эффект. Это может быть появление новых свойств получаемого продукта, сокращение расходов на производство известной продукции либо закрытие ниши, образовавшейся в результате внешнего воздействия на экономическую систему или перестройку внутренней структуры этой системы. К креативным инновациям относятся новые технические, технологические и иные решения, защищенные в установленном порядке охранными документами (патентами, свидетельствами на программные продукты, ноу-хау, отчетами по НИОКР и т. д.), приводящие к созданию новой продукции и услуг, востребованных рынком. Из креативных инноваций выделяют прорывные инновации [19], которые способны привести к созданию новых направлений на рынке, как правило, приводящих к «взрывному» росту спроса и производства новой продукции, экспоненциальному развитию предприятий, использующих такие инновации. Существенной особенностью креативных инноваций является их воздействие, в первую очередь, на качественное улучшение структуры экономики, на динамику развития, в то время как адаптивные технологии влияют, в основном, на количественные экономические показатели.

В рыбохозяйственном комплексе России такими инновациями могут стать переход на цифровые платформы с развитием стратегии «смежного сектора» и биоэкономики полного цикла, создание цифровых локальных платформенных решений для устойчивого функционирования рыбной отрасли в условиях гибридной войны, внедрение IT-технологий с использованием искусственного интеллекта в систему управления рыболовными судами, научно-образовательным комплексом, предприятиями и организациями, центральными и территориальными управлениями Росрыболовства, разработка и внедрение IT-системы мониторинга и оценки рисков хозяйственной деятельности участников рынка [20].

Экономическая война с Западом меняет векторы развития инфраструктуры, баланс производительных сил в регионах и между регионами, ориентацию России на инклюзивное инновационное развитие с опорой в первую очередь на свои внутренние ресурсы [2,20]. В завершении мысли о том, что объемы эмиссии бумажных денег в США не обеспечены товарами отечественных производителей, следует обратить внимание на тот факт, что периоды времени снижения эмиссии коррелируют с периодами бифуркаций в мировой экономике. То есть бифуркация является как бы инструментом оздоровления американской экономики за счет экономики других стран.

На рис. 2 показано число санкций, принятых США и их сателлитами против России до 24.02.22 г., до начала СВО, проводимой Россией в Украине (светлая окраска), и с 24.02.22 по 25.02.23 г. (темная окраска).



Примечание: График построен по данным statista.com и [21].

Рис. 2. Число санкций, принятых США и их сателлитами против России  
Fig. 2. The number of sanctions adopted by the US and its satellites against Russia

Санкционная война западных стран с Россией дополняется непрерывным усилением прокси-войны, когда США и его сателлиты постоянно наращивают военную помощь Украине. На рис. 3 показаны размеры военной помощи западных стран Украине с 24.02.22 по 20.11.2022 в миллиардах евро, график построен по данным statista.com.

В условиях непрекращающихся жестких санкций и прокси-войны Россия вынуждена переходить к мобилизационной экономике [6,18], важным элементом которой является задача обеспечения технологической независимости страны на основе ускоренного развития и внедрения инновационных технологий, продукции и услуг в экономике и управлении. Альтернативы инклюзивному инновационному развитию и опоре на собственные силы у России в ближайшие десять лет не существует. Необходима ускоренная перестройка экономики страны, в которой ключевую роль должен выполнить интеллектуальный капитал, реализованный в виде инклюзивной инновационной деятельности и эффективно выстроенного ин-

новационного менеджмента, так как интеллект, а не капитал правят миром. Размеры военной помощи западных стран Украине за 2022 год сравнимы с бюджетом Минобороны России, а суммарный объем ВВП этих стран в 34 больше ВВП РФ.

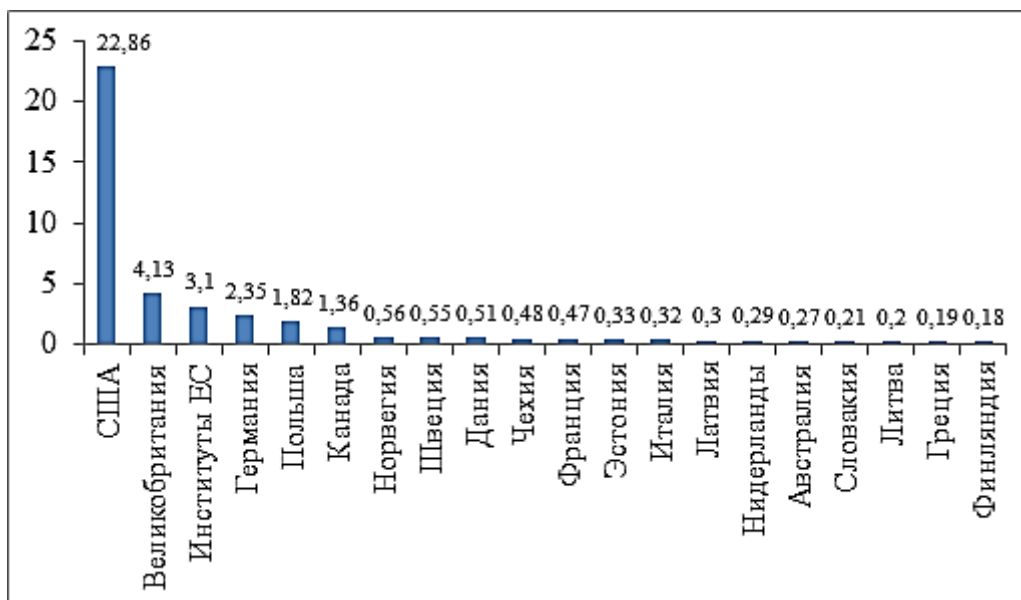


Рис. 3. Размеры военной помощи западных стран Украине с 24.02.22 по 20.11.2022, в миллиардах евро

Fig. 3. Amount of military aid from Western countries to Ukraine from February 24, 2022 to November 20, 2022, in billions of euros

### 3. Интеллект и инклюзивная инновационная деятельность

По оценкам МВФ, совокупный мировой ВВП в 2022 году составит \$101,56 трлн, из которых свыше 2/3 придется на страны первой десятки рейтинга. Инвестиции США, ЕС и Китая в НИОКР превышают аналогичный показатель по России на два порядка. Отсюда следует вывод о необходимости асимметричного подхода к проблеме организации, повышения результативности и эффективности использования результатов НИОКР. Будущее России зависит от правильного выбора направлений развития, фокусов приложения усилий в точках, из которых могут и должны вырасти новые направления развития, усиливающие возможности страны и обеспечивающие ее конкурентоспособность в ключевых областях, определяющих будущую экономику России, будущую Россию. При этом финансовые возможности России в прогнозируемой перспективе будут значительно ниже возможностей США, Китая или ЕС. Поэтому выбор критически важных технологий для России не должен повторять набор необходимых технологий для мировой экономики, здесь следует основываться на реальных ресурсах и возможностях страны.

В сложившейся ситуации экономическая политика России должна быть направлена на создание условий для первоочередного развития экспоненциальных технологий и организаций, на массовое вовлечение молодежи в инновационную деятельность, выстраивание цепочки развития инноваторов, микро- и малых

инновационных предприятий, создание для них максимально комфортных условий инновационной деятельности, обеспечение необходимыми ресурсами и инфраструктурой (оборудование, аппаратура, вычислительная техника и т. д.). При этом основной дискурс в ответе на вызовы – первоочередное развитие прорывных, креативных инноваций, а в дополнение к ним – расширение адаптивных инноваций, сфокусированных вместе на социально-экономический результат. Перемещение капиталов в производственный сектор в сочетании с развитием инклюзивной инновационной деятельности, базы интеллектуальной собственности автоматически будут стимулировать расширенное применение информационных технологий в новых производствах, в управлении, в оценке рисков и предотвращении кризисов. Для каждого региона, территории фокусом внимания регионального инновационного менеджмента становятся:

- развитие инклюзивной инновационной деятельности;
- комплексное планирование ввода новых производств с целевой конгруэнтной подготовкой профессиональных кадров для них;
- поддержка и модернизация эффективно работающих производств;
- реализация инвестиционных проектов с быстрой отдачей;
- ускорение цифровизации экономики и управления.

Важность увеличения доли бизнеса в инклюзивных инновационных проектах можно обосновать тем, что высокотехнологичный сектор экономики России сопоставим с европейскими странами и США по числу предприятий и занятости, однако при расчете добавленной стоимости на одно предприятие, одного занятого в России эти показатели существенно уступают зарубежным предприятиям, что свидетельствует о необходимости ускоренной селективной модернизации важных для экономики страны предприятий и создании новых высокотехнологичных производств.

Предприниматели в развитых странах работают в рамках инновационной модели развития, в России они только начинают переходить на нее. Концепция технологического развития России на период до 2030 года находится на стадии разработки. Из-за традиционно принятого в деловой практике российского предпринимательства близкого горизонта планирования венчурные предприниматели инвестируют не в креативные инновации, а в адаптивные, или еще проще – в проглядываемые и достаточно прогнозируемые эволюционные модели с минимальным коммерческим риском. Поэтому вклад производственного и финансового секторов в экономику может отличаться существенно. При этом не стоит забывать, что в финансовом секторе присутствует значительный вклад деривативов, «пузырей», ничего общего не имеющих с реальной экономикой. Аномальное 47-е место России в глобальном индексе инновации, ежегодно рассчитываемом Всемирной организацией интеллектуальной собственности, не может устраивать Россию, работников науки и образования, КБ, предпринимателей, работающих в реальном секторе экономики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возникший в последнее десятилетие каскад бифуркаций, поставивший перед Россией крупнейшие вызовы для поиска ответов и принятия действенных мер, нуждается в людях, специалистах, ученых высокого профессионального уровня подготовки, стратегического мышления, научной прозорливости, инженерных способностей и организаторских талантов, полного взаимопонимания между ученым миром, инженерным и предпринимательским сообществом, системой профессионального образования, закреплённого соответствующими институтами. Такую систему перехода в инклюзивную инновационную деятельность необходимо сегодня выстраивать заново в соответствии с положениями Послания Президента Российской Федерации Федеральному собранию [4] и Концепции внешней политики Российской Федерации, утвержденной 31.03.2023 года [17].

Результаты исследований бифуркаций в экономике России показывают необходимость принятия ускоренных мер по изменению государственной отраслевой и региональной инновационно-инвестиционной политики и структуры экономики – мобилизацию интеллектуального капитала и развития инклюзивной инновационной деятельности. Резюмируя, ответами на новые вызовы устойчивому развитию России в условиях бифуркации, вызванной прокси- и цивилизационной войной западных стран с Россией [3,4,17,22], должны стать:

- мобилизация интеллектуального капитала;
- развитие инклюзивной инновационной деятельности в экономике и управлении;
- изменение структуры и институциональной среды экономики России.

Перечисленные направления развития представляют собой актуальнейшие задачи системы управления всех уровней. Условиями успешной технологической модернизации производства являются совершенствование институтов, форсированная перестройка государственно-частного партнерства, опора на потенциал народов России, его духовно-нравственные ценности и создание условий для роста национального предпринимательского класса с резким сокращением возможностей экономических и политической деятельности для компрадорской буржуазии. Технологические инновации будут успешными в том случае, если они осуществляются во взаимосвязи с инфраструктурными и институциональными инновациями. Цивилизационная матрица предпринимательства является фундаментом интеллектуального развития личности и общества, развития инклюзивной инновационной деятельности, модернизации и изменения структуры экономики и управления производственными процессами, комплексами, территориями. В этом заключается новый подход в организации инновационного предпринимательства в России в условиях бифуркации.

В рыбной отрасли реализация такого подхода обеспечит повышение эффективности и устойчивости хозяйственной деятельности, эффективный мониторинг рынка для принятия управленческих решений в условиях быстроменяющейся внешней среды, цифровой и технологической суверенитет отрасли. Переход на цифровые платформы с использованием искусственного интеллекта, развитие стратегии «смежного сектора» и перерабатывающих производств с реализацией биоэкономики полного цикла [20] обладает потенциалом роста валового

отраслевого продукта от 35 % до 50 %, включая в такой же пропорции рост объемов экспорта продукции отрасли [23].

#### Список источников

1. Яфасов А. Я., Кострикова Н. А. Проблемы трансформации социально-экономических систем в постCOVID-19-й экономике // Известия КГТУ. 2020. № 58. С. 193–207.
2. Яфасов А. Я., Костенко Л. В. Инновационно-инвестиционная политика развития экономики Калининградской области в новых условиях // Известия КГТУ. 2022. № 66. С. 175–194.
3. Васильев В. Россия и Америка в XXI в.: логика цивилизационного противостояния // Перспективы: электронный научный журнал. 2022. № 4. URL: [https://www.perspektivy.info/history/rossija\\_i\\_amerika\\_v\\_xxi\\_v\\_logika\\_civilizacionnogo\\_protivostojanija\\_2022-09-16.htm#23](https://www.perspektivy.info/history/rossija_i_amerika_v_xxi_v_logika_civilizacionnogo_protivostojanija_2022-09-16.htm#23) (дата обращения: 10.02.2023).
4. Путин В. В. Послание Президента Федеральному Собранию 21 февраля 2023 года. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/70565> (дата обращения: 22.02.2023).
5. Малинецкий Г. Россия и Европа в зеркале теории самоорганизации // Изборский клуб. Русские стратегии. 2022. № 9 (107). С. 74–89.
6. Глазьев С. России нужна мобилизационная экономика с рыночным инструментарием. Интервью 28.08.2022 г. URL: <https://glazev.ru/articles/165-intervju/105820-rossii-nuzhna-mobilizatsionnaja-jekonomika-s-rynochnym-instrumentariem> <https://aurora.network/> (дата обращения: 10.02.2023).
7. Кострикова Н. А., Меркулов А. А., Яфасов А. Я. Технология синтеза распределенных интеллектуальных систем управления как инструмент устойчивого развития территорий и сложных объектов // Морские интеллектуальные технологии. 2017. Т. 1. № 37. С. 135–141.
8. Гнатюк В. И., Меркулов А. А., Яфасов А. Я. Универсальная модель организации как инструмент реализации целостного подхода в управлении социально-экономическими системами // Морские интеллектуальные технологии. 2018. Т. 2. № 2 (40). С. 145–156.
9. Heeks R., Amalia M., Kintu R., Shah N. Inclusive Innovation: Definition, Conceptualisation and Future Research Priorities. Centre for Development Informatics, Institute for Development Policy and Management, SEED. University of Manchester. 2013, 28 p.
10. Angevine C., Cator K., Liberman B., Smith K., Young V. Designing a Process for Inclusive Innovation. A Radical Commitment to Equity. Digital Promise. Accelerating Innovation in Education. 2019. Version 1.0, November 2019, 38 p. URL: <https://digitalpromise.org/wp-content/uploads/2019/11/Designing-a-Process-for-Inclusive-Innovation.pdf> (дата обращения: 10.02.2023).
11. Schillo R. S., Robinson R. M. Inclusive Innovation in Developed Countries: The Who, What, Why, and How. Technology Innovation Management Review 2017, 7(7): 34–46, <http://doi.org/10.22215/timreview/1089>.
12. Гилман М. Дефолт, которого могло не быть. Москва: Время. 2009, 560 с. ISBN 978-5-9691-0912-4.

13. Final Report of the National Commission on the Causes of the Financial and Economic Crisis in the United States. 2011. Official Government Edition the Financial Crisis Inquiry Commission Submitted by Pursuant to Public Law 111–21 January 2011, 663 p. ISBN 978-0-16-087983-8.

14. Григорьев Л. М., Голяшев А. В., Буряк Е. В. Социально-экономический кризис на Украине: аналитический доклад // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 2014, сентябрь. 50 с.

15. Majeed A, Zhang X. On the Adoption of Modern Technologies to Fight the COVID-19 Pandemic: A Technical Synthesis of Latest Developments. COVID. 2023; 3(1):90-123, <https://doi.org/10.3390/covid3010006>.

16. Нуреев Р. М., Бусыгин Е. Г. Экономические санкции Запада и российские антисанкции: успех или провал? // Журнал институциональных исследований. 2016. Т. 8. № 4. С. 6–27.

17. Указ об утверждении Концепции внешней политики Российской Федерации 31 марта 2023 года. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/70811>. (дата обращения: 31.03.2023).

18. Широков А. А. Развитие российской экономики в среднесрочной перспективе: риски и возможности // Проблемы прогнозирования. 2023. № 2 (197). С. 6–17. DOI 10.47711/0868-6351-197-6-17.

19. Гавриш С. А. [и др.]. Прорывные инновации: человек 2.0: доклад к XXIII Ясинской (Апрельской) П816 международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества // НИУ ВШЭ, 2022. 56 с. ISBN 978-5-7598-2649-1.

20. Яфасов А. Я., Майтаков Ф. Г., Костенко Л. В. Концепция экосистемы рыбохозяйственного комплекса России // Морские интеллектуальные технологии. 2021. № 4 (54). С. 124–134. DOI 10.37220/MIT.2021.54.4.018.

21. Council Implementing Regulation (EU) 2022/2476 of 16 December 2022 implementing Regulation (EU) No 269/2014 concerning restrictive measures in respect of actions undermining or threatening the territorial integrity, sovereignty and independence of Ukraine. 2022. ST/15263/2022/INIT, OJ L 322I. 16 December 2022. P. 318–465.

22. Huntington S. P. The Clash of Civilizations? // Foreign Affairs. 1993. V. 72. N 3. P. 22–49.

23. Яфасов А. Я., Кострикова Н. А. Формирование новой экосистемы рыбохозяйственного комплекса России в современных условиях // Морские интеллектуальные технологии. 2021. Т. 1. № 3. Ч. 1. С. 247–254.

## References

1. Yafasov A. Ya., Kostrikova N. A. Problemy transformatsii sotsial'no-ekonomicheskikh sistem v postCOVID-19-y ekonomike [Problems of transformation of socio-economic systems in the post-COVID-19 economy]. *Izvestiya KGTU*. 2020, no. 58, pp. 193–207.

2. Yafasov A. Ya., Kostenko L. V. Innovatsionno-investitsionnaya politika razvitiya ekonomiki Kaliningradskoy oblasti v novykh usloviyakh [Innovation and investment policy for the development of the Kaliningrad region economy in the new conditions]. *Izvestiya KGTU*. 2022, no. 66, pp. 175–194.



3. Vasilev V. Rossiya i Amerika v XXI v.: logika tsivilisovannogo protivostoyaniya [Russia and America in the 21st century: the logic of civilizational confrontation]. *Perspektivy*. 2022. № 4. Available at: [https://www.perspektivy.info/history/rossija\\_i\\_amerika\\_v\\_xxi\\_v\\_\\_logika\\_civilizacionnogo\\_protivostojaniya\\_2022-09-16.htm#23](https://www.perspektivy.info/history/rossija_i_amerika_v_xxi_v__logika_civilizacionnogo_protivostojaniya_2022-09-16.htm#23) (Accessed 10 February 2023).
4. Putin V. V. Poslanie Prezidenta Federal'nomu Sobraniyu 21 fevralya 2023 goda. Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/70565> (Accessed 22 February 2023).
5. Malinezkiy G. Rossiya i Evropa v zerkale teorii samoorganizatsii [Russia and Europe in the mirror of the theory of self-organization]. *Izborniy klub. Russkie strategii*. 2022, no. 9 (107), pp. 74–89.
6. Glaz'ev S. Rossii nuzhna mobilizatsionnaya ekonomika s rynochnym instrumentariem. Intervyu 28.08.2022 g. Available at: <https://glazev.ru/articles/165-interv-ju/105820-rossii-nuzhna-mobilizatsionnaya-jekonomika-s-rynochnym-instrumentariem>, <https://aurora.network/> (Accessed 10 February 2023).
7. Kostrikova N. A., Merkulov A. A., Yafasov A. Ya. Tekhnologiya sinteza raspredelennykh intellektual'nykh sistem upravleniya kak instrument ustoychivogo razvitiya territorij i slozhnykh ob"ektov [Synthesis Technology of Distributed Intelligent Control Systems as a Tool for Sustainable Development of Territories and Complex Objects]. *Morskie intellektual'nye tekhnologii*. 2017, vol. 1, no. 37, pp. 135–141.
8. Gnatuk V. I., Merkulov A.A., Yafasov A.Ya. Universal'naya model' organizatsii kak instrument realizatsii tselostnogo podkhoda v upravlenii sotsial'no-ekonomicheskimi sistemami [Universal model of organization as a tool for implementing a holistic approach to managing socio-economic systems]. *Morskie intellektualnye tekhnologii*. 2018, vol. 2, no. 40, pp. 145–156.
9. Heeks R., Amalia M., Kintu R., Shah N. Inclusive Innovation: Definition, Conceptualisation and Future Research Priorities. Centre for Development Informatics, Institute for Development Policy and Management, SEED. University of Manchester. 2013, 28 p.
10. Angevine C., Cator K., Liberman B., Smith K., Young V. Designing a Process for Inclusive Innovation. A Radical Commitment to Equity. Digital Promise. Accelerating Innovation in Education. 2019. Version 1.0, November 2019, 38 p. Available at: <https://digitalpromise.org/wp-content/uploads/2019/11/Designing-a-Process-for-Inclusive-Innovation.pdf> (Accessed 10 February 2023).
11. Schillo R. S., Robinson R. M. Inclusive Innovation in Developed Countries: The Who, What, Why, and How. *Technology Innovation Management Review* 2017, 7(7): 34–46, <http://doi.org/10.22215/timreview/1089>.
12. Gilman M. *Defolt, kotorogo moglo ne byt'* [The default, which could not be]. Moscow, Vremya Publ.; 2009, 560. ISBN 978-5-9691-0912-4/.
13. Final Report of the National Commission on the Causes of the Financial and Economic Crisis in the United States. 2011. Official Government Edition the Financial Crisis Inquiry Commission Submitted by Pursuant to Public Law 111-21 January 2011, 663 p. ISBN 978-0-16-087983-8.
14. Grigoryev L. M., Golyashev A. V., Buryak E. V. *Sotsial'no-ekonomicheskij krizis na Ukraine: analiticheskij doklad*. 2014. Analiticheskij tsentr pri Pravitel'stve Rossiyskoy Federatsii. 2014, sentyabr', 50 p.

15. Majeed A., Zhang X. On the Adoption of Modern Technologies to Fight the COVID-19 Pandemic: A Technical Synthesis of Latest Developments. *COVID*. 2023; 3(1):90-123. <https://doi.org/10.3390/covid3010006>.

16. Nureev R. M., Busygin E. G. Ekonomicheskie sanktsii Zapada i rossiyskie antisanktsii: uspekh ili proval? [Western economic sanctions and Russian anti-sanctions: success or failure?]. *Zhurnal institutsional'nykh issledovaniy*. 2016, vol. 8, no. 4, pp. 6–27.

17. Ukaz ob utverghdenii Konceptzii vneshney politiki Rossiyskoy Federazii 31 marta 2023 goda. Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/70811>. (Accessed 31 March 2023).

18. Shirov A. A. Razvitie rossiyskoy ekonomiki v srednesrochnoy perspektive: riski i vozmozhnosti [Development of the Russian economy in the medium term: risks and opportunities]. *Problemy prognozirovaniya*. 2023, vol. 2, no. 197, pp. 6–17. DOI 10.47711/0868-6351-197-6-17.

19. Gavrish S. A. [i dr.]. Proryvnye innovatsii: chelovek 2.0: doklad k XXIII Yasinskoy (Aprel'skoy) P816 mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva. NIU VShE, 2022, 56 p. ISBN 978-5-7598-2649-1.

20. Yafasov A. Ya., Maytakov F. G., Kostenko L. V. Kontseptsiya ekosistemy rybokhozyastvennogo kompleksa Rossii [The concept of the ecosystem of the fishery complex of Russia]. *Morskie intellektual'nye tekhnologii*. 2021, vol. 4, no. 54, pp. 124–134. DOI 10.37220/MIT.2021.54.4.018.

21. Council Implementing Regulation (EU) 2022/2476 of 16 December 2022 implementing Regulation (EU) No 269/2014 concerning restrictive measures in respect of actions undermining or threatening the territorial integrity, sovereignty and independence of Ukraine. 2022. ST/15263/2022/INIT, OJ L 322I. 16 December 2022, pp. 318–465.

22. The Clash of Civilizations? Huntington S. P. *Foreign Affairs*. 1993. V. 72. N 3, pp. 22–49.

23. Yafasov A. Ya., Kostrikova N. A. Formirovanie novoy ekosistemy rybokhozyaystvennogo kompleksa Rossii v sovremennykh usloviyakh [Formation of a new ecosystem of the fishery complex of Russia in modern conditions]. *Morskie intellektual'nye tekhnologii*. 2021, vol. 1, no. 53, pp. 247–254.

### Информация об авторе

**А. Я. Яфасов** – доктор технических наук, начальник управления инновационной деятельностью

### Information about the author

**A. Ya. Yafasov** – Doctor of Engineering, Head of Innovations

Статья поступила в редакцию 22.03.2023; одобрена после рецензирования 12.04.2023; принята к публикации 14.04.2023.

The article was submitted 22.03.2023; approved after reviewing 12.04.2023; accepted for publication 14.04.2023.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА "ИЗВЕСТИЯ КГТУ"

### Общие требования

Журнал бесплатно публикует оригинальные неопубликованные ранее статьи, удовлетворяющие критериям высокого научного качества по научным направлениям: естественно-научные и математические, биологические и сельскохозяйственные, технические, экономические науки, промышленное рыболовство. Автор (авторы) несет ответственность за достоверность результатов исследования и гарантирует, что им не нарушены авторские права третьих лиц, что в тексте статьи нет некорректных или незаконных заимствований.

Автор самостоятельно или в соавторстве может представить в номер не более одной статьи. Научные статьи принимаются в редакцию в течение всего года, публикуются в порядке живой очереди по мере наполнения портфеля редакции. Редакция журнала оставляет за собой право производить сокращения и редакционные изменения рукописи. Рукописи статей, принятых к публикации, авторам не возвращаются.

### В редакцию журнала авторы представляют:

– **распечатку рукописи**, подписанную всеми авторами, и ее электронную версию. Текст рукописи должен полностью соответствовать тексту электронного варианта, страницы не нумеруют;

– **внешнюю или внутреннюю рецензию доктора наук** (на стандартном бланке), заверенную в установленном порядке. Бланк рецензии можно скачать на сайте университета в разделе «Наука и инновации – Научные журналы – Известия КГТУ». Рецензент должен являться признанным специалистом по тематике рецензируемого материала и иметь в течение последних трех лет публикации по тематике рецензируемой статьи;

– **экспертное заключение** о возможности открытого опубликования статьи (иногородние могут выслать электронной почтой).

В дальнейшем с автором заключается **Лицензионный договор** и оформляется **Акт передачи – приемки рукописи**.

### Объем статьи

Составляет от восьми до четырнадцати страниц текста, включая рисунки, таблицы, список литературы и информацию об авторах.

### Компьютерный набор статьи

Должен удовлетворять следующим требованиям: формат бумаги – А4, гарнитура шрифта – Times New Roman, кегль 12, ориентация – книжная, поля сверху, слева, справа – 3 см, снизу – 3,5 см; абзац с отступом Tab. 1,27; межстрочный интервал – одинарный. Материалы должны быть оформлены с применением средств Microsoft Office 2003 (расширение текстового файла \*.doc).

При наборе текста не допускается применять стили при формировании текста, вносить изменения в шаблон или создавать свой для формирования текста, ставить пробелы перед знаками препинания, применять любые разрядки слов. Необходимо слова внутри абзаца разделять одним пробелом, набирать текст без принудительных переносов, установить автоматическую расстановку переносов.

**Таблицу**, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа, при этом нумеруют арабскими цифрами графы и строки первой части таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз слева (без отступа) над первой частью таблицы, после номера ставят точку, следом с прописной идет название таблицы, точку в конце не ставят. Таблица должна быть вставлена автоматически (через «Таблица: Добавить таблицу»). Название таблицы дублируют на английском языке под русским названием, и наоборот, если статья на английском языке (Таблица 1. Table 1.).

**Рисунки.** Допускаются только черно-белые четкие рисунки, выполненные средствами компьютерной графики или сканированные. Рисунки могут быть введены в текст статьи или выполнены в виде отдельных графических файлов. В последнем случае необходимо указать место расположения рисунка, написав на полях рукописи после абзаца, в котором он впервые упоминается: Рис. 1. и т. д. Все рисунки должны быть пронумерованы (Рис. 1. и т. д.) и иметь подрисуночные подписи. Номер рисунка и подрисуночная подпись располагаются под рисунком. Название рисунка дублируют на английском языке под русским названием, и наоборот, если статья на английском языке (Рис. 1. Fig. 1.). Точка в конце подрисуночной подписи не ставится.

Все обозначения на рисунке должны соответствовать обозначениям в тексте. Фотографии должны быть сделаны с хорошего негатива контрастной печатью. Ссылки на все рисунки в тексте обязательны. Ширина рисунка не должна быть больше ширины полосы набора текста.

**Если в статье один рисунок или одна таблица, они не нумеруются.**

**Не допускается заканчивать статью рисунком или таблицей.**

**Все рисунки и таблицы должны быть читаемы и расположены по центру полосы набора.**

**Формулы.** Все формулы набираются в формульном редакторе, нумеруются, на них должны быть ссылки в тексте в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой после ссылки с отступом два Тав. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается вправо. При наборе формул рекомендуется использовать следующие кегли шрифтов: основной – 11; крупный индекс – 7; мелкий индекс – 5; крупный символ – 14; мелкий символ – 10. Гарнитура шрифта Times New Roman. Для набора математических формул используют буквы латинского алфавита (светлый курсив), греческого алфавита (светлый прямой шрифт) и готический шрифт (светлый прямой). Индексы формул, обозначенные буквами латинского алфавита, набирают курсивом ( $m_i$  – масса  $i$ -го элемента), а обозначенные буквами русского алфавита – прямым шрифтом ( $l_p$  – длина разбега;  $V_{\text{пос}}$  посадочная скорость). Сокращенные обозначения физических величин и единиц измерения (кВт, Ф/м, W/m) – светлым прямым без точек. Числа и дроби в формулах должны быть набраны светлым прямым шрифтом. Прямым шрифтом набирают также некоторые математические обозначения (sin, tg; max, min; const; log, det,

ехр и т. д.). Векторные величины следует обозначать жирным курсивом, а не надсимвольной чертой:  $\mathbf{e}$  не  $\bar{e}$ . Перенос в формулах допускается делать в первую очередь на знаках (=, », <, > и др.), во вторую очередь – на отточии (...), на знаках сложения и вычитания (+, –), в последнюю – на знаке умножения в виде крестика ( $\times$ ). Перенос на знаке деления не допускается. Математический знак, на котором разрывается формула при переносе, обязательно должен быть повторен в начале второй строки. При переносе формул нельзя отделять выражения, содержащиеся под знаком интеграла, логарифма, суммы, произведения, от самих знаков. Небольшие формулы, не имеющие самостоятельного значения, набираются внутри строк текста. Наиболее важные формулы, все нумерованные формулы, а также длинные и громоздкие формулы, содержащие знаки суммирования, произведения и т. п., набирают отдельными строками. Отбивка до и после строки с формулой в этом случае – 6 пунктов. Вместо выражения вида  $\bar{b}$  рекомендуется писать  $\frac{a}{b}$ . Отдельные элементы математических формул, вынесенные в текст, набираются по приведенным выше правилам (прямой шрифт в формуле – прямой шрифт в тексте, курсив в формуле – курсив в тексте).

**Химические символы** (Ag, Cu) набирают прямым шрифтом. Для набора рекомендуется использовать редактор Chem Window.

**Единицы физических величин** следует приводить в международной системе СИ по ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы величин.

**Все аббревиатуры** в тексте должны быть расшифрованы. Разрешаются лишь общепринятые сокращения названий мер, физических, химических и математических величин.

## Структура статьи

**ВВЕДЕНИЕ** (состояние проблемы, задачи исследования) по центру, прописными буквами, шрифт прямой, светлый, далее через один интервал текст.

Через один интервал **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ** (постановка задачи, методы и результаты исследования, их обсуждение – по центру, прописными буквами, шрифт прямой, светлый, через один интервал текст). Основную часть рекомендуется разбивать на разделы с названиями, отражающими их содержание.

Через один интервал **ЗАКЛЮЧЕНИЕ** (выводы – по центру, прописными буквами, шрифт прямой, светлый), далее через один интервал текст

## Составные части статьи и порядок их следования

1. Научная статья (слева без отступа, с прописной буквы, шрифт прямой, светлый, точка в конце не ставится).

2. С новой строки индекс по универсальной десятичной классификации (УДК) слева без отступа (прописными буквами, шрифт прямой, светлый, без двоеточия после букв, точка в конце не ставится).

3. С новой строки DOI (слева без отступа, прописными буквами, шрифт прямой, светлый точка в конце не ставится).

4. Через один интервал по центру **Название статьи** на русском языке (с прописной, шрифт полужирный, прямой, точка в конце не ставится).

При публикации статьи частями в нескольких выпусках издания части должны быть пронумерованы, у всех частей следует указывать общее заглавие статьи. Если части имеют, помимо общего, частное заглавие, то его приводят после обозначения и номера части. Пример:

**Изучение закономерностей кристаллизации гексагидрата хлорида алюминия из солянокислых растворов. Часть 2. Параметры кристаллизации гексагидрата хлорида алюминия**

5. Через один интервал основные сведения об авторе (авторах) без обозначения организационно-правовой формы юридического лица: ФГБУН, ФГБОУ ВО, ПАО, АО и т. п. (слева без отступа, см. в образце оформления статьи ниже).

6. Через один интервал с отступом приводят слово *Аннотация* (полужирный курсив, в конце ставят точку). Текст аннотации дается в подбор, рекомендуемый объем 200–250 слов.

Представляет собой краткую характеристику текста с точки зрения его назначения, содержания, вида, формы и других особенностей. Она передает главную, ключевую идею текста до ознакомления с его полным содержанием. Научная аннотация условно делится на три части: 1. Презентация вопроса или проблемы, которым посвящена статья. 2. Описание хода исследования. 3. Выводы: итоги, которых удалось достичь в результате проведенного исследования.

Запрещается использовать дословный текст из статьи во избежание повторов, название работы, а также таблицы, графики и внутритекстовые ссылки.

В начале не повторяется название статьи, аннотация не разбивается на абзацы. Аннотация должна быть полноценной и информативной, не содержать общих слов, отражать содержание статьи и результаты исследований, строго следовать структуре статьи. Следует избегать использования вводных слов и оборотов, лишних вводных фраз, например, «автор статьи рассматривает...», не нужно подчеркивать личный вклад автора. Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения, в аннотации не приводятся. В тексте аннотации следует применять значимые слова из текста статьи, избегать сложных грамматических конструкций. Вводная часть минимальна, место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов содержит конкретные сведения (выводы, рекомендации и т. п.). Допускается введение сокращений в пределах аннотации (понятие из 2–3 слов заменяют на аббревиатуру из соответствующего количества букв, в 1-й раз дается полностью, сокращение – в скобках, далее используется только сокращение). Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами. Нельзя использовать аббревиатуры (например, названий учреждений) без расшифровки и сложные элементы форматирования (например, верхние и нижние индексы). Категорически не допускаются вставки через меню «Символ», знак разрыва строки, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов. Значения  $t^{\circ}$  в английском варианте обозначают как «deg C».

7. С новой строки с отступом приводят *Ключевые слова* (полужирный курсив, в конце двоеточие), они должны максимально точно отражать предметную

область статьи (даются в подбор, разделяются запятой, буквы строчные, шрифт прямой, светлый).

8. С новой строки с отступом **Благодарности** (если есть) организациям (учреждениям), научным руководителям и другим лицам, оказавшим помощь в подготовке статьи, сведения о грантах, финансировании подготовки и публикации статьи, проектах, научно-исследовательских работах, в рамках или по результатам которых опубликована статья (см. в образце оформления статьи ниже).

9. С новой строки с отступом могут быть приведены сведения о финансировании исследования, подготовки и публикации статьи с предшествующим словом **Финансирование:** (после слова ставят двоеточие).

10. С новой строки с отступом приводят библиографическую запись на статью **Для цитирования:** (см. в образце оформления статьи ниже).

Далее все сведения должны быть представлены на английском языке:

11. Original article (через один интервал, слева без отступа, с прописной буквы, шрифт прямой, светлый, точка в конце не ставится).

12. Через один интервал по центру **Название статьи** на английском языке (с прописной, шрифт полужирный, прямой, точка в конце не ставится).

13. Через один интервал основные сведения об авторе (авторах) – имя и фамилию приводят в транслитерированной форме на латинице полностью, отчество сокращают до одной буквы (в отдельных случаях, обусловленных особенностями транслитерации, до двух букв), см. в образце оформления статьи ниже.

14. Через один интервал с отступом **Abstract**. Недопустимо использование машинного перевода, вместо десятичной запятой используется точка. Все русские аббревиатуры передаются в расшифрованном виде, если у них нет устойчивых аналогов в английском языке (допускается: ВТО – WTO, ФАО – FAO и т. п.). Безличные конструкции переводятся с использованием пассива.

15. С новой строки с отступом **Keywords:** (полужирный курсив, в конце двоеточие), ключевые слова даются в подбор, разделяются запятой, буквы строчные, шрифт прямой).

16. С новой строки с отступом **Acknowledgments** (если есть), после слова ставят двоеточие.

17. С новой строки с отступом **Funding** (если есть), после слова ставят двоеточие.

18. С новой строки с отступом **For citation:** см. в образце оформления статьи ниже.

19. Через один интервал с отступом текст статьи, включающий в себя обязательные структурные элементы (см. структуру статьи).

Нельзя использовать в текстах формулы-картинки и прочие искусственно вставленные символы. Ссылки на все приведенные в списке литературы источники в тексте заключаются в квадратные скобки, например: [2], [4–7] (здесь тире), [1, 18, 25]. Если в тексте есть прямая цитата, заключенная в кавычки, то обязательно должна быть указана страница, на которой эта цитата находится в цитируемом источнике. Например: [7, с. 28]. Ссылки на неопубликованные работы и работы, находящиеся в печати, не допускаются.

20. Через один интервал после текста статьи **Список источников** (по центру с прописной, шрифт полужирный, прямой, точка в конце не ставится). Оформляется по ГОСТ Р 7.0.5-2008. «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». В список включаются только те работы, на которые автор ссылается в статье. Источники в списке литературы нумеруют и располагают в порядке их упоминания в тексте (в порядке цитирования).

21. Через один интервал после списка источников **References** (по центру с прописной, шрифт полужирный, прямой, точка в конце не ставится). Нумерация записей должна совпадать с нумерацией в основном перечне затекстовых библиографических ссылок.

References представляет собой транслитерированный список литературы. Транслитерируются только источники, написанные кириллицей; французские, немецкие, итальянские, польские и прочие источники не переводятся, а остаются в references неизменными.

Для выполнения транслитерации необходимо зайти на сайт <http://translit-online.ru/> и настроить перевод: *ë* → *yo*; *й* → *y*; *х* → *всегда kh*; *ц* → *ts*; *щ* → *shch*; *э* → *e*. Транслитерированный текст в списке References необходимо отредактировать и добавить переводы на английский язык; заменить знаки «:», «/» и «//» на точку или запятую; после транслитерации названия издательства добавить Publ.; вместо *Москва* указать *Moscow*, вместо *Санкт-Петербург* – *Saint-Petersburg*; исправить обозначение страниц: вместо 235 с. – 235 p., вместо S. 45–47 – pp. 45–47; курсивом выделить название источника и название журнала (образец оформления см. ниже).

22. Через один интервал дополнительные сведения об авторе (авторах), инициалы разделяют пробелом (слева без отступа, дублируют на английском языке: ученая степень, звание, должность и др. (см. в образце оформления статьи ниже).

23. Сведения о дате поступления рукописи в редакцию, дате одобрения после рецензирования и дате принятия статьи к опубликованию.

24. Знак охраны авторского права приводят по ГОСТ Р 7.0.1 внизу первой полосы статьи с указанием фамилии и инициалов автора (авторов) или других правообладателей и года публикации статьи.

## Образцы оформления списка источников

### Монография

1. Агеев В. В. Грузопассажирские суда в военных конфликтах: монография. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. 106 с.

2. Торики В. Е., Мельникова О. В., Торики В. В. Выращивание ярового ячменя на крупяные, пивоваренные и кормовые цели на юго-западе Центрального региона России: монография. Брянск: Изд-во БГСХА, 2014. 90 с.



## Книга

### *Книга одного – трех авторов*

1. Новикова А. М. Универсальный экономический словарь. Москва: Экономика, 1995. 135 с.
2. Сидоркина А. Н., Сидоркин В. Г. Биохимические аспекты травматической болезни и ее осложнений. Москва: ЭкоТрендз, 2010. 315 с.
3. Тарасевич Л. С., Гребенников П. И., Леусский А. И. Макроэкономика: учебник. Москва: Высш. образование, 2011. 658 с.
4. Максименко В. Н., Афанасьев В. В., Волков Н. В. Защита информации в сетях сотовой подвижной связи / под ред. О. Б. Макаревича. Москва: Горячая линия-Телеком, 2009. 360 с.

### *Книга четырех и более авторов*

Описание начинается с основного заглавия. В сведениях об ответственности указываются либо все авторы, либо первый автор с добавлением в квадратных скобках сокращения [и др.]

1. Религии мира: пособие для преподавателей / Я. Н. Шапов [и др.]. Санкт-Петербург: Эксмо, 1996. 496 с.
2. История России в новейшее время: учебник / А. Б. Безбородов, Н. В. Елисеева, Т. Ю. Красовицкая, О. В. Павленко. Москва: Проспект, 2014. 440 с.

### *Книги, не имеющие индивидуальных авторов*

1. Сборник задач по физике: учеб. пособие для вузов / под ред. С. М. Павлова. 2-е изд., доп. Москва: Высшая школа, 1995. 347 с.
2. Правильное питание: справочник. Москва: Эксмо, 2008. 704 с.
3. Кормопроизводство в России: всероссийский сб. науч. ст. Вып. 3. Казань; Санкт-Петербург, 2007. 268 с.

### *Отдельный том многотомного издания под общим заголовком*

1. Пальцев М. А., Аничков М. Н. Патологическая анатомия: в 2 т. Москва: Медицина, 2001. Т. 2, ч. 1. 736 с.

### *Глава из книги (сборника)*

1. Макушин В. Д., Волокитина Е. А. Причины неудач и осложнений при выполнении опорных остеотомий с применением аппарата Илизарова // Лечение врожденного вывиха бедра у взрослых / под ред. В. И. Шевцова, В. Д. Макушина. Курган, 2004. Гл. 8. С. 372–402.
2. Белоус Н. М. Храня теплую память о прошлом // Великая Отечественная война 1941–1945 гг. в истории моей семьи: сборник статей / под общей редакцией Р. В. Новожеева. Брянск: Изд-во БГАУ, 2015. С. 4–5.

### **Книги в интернете**

#### ***Книги одного – трех авторов***

1. Карпенков С. Х. Экология: учебник. Электрон. текстовые данные. Москва: Логос, 2014. 400 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/21892>. ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 15.12.2007).

#### ***Книги четырех и более авторов***

1. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре: учеб. пособие / Л. А. Беклемишева [и др.]; под ред. Д. В. Беклемишева. Электрон. текстовые данные. Изд. 3-е, испр. Санкт-Петербург: Лань, 2008. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/76/> (дата обращения: 15.12.2007).

### **Статья в журнале**

#### ***Статья одного – трех авторов***

1. Толкачева О. В. Влияние барьерных факторов на стойкость пресервов // Рыбная промышленность. 2006. № 2. С. 14–16.

2. Байдалинова Л. С., Андропова С. В. Перспективы использования растительных антиокислителей для стабилизации гидролитических и окислительных процессов в препаратах полиненасыщенных жирных кислот // Известия Калининградского государственного технического университета. 2013. № 29. С. 74–80.

#### ***Статья четырех и более авторов***

Описание начинается с основного заглавия. В сведениях об ответственности указываются либо все авторы, либо первый автор с добавлением в квадратных скобках сокращения [и др.]

1. Сверхширокополосные сигналы для беспроводной связи / Ю. В. Андреев, А. С. Дмитриев, Л. В. Кузьмин, Т. И. Мохсени // Радиотехника. 2011. № 8. С. 83–90.

2. Клинико-физиологические составляющие врожденной косолапости / Ю. И. Клычкова [и др.] // Травматология и ортопедия России. 2008. № 3. С. 35–38.

### **Статья в электронном журнале**

1. Белоус Н. А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электронный научный журнал. 2006. № 4. URL: [http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5\\_3\\_1.htm](http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm) (дата обращения: 15.12.2007).

**Статья, опубликованная в сборниках научных трудов вузов, материалах конференций и семинаров**

1. Авдеева Е. В., Евдокимова Е. Б., Заостровцева С. К. Биоразнообразие паразитов рыб и ее особенности в бассейне Вислинского залива (Балтийское море) // I Всерос. науч. интернет-конф. (12 февр. 2013): материалы. Казань, 2013. С. 52–56.
2. Александров Ю. П. Измерение динамической твердости титановых сплавов // Инновации в науке, образовании и бизнесе-2013: XI Междунар. научн. конф. (25–27 сент.): тр.: к 100-летию высш. рыбохоз. образования в России: в 2 ч. Федер. Агентство по рыболовству; ФГБОУ ВПО «КГТУ». Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. Ч. 2. С. 29–32.

**Статья на английском или немецком языке**

Для иностранных журналов том обозначается *V.* (англ.) или *Vd.* (нем.), страницы – *P.* или *S.*

1. Neurology control of locomotion in *C.Elegans* in modified by a dominant mutation in the GLR-1 ionotropic glutamate receptor / Yi Zheng et al. // *Neuron*. 1999. V. 24. N 2. P. 347–361.
2. Mank R., Kala H., Strube M. Dastellung und Testung von Polymerpharmaka // *Die Pharmazie*. Bd. 43. N 10. S. 692–693.

**Диссертация или автореферат диссертации**

1. Данилов Г. В. Как же быть?: дис. ... канд. экон. наук: 05.13.10: утв. 15.07.02. Москва, 1999. 138 с.
2. Назаров И. Г. Развитие коммуникативной компетентности социальных педагогов села в процессе дополнительного профессионального образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 . Москва, 2002. 24 с.

**Переводная книга**

1. Себехей В. Теория орбит: ограниченная задача трех тел / пер. с англ. под ред. Г. Н. Дубошина. М.: Наука, 1982. 656 с. [Victor G. Szebehely. *Theory of Orbits: the Restricted Problem of Three Bodies*. New York: Academic Press, 1967].
2. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных / пер. с англ. М.: Вильямс, 2006. 1328 с. [Date C. J. *An Introduction to Database Systems*. 8th ed. Addison-Wesley, 2003. 1024 p.].

**Электронный ресурс локального доступа**

1. Смирнов А. И. Информационная глобализация и Россия [Электронный ресурс]: вызовы и возможности. Москва, 2005. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. Техника спинальной анестезии [Электронный ресурс] / под ред. Е. М. Шифмана. Москва: ИнтелТек, 2005. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

### Патентные документы

1. Трехфазный асинхронный электрический двигатель: пат. 2128021 Рос. Федерация. № 2011138279/07 / Беляев Е. Ф., Ташкинов А. А., Цылев П. Н.; заявл. 16.09.11; опубл. 27.03.13. Бюл. № 9. 10 с.

### Нормативные документы

1. ГОСТ 7.80-2000. Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления. Введ. 2001-07-01. Москва, 2000. 7 с.

2. Типовая инструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) в электроэнергетике: РД 153-34.0-03.298-2001. Введ. с 01.05.2001. Москва, 2002. 91 с.

### Официальные документы

1. О лицензировании отдельных видов деятельности: Федер. закон [принят Гос. Думой 13. 07.2001] // Собрание законодательств РФ. 2001. № 33 (ч. 1). Ст. 3430. С. 127–143.

2. О программе государственных гарантий оказания гражданам Российской Федерации бесплатной медицинской помощи на 2009 год: постановление Правительства Рос. Федерации от 31.12.2008 № 10407-ТГ // Заместитель гл. врача. 2009. № 2. С. 98–105.

3. Инструкция о санитарно-противоэпидемическом режиме больниц: утв. Минздравом СССР от 23.03.76 № 288 // Справочник старшей (главной) медицинской сестры. Изд. 6-е, Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. С. 378–387.

4. Вопросы системы и структуры федеральных органов исполнительной власти (извлечения): указ Президента РФ от 12.05.2008 № 724 // Здравоохранение. 2008. № 7. С. 135–137.

### Образцы оформления References

#### Монография, книга

1. Shorygin A. A. *Pitanie i pishchevye vzaimootnosheniya ryb Kaspiyskogo morya* [Diet and food relations of fish in the Caspian Sea]. Moscow, Pishchepromizdat Publ., 1952, 268 p.

2. Latyshev V. N. *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanii metallov* [Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting]. Ivanovo, Ivanovskiy Gos. Univ., 2009.

#### Статья в журнале

1. Zagurenko A. G., Korotovskikh V. A., Kolesnikov A. A., Timonov A. V., Kardymon D.V. *Tekhniko-ekonomicheskaya optimizatsiya dizayna gidrorazryva plasta* [Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing]. *Neftyanoe khozyaystvo*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

2. Sokolov L. I. Pitanie sibirskogo osetra *Acipenser baerii* Brandt r. Leny [Diet of the Siberian sturgeon of the river Lena]. *Voprosy ikhtiologii*, 1966, vol. 6, iss. 3 (40), pp. 550–560.

#### Статья в электронном журнале

1. Ivanova A. E. Problemy smernosti v regionakh Tsentral'nogo federal'nogo okruga [Problems of mortality in regions of the Central Federal Okrug]. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*, 2008, no. 2, available at: <http://sotsial'nye.aspekty.ru/content/view/27/50/> (Accessed 19 September 2008).

2. Antipova L. V., Storublevtsev S. A., Getmanova A. A. Kollagensoderzhashchie napitki dlya funktsional'nogo pitaniya [Collagen drinks for functional nutrition]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy*, 2018, vol. 80, no. 3 (77), available at: <http://vestnik.voronezh.ru/content/view/54/30/> (Accessed 19 September 2008).

#### Статья, опубликованная в материалах конференций

1. Usmanov T. S., Gusmanov A. A., Mullagalin I. Z., Muhametshina R. Ju., Chervyakova A. N., Sveshnikov A. V. Osobennosti proektirovaniya razrabotki mestorozhdeniy s primeneniem gidrorazryva plasta [Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing]. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursoberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi"* [Proc. 6th Int. Technol. Symp. "New Energy Saving Subsoil Technologies and the Increasing of the Oil and Gas Impact"]. Moscow, 2007, pp. 267–272.

#### Диссертация и автореферат

1. Turkovskaia O. V. *Biologicheskie i tekhnologicheskie aspekty mikrobnoy ochistki stochnykh vod i prirodnykh ob"ektov ot poverkhnostno-aktivnykh veshchestv i nefteproduktov. Diss. dokt. biol. nauk* [Biological and technical aspects of microbial purification of sewage and nature objects from surface-active substances and oil products. Dis. dr. biol. sci.]. Saint-Petersburg, 2000, 360 p.

2. Dolganova N. V. *Razrabotka ekologicheskikh chistykh tekhnologiy belkovykh kormovykh produktov na osnove vtorichnykh resursov. Avtoreferat diss. dokt. tekhn. nauk* [Development of ecological pure technologies of protein feeding products on the basis of water resources. Abstract of dis. dr. sci.]. Saratov, 1997, 54 p.

#### Переводная книга

1. Timoshenko S. P., Yound D. H., Weaver W. Vibration problems in engineering. 4<sup>th</sup> ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. Ed.: Timoshenko S. P., Iang D. Kh., Uiver U. Kolebaniya v inzhernom dele. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985, 472 p.).

### Патентные документы

1. Belyaev E. F., Tashkinov A. A., Tsylev P. N. Trekhfaznyy asinkhronnyy elektricheskiy dvigatel' [Three-phase asynchronous electric motor]. Patent RF, no. 2011138279/07, 2013.

### Нормативные документы

1. State Standard 8.586.5–2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russian).

### ОФОРМЛЕНИЕ СТАТЬИ С ОДНИМ АВТОРОМ

Научная статья

УДК

DOI (далее вписывает редакция)

### Экология и региональная политика энергосбережения

**Сергей Юрьевич Глазьев**

Аграрный научный центр «Донской», Ростовская область, Зерноград, Россия, serg1784@mail.ru, ORCID (при наличии)

*В случае, когда автор работает (учится) в нескольких организациях (учреждениях), сведения о каждом месте работы (учебы) указывают после имени автора на разных строках и связывают с именем с помощью цифр:*

**Александр Васильевич Попов<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н. Ф. Гамалеи, Москва, Россия, popov@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0003-1288-7561>

<sup>2</sup>Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, Москва, Россия

**Аннотация.** В статье представлена динамика урожайности зерна кукурузы в России и Ростовской области. Определено, что наибольшее количество гибридов кукурузы возделывалось...

**Ключевые слова:** кукуруза, урожайность, сортовая структура, сортосемена

**Благодарности (если есть):** автор выражает благодарность Алексею Вадимовичу Зимину за предоставление данных о донной топографии в Белом море (или: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 17-77-3019).

**Финансирование (если есть):**

**Для цитирования:** Глазьев С. Ю. Экология и региональная политика энергосбережения // Известия КГТУ (далее вписывает редакция)

Original article

### **Ecology and regional energy conservation policy**

**Sergey Yu. Glaz'ev** (транслитерация, см. п. 18 выше)

Agricultural Research Center "Donskoy", Rostov region, Zernograd, Russia (на английском языке), serg1784@mail.ru, ORCID (при наличии)

**Abstract.**

**Keywords:**

**Acknowledgments:** the author is grateful to Aleksey V. Zimin for providing the bottom topography data of the White Sea (or: the work was carried out within the framework of project Nr 17-77-30019 supported by Russian Science Foundation).

**Funding** (если есть):

**For citation:** Glaz'ev S. Yu. Ecology and regional energy conservation policy. *Izvestiya KGTU = KSTU News* (далее вписывает редакция).

#### ТЕКСТ СТАТЬИ

#### Список источников

#### References

#### Информация об авторе

**С. Ю. Глазьев** – доктор экономических наук, профессор, академик Российской академии наук

#### Information about the author

**S. Yu. Glaz'ev** – Doctor of Science (Economy), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences

Статья поступила в редакцию; одобрена после рецензирования; принята к публикации (дату вписывает редакция)

The article was submitted; approved after reviewing; accepted for publication

*В конце указывают номер телефона автора, с которым можно снять вопросы по тексту. Телефон не будет опубликован.*

## ОФОРМЛЕНИЕ СТАТЬИ С НЕСКОЛЬКИМИ АВТОРАМИ

Научная статья

УДК

DOI (далее вписывает редакция)

### Дистанционное высшее образование в условиях самоизоляции и проблема институциональных ловушек

**Владимир Викторович Вольчик<sup>1</sup>, Игорь Михайлович Ширяев<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup>Южный Федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

<sup>1</sup>volchik@sfedu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0027-3442> (если есть)

<sup>2</sup>shiryayev@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1820-8710> (если есть)

*Возможно приведение электронного адреса только одного автора, с которым планируется переписка. В этом случае электронные адреса других авторов приводятся в дополнительных сведениях об авторах в конце статьи.*

**Аннотация.** В целях определения основных закономерностей возникновения и усиления институциональных ловушек, возникающих в условиях режима самоизоляции в системе высшего образования, авторами были проанализированы нарративы и глубинные интервью основных акторов. Дистанционное образование не является полноценной заменой образования в традиционной форме, затрудняет передачу неявного знания, контроль и обратную связь при обучении, неоднозначно влияет на издержки образовательной деятельности, не позволяет полагаться на надежность информационно-коммуникационных технологий...

**Ключевые слова:** экономика, управление народным хозяйством, институциональная экономика, дистанционное образование, цифровизация образования, высшее образование, самоизоляция, институциональные ловушки

**Благодарности (если есть):** авторы выражают благодарность Алексею Вадимовичу Зимину за предоставление данных о донной топографии в Белом море (или: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 17-77-3019).

**Финансирование (если есть):**

**Для цитирования:** Вольчик В. В., Ширяев И. М. Дистанционное высшее образование в условиях самоизоляции и проблема институциональных ловушек // Известия КГТУ (далее вписывает редакция)

Original article

### Distant higher education under self-isolation and the problem of institutional traps

**Vladimir V. Volchik<sup>1</sup>, Igor' M. Shiryayev<sup>2</sup>** (транслитерация, см. п. 18 выше)

<sup>1, 2</sup>Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

<sup>1</sup>volchik@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0027-3442> (если есть)

<sup>2</sup>shiryayev@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1820-8710> (если есть)



**Abstract.** To determine the main patterns of emergence and strengthening of institutional traps that arise under self-isolation in the higher education system, the authors analyzed the narratives and in-depth interviews of the main actors. Distance education is not a full-fledged substitute for the traditional education, as it impedes the transfer of implicit knowledge, control and feedback during training, ambiguously influences the costs of educational activities, and does not allow relying on the reliability of information and communication technologies. Transition to distant education can be interpreted as a new stage of evolution of the institutional trap of electronization and digitalization.

**Keywords:** economics, national economy management, institutional economics, distance education, digitalization of education, higher education, self-isolation, institutional traps For citation: Volchik V. V., Shiryaev I. M. Distant higher education under self-isolation and the problem of institutional traps. Current Problems of Economics and Law. 2020;14(2):236-248. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.14.2020.2.235-248>.

**Acknowledgments:** the author is grateful to Aleksey V. Zimin for providing the bottom topography data of the White Sea (or: the work was carried out within the framework of project Nr 17-77-30019 supported by Russian Science Foundation).

**Funding** (если есть):

**For citation:** Volchik V. V., Shiryaev I. M. Distant higher education under self-isolation and the problem of institutional traps. *Izvestiya KGTU = KSTU News* (далее вписывает редакция).

## ТЕКСТ СТАТЬИ

### Список источников

### References

### Информация об авторах

**В. В. Вольчик** – доктор социологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Политология»

**И. М. Ширяев** – доктор социологических наук, профессор

### Information about the authors

**V. V. Volchik** – Doctor of Science (Sociology), Professor, Head of the Department of Politology

**I. M. Shiryaev** – Doctor of Science (Sociology), Professor

Статья поступила в редакцию; одобрена после рецензирования; принята к публикации (дату вписывает редакция)

The article was submitted; approved after reviewing; accepted for publication

*В конце указывают номер телефона автора, с которым можно снять вопросы по тексту. Телефон не будет опубликован.*

Адрес редакции:  
236022, г. Калининград, Советский проспект, 1,  
Калининградский государственный технический университет  
Тел. (4012) 99-59-74  
E-mail: svetlana.suprunova@klgtu.ru  
<http://klgtu.ru/science/magazine/index.php>

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор),  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-47915  
от 22.12.2011 г.

Подписной индекс 83871 в Объединенном каталоге «Пресса России»,  
цена свободная

*Редактор С. В. Супрунова*

---

Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
236022, г. Калининград, Советский проспект, 1  
Лицензия № 05609 от 14.08.2001  
Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО «КГТУ»  
236022, г. Калининград, Советский проспект, 1  
Подписано в печать 28.04.2023. Выход в свет 01.05.2023. Формат 60 x 88 (1/8)  
Печ. л. 19,5. Уч.-изд. л. 12,5. Тираж 1000 экз. Заказ № 23.