

ISSN 2500-3208

БФУ БАЛТИЙСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИММАНИЛА КАНТА

IKVBU IMMANUEL KANT
BAL TIC FEDERAL
UNIVERSITY

ВЕСТНИК
БАЛТИЙСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМ. И. КАНТА

Серия
Естественные и медицинские
науки

№1

Калининград
Издательство Балтийского федерального университета
им. Иммануила Канта
2022

Редакционная коллегия

Г. М. Федоров, д-р геогр. наук, проф., БФУ им. И. Канта (главный редактор);
С. В. Корнев, д-р мед. наук, проф., БФУ им. И. Канта (зам. главного редактора);
Б. Я. Алексеев, д-р мед. наук, проф., Московский научно-исследовательский
онкологический институт им. П. А. Герцена; *С. С. Антипов*, д-р биол. наук,
проф., БФУ им. И. Канта; *В. А. Гриценко*, д-р физ.-мат. наук, проф.,
БФУ им. И. Канта; *И. С. Гуменюк*, канд. геогр. наук, доц., БФУ им. И. Канта
(ответственный редактор); *А. Г. Дружинин*, д-р геогр. наук, проф.,
Северо-Кавказский научно-исследовательский институт экономических
и социальных проблем, ЮФУ; *В. В. Жуков*, канд. биол. наук, доц.,
БФУ им. И. Канта; *Ю. М. Зверев*, канд. геогр. наук, доц., БФУ им. И. Канта;
В. А. Изранов, д-р мед. наук, проф., БФУ им. И. Канта;
Е. В. Краснов, д-р геол.-минерал. наук, проф., БФУ им. И. Канта;
Л. С. Литвинова, д-р мед. наук, проф., БФУ им. И. Канта;
А. Г. Манаков, д-р геогр. наук, проф., Псковский государственный университет;
Т. Пальмовский, д-р географии, проф., Гданьский университет;
А. И. Пашов, д-р мед. наук, проф., БФУ им. И. Канта; *А. Разбадаускас*, проф.,
Клайпедский университет; *В. В. Рафальский*, д-р мед. наук, проф.,
БФУ им. И. Канта; *И. В. Реверчук*, д-р мед. наук, проф., БФУ им. И. Канта;
В. В. Сивков, канд. геол.-минерал. наук, Атлантическое отделение,
Институт океанологии РАН; *Э. Спиряевас*, проф., Клайпедский
университет; *М. Фрюауф*, проф., Университет им. Мартина Лютера г. Галле;
П. К. Яблонский, д-р мед. наук, проф.,
Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии

Учредитель

Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта

Редакция

236001, Россия, Калининград, ул. Гайдара, 6

Издатель

236001, Россия, Калининград, ул. Гайдара, 6

Типография

236001, Россия, Калининград, ул. Гайдара, 6

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-65779 от 20 мая 2016 г.

Тираж 300 экз.

Дата выхода в свет 23.06.2022 г.

© БФУ им. И. Канта, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Экономическая, социальная и политическая география

Федоров Г. М. Формирование центра общественно-географических исследований в БФУ им. И. Канта	5
Костяшов Ю. В. Миграционные процессы в Калининградской области, Клайпедском крае, Вармии и Мазурах в 1945–1950 годах: сравнительный анализ	19
Зверев Ю. М. Эволюция военно-стратегического значения Калининградской области в контексте отношений России и НАТО	31
Гуменик И. С. К вопросу о динамике экономической активности и ее влиянии на бюджетную устойчивость муниципальных образований Калининградской области	44
Плотникова А. П. Сравнительно-географическая характеристика комплексных ОЭЗ/СЭЗ в России и их влияние на экономику региона	57

Биология, биотехнология и экология

Напреенко М. Г., Напреенко-Дорохова Т. В., Карелина В. И., Пеленс Е. Д. Мониторинг видового состава и эколого-ценотических характеристик сфагновых мхов на карбоновом полигоне «Росзянка» (Калининградская область)	73
Каширских Е. В., Асякина Л. К., Надцонов Д. Д. Исследование физико-химических свойств микроводорослей Балтийского моря	88
Пунгин А. В., Попова Е. А., Ларцева Л. О. Повышение синтеза вторичных метаболитов в культуре бородачатых корней <i>Hyssopus officinalis</i> L	98

Вопросы медицины

Вульф М. А., Кузнецов Г. Л., Комар А. А., Сафиуллина Л. А., Карпеева Е. Н., Шунькина Д. А., Бограя М. М., Газатова Н. Д., Кириенкова Е. В., Литвинова Л. С. Влияние IL-1 β и IL-8 на механизмы цитопротекции в ткани печени у больных морбидным ожирением с сопутствующими патологиями	108
--	-----

CONTENTS

Economic, social and political geography

	<i>Fedorov G. M.</i> Developing a center for social geographical research at IKBFU	5
4	<i>Kostyashov Yu. V.</i> Migration processes in the Kaliningrad region, Klaipeda region, Warmia and Mazuria in 1945–1950: a comparative study	19
	<i>Zverev Y. M.</i> The evolution of the military-strategic importance of the Kaliningrad region in the context of relations between Russia and NATO.....	31
	<i>Gumenyuk I. S.</i> On the dynamics of economic activity and its impact on the budgetary stability of municipalities of the Kaliningrad region	44
	<i>Plotnikova A. P.</i> Comparative geographical characteristics of multi-activity SEZ in Russia and their impact on the regional economy	57

Biology, biotechnology and ecology

	<i>Napreenko M. G., Napreenko-Dorokhova T. V., Karelina V. I., Pelens E. D.</i> Species composition and habitat ecology of sphagna: inventory and monitoring programme on the carbon polygon “Rossyanka” (Kaliningrad region, Russia)	73
	<i>Kashirskikh E. V., Asyakina L. K., Nadtsonov D. D.</i> On physicochemical properties of microalgae of the Baltic Sea	88
	<i>Pungin A. V., Popova E. A., Lartseva L. O.</i> Increased synthesis of secondary metabolites in the culture of bearded roots of <i>Hyssopus officinalis</i> L	98

Medical issues

	<i>Vulf M. A., Kuznetsov G. L., Komar A. A., Safiullina L. A., Karpeeva E. N., Shunkina D. A., Bograya M. M., Gazatova N. D., Kirienkova E. V., Litvinova L. S.</i> IL-1 β and IL-8 influence on cytoprotective mechanisms in liver tissue in morbid obesity patients with comorbidities	108
--	--	-----

УДК 911.3

Г. М. Федоров

**ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕНТРА
ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В БФУ ИМ. И. КАНТА**

5

Поступила в редакцию 12.11.2021 г.

Рецензия от 19.12.2021 г.

В России усиливается поляризация центров общественно-географических исследований. Возрастает роль Москвы как ведущего центра общественной географии. Одним из центров второго уровня, в котором активно проводятся исследования, является Калининград. Его ученые сотрудничают с другими научными центрами и активно участвуют в сетевых проектах по изучению социально-экономической географии России. На основе использования базы данных eLibrary рассмотрен научный потенциал Калининграда, прежде всего БФУ им. И. Канта, где сосредоточено большинство экономгеографов региона (4 доктора и 13 кандидатов географических наук по специальности «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география»). С помощью наукометрических показателей оценена публикационная активность ученых университета. Показаны основные направления исследований, проводившихся в 2018 – 2021 гг. Приведен перечень основных выполненных калининградцами проектов и список публикаций, сгруппированный по направлениям исследований.

In Russia, the polarization of the centers of human-geographic research is increasing. The role of Moscow as a leading center of human geography is growing. One of the centers of the secondary level, where the research is actively developing, is Kaliningrad. Its scientists collaborate with the other research centers and actively participate in network projects studying the socio-economic geography of Russia. Based on the eLibrary database, the scientific potential of Kaliningrad, and, above all, IKBFU is considered. IKBFU concentrates many economic geographers of the region (4 professors and 13 PhDs in the field of "Economic, social, political and recreational geography"). The article assesses the publication activity of university scientists using some scientometric indicators and presents the main directions of research conducted in 2018 – 2021. A list of the main projects carried out by Kaliningrad residents and a list of publications grouped by areas of research is compiled.

Ключевые слова: общественная география, географ-обществовед, экономгеограф, общественно-географические исследования, Калининград, БФУ им. И. Канта



Keywords: Human Geography, human geographer, economic geographer, human-geographical research, Kaliningrad, IKBFU

Введение

До 1970-х гг. экономическая география в нашей стране была практически единственной наукой, исследовавшей проблемы размещения. Правда, занималась она почти исключительно изучением размещения производства и населения, крайне слабо затрагивая политические, социальные и рекреационные аспекты, тематика которых сейчас составляет весьма значительную часть общественно-географических публикаций. Однако в середине 1970-х гг. оформилась региональная экономика, позднее – региональная демография. В постсоветский период появились политическая регионалистика и региональная социология. Схожие процессы имели место и за рубежом – не случайно экономист Пол Кругман заявил о создании «новой экономической географии», рассматривая ее не как географическую, а как экономическую дисциплину. А Уолтер Айзард предложил создать комплексную «науку о регионах», объединив с экономгеографией все региональные направления других наук.

Итак, прежняя советская экономгеография уступила (и продолжает уступать) часть предмета своих исследований, и потому количество ученых-экономгеографов (географов-обществоведов) сокращается. Еще одним фактором стало снижение внимания государства к экономико-географическим знаниям вследствие резкого снижения роли государственного регулирования экономики и пространственного развития. В итоге количество публикаций по экономической, социальной, политической и рекреационной географии уменьшается. За 2016–2020 гг. оно снизилось с четырех до трех тысяч¹. Особенно пострадали региональные экономико-географические центры, и теперь уровень концентрации в Москве общественно-географического исследовательского потенциала резко возрос.

Для дальнейших оценок мы воспользуемся получающим все большее распространение наукометрическим методом с применением статистических данных о количестве и качестве публикаций, регистрируемых eLibrary. Потенциал и результативность географических исследований с помощью данного метода оценивают, в частности, ученые из БФУ им И. Канта [1–3] и Курского госуниверситета [4; 5].

В данной статье рассматривается общественно-географический потенциал одного из наиболее крупных региональных центров – Калининграда – и прежде всего Балтийского федерального университета им. И. Канта, где сосредоточено большинство экономгеографов региона. Показаны основные направления исследований, проводимых в 2018–2021 гг., со ссылками на избранные научные труды, приводимые в списке литературы.

¹ Расчеты И. Ю. Пекер на основе данных eLibrary.Ru по рубрике ГРНТИ: 39.21.00 «Экономическая и социальная география»; 06.61.23 «Размещение производительных сил. Экономическая география»; 39.15.19 «Историческая экономическая и социальная география»; 39.03.23 «Теоретические вопросы экономической и социальной географии».



Анализ построен на материалах главной отечественной базы данных о научных публикациях — eLibrary. Анализируются материалы, вошедшие в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) по состоянию на 1 февраля 2022 г.

Потенциал и результативность исследований географов-обществоведов БФУ им. И. Канта

Если опираться на оценку количества активных географов-обществоведов в 700–800 человек [6], то в БФУ им. И. Канта их насчитывается 17:4 доктора наук, профессора и 13 кандидатов наук (из них 4 — доценты). В Калининграде в других организациях работают, кроме того, еще 4 кандидата наук — экономгеографов (все они — бывшие аспиранты и / или студенты БФУ им. И. Канта), и совокупный удельный вес калининградских географов-обществоведов в РФ составляет около 3 %.

Подготовку молодых кадров облегчает наличие аспирантуры, диссертационного совета и издающегося на русском и английском языках высокорейтингового журнала «Балтийский регион» (англоязычная версия — «Baltic region»), где можно публиковаться соискателям научных степеней. Часть экономгеографов относится к профессорско-преподавательскому составу, остальные являются штатными сотрудниками Центра геополитических исследований Балтийского региона (директор — профессор Г. М. Федоров), одной из трех структурных единиц Института геополитических и региональных исследований БФУ им. И. Канта.

Центр изучает проблемы социально-экономического развития, экономической и военно-политической безопасности Калининградской области и российских регионов на Балтике и других субъектов Западного побережья России. Он представляет собой исследовательское ядро, способствующее совместному изучению приграничных геостратегических регионов России учеными-регионалистами (географами, политологами, экономистами) Университетского консорциума «Рубежи России». Консорциум является сетевым сообществом ученых из БФУ им. И. Канта, Южного федерального университета, Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского, Дальневосточного федерального университета, Северного (Арктического) федерального университета, Астраханского и Псковского государственных университетов.

Выполненные нами наукометрические оценки свидетельствуют о том, что в БФУ им. И. Канта сформировался один из наиболее крупных региональных исследовательских экономико-географических центров, по ряду позиций уступающий только МГУ им. М. В. Ломоносова и Институту географии РАН. Калининград в последние годы стал занимать заметное место по уровню развития общественной географии среди городов России.

Как видно из данных на рисунке 1, первое место по числу зарегистрированных eLibrary публикаций занимает МГУ им. М. В. Ломоносова, почти вдвое превосходя специализированное научное учреждение — Институт географии РАН. На третьем месте находится Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, а четвертое занимает БФУ им. И. Канта. Только на девятом месте — Санкт-Петербургский уни-



верситет, в советское время конкурировавший за научное лидерство в экономгеографии с МГУ им. М. В. Ломоносова (иногда даже говорили о наличии «московской» и «ленинградской» экономико-географических научных школ — первая была, в соответствии с подходом к изучению производства, «районной», а вторая — «отраслевой»).

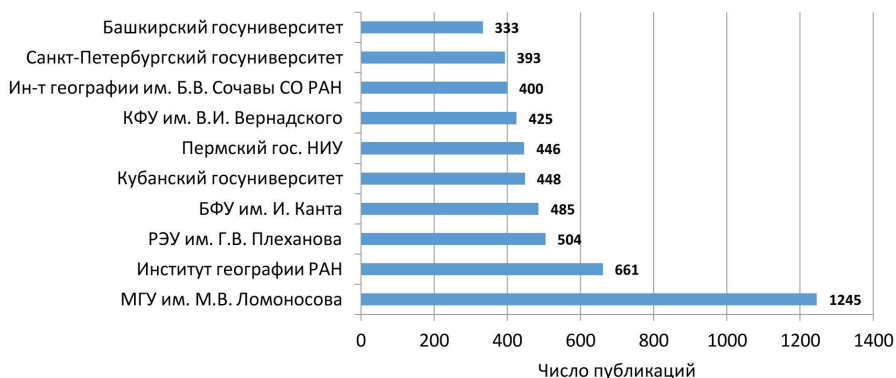


Рис. 1. Число публикаций по экономической, социальной, политической и рекреационной географии, 2016 — 2020 гг.

Источник: eLibrary (предоставила И. Ю. Пекер, БФУ им. И. Канта, см. сноску 1).

Успехи БФУ им. И. Канта, помимо прочего, возросли потому, что в проекте повышения глобальной конкурентоспособности российских университетов «5–100» региональная проблематика была признана приоритетной, и для поддержки общественно-географического направления были приглашены (по совместительству) ученые из Института географии РАН, МГУ им. М. В. Ломоносова, Санкт-Петербургского госуниверситета, Южного федерального университета. Совместная работа с ними повысила квалификацию сотрудников и аспирантов-экономгеографов, способствовала подготовке заявок и получению грантов РНФ и РФФИ, в реализации которых участвовали совместно калининградские и приглашенные ученые.

Достигнутый к началу 2022 г. уровень квалификации экономгеографов БФУ им. И. Канта характеризуют следующие количественные показатели.

По состоянию на начало марта 2022 г. в России насчитывалось 128 экономгеографов, имеющих индекс Хирша в РИНЦ 10 и более². Из них 56 работают в Москве (44 % от общего их количества по стране). Калининград занимает по этому показателю 2-е место — 9 человек. Распределение ученых с данными показателями по другим городам выглядит следующим образом. В Санкт-Петербурге и Иркутске их насчитывается по 8, в Краснодаре — 6, во Владивостоке — 5, Саранске — 4, Воронеже, Ро-

² Индекс Хирша 10 имеет основная часть докторов наук и наиболее активные кандидаты наук.



стове-на-Дону, Смоленске и Уфе — по 3, Барнауле, Казани, Оренбурге и Перми — по 2. В остальных 12 центрах (Владикавказ, Волгоград, Екатеринбург, Нижневартовск, Нижний Новгород, Петрозаводск, Псков, Симферополь, Ставрополь, Тверь, Улан-Удэ, Хабаровск) работает по одному ученому с индексом Хирша (РИНЦ) 10 и более.

Общее количество публикаций, индексированных в РИНЦ, у сотрудников-экономгеографов БФУ им. И. Канта составляет 1418 (в среднем по 83 на 1 человека, с варьированием от 293 до 16), из них 159 индексированы в RSCI. На 1 статью, индексированную в РИНЦ, в среднем приходится 6 цитирований, в RSCI — 11. Кроме того, 8 аспирантов по специальности «экономическая, социальная, политическая и рекреационная география» имеют 110 публикаций (4 в RSCI).

В целом за 2016–2020 гг., по данным eLibrary, на всех калининградских экономгеографов приходится 514 (3,6 %) публикаций по общественной географии (больше только у ученых Москвы, Санкт-Петербурга и Краснодарского края). Но в расчете на 10 тыс. жителей Калининградская область превосходит три этих субъекта РФ.

Средний импакт-фактор журналов, в которых опубликованы статьи ученых из Калининграда, составляет 0,757 (4-е место в РФ после Республики Карелия, Вологодской области и Республики Коми).

Отметим также, что процентиль по ядру РИНЦ у четверых ученых БФУ им. И. Канта составляет 1, у одного — 2, у четверых — 4, по одному ученому имеют показатели 5, 6, 8, 22, 29, 30, 52, 54.

История развития общественной географии в Калининграде

Первые экономико-географические исследования Калининградской области начались только в 1971 г., когда в университете стал работать молодой (1932 г. рождения), только что защитившийся доктор географических наук Николай Тимофеевич Агафонов. Он прибыл из Ленинграда, где в Ленинградском госуниверситете возглавлял созданную им первую в стране лабораторию географии населения и трудовых ресурсов (в составе НИИ географии при географическом факультете ЛГУ)³.

Н. Т. Агафонов (возглавивший кафедру экономической географии) совместно с доцентом П. П. Кучерявым (деканом только что образованного географического факультета) организовали первые комплексные географические исследования Калининградской области. В 1974 г. профессор Н. Т. Агафонов вернулся в Ленинград. Заведующим кафедрой стал доцент М. К. Зверев, который сумел организовать подготовку из ассистентов и старших преподавателей (какими были остальные члены кафедры) кандидатов наук. В советское время кафедрой заведовать можно было только два срока, и в 1982 г. заведующим был избран защитивший в 1977 г. кандидатскую диссертацию Г. М. Федоров.

С 2013 по 2019 г. заведующим кафедрой был доцент Ю. М. Зверев (сын М. К. Зверева), а с 2019 по 2021 г. — профессор В. И. Часовский.

³ В этой лаборатории в должности лаборанта работал тогдашний студент, а теперь автор этих строк. Поэтому по окончании в 1972 г. я был распределен к Н. Т. Агафонову, в Калининградский госуниверситет.



В 2021 г. кафедра вошла в состав кафедры туристического бизнеса, географии и пространственного планирования (зав. кафедрой – кандидат экономических наук, доцент Л. В. Семенова). Эта кафедра была создана в 1995 г. (сначала как отделение туризма вне геофака, впоследствии входила в состав другого института) тоже географами. Заведующим этой кафедрой долгое время был В. С. Корнеев, защитивший позднее докторскую диссертацию и получивший звание профессора. Географы и составляют ядро преподавательского состава объединенной кафедры.

Как можно понять из истории развития «разделенной» экономгеографии в университете, отдельным научным направлением стала география туризма, а собственно кафедра экономической географии занималась в основном изучением Калининградской области и Балтийского региона, а также некоторых общероссийских аспектов (в особенности геодемографии).

Научная структура университета, объединяющая экономгеографов, – Центр геополитических исследований Балтийского региона. Конечно, часть его сотрудников участвует в образовательном процессе, многие руководят аспирантами. И наоборот, часть штатных сотрудников кафедры работает по совместительству в Центре и участвует в реализуемых им проектах.

Направления исследований

Развитие и экономическая безопасность приграничных регионов России [7–12], [I, II⁴]

Приграничные регионы требуют особого внимания в силу их периферийности и, главное, соседства с зарубежными странами, с одними из которых в той или иной мере развивается трансграничное сотрудничество, а с другими граница несет в основном барьерные функции. Не случайно все приграничные регионы в Стратегии пространственного развития РФ отнесены к геостратегическим [13]. Постепенно, с ухудшением отношений между странами Запада и Россией (не по российской вине) повысилась актуальность изучения приграничных регионов на западе страны. На юге и востоке, наоборот, выросло значение исследований развивающихся связей с регионами соседних стран.

В 2018–2020 гг. РНФ профинансировал проект «Обеспечение экономической безопасности регионов Западного порубежья России в условиях геополитической турбулентности», в котором приняли участие помимо сотрудников БФУ им. И. Канта профессора А. Г. Дружинин (ЮФУ), А. П. Катровский (СмолГУ), доцент В. В. Горочная (ЮФУ), С. С. Лачининский (СПбГУ). По его результатам выпущено около 100 публикаций, в том числе три монографии [9–11]. В развитие этого направления в 2019–2020 гг. выполнен проект РФФИ «Адаптация локальных рынков продовольствия в западном пограничье России к геополитическим вызовам». Руководство проектом осуществлялось К. А. Морачевской (приглашенной в БФУ им. И. Канта по проекту «5–100» специалистом из

⁴ Римскими цифрами здесь и далее обозначены номера проектов, приведенных в приложении.



СПбГУ). И, что очень важно, приграничной проблематикой занялся Консорциум «Рубежи России», подготовивший коллективную монографию о трансграничных связях приграничных регионов Востока страны [8].

Россия в Балтийском регионе [14–25], [III]

Конкретный трансграничный макрорегион, которому калининградские экономгеографы уже с середины 1990-х гг. уделяют особое внимание, – Балтийский регион. В начале 2000-х гг. на расположенные здесь страны приходилось более половины (в 2001–2003 гг. 56 %) внешнеторгового оборота области (первые три места занимали Германия, Польша и Литва)⁵. Но геополитические, а вслед за ними и геоэкономические изменения снизили к 2020 г. удельный вес стран макрорегиона до 18 %, а первые два места во внешней торговле области стали занимать Республика Корея и Китай, оттеснив Германию на третье место⁶.

Помимо многочисленных статей в 2018–2021 гг. ежегодно публиковались сборники материалов ежегодной международной конференции под общим названием «Балтийский регион – регион сотрудничества». Обсуждались возможности развития взаимных связей стран региона, особенно трансграничного сотрудничества, и были весьма интересные предложения (например, о формировании триполярной системы Трехградье (Гданьск – Гдыня – Сопот) – Калининград – Клайпеда), «Перекрестки» – территориальной туристско-рекреационной системы с участием территорий трех стран [23–25].

Развитие и экономическая безопасность Калининградской области [27–37], [IV–VII]

Эксклавность Калининградской области обуславливает необходимость особого внимания к созданию благоприятных условий ее развития и обеспечению ее экономической безопасности. Не случайно за 2018–2022 гг. РФФИ выделил три гранта [V–VII] на изучение данной проблематики, исследования области финансировались также через Госзадание Министерства высшего образования и науки РФ [IV]. Среди многочисленных публикаций по результатам исследований – три монографии [26; 31; 33]. Показаны меры, позволившие региону в значительной мере преодолеть недостатки эксκлавности и после кризисных 1990-х гг. создать развитую экономику, своевременно решить наиболее сложные задачи обеспечения продовольственной, энергетической и транспортной безопасности. Даны предложения по совершенствованию стратегии регионального развития, предусматривающие переход на инновационный путь развития, более полное использование внутренних ресурсов региона, сетевое сотрудничество с расположенными на Балтике другими субъектами РФ, диверсификацию внешнеэкономических связей.

⁵ Калининградская область, 2006 : краткий стат. сб. Калининград : Калининград-стат, 2006.

⁶ Внешняя торговля Калининградской области. URL: <https://kobltd.customs.gov.ru/statistic/vneshnyaya-torgovlya-kaliningradskoj-oblasti/2020-god> (дата обращения: 17.03.2022).



География инноваций [38 – 45], [VIII – XII]

Новое для Калининграда научное направление – география инноваций. По этому направлению выполнено пять грантов российских научных фондов. В исследованиях особое внимание уделяется формированию научно-образовательных кластеров, роли прибрежных центров в инноватизации, распространению и территориальным особенностям цифровизации, методике и результатам наукометрической оценки отечественных центров инноваций.

География населения [46 – 51]

12

Традиционное для университета направление, зародившееся еще в 1970-е гг., – геодемографические исследования: типологизация российских регионов и территорий Балтийского макрорегиона по особенностям геодемографической обстановки, воспроизводство населения и трудовых ресурсов Калининградской области, миграционные процессы, размещение населения в регионе.

Туризм [52 – 56], [XIII – XV]

Проблематика туризма изучалась до последнего времени применительно не только к российским, но и к международным дестинациям. Этому способствовала реализация программ приграничного сотрудничества [XIII – XIV], безусловно, полезных для обеих сторон (русской и, в нашем случае, литовской). Ведь Куршская коса и Куршский залив как объекты исследования реализовывавшихся проектов представляют собой единые природные комплексы. К сожалению, литовская сторона в феврале 2022 г. вышла из программ приграничного сотрудничества с Россией в связи с их приостановкой в одностороннем порядке Евросоюзом, несмотря на явную полезность и многолетний опыт реализации. И проект [XV] остался нереализованным.

Военно-политическая безопасность [57 – 62]

Военно-политическую проблематику разрабатывает Ю. М. Зверев, главный специалист Центра геополитических исследований Балтийского региона Института геополитических и региональных исследований БФУ им. И. Канта. Он с сентября 2016 г. является постоянным автором раздела «Оружие» информационно-аналитического портала «Евразия. Эксперт» (<https://eurasia.expert/authors/urii-zverev/>). Ю. М. Зверев тесно сотрудничает с профессором Н. М. Межевичем (Институт Европы РАН). Его работы посвящены военно-политической безопасности в Балтийском регионе, наращиванию вооруженных сил США и НАТО в Польше и Прибалтике и развитию там военной инфраструктуры Североатлантического альянса, ответным мерам России по парированию этих вызовов и угроз, включая развитие российско-белорусского военного и военно-технического сотрудничества и меры по укреплению обороноспособности эксклавной Калининградской области. За вклад в подготовку научного труда «Прогнозируемые вызовы и угрозы нацио-



нальной безопасности Российской Федерации и направления их нейтрализации» Ю. М. Зверев в 2021 г. удостоен Благодарности начальника Военной академии Генерального штаба Вооруженных сил РФ.

Заключение

На крайнем западе страны сформировался один из относительно крупных центров общественно-географической науки. Экономгеографы изучают различные актуальные вопросы, которые представляют интерес для принятия управленческих решений. Областное правительство, заключив договор с РФФИ, вошедшим затем в РНФ, софинансирует важные для управления регионом исследования. Большой интерес к эксклавной области и ситуации в Балтийском макрорегионе проявляет федеральный Центр – Минобрнауки финансирует разработки через госзадание, гранты на исследования предоставляют российские научные фонды. До последнего времени реализовывались и проекты приграничного сотрудничества.

БФУ им. И. Канта издает высокорейтинговый журнал «Балтийский регион» (издаваемый также на английском языке как *Baltic region*), размещаемый на сайте университета и в eLibrary в свободном доступе. В РИНЦ индексируется журнал «Вестник БФУ им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки», в котором публикуется и данная статья. По специальности «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география» ведется набор аспирантов и действует диссертационный совет. Экономгеографы БФУ им. Канта активно сотрудничают с коллегами из других научных центров, в том числе в рамках университетского консорциума «Рубежи России». В рамках университета создан Институт геополитических и региональных исследований, в котором в Центре геополитических исследований Балтийского региона работают географы-обществоведы. Все это способствует развитию в Калининграде немаловажного центра общественно-географических исследований. Можно надеяться, что сохранение и наращивание достигнутого потенциала, развитие исследований по реализуемым направлениям, сетевых взаимодействий географов-обществоведов разных научных центров будут способствовать дальнейшему становлению научного центра региональных и геополитических исследований в Калининграде.

Статья подготовлена при финансовой поддержке проекта РНФ №22-2700289 «Обоснование реструктуризации международных связей и мер обеспечения военно-политической безопасности российских регионов на Балтике в условиях углубления геополитических противоречий».

Список литературы

1. Михайлов А. С., Кузнецова Т. Ю., Пекер И. Ю. Типология регионов по их функциональной роли в инновационном пространстве России // Региональные исследования. 2019. № 4. С. 46–57.
2. Михайлов А. С., Михайлова А. А., Плотникова А. П. Генерация знания в научном пространстве России // Псковский регионалистический журнал. 2020. № 1 (41). С. 90–101.



3. Пекер И. Ю. Центры генерации научных публикаций международного уровня в регионах России // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Гуманитарные и общественные науки. 2021. № 1. С. 49–60.

4. Попкова Л. И., Казаков С. Г., Степанов М. А. Вузовские центры общественно-географических исследований в России: наукометрический анализ // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2020. Т. 65, № 4. С. 624–639.

5. Попкова Л. И., Казаков С. Г., Степанов М. А. Вузовская общественная география: инерция или обскурация // Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. 2019. № 8. С. 73–79.

6. Социально-экономическая география в России / ред. П. Я. Бакланов, В. Е. Шувалов. Владивосток, 2016.

7. Михайлова А. А. Роль инноваций в обеспечении экономической безопасности: опыт Эстонии // Современная Европа. 2019. № 7 (93). С. 136–147.

8. Приграничное сотрудничество вдоль государственной границы России. Ч. 1. Регионы Дальнего Востока, Сибири, Урала и Поволжья : монография / под ред. А. П. Клемешева, А. П. Ворожейиной, И. С. Гуменюка, Г. М. Федорова. Калининград, 2021.

9. Проблемы экономической безопасности регионов Западного порубежья России : монография / под ред. Г. М. Федорова. Калининград, 2019.

10. Федоров Г. М. Социально-экономическая дифференциация регионов Западного порубежья России // Региональные исследования. 2019. № 4 (66). С. 58–72.

11. Федоров Г. М., Катровский А. П., Лачининский С. С. и др. Экономическая безопасность регионов Западного порубежья России : монография / под ред. Г. М. Федорова. Калининград, 2021.

12. Roos G., Voloshenko K. Y., Drok T. E., Zverev Yu. M. European countries by the intensity of transboundary cooperation and its impact of the economic // Geography, Environment, Sustainability. 2020. Vol. 13, № 1. P. 6–20.

13. Стратегия пространственного развития РФ период до 2025 года // Правительство России. URL: <http://static.government.ru/media/files/UVA1qUtT08o60RktoOX122JjAe7irNxc.pdf> (дата обращения: 04.03.2022).

14. Зверев Ю. М., Межевич Н. М. Подходы к типологии малых европейских стран на примере Эстонии, Латвии, Литвы // Полис. Политические исследования. 2019. № 5. С. 181–191.

15. Корнеевец В. С., Михайлов А. Взаимовлияние миграционной политики и этнического представительства в странах Балтии // ПОИСК: Политика. Обществоведение. Искусство. Социология. Культура. 2020. № 5 (82). С. 108–117.

16. Федоров Г. М., Кузнецова Т. Ю. Территориальные особенности развития прибрежных микрорайонов Балтийского региона // Экономика региона. 2019. № 1. С. 137–150.

17. Федоров Г. М. Российская Федерация в Балтийском регионе: политические отношения и экономическое развитие в 1992–2017 гг. // Полис. Политические исследования. 2018. № 3. С. 30–41.

18. Baltic Region – The Region of Cooperation / ed. by G. Fedorov, A. Druzhinin, E. Golubeva [et al.]. Springer, 2020.

19. Fedorov G. M., Mikhaylov A. S. Regional divergence dynamics in the Baltic region: Towards polarisation or equalization? // Geographia Polonica. 2018. Vol. 91, № 4. P. 399–411.



20. *Mikhaylov A. S., Wendt J. A., Peker I. Yu., Mikhaylova A. A.* Spatio-temporal patterns of knowledge transfer in the borderland // *Baltic Region*. 2020. Vol. 12, №1. P. 132–155.

21. *Palmowski T., Fedorov G. M.* The Potential For Development of Russian-Polish Cross-Border Region // *Geography, Environment, Sustainability*. 2020. Vol. 13, №1. P. 21–28.

22. *Балтийский регион – регион сотрудничества – 2018: проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества вдоль Западного побережья России* : матер. междунар. науч. конф. / под ред. Г. М. Федорова, Л. А. Жиндарева, А. Г. Дружинина, Т. Пальмовского. Калининград, 2018.

23. *Балтийский регион – регион сотрудничества – 2019* : матер. III междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Г. М. Федорова, Л. А. Жиндарева, А. Г. Дружинина, Т. Пальмовского : в 2 ч. Калининград., 2019. Ч. 1.

24. *Регионы в условиях глобальных изменений* : матер. IV междунар. на уч.-практ. конф. / под ред. Г. М. Федорова, Л. А. Жиндарева, А. Г. Дружинина и др. Калининград, 2020. Т. 1.

25. *Балтийский регион – регион сотрудничества* : матер. V междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. А. А. Михайлова. Калининград, 2021. Т. 5.

26. *Вызовы и перспективы развития Калининградской области: геополитика и геоэкономика* : монография / под ред. Г. М. Федорова. Калининград, 2021.

27. *Гуменюк И. С., Волошенко К. Ю., Новикова А. А.* Сценарное моделирование отдельных направлений обеспечения роста экономической эффективности регионального транспортного комплекса российского эксклава на Балтике // *Балтийский регион*. 2019. Т. 11, №2. С. 51–72.

28. *Зверев Ю. М.* Прибрежные эксклавы среди анклавных территорий мира // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки*. 2018. №4. С. 18–32.

29. *Гуменюк И. С., Гуменюк Л. Г.* Транспортная связность как фактор преодоления периферийности: пример сельских поселений Калининградской области // *Балтийский регион*. 2021. Т. 13, №4. С. 147–160.

30. *Гуменюк И. С., Юстратова В. О.* Трансформация системы расселения в Калининградской области // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки*. 2021. №3. С. 31–41.

31. *Федоров Г. М., Зверев Ю. М.* Калининградские альтернативы: 25 лет спустя : монография. Калининград, 2020.

32. *Федоров Г. М., Киндер С., Кузнецова Т. Ю.* О роли географического положения и изменениях занятости в динамике сельского расселения // *Балтийский регион*. 2021. Т. 13, №4. 2021. С. 4–8.

33. *Калининградская область в новых координатах Балтийской геополитики* : монография / под ред. И. Н. Тарасова, Г. М. Федорова. Калининград, 2020.

34. *Fedorov G. M.* On the economic Security of Russia's Kaliningrad exclave // *Baltic Region*. 2020. Vol. 12, №3. P. 40–54.

35. *Fedorov G., Kinder S., Kuznetsova T. Yu.* The effect of geographical position and employment fluctuations on rural settlement trends // *Baltic Region*. 2021. Vol. 13, №4. P. 4–8.

36. *Gumenyuk I. S., Gumenyuk L. G.* Transport connectivity as a factor in overcoming challenges of the periphery: the case of rural areas in the Kaliningrad region // *Baltic Region*. 2021. Vol. 13, №4. P. 147–160.



37. *Gumenyuk I. S., Voloshenko K. Yu., Novikova A. A.* Scenarios of increasing the economic efficiency of Kaliningrad regional transport system // *Baltic Region*. 2019. Vol. 11, № 2. P. 51–72.

38. *Михайлов А. С.* Приморские агломерации в трансформации национального инновационного пространства // *Балтийский регион*. 2019. Т. 11, № 1. С. 29–42.

39. *Михайлов А. С., Кузнецова Т. Ю., Пекер И. Ю.* Типология регионов по их функциональной роли в инновационном пространстве России // *Региональные исследования*. 2019. № 4. С. 46–57.

40. *Михайлова А. А., Вендт Я. А., Плотникова А. П. и др.* Наукометрический анализ пространственной генерации научного знания в приграничных городах России // *Известия РАН. Сер. геогр.* 2021. Т. 85, № 4. С. 500–514.

41. *Михайлов А. С., Горочная В. В., Хвалей Д. В., Гуменюк И. С.* Специфика инновационного развития приморских регионов России: дивергенция Севера и Юга // *Балтийский регион*. 2020. Т. 12, № 3. С. 105–126.

42. *Mikhaylov A. S.* Coastal agglomerations and the transformation of national innovation spaces // *Baltic Region*. 2019. Vol. 11, № 1. P. 29–42.

43. *Mikhaylov A. S., Gorochnaya V. V., Hvalei D. V., Gumenyuk I. S.* Innovative development of Russian coastal Regions: North-South Divergence // *Baltic Region*. 2020. Vol. 12, № 3. P. 105–126.

44. *Mikhaylova A. A.* Valuating the appropriation of digital technologies across Russian regions // *Baltic Region*. 2021. Vol. 13, № 3. P. 168–184.

45. *Пекер И. Ю.* Применение наукометрических методов анализа публикационной активности (на примере оценки изученности Калининградской области) // *Географический вестник*. 2020. № 4 (55). С. 43–53.

46. *Лялина А. В.* Типология миграционных процессов в приморских регионах России // *Вестник БФУ им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки*. 2021. № 3. С. 42–59.

47. *Соколова Ф. Х., Лялина А. В.* Миграционная привлекательность приморской зоны Северо-Запада России: локальные градиенты // *Балтийский регион*. 2021. Т. 13, № 4. С. 54–78.

48. *Федоров Г. М.* О факторах и особенностях динамики и региональной дифференциации рождаемости в постсоветской России // *Региональные исследования*. 2021. № 2 (72). С. 48–60.

49. *Fedorov G.* Territorial polarisation of the economy and population distribution in post-Soviet Russia // *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*. 2019. № 46. P. 41–52.

50. *Kuznetsova T. Yu.* Population change in the neighbouring regions of Russia and the European Union countries // *Baltic Region*. 2018. Vol. 10, № 3. P. 41–57.

51. *Sokolova F. K., Lyalina A. V.* Migration attractiveness of the coastal zone of Russia's North-West: local gradients // *Baltic Region*. 2021. Vol. 13, № 4. P. 54–78.

52. *Корнеевец В. С., Драгилева И. И., Житиневич Д. Ю.* Барьерная функция границы и туризм: опыт российско-польского пограничья // *Туризм – драйвер развития экономики*. М., 2018. С. 73–80.

53. *Митрофанова А. В., Кудряшова Т. В.* Анализ образовательных услуг в сфере туризма в период пандемии COVID-19 // *Теория и методика физической культуры, спорта и туризма : межвуз. сб. науч.-метод. тр.* СПб., 2021. С. 39–43.

54. *Kropinova E. G., Fedorov G. M., Kuznetsova T. Y.* Regional differences in the level of tourism development in the Russian Federation // *Geojournal of Tourism and Geosites*. 2020. Vol. 32, № 4. P. 1330–1336.



55. Anokhin A. Yu., Kropinova E. G., Spiriagevas E. Developing geotourism with a focus on geoheritage in a transboundary region: the case of Curonian spit, a UNESCO site // Baltic Region. 2021. Vol. 13, № S2. P. 112–128.

56. Korneevets V. S., Redkin A. G., Studzieniecki T., Zaitseva N. A. Influence of border regions relations on the tourist choices of the population // Geojournal of Tourism and Geosites. 2019. Т. 25, № 2. С. 569–579.

57. Зверев Ю. М. Военные учения России и Белоруссии как ответ на активизацию военной деятельности НАТО // Евразия. Эксперт. 2020. № 3–4. С. 13–22.

58. Зверев Ю. М. Планы США и НАТО по наращиванию своих вооруженных сил в Прибалтике (по материалам аналитических докладов) // Евразия. Эксперт. 2021. № 1. С. 27–42.

59. Зверев Ю. М., Межевич Н. М. Минимальный ответ на возрастающие угрозы: почему были проведены учения «Запад-2021»? : экспертный доклад. СПб., 2021.

60. Зверев Ю. М., Межевич Н. М. Безопасность в Восточной Балтике: К военным учениям России и Беларуси «Щит Союза – 2019» : экспертный доклад. СПб., 2019.

61. Прогнозируемые вызовы и угрозы национальной безопасности Российской Федерации и направления их нейтрализации / под общ. ред. А. С. Коржевского. М., 2021.

62. Mezhevich N. M., Zverev Yu. M. East Baltic economic dilemmas of security // Baltic Region. 2018. Vol. 10, № 1. P. 73–88.

Приложение

Проекты 2018 – 2022 гг., реализованные географами-обществоведами БФУ им. И. Канта

Развитие и экономическая безопасность приграничных регионов России

I. Грант РНФ 18-17-00112 «Обеспечение экономической безопасности регионов Западного порубежья России в условиях геополитической турбулентности» (2018–2020 гг.) (Г. М. Федоров).

II. Грант РФФИ 20-05-00739 А «Адаптация локальных рынков продовольствия в западном пограничье России к геополитическим вызовам» (2019–2020) (К. А. Морачевская, приглашенный специалист).

Россия в Балтийском регионе

III. Грант РНФ 22-27-00289 «Обоснование реструктуризации международных связей и мер обеспечения военно-политической безопасности российских регионов на Балтике в условиях углубления геополитических противоречий» (2022–2023) (Г. М. Федоров).

Развитие и экономическая безопасность Калининградской области

IV. Тема «Анализ и прогноз военно-политической обстановки вокруг Калининградской области» (Г. М. Федоров) в рамках Госзадания Минобрнауки на 2021 г. № 2249-21 «Реализация научно-исследовательских мероприятий по проблемам геополитики и исторической памяти на калининградском направлении» (Я. А. Ворожеина).



V. Грант РФФИ «Теоретическое обоснование концепции и стратегии развития Калининградской области как приоритетной геостратегической территории Российской Федерации» (2019 – 2020) (Г. М. Федоров).

VI. Грант РФФИ 20-55-76003 ЭРА_т «Социальные инновации и повышение ценности местности в сельских регионах» (2021) (Г. М. Федоров).

VII. Грант РФФИ и Калининградской области 19-45-393005 р_мол_а «Транспортные сети как фактор формирования комфортной среды и развития человеческого капитала в сельской местности» (2019 – 2021) (И. С. Гуменюк).

География инноваций

VIII. Грант РФФИ 19-77-00053 «География знания: кластеризация и сетевые связи национальных центров компетенций» (2019 – 2021) (А. С. Михайлов).

IX. Грант РФФИ 18-310-20016 «Приморские города в инновационном пространстве европейской части России» (2018 – 2020) (А. С. Михайлов).

X. Грант РФФИ 21-77-00082 «Цифровая трансформация трансграничного сотрудничества регионов России как фактор национальной безопасности» (2021 – 2023) (А. А. Михайлова).

XI. Грант РФФИ 20-011-32062 опн_мол «Регионы России на пути к цифровой нации: пространственная дивергенция виртуализации социально-политических и экономических связей» (2021) (А. А. Михайлова).

XII. Грант РФФИ. 20-35-90055 «Оценка места российских научных и образовательных организаций в национальном и международном наукометрическом пространстве как фактор выявления закономерностей территориального распределения интеллектуального капитала “Аспиранты”» (2020 – 2022) (И. Ю. Пекер, руководитель Г. М. Федоров).

Туризм

XIII. Грант РФФИ АААА-А16-116021210138-0 «Диверсификация экономической деятельности субъектов Российской Федерации на основе трансграничного сотрудничества в области использования туристско-рекреационного потенциала территорий» (2016 – 2018).

XIV. Проект Программы приграничного сотрудничества Россия – Литва «Общее наследие Куршского залива: от необычайного к знакомому» (2020 – январь 2022) (Е. Г. Кропинова).

XV. Проект Программы приграничного сотрудничества Россия – Литва «Экотуризм как инструмент сохранения природного и культурного наследия» (2020 – февраль 2022) (Е. Г. Кропинова).

Об авторе

Геннадий Михайлович Федоров – д-р геогр. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: gfedorov@kantiana.ru

The author

Prof. Gennady Fedorov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: gfedorov@kantiana.ru

Ю. В. Костяшов**МИГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ
В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ, КЛАЙПЕДСКОМ КРАЕ,
ВАРМИИ И МАЗУРАХ В 1945 – 1950 ГОДАХ:
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Поступила в редакцию 04.10.2021 г.

Рецензия от 22.11.2021 г.

19

Изменение границ в результате Второй мировой войны породило масштабные перемещения миллионов людей, затронувшие в том числе Восточную Пруссию, переданную СССР и Польше. В статье рассматриваются вызванные этими изменениями миграционные процессы на территории бывшей германской провинции, то есть в Калининградской области РСФСР, Клайпедском крае Литовской ССР и Ольштынском воеводстве Польши. Цель исследования – сравнить условия, ход и результаты акций по выселению немцев в Германию и заселению региона новыми жителями в 1945 – 1950 гг., выявить общие черты и особенности. Установлено, что выселение немцев происходило на единых принципах, утвержденных решениями Потсдамской конференции, однако если в Калининградской области депортация осуществлялась по признаку германского гражданства, то в Клайпедском крае, Вармии и Мазурах делались исключения для поляков и литовцев из числа коренного населения. Сформированное в результате переселенческой акции население во всех трех регионах оказалось очень пестрым, обладающим разным историческим и культурным опытом. В Калининградской области более двух третей составили русские, а также были представлены выходцы из Белоруссии, Украины и других республик Советского Союза; в Клайпедском крае сельская местность осваивалась крестьянами из Литвы, а в городах преобладало русскоязычное население, преимущественно из трех славянских республик СССР; в Ольштынском воеводстве поляки абсолютно доминировали (свыше 90%), но были представлены очень разными группами: пятую часть составили коренные жители, чуть больше было репатриантов из СССР, а остальные являлись переселенцами из центральных воеводств Польши. В целом послевоенные миграции в Юго-Восточной Прибалтике оказали существенное влияние на формирование трех специфических типов региональных идентичностей.

The change in borders as a result of World War II spawned massive displacements of millions of people that affected East Prussia, ceded to the USSR and Poland. The article examines the migration processes caused by these changes in the territory of the former German province, i. e. in the Kaliningrad region of the RSFSR, the Klaipeda region of the Lithuanian SSR and the Olsztyn voivodship of Poland. The purpose of the study is to compare the conditions, course and results of the deportation of Germans to Germany and the settlement of the region with new people in 1945 – 1950, to identify common features and characteristics.



It was established that the eviction of Germans took place on the general principles approved by the decisions of the Potsdam Conference, however, deportation in the Kaliningrad region was carried out on the basis of German citizenship, while exceptions were made for Poles and Lithuanians from the original population in the Klaipeda region, Warmia and Mazury. The population formed as a result of the resettlement action in all three regions turned out to be very diverse, with different historical and cultural experiences. Though the majority of population of the Kaliningrad region, more than two-thirds, was made up of Russians, migrants from Belarus, Ukraine and other republics of the USSR were also represented there. The countryside in the Klaipeda region was settled by peasants from Lithuania, and the Russian-s peaking population, mainly from the three Slavic republics, prevailed in the cities. Poles absolutely dominated (over 90 %) in the Olsztyn Voivodeship, but they were represented by very different groups: a fifth were indigenous people, some came from the USSR, and the rest were immigrants from the central voivodeships of Poland. In general, post-war migrations in the Southeastern Baltic significantly affected the development of three specific types of regional identities.

Ключевые слова: миграции, население, Калининградская область, Клайпедский край, Ольштынское воеводство, 1945 – 1950 гг.

Keywords: migrations, population, the Kaliningrad region, the Klaipeda region, the Olsztyn voivodeship, 1945 – 1950

Введение

Вызванные Второй мировой войной изменения границ в Европе имели своим следствием масштабные миграции населения, которые особенно сильно затронули Германию и граничащие с ней страны Центральной и Восточной Европы. В пункте 12 заключительного протокола Берлинской (Потсдамской) конференции под руководством Контрольного совета предписывалось осуществить перемещение из этих стран в Германию немецкого населения «организованным и гуманным способом» [1, с. 443]. В российской историографии депортация немцев в процессе послевоенного урегулирования признается «обоснованным средством» [14, с. 46] и существует согласие относительно того, что к этому времени «были исчерпаны все возможности для дальнейшего мирного сосуществования немцев и основных народов этих государств», вот почему «депортация являлась по сути единственно возможным решением проблемы» [15, с. 155 – 156]. Вслед за выселением немцев, общее число которых составило около 12 млн человек, последовала грандиозная переселенческая акция по заселению этих опустевших земель.

В полной мере названные изменения коснулись отторгнутой от Германии Восточной Пруссии. В пунктах 5 и 8 протокола Конференции было выражено согласие трех великих держав на раздел Восточной Пруссии между СССР и Польшей и указана конкретная линия разграничения между ними [1, с. 438 – 440]. До октября 1939 г. Восточная Пруссия делилась на четыре правительственных округа (Кёнигсбергский, Гумбинненский, Алленштайнский и Западнопрусский) и насчитывала



37 районов общей площадью 36991 км². Согласно решению Потсдамской конференции к Польше отходили земли южнее железнодорожной линии Кёнигсберг – Инстербург – Гумбиннен площадью 26189 км², что составляло 70,8 % территории провинции, в составе 27 районов, в том числе целиком Алленштайнский и Западнопрусский округа, а также 9 районов Кёнигсбергского и 4 района Гумбинненского округов [23, s. 15]. Советский Союз получил Кёнигсберг с прилегающими к нему районами и Мемельскую (Клайпедскую) область.

Между СССР и Польшей 16 августа 1945 г. был заключен договор о государственной границе. Еще до проведения точной линии разграничения на местности осенью 1945 г. несколько гмин и населенных пунктов, в том числе Прейсиш-Эйлау, Гердауэн, которые сначала предполагалось передать под польскую юрисдикцию, перешли под управление советской администрации, а польским властям пришлось переводить работников учреждений там органов власти и прибывших переселенцев в другие расположенные южнее районы [34, s. 305–306; 21, s. 76–78].

Послевоенные миграционные процессы на этих землях достаточно хорошо изучены в национальных историографиях России [5–8; 12–15], Польши [30–32; 36–38] и Литвы [29], однако до сих пор отсутствуют компаративистские исследования по этой тематике, за исключением работы польского социолога А. Саксона [32]. Между тем особенности формирования населения во всех трех частях бывшей Восточной Пруссии в первые послевоенные годы надолго определили вектор развития этих территорий, оказали существенное влияние на социальную реальность и идентичность их жителей. Цель настоящей статьи – провести сравнительный анализ предпосылок, правовых основ, механизмов и результатов миграционных процессов на территории Юго-Восточной Прибалтики (бывшей Восточной Пруссии) в 1945–1950 гг., а именно в Калининградской области РСФСР, Клайпедском крае Литовской ССР, а также в польских Вармии и Мазурах (эти исторические области в 1945 г. составили Мазурский округ, а с 29 мая 1946 г. получили официальное название Олыштынского воеводства [24, s. 533]).

Депортация немецкого населения

На заключительном этапе Второй мировой войны в связи с приближающимся военным поражением Германии немецкие власти уже в 1944 г. начали эвакуацию населения из Восточной Пруссии, которая проходила в три этапа: в июле – августе, октябре 1944 г. и в январе 1945 г.; десятки тысяч жителей обратились в бегство вслед за отступающей немецкой армией, многие из них погибли в ходе военных действий [28, p. 369].

На вошедшей в состав РСФСР северной части Восточной Пруссии по переписи 1939 г. проживало 1086 тыс. человек. В немецкой историографии численность гражданских немцев только в Кёнигсберге сразу после окончания военных действий оценивалась в 110 тыс. человек, большинство из которых в дальнейшем якобы погибли и только 20–25 тыс. оставшихся в живых были депортированы в Германию [19, S. 92, 189; 26, S. 97–98].



Между тем, согласно проведенной военными комендатурами летом 1945 г. регистрации, на 1 сентября 1945 г. здесь находилось 139,6 тыс. граждан Германии, из них 68 тыс. человек — в Кёнигсберге. До весны 1947 г. в связи с высокой смертностью, вызванной болезнями, тяжелыми продовольственными и жилищными условиями, их численность сократилась примерно на 20 %. По данным МВД СССР, число немцев в мае 1947 г. составляло 110,1 тыс. человек. До апреля 1947 г. возможность выехать в Германию предоставлялась лишь коммунистам и участникам антифашистского сопротивления. Затем режим был упрощен, разрешения на выезд стали получать немцы, имевшие в Германии близких родственников. Всего весной — летом 1947 г. на этом основании Калининградскую область покинули 3,4 тыс. человек [7, с. 61, 64].

Однако массовое выселение немцев началось после принятого Советом министров СССР 11 октября 1947 г. постановления №3547-1169с «О переселении немцев из Калининградской области РСФСР в Советскую зону оккупации Германии», которое предусматривало «репатриацию» по железной дороге 30 тыс. немцев в октябре — ноябре 1947 г. В первую очередь переселялись нетрудоспособные семьи, престарелые, инвалиды, дети; им разрешалось вывозить личные вещи общим весом не более 300 кг на семью. Второй этап выселения по постановлению Совмина СССР №333-122с от 16 февраля 1948 г. пришелся на март — октябрь 1948 г., после чего оставшихся немцев из числа высококвалифицированных специалистов отправляли в Германию небольшими группами вплоть до 1951 г. Всего же, согласно сохранившимся в Архиве областного Управления внутренних дел эшелонным спискам, с территории Калининградской области в Германию в 1947 — 1951 гг. выехали 102,5 тыс. немецких граждан [6, с. 186 — 188].

В мае 1945 г. на отошедшей к Польше части Восточной Пруссии оставалось лишь 200 тыс. человек из более чем 930 тыс. человек, проживавших здесь до войны [33, с. 93; 39, с. 395 — 396]. Согласно официальным данным польских властей, в июле 1945 г. в Мазурском округе находились 145,6 тыс. немцев, 56,2 тыс. поляков и 9,5 тыс. мазуров [17, с. 279; 24, с. 539].

В соответствии с решениями союзнического Контрольного совета Польша должна была разработать план и осуществить «репатриацию» немецкого населения в соответствующие оккупационные зоны Германии. В течение 1945 г. выезд немцев за Одру осуществлялся в индивидуальном порядке с разрешения советских комендантов и польской администрации. По оценке польского историка С. Жиромского, с мая 1945 г. по апрель 1946 г. из Мазурского округа в Германию (легально и нелегально) переселились около 40 тыс. бывших немецких подданных, в то же время сюда прибывали немцы как с северных районов Восточной Пруссии, так и с других соседних территорий [39, с. 396, 409].

Плановое и массовое выселение немцев началось 14 августа 1946 г., когда из Ольштына в Советскую зону оккупации Германии был отправлен первый эшелон. С осени эшелоны стали отправляться еженедельно, каждый перевозил от полутора до двух тысяч человек. Государственным управлением по репатриации было установлено, что в первоочередном порядке выселялись нетрудоспособные люди — дети, старики, инвали-



ды. Исключения делались для врачей, инженеров и других специалистов, чей труд предполагалось использовать в процессе послевоенного восстановления хозяйства [39, s. 397–398].

Процесс выселения был приостановлен в январе – марте 1947 г. в связи с зимними условиями, а затем продолжался до конца 1948 г. В следующие два года оставшиеся немцы, в основном из числа квалифицированных специалистов, покидали Польшу по мере прибытия польских профессиональных кадров. За весь период проведения принудительного выселения с апреля 1946 г. по конец 1950 г. количество депортированных немцев составило около 72 тыс. человек, в том числе в 1946 г. – 16,6 тыс. человек (23 %), в 1947 г. – 45,5 тыс. человек (63 %), в 1948 г. – 5,3 тыс. человек (7 %), в 1949–1950 гг. – 4,6 тыс. человек (7 %). Всего же со времени окончания войны до 1950 г. включительно отсюда были депортированы примерно 112 тыс. немцев [39, s. 400, 412].

В отличие от Калининградской области, из которой местное население выселялось поголовно по признаку германского гражданства, в польской части Восточной Пруссии учитывать этнические корни жителей. Согласно переписи 1910 г., в Восточной Пруссии проживали 327,9 тыс. человек с польскими этническими корнями (16 % населения провинции), которые использовали в качестве родного польский язык или же были двуязычными. К 1939 г. их число уменьшилось примерно до 250 тыс. человек как вследствие интенсивной ассимиляции, так и в результате так называемого «бегства с Востока» – переселения жителей из восточных провинций в промышленно развитые немецкие земли, а также в США. Польскоговорящее население было сосредоточено преимущественно в исторической области Вармия (нем. Эрmland), чьи жители продолжали оставаться приверженцами католической веры. Вторым таким районом было Мазурское Поозерье, население которого («мазуры») исповедовали протестантизм и использовали в быту германизированный «мазурский диалект» польского языка [16, с. 18–21; 31, s. 483–484].

Таким полякам-автохтонам, проживавшим здесь с довоенного времени и не являвшимся членами НСДАП, выдавалось удостоверение о «польском происхождении». Они признавались польскими гражданами на основе личного заявления и прохождения процедуры проверки в специальных верификационных комиссиях [24, s. 545]. Помимо этого они подписывали декларацию на верность польскому государству [18, s. 450]. При этом переселенцы из центральных районов Польши и многие представители властей воспринимали местных поляков как «национально чуждый элемент», а принадлежность к евангелическому вероисповеданию считалась подтверждением их «немецкости» [36, s. 469]. Всего на конец 1949 г. в Ольштынском воеводстве насчитывалось 117 тыс. поляков-автохтонов [20, p. 175]. С целью ускорения верификации воеводские власти стали применять к ним административное давление, нарушая их гражданские права. Такое отношение привело к тому, что впоследствии мазуры и варяки использовали различные возможности для эмиграции в немецкие государства, особенно в период польской оттепели 1956–1959 гг., когда из Ольштынского воеводства выехало более 36 тыс. человек, из них около 90 % в ФРГ. В последующие годы этот процесс продолжился в рамках акции по воссоединению семей [17, s. 284–285; 31, s. 488].



Иначе дело обстояло в Клайпедском крае. До войны там насчитывалось 134 тыс. жителей (41,3 тыс. человек в Мемеле). Согласно переписи 1925 г., 72,5 % жителей края назвали в качестве родного языка немецкий, а 27,5 % — литовский, при этом часть жителей была двуязычной. На завершающем этапе войны осенью 1944 г. немецкое правительство эвакуировало до 90 % населения Мемельской области в центральные и южные районы Восточной Пруссии и дальше в Германию [30, с. 106]. Когда Красная армия в январе 1945 г. заняла Мемель, в городе практически не оставалось жителей, только в сельской местности проживали несколько тысяч крестьян, как правило, литовского происхождения [13, р. 253—256; 29, р. 100]. Регион почти полностью обезлюдел.

Советские власти предприняли усилия, чтобы хотя бы частично вернуть в Клайпеду и ее окрестности эвакуированное ранее местное население из Восточной Пруссии и других регионов Германии. Это акция репатриации, по оценкам историков, способствовала возвращению до 1950 г. от 6 до 8 тыс. местных жителей [29, р. 102]. По инициативе новых властей ЛССР 16 декабря 1947 г. Президиум Верховного Совета СССР издал указ о предоставлении советского гражданства всем клайпедским литовцам, которые имели гражданство Литовской Республики на 22 марта 1939 г., и их детям [29, р. 103]. Однако в целом в регионе осталось не более $\frac{1}{10}$ довоенного населения, стало быть, он нуждался в новых переселенцах.

Заселение новых территорий

Переселение советских людей на территорию будущей *Калининградской области* началось сразу после завершения Восточно-Прусской операции (около 3 тыс. человек ежемесячно). К моменту образования Кёнигсбергской области в апреле 1946 г. здесь находились 35 тыс. гражданских лиц, среди которых преобладали две категории новоселов: демобилизованные красноармейцы и возвращавшиеся из германского плена репатрианты [8, с. 82—83].

Массовое заселение Калининградской области началось на основе постановления Совета министров СССР №1522 от 9 июля 1946 г., которое поручало Главному переселенческому управлению СССР осуществить переселение в августе — октябре 1946 г. на добровольных началах 12 тыс. семей колхозников из 23 областей и автономных республик РСФСР и из Белоруссии и определяло порядок и условия переселения. Впоследствии правительство ежегодно принимало аналогичные постановления. Переселенцам обеспечивался бесплатный проезд, выдавались денежные пособия; каждой семье предоставлялись квартира или дом с участком земли площадью до 0,5 гектара, списывались недоимки, выделялись льготные кредиты на приобретение скота, строительство или ремонт жилья и пр. [2, с. 94—98].

Всего до конца года в сельские районы области переехали 12,1 тыс. семей, или 58,8 тыс. человек [4, с. 41—43]. Их расселение происходило с учетом принципа землячества, то есть компактного поселения вместе жителей из одних и тех же регионов.



Заселение городов проходило по линии различных министерств и ведомств, массовый завоз рабочих и специалистов для предприятий промышленности, строительства и транспорта начался с лета 1946 г. Он регулировался постановлениями Совета министров СССР от 21 июня 1946 г. №1298 «О мероприятиях по хозяйственному устройству Кёнигсбергской области» и от 21 мая 1947 г. №1631 «О порядке проведения организованного набора рабочих», а вербовка рабочей силы осуществлялась уполномоченными Министерства трудовых резервов. Не все переселенцы успешно адаптировались на новом месте, велика была доля «обратничества» — выезда на прежнее место жительства. Среди переселенцев 1946 — 1950 гг. таких оказалось 34 %, а в рамках первого послевоенного десятилетия почти две трети [11, с. 211 — 219].

Национальный состав переселенцев в то время не учитывался, однако среди них доминировали выходцы из РСФСР (70 %), затем следовали новоселы из Белоруссии (11 %), Украины (7 %) и Литвы (4 %) [10, с. 66 — 68]. В ходе переселения многие крестьяне поселялись в города, а часть бывших горожан оседала в деревне. При этом среди жителей области горожане существенно преобладали над селянами — в 1950 г. в соотношении 59:41, в то время как в России так называемый «урбанизационный переход» произошел только в 1958 г., а в целом по СССР еще три года спустя [3, с. 155].

К началу 1950-х гг. население Калининградской области превысило полумиллионный рубеж, оно сформировалось в основном за счет притока мигрантов, а удельный вес естественного прироста составил немногим более 10 % [9, с. 5].

После окончания войны *Вармия и Мазуры* были наиболее обезлюдившей и разрушенной в ходе военных действий территорией Польши. С весны 1945 г. первыми сюда стали стихийно прибывать люди из соседних воеводств Польши, затем из центральных областей страны. Они заселяли прежде всего южные и центральные районы Мазурского округа. До конца 1945 г. сюда при участии Государственного управления по репатриации переселились также более 50 тыс. поляков из так называемых восточных кресов, то есть из Литвы, Западной Украины и Западной Белоруссии, вошедших в состав СССР [37, с. 365; 38, с. 138].

Еще одним источником пополнения населения Вармии и Мазур стала начавшаяся в конце апреля 1947 г. административная акция по переселению непольского населения из юго-восточных воеводств на северные и западные земли. В течение трех месяцев в ходе операции «Висла» в рамках борьбы с Украинской повстанческой армией в Ольштынское воеводство было принудительно переселено около 55 тыс. граждан украинской национальности, которых размещали в северных, граничащих с Калининградской областью, районах, в наиболее разоренных войной поселках и крестьянских хозяйствах. Отношения поляков с украинцами в первые годы складывались весьма непросто, а часто и враждебно [18, с. 451; 25, с. 196, 201; 22, с. 224, 230].

Динамика заселения Ольштынского воеводства, рассчитанная С. Жиромским по годам, выглядит следующим образом (в тыс. человек): 1945 г. — 174,8; 1946 г. — 123,4; 1947 г. — 163,9; 1948 г. — 40,5; 1949 г. — 15,7. На конец



1949 г., когда массовое заселение воеводства в основном закончилось, на его территорию прибыли 518,3 тыс. человек, а сальдо миграции (с учетом депортации немцев и обратных выездов польских переселенцев) составило 391,9 тыс. человек [37, s. 365, 376]. Согласно проведенной 3 декабря 1950 г. переписи населения, в границах Ольштынского воеводства проживали 610 тыс. человек. В их составе доминировали следующие группы населения: переселенцы из столичного Варшавского воеводства (25 %), репатрианты из СССР (23 %), поляки-автохтоны (19 %). Остальная треть жителей были выходцами из других (помимо Варшавского) воеводств, включая украинцев. Доминирующие группы в городском населении составили репатрианты (39 %), «варшавяне» (27 %) и автохтоны (13 %) [37, s. 366, 368].

Население Вармии и Мазур формировали выходцы из разных воеводств и стран, имевших различный культурно-цивилизационный опыт, исповедовавших разную веру. Многие оказались на этих землях вынужденно или случайно, у них долгое время сохранялось чувство временности пребывания на этих землях [27, s. 511; 35, s. 544, 547–548].

Тотально опустевший *Клайпедский край* принял первую волну новых жителей вскоре после вступления Красной армии в январе 1945 г. В период «дикого заселения», продолжавшийся до середины 1946 г., в край прибывали неорганизованные переселенцы из так называемой Большой Литвы. Некоторых из них привлекала возможность пожить за счет брошенного и бесхозного имущества, другие рассчитывали осесть там на временное или постоянное жительство. Литовское правительство 23 марта 1946 г. приняло постановление о заселении Клайпедского края, согласно которому туда планировалось переселить около 13 тыс. семей (39 тыс. человек) из других районов Литвы. Добровольцы получали подъемные, им бесплатно предоставлялись дом, хозяйственные постройки, участок земли до 15 га, беспроцентные ссуды и прочие льготы. Однако эти планы удалось реализовать меньше чем наполовину: переселено было только 5300 семей [29, p. 102; 30, s. 110–111].

Постепенно возвращались немногие решившиеся на это бывшие жители края. Вместе с теми, кто в сельской местности отказался от эвакуации в конце войны, таких к концу 1940-х г. в крае оказалось 12–13 тыс., все они официально считались «германизированными литовцами» [30, s. 122–123].

Население города Клайпеды пополнялось за счет военнотружеников, командированных сюда партийных и государственных чиновников, работников милиции и службы безопасности. Через союзные министерства и ведомства происходил подбор кадров и вербовка специалистов для работы в Клайпедском порту и на промышленных предприятиях края. Главное управление трудовых резервов при Совмине СССР направляло сюда сотни выпускников ремесленных училищ [13, p. 258–260]. Из-за нехватки квалифицированных кадров в самой Литве, специалистов и рабочих приходилось завозить из других республик СССР. Особенно это сказалось на составе населения главного города края. В 1950 г. из 45,5 тыс. жителей Клайпеды 51 % составляли русские, 40 % литовцы, 3 % белорусы и 6 % – представители других национальностей [30, s. 113].



Заключение

Миграционные процессы на землях Восточной Пруссии на исходе войны и сразу после ее окончания во всех трех частях бывшей германской провинции проходили по одному сценарию. Согласно утвержденным в Потсдаме принципам подданные Третьего рейха подлежали выселению на «историческую родину». В Мемельском крае исход местных жителей произошел еще до прихода Красной армии в январе 1945 г., в Вармии и Мазурах польские власти депортировали 90 % немцев до конца 1947 г., а выселение немцев из Калининградской области было проведено позже, в основном с октября 1947 г. по октябрь 1948 г. При этом только в российской части депортации подлежали все германские граждане без исключения, тогда как в Польше и Литве учитывалось этническое происхождение автохтонов. Полякам после соответствующей процедуры верификации разрешалось остаться и получить польское гражданство; коренные жители Клайпедского края могли стать советскими гражданами, если они на 22 марта 1939 г. имели гражданство Литовской Республики [29, р. 103].

27

Существенно различались источники формирования нового населения трех областей и его демографические компоненты. В Вармии и Мазурах в состав жителей вошли четыре группы: автохтоны с польскими этническими корнями, репатрианты из СССР, мигранты из центральных и южных воеводств Польши, а также депортированные сюда в результате операции «Висла» украинцы. В Калининградской области произошла тотальная замена немецкого населения преимущественно выходцами из трех славянских республик — РСФСР, УССР и БССР. В Клайпедском крае после 1945 г. незначительные позиции (по сравнению с Ольштынским воеводством) сохранило коренное литовское население, а новоселы были представлены литовцами из других регионов Литовской ССР, а также большим потоком русскоязычного населения, прибывавшего сюда для работы в промышленности и обслуживания порта в Клайпедде.

Очевидно, что адаптация переселенцев и освоение ими новой территории в польской и литовской частях существенно облегчались благодаря сохранению прослойки местного коренного населения, которая становилась своего рода посредником между своими соотечественниками-мигрантами и новой и во многом чуждой для них историко-культурной средой.

Проведенное исследование показывает, что миграционные процессы в Вармии и Мазурах, Калининградской области и Клайпедском крае проходили с существенными отличиями, были обусловлены разным историческим и политическим контекстом. Имея общие последствия, послевоенные миграции оказали существенное влияние на общественное развитие в каждой из исследуемых областей, способствовали формированию трех специфических типов региональных идентичностей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 21-09-43039 «Советский народ на крайнем западе России: теория и практика формирования "новой исторической общности" в Калининградской области (1945–1991)».



Список литературы

1. Берлинская (Потсдамская) конференция руководителей трех держав – СССР, США и Великобритании. М., 1984.
2. В начале нового пути: Документы и материалы о развитии Калининградской области. Калининград, 2004.
3. Город и деревня в Европейской России: сто лет перемен. М., 2002.
4. История сельского хозяйства Калининградской области. Калининград, 2006.
5. Клемешев А. П., Федоров Г. М. Исследования Балтийского региона в РГУ им. И. Канта // Балтийский регион. 2009. №1. С. 96–103.
6. Костяшов Ю. В. Выселение немцев из Калининградской области в послевоенные годы // Вопросы истории. 1994. №6. С. 186–188.
7. Костяшов Ю. В. Депортация немцев из Калининградской области после войны // Миграционные последствия Второй мировой войны: этнические депортации в СССР и странах Восточной Европы. Новосибирск, 2012. С. 56–67.
8. Костяшов Ю. В. Заселение Калининградской области после Второй мировой войны // Гуманитарная наука в России. М., 1996. С. 82–88.
9. Костяшов Ю. В. О естественном движении населения в Калининградской области в 1946–1950 гг. // Проблемы исторических и философских наук. Калининград, 2000. С. 3–9.
10. Костяшов Ю. В. О национальной структуре, этнографическом облике и социокультурной адаптации советских переселенцев в Калининградской области (1945–1950) // Национальные отношения в новое и новейшее время. Калининград, 2000. С. 66–79.
11. Костяшов Ю. В. Обратничество в процессе заселения Калининградской области в послевоенные годы // Балтийский регион в истории России и Европы. Калининград, 2005. С. 211–219.
12. Кретинин Г. В., Федоров Г. М. Исторические аспекты развития российско-литовских экономических отношений и современность // Балтийский регион. 2012. №4 (14). С. 97–110.
13. Кретинин Г., Федорова О. Клайпедский край после окончания Второй мировой войны // Acta Historica Universitatis Klaipedensis. 2009. Т. 18. Р. 252–266.
14. Кретинин С. В. Массовые выселения и «изгнание» немцев из стран Центральной и Восточной Европы в 1945–1949 гг. // Миграционные последствия Второй мировой войны: этнические депортации в СССР и странах Восточной Европы. Новосибирск, 2012. С. 45–56.
15. Кретинин С. В. Массовые выселения немцев в СССР и странах Центральной и Восточной Европы: опыт историко-социологического анализа // Начальный период Великой Отечественной войны и депортация российских немцев. Саратов, 2011. С. 155–163.
16. Строганова Н. А. Поляки в Восточной Пруссии (по данным переписей 1910, 1925 и 1933 гг.) // Проблемы исторических и философских наук. Калининград, 2001. С. 18–22.
17. Belzyt L. Badania liczebności polskiej ludności rodzimej dawnych Prus Wschodnich po 1945 roku // Komunikaty Mazursko-Warmińskie. 1984. №3. S. 277–286.
18. Chłosta J. Przeszłość Warmii i Mazur na łamach naukowych czasopism regionalnych powstałych po 1989 roku // Komunikaty Mazursko-Warmińskie. 2007. №3. S. 417–454.



19. *Chronik deutscher Zeitgeschichte*. Düsseldorf, 1986. Bd. 3/1.
20. *Eberhardt P. Political migrations on Polish territories (1939–1950)*. Warszawa, 2011.
21. *Golon M. Problem polsko-radzieckiej granicy w byłych Prusach Wschodnich w latach 1945–1958 // Baltijos regiono istorija ir kultūra: Lietuva ir Lenkija: politinė istorija, politologija, filologija*. Klaipėda, 2008. S. 75–87.
22. *Hałagida I. Członkowie ukraińskiego podziemia na Warmii i Mazurach po 1947 roku // Echa Przeszłości*. 2004. №5. S. 213–234.
23. *Korc E. Zmiany administracyjno-terytorialne na obszarze byłych Prus Wschodnich ze szczególnym uwzględnieniem terenu województwa olsztyńskiego // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 1997. №1. S. 3–22.
24. *Kraft C. Pierwsze lata w województwie olsztyńskim po II wojnie światowej. Trudne początki nowego społeczeństwa // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 1999. №4. S. 533–553.
25. *Mucha J., Wilamowski B. Osadnictwo wiejskie w województwie olsztyńskim po roku 1945 // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 1961. №2. S. 190–219.
26. *Neumann R. Ostpreussen unter Polnischer und Sowjetischer Verwaltung*. Frankfurt a/M, 1956.
27. *Pawłowski J. Demografia Warmii i Mazur: stan i potrzeby badawcze // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 2010. №4. S. 511–520.
28. *Proudfoot M. J. European refugees: 1939–1952*. Evanston, 1956.
29. *Safronovas V. Population of the Klaipėda Region and the Balance of Power in the Eastern Baltic Region, 1919–1960 // Population Displacement in Lithuania in the Twentieth Century*. Leiden, 2016. P. 91–111.
30. *Sakson A. Kraj Kłajpedzki. Zmiany ludnościowe 1945–1950 // Przegląd Zachodni*. 2007. №3. S. 105–126.
31. *Sakson A. Liczebność ludności rodzimej na Mazurach // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 1987. №3–4. S. 483–491.
32. *Sakson A. Od Kłajpedy do Olsztyna: współcześni mieszkańcy byłych Prus Wschodnich: Kraj Kłajpedzki, Obwód Kaliningradzki, Warmia i Mazury*. Poznań, 2011.
33. *Skubiszewski K. Wysiedlenie Niemców po II wojnie światowej*. Warszawa, 1968.
34. *Sokołowski F. Z badań nad administracją Okręgu Mazurskiego 1945–1946 // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 1974. №3. S. 291–311.
35. *Tomkiewicz R. Pogranicze po 1945 roku – nowa rzeczywistość, stare problemy // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 2006. №4. S. 543–553.
36. *Traba R. Prasa w procesie integracji ziem zachodnich i północnych // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 1984. №4. S. 468–471.
37. *Żyromski S. Procesy ludnościowe na Warmii i Mazurach w latach 1945–1949 // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 1985. №3–4. S. 363–377.
38. *Żyromski S. Procesy migracyjne w województwie olsztyńskim w latach 1945–1949*. Olsztyn, 1971.
39. *Żyromski S. Przesiedlenie ludności niemieckiej z województwa olsztyńskiego poza granice Polski w latach 1945–1950 // Komunikaty Mazursko-Warmińskie*. 1969. №3. S. 395–412.



Об авторе

Юрий Владимирович Костяшов — д-р ист. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: ikostyashov@kantiana.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9732-0187>

The author

Prof. Yury V. Kostyashov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: ikostyashov@kantiana.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9732-0187>

Ю. М. Зверев

**ЭВОЛЮЦИЯ ВОЕННО-СТРАТЕГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
В КОНТЕКСТЕ ОТНОШЕНИЙ РОССИИ И НАТО**

Поступила в редакцию 03.11.2021 г.

Прошла процедуру рецензирования 18.12.2021 г.

31

Калининградская область как эксклав Российской Федерации, не имеющий общих границ с основной частью страны, существенно зависит в своем развитии от внешней обстановки, включая военно-политическую ситуацию. Военно-политическая ситуация определяет соотношение военной и гражданской составляющих регионального развития, а также военно-стратегическое значение области для России, численность и состав российских военных сил в области. При этом важнейшую роль играют политика и деятельность НАТО, а также характер отношений между НАТО и Россией. Цель исследования – выявить, как отношения России с НАТО и расширение этого военного блока влияли и влияют на военно-стратегическое значение Калининградской области и ее обороноспособность. Для этого проведена периодизация изменений военно-стратегического значения Калининградской области в контексте отношений России и НАТО. Сделан вывод, что в современной геополитической обстановке Россия будет вынуждена усиливать сдерживающую роль Калининградской области против потенциального агрессора.

The Kaliningrad region, as an exclave of the Russian Federation, which does not have common borders with the main part of the country, is significantly dependent in its development on the external situation, including the military-political environment. The latter determines the ratio of the military and civilian components of regional development, as well as the military-strategic significance of the region for Russia, the number and composition of the Russian military forces in the region. In doing so, NATO's policies and activities, as well as the nature of the relationship between NATO and Russia, play a crucial role. The purpose of the study is to identify how relations with Russia and NATO and the expansion of this military bloc have influenced and continue to influence the military-strategic significance of the Kaliningrad region and its defense capability. For this, a periodization of changes in the military-strategic significance of the Kaliningrad region was carried out in the context of relations between Russia and NATO. The author concludes that in the current geopolitical situation, Russia will be forced to strengthen the deterrent role of the Kaliningrad region against a potential aggressor.

Ключевые слова: Россия, НАТО, Балтийский регион, Калининградская область, военно-стратегическое значение, военная безопасность



Keywords: Russia, NATO, the Baltic Sea Region, the Kaliningrad Region, military-strategic importance, military security

Введение

Развитие Калининградской области Российской Федерации в силу ее эксклавного положения в значительной степени определяется внешними условиями. На протяжении более чем 30 лет, прошедших со времени распада СССР, они меняли баланс между военно-стратегической составляющей регионального развития и международным сотрудничеством. Особенно большое влияние на изменение этого баланса и на изменение военно-стратегического значения Калининградской области для страны оказала Организация Североатлантического договора (НАТО).

Цель данной работы – проанализировать то, как менялось военно-стратегическое значение Калининградской области в контексте изменений военно-политической обстановки (прежде всего расширения НАТО на восток).

Для достижения указанной цели решались следующие задачи:

1) выделить этапы военно-политического развития Калининградской области;

2) выявить военно-стратегическое значение и функции региона для обороны страны на каждом этапе;

3) установить, как это военно-стратегическое значение соотносилось с действиями НАТО и как оно влияло на численность и состав российской военной группировки в Калининградской области.

Статья написана исключительно на основании открытых источников, полный список которых приведен в конце. Среди них хотелось бы особо выделить работы В. Г. Егорова (2008), Ю. М. Зверева, Н. М. Межевича (2019, 2021), П. В. Левшова, Д. Е. Болтенкова (2010), А. Г. Ленского, М. М. Цыбина (2004, 2013), Н. Е. Макарова (2017, 2019), Г. М. Федорова, Ю. М. Зверева (2020), В. И. Феськова, В. И. Голикова, К. А. Калашникова, С. А. Слугина (2013), а также статьи Ю. М. Зверева, опубликованные на интернет-портале «Евразия. Экспресс».

Военно-стратегическое значение Калининградской области для СССР

Военно-стратегическое значение Калининградской области для СССР в годы холодной войны определялось прежде всего тем, что она была местом базирования:

1) Балтийского флота (БФ) ВМФ СССР;

2) баллистических ракет средней дальности (БРСД) с ядерными зарядами (в связи с близостью области к целям в европейских странах НАТО);

3) сил так называемого второго эшелона, предназначенных для усиления в военное время советских групп войск в ГДР, ПНР и ЧССР.

С 1956 г. в Балтийске¹, а затем с 1958 г. в Калининграде размещался штаб БФ [1, с. 57]. В Балтийске 1 марта 1956 г. была образована военно-морская база первого разряда Краснознаменного Балтийского флота [2].

¹ С февраля 1946 г. по декабрь 1955 г. в Балтийске размещался штаб Юго-Балтийского флота (с 17 января 1947 г. – 4-го ВМФ).



Морская авиация в области к концу 1980-х гг. была представлена 4-м гвардейским и 846-м отдельным гвардейским морскими штурмовыми авиационным полками, 15-м отдельным морским разведывательным авиационным полком, 745-м отдельным противолодочным вертолетным полком и 49-й отдельной противолодочной эскадрильей [3, с. 46–47; 4, с. 453–455, 462–463, 492–496, 583–585, 586–588].

В июле 1958 г. в Калининградской области были развернуты БРСД Р-5М с ядерными боезарядами [5, с. 17]. В июне 1960 г. была сформирована 24-я гвардейская ракетная дивизия, вооруженная баллистическими ракетами средней дальности Р-12 [5, с. 20–31]. Ядерные ракеты Р-12 находились в области почти три десятилетия и были уничтожены в 1988–1990 гг. в рамках советско-американского Договора о ликвидации ракет средней и меньшей дальности (ДРСМД) от 8 декабря 1987 г. [5, с. 134]; 24-я гвардейская ракетная дивизия была расформирована 31 мая 1990 г. [6, с. 273].

Сухопутные войска в регионе были представлены 11-й гвардейской общевойсковой армией², в состав которой в конце 1980-х гг. входили две мотострелковые (1-я и 26-я гвардейские) и две танковые (1-я и 40-я гвардейская) дивизии [7, с. 446–447].

ПВО к концу 1980-х гг. обеспечивали 689-й гвардейский истребительный авиационный полк и три зенитные ракетные бригады (69-я, 169-я и 183-я гвардейская) [8, с. 99–100].

Калининградская область в то время граничила с дружественной страной Варшавского договора (ПНР). С силами НАТО встречались на Балтике только базирующиеся в области военные корабли и самолеты.

Изменение военно-стратегического значения Калининградской области после распада Советского Союза (1991–1998)

С конца 1980-х гг. геополитическая ситуация вокруг Калининградской области кардинально изменилась. В июне 1989 г. в Польше к власти пришел антикоммунистический блок «Солидарность», в стране начался демонтаж социалистической системы. В декабре 1989 г. на Мальте президенты СССР М. С. Горбачев и США Дж. Буш-старший официально объявили об окончании холодной войны. Первого июля 1991 г. была ликвидирована Организация Варшавского договора (ОВД). Государственный совет СССР 6 сентября 1991 г. признал независимость Литвы и двух других государств Прибалтики, и Калининградская область превратилась в эксклав, отделенный от основной части страны иностранными государствами. С распадом 26 декабря 1991 г. СССР к отделившимся государствам прибавилась еще и Республика Беларусь. В 1992–1993 гг. были выведены российские войска из Польши и Литвы.

В рассматриваемый период Россия пыталась наладить конструктивные отношения с Западом, будучи при этом слабой стороной после распада СССР и в условиях кризиса переходного периода. Это вынуждало идти на компромиссы, порой в ущерб национальным интересам.

² С 1968 г. — Краснознаменная.



Коллективный же Запад во главе с США воспринимал Россию как сторону, проигравшую в холодной войне, которая должна была следовать его рекомендациям по построению нормальной рыночной экономики и цивилизованного демократического общества [9]. Воспользовавшись слабостью России, Запад взял курс на расширение НАТО на восток с включением в него бывших членов ОВД, а в перспективе и некоторых бывших советских республик. На саммите НАТО в Мадриде в июле 1997 г. было принято решение пригласить Польшу, Чехию и Венгрию для переговоров о членстве в Североатлантическом союзе. Эти переговоры начались в сентябре 1997 г. [10].

Таким образом, перед Калининградской областью встала вполне реальная перспектива уже в 1999 г. (а именно этот срок для принятия Польши в НАТО был обозначен США) граничить не с дружественной страной ОВД, а с государством, входящим в Североатлантический альянс. Впрочем, в тот период в России было достаточно широко распространено мнение, что альянс из военно-политического трансформируется в политико-военный. Россия в то время стремилась к сотрудничеству с Западом, который также, по крайней мере на словах, декларировал стремление к партнерству с Россией. Россия и НАТО 22 июня 1994 г. подписали в Брюсселе соглашение «Партнерство во имя мира», которое вывело их на новый уровень прагматичного сотрудничества [11]. В январе 1996 г. в Боснию в состав международного контингента по выполнению мирного соглашения была направлена российская бригада ВДВ, которая вошла в состав многонациональной дивизии «Север» Сил НАТО по стабилизации ситуации в Боснии и Герцеговине (SFOR) [12]. Двадцать седьмого мая 1997 г. в Париже был подписан основополагающий акт о взаимных отношениях, сотрудничестве и безопасности между Российской Федерацией и Организацией Североатлантического договора, в котором было сказано, что «Россия и НАТО не рассматривают друг друга как противников. Общей целью России и НАТО является преодоление остатков прежней конфронтации и соперничества и укрепление взаимного доверия и сотрудничества» [13]. Этим документом был учрежден Совместный постоянный совет (СПС) Россия – НАТО. Россия получила гарантии, что на территории новых членов НАТО не будет размещаться ядерное оружие и осуществляться дополнительное постоянное размещение существенных боевых сил [13]. Однако Акт не оговаривал расширения Альянса. Восемнадцатого марта 1998 г. было учреждено дипломатическое представительство РФ при НАТО [14].

Итак, окончание холодной войны было официально продекларировано, с НАТО начали налаживаться, пусть и сложно, прагматичные партнерские отношения в некоторых сферах. США и европейские страны НАТО в изменившейся военно-политической обстановке начали сокращать свои обычные и ядерные вооружения в Европе. Это же делала Россия, исходя как из изменившейся геополитической ситуации, так и из экономических возможностей страны в условиях кризиса переходного периода. Содержать Вооруженные силы советских масштабов представлялось уже не нужным из-за изменившейся внешней обстановки, да и невозможным экономически.



Масштабные оргштатные изменения и сокращения затронули и российскую военную группировку в Калининградской области. Главной ее задачей в новых условиях стало обеспечение возможности базирования в Балтийском регионе российского ВМФ [15, с. 333].

В целях наведения порядка с управлением войсками и силами в эксклавном регионе с 1 августа 1994 г. был создан Калининградский оборонительный район (КОР) (с 27 июля 1998 г. — Калининградский особый район), напрямую подчиненный Генеральному штабу. В рамках КОР все силовые ведомства в пределах Калининградской области (Балтийский флот, войска и силы Калининградского района ПВО, 11-я отдельная гвардейская армия, Калининградская группа Пограничных войск ФСБ, подразделения Внутренних войск МВД и некоторые другие части) перешли в непосредственное подчинение командующего Балтфлотом [15, с. 368—369, 16, с. 114].

С 1 декабря 1997 г. 11-я гвардейская армия была преобразована в береговые и сухопутные войска Балтийского флота, в составе которых из четырех дивизий остались только две отдельные мотострелковые бригады. Основная часть танков и другой военной техники бывшей 11-й гвардейской армии отправилась на базы хранения военной техники (БХВТ) [17, с. 248]. Сухопутные и береговые войска КОР были отведены от госграницы и по возможности размещены в крупных населенных пунктах (главными «центрами притяжения» стали Калининград вместе с Балтийском, Черняховск и Гусев) [15, с. 382]

В ВВС Балтийского флота от двух морских штурмовых и одного дальнего разведывательного авиационного полка после сокращений и слияний в 1998 г. остался один 4-й отдельный гвардейский морской штурмовой авиационный полк. В 1998 г. расформировали противолодочную эскадрилью, а 745-й отдельный корабельный противолодочный вертолетный полк в 1994 г. был сокращен до эскадрильи [17, с. 249].

Из трех зенитных ракетных бригад к 1998 г. осталась одна (183-я гвардейская) [17, с. 250].

Число подводных лодок в Балтийском флоте, основная часть которого базировалась в Калининградской области, за 1993—1998 гг. сократилось с 15 до 2, надводных кораблей основных классов (относящихся по западной классификации к крейсерам, эсминцам и фрегатам) — с 27 до 6, патрульных и прибрежных кораблей и катеров — с примерно 140 до примерно 30, противоминных кораблей — с 60 до 19, десантных кораблей — с 20 до 5 [17, с. 250, 18, р. 111].

Калининградская область с 1991 г. стала развиваться свободная / особая экономическая зона (СЭЗ / ОЭЗ). Она была открыта для иностранцев, были заключены соглашения о сотрудничестве с регионами Польши, Литвы, Белоруссии и других стран, началась реализация международных программ и проектов (см. подробнее [17, с. 232—239]. То есть из двух моделей развития Калининградской области (условно «форпост» — «регион сотрудничества») выбор Россией тогда был сделан в пользу превращения ее в мост в Европу и отказа от строительства новых барьеров [17, с. 292].



Калининградская область после принятия Польши и стран Прибалтики в НАТО (1999 – 2013)

Польша (вместе с Чешской Республикой и Венгрией) 12 марта 1999 г. стала членом НАТО, и вскоре после этого отношения России и Альянса были разорваны. Поводом для разрыва, однако, стало не расширение, а агрессия НАТО против Югославии в марте 1999 г. Россия в ответ на бомбардировки прервала все контакты с блоком, отозвала постоянного представителя из Брюсселя и выдворила из Москвы сотрудников НАТО. Тем не менее в соответствии с соглашением между Россией и США, достигнутым в Хельсинки в июне 1999 г., российские десантники были развернуты в Косово в составе Международных миротворческих сил для Косово (KFOR), руководимых НАТО. К 1 августа 2003 г. российский миротворческий контингент был выведен из Косово и заменен на полицейские подразделения из РФ [12; 19, с. 51].

Контакты России с НАТО в полном объеме были восстановлены в феврале 2000 г., когда генсек НАТО Дж. Робертсон встретился в Москве с и. о. президента РФ В. В. Путиным [12]. В интервью ВВС в марте того же года В. В. Путин на вопрос о возможности членства России в НАТО заявил: «Почему нет? Я не исключаю такой возможности — в том случае, если с интересами России будут считаться, если она будет полноправным партнером». Это заявление было позитивно воспринято в Брюсселе [20]. В 2001 г. НАТО открыла в Москве свое Информационное бюро, а в 2002 г. — Военную миссию связи [21]. Двадцать восьмого мая 2002 г. в Риме была принята Декларация глав государств и правительств Российской Федерации и государств — членов НАТО «Отношения Россия — НАТО: новое качество», которой провозглашалось открытие новой страницы в отношениях между Россией и Альянсом. Вместо Совместного постоянного совета (СПС) был учрежден Совет Россия — НАТО, который заменил двусторонний формат консультаций («НАТО + 1») на встречи на равных в формате «двадцатки»³ [22]. Несколько лет через Россию шел транзит невоенных грузов для действовавших в Афганистане под руководством НАТО и по мандату ООН Международных сил содействия безопасности (МССБ). Российские военные корабли участвовали в военно-морской антитеррористической операции НАТО в Средиземном море «Эктив индевор», а также операции НАТО по борьбе с пиратством у берегов Африканского Рога «Оушн шилд». Велось также сотрудничество с НАТО в таких областях, как поддержка афганских вооруженных сил, обучение сотрудников правоохранительных органов из Афганистана и Центральной Азии методам борьбы с незаконным оборотом наркотиков, борьба с терроризмом, нераспространение оружия массового уничтожения (ОМУ) и контроль над вооружениями, поиск и спасение экипажей аварийных подводных лодок⁴, гражданские чрезвычайные ситуации, научное сотрудничество и др. [21].

³ Россия и 19 стран-членов НАТО (на тот момент).

⁴ С 2005 по 2011 г. Россия приняла участие в трех учениях по поиску и спасению под руководством НАТО.



«Новое качество» в отношениях России и Альянса, однако, не остановило дальнейшего расширения НАТО. Уже через полгода после учреждения Совета Россия – НАТО на саммите в Праге 21 ноября приглашение вступить в блок получили еще семь государств, включая страны Прибалтики (Литву, Латвию и Эстонию)⁵. Россия изначально возражала против вступления в НАТО стран Прибалтики, хотя в Альянсе уверяли, что после вступления, почувствовав себя в безопасности, эти государства прекратят антироссийскую политику и риторику и улучшат отношения с РФ [23]. В итоге, несмотря на возражения России, Литва, Латвия и Эстония 29 марта 2004 г. были приняты в Североатлантический альянс [24]. Антироссийская составляющая в идеологии блока, вопреки уверениям, усилилась. В Прибалтике появилась боевая авиация стран НАТО (Baltic Air Policing – «Балтийская воздушная полиция») [24], что было воспринято в России крайне негативно и заставило начальника российского Генштаба и представителя МИД говорить о принятии ответных мер [25]. К тому же расширение НАТО на восток приблизило к границам России военную инфраструктуру блока. С 2008 г. начали осуществлять меры по приведению к стандартам НАТО ряда военных объектов на территории стран Прибалтики, Румынии, Польши и Болгарии, что в случае конфликта позволило бы вдвое сократить так называемое подлетное время к критически важным объектам практически на всей европейской части России [26].

По мнению известного немецкого политолога А. Рара, именно после расширения НАТО в Балтию отношения России и Альянса вновь испортились [23].

Главными вехами последующих обострений отношений России с коллективным Западом (включая НАТО) стали «мюнхенская речь» В. В. Путина (февраль 2007 г.), Бухарестский саммит НАТО (апрель 2008 г.)⁶, вооруженный конфликт в Южной Осетии (август 2008 г.), польско-американское соглашение о строительстве в Польше базы противоракетной обороны (ПРО) США (август 2008 г.), агрессия НАТО в Ливии (март – октябрь 2011 г.) и Евромайдан в Киеве (ноябрь 2013 г. – февраль 2014 г.).

Итак, Калининградская область РФ с 2004 г. стала своеобразным «островом» внутри расширившегося НАТО. Тем не менее на этом этапе это не привело к наращиванию российской военной группировки в области. Во-первых, все еще сохранялись надежды на серьезную трансформацию НАТО, в некоторых сферах, как было указано выше, удалось наладить взаимодействие с Альянсом. Во-вторых, Вооруженные силы РФ к началу 2000-х гг., как указывал генерал армии Н. Г. Макаров⁷, «пошли к критической точке развития, за которой виднелась угроза неизбежного краха» [27, с. 4]. Требовались решительные преобразования, но они начались только ближе к концу рассматриваемого периода, с октября 2008 г. В-третьих, на этом этапе НАТО, хотя и начало модерниза-

⁵ Кроме них приглашения получили также Словакия, Словения, Румыния и Болгария.

⁶ На нем НАТО приветствовала стремление Украины и Грузии вступить в Альянс и заявила, что эти страны станут его членами.

⁷ Начальник Генерального штаба Вооруженных сил РФ в 2008 – 2012 гг.



цию военной инфраструктуры в Польше и Прибалтике и размещение там своих войск (см. подробнее [23]), но масштабы этих приготовлений, видимо, не представлялись требующими ответных мер. Исключением можно считать создание в Польше базы ПРО США, в ответ на которую Россия в ноябре 2008 г. пообещала развернуть в Калининградской области ракетные комплексы «Искандер» [28]. Но в описываемый период они в регионе так и не появились. Была усилена ПВО — в 2012 г. в регионе появились современные зенитно-ракетные системы (ЗРС) С-400 «Триумф» (как в ответ на некоторое наращивание авиации США и НАТО в Польше и Прибалтике, так и в первую очередь в связи с необходимостью плановой замены устаревших зенитных ракетных комплексов (ЗРК) С-200, которых к тому времени в России за пределами области больше не осталось) [17, с. 257–258]. Началось возрождение Балтийского флота, который в 2008–2013 гг. получил сторожевой корабль (СКР) и три корвета⁸ [17, с. 257].

Главная военно-стратегическая функция области для страны оставалась прежней — обеспечение базирования Балтийского флота (и, конечно, защита территории области от внешней военной агрессии). Но возможности защиты от атаки с суши, где Польша, вступившая в НАТО, имела только у самых границ с областью три своих бригады, существенно ослабла, тем более что сухопутные войска в Калининградской области в ходе военной реформы продолжили сокращение. В 2008 г. 7-я гвардейская Пролетарская Московско-Минская мотострелковая бригада⁹ была переформирована в 7-й гвардейский Пролетарский Московско-Минский мотострелковый полк. В том же году из области морем были вывезены почти все дислоцировавшиеся там танки (около 800 из 880 танков). Сокращалась и морская авиация. В 2010 г. были сокращены до эскадрилий 4-й отдельный гвардейский штурмовой авиационный полк и 689-й гвардейский истребительный авиационный полк [17, с. 257].

В общем сложилась ситуация, когда растущей (пока медленно) военной угрозе противостояла инерция сокращения. И преодолеть ее удалось только тогда, когда началась масштабная активизация США и НАТО в Восточной Европе и конкретно вокруг Калининградской области.

Активизация США и НАТО вокруг Калининградской области с 2014 года и ответные меры России

Геополитическая и военно-политическая ситуация вокруг Калининградской области радикально изменилась с весны 2014 г. Причем в самом Балтийском регионе не произошло ничего, что могло бы вызывать такие изменения. Триггером стала ситуация на Украине, где начавшийся в ноябре 2013 г. в Киеве Майдан при прямом содействии зарубежных государств (прежде всего США) привел к государственному перевороту в феврале 2014 г. [29]. Его следствием стало возвращение Крыма и Севастополя, население которого не пожелало жить под властью радикально на-

⁸ При этом два старых СКР были в этот период списаны.

⁹ Бывшая легендарная 1-я гвардейская мотострелковая Пролетарская Московско-Минская ордена Ленина дважды Краснознаменная орденов Суворова и Кутузова дивизия.



строенных националистов, в Россию, и гражданская война на Донбассе, чьи жители оказали националистам вооруженное сопротивление. Воспользовавшись этими событиями для обвинений России в «агрессии», США и НАТО начали наращивать свои силы и средства в Восточной Европе, в том числе в Польше и Прибалтике. Утверждения, что Россия намерена вторгнуться в Прибалтику и вернуть ее военной силой, стали восприниматься на Западе как аксиома [30].

В Польше и Прибалтике началось наращивание сил и средств США и НАТО, подробное рассмотрение которого не входит в задачу нашей статьи. О нем можно подробно прочитать в других работах автора [23; 31; 32].

В этой ситуации произошло изменение военно-стратегической функции российской военной группировки в Калининградской области. Она продолжает оставаться главным местом базирования Балтийского флота, но ее главной задачей стало сдерживание и устрашение сил НАТО. На Западе это называют «ограничением и воспреещением доступа и маневра» (A2/AD – Anti-Access/Area-Denial). При этом «ограничение доступа» (Anti-Access) – это действия и возможности, обычно с использованием дальнобойных вооружений, предназначенные для предотвращения проникновения противника в операционную зону. А «ограничение маневра» (Area-Denial) – действия и возможности, обычно с использованием вооружений меньшей дальности, нацеленные на ограничение свободы действий противника в операционной зоне [33].

Основные составляющие калининградской зоны A2/AD:

- 1) оперативно-тактические ракетные комплексы (ОТРК) «Искандер-М»;
- 2) береговые противокорабельные ракетные комплексы (БРК) «Бал» и «Бастион»;
- 3) зенитные ракетные системы большой дальности С-400 «Триумф», способные уничтожать все современные и перспективных средства воздушно-космического нападения (в том числе гиперзвуковые);
- 4) крылатые ракеты большой дальности «Калибр» на кораблях Балтийского флота [17, с. 265–266, 268].

К новой функции военной группировки в Калининградской области следует также отнести предупреждение ракетного нападения. С декабря 2014 г. на аэродроме Дунаевка несет боевое дежурство радиолокационная станция системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН)

«Воронеж-ДМ», контролирующая пространство в западном направлении [17, с. 269].

Усилены возможности группировки войск в эксклавному регионе по ведению радиоэлектронной борьбы (РЭБ) [17, с. 269] и разведки [34].

На вооружение Морской авиации Балтийского флота поступили современные многоцелевые истребители Су-30СМ и Су-30СМ2 [35].

Возрождена сухопутная группировка, на которую теперь возложена задача обороны эксклавного региона и размещенных на его территории других российских сил и средств. Вместо расформированной 11-й отдельной армии в составе Береговых войск Балтийского флота в 2016 г. был сформирован 11-й армейский корпус [17, с. 263]. В 2021 г. в его составе вновь создана одна из ранее расформированных дивизий – 18-я гвар-



дейская мотострелковая [36]. В Береговые войска поступили новые современные образцы военной техники и вооружения [17, с. 263 – 265, 269; 37]. При этом сухопутная группировка в регионе носит сугубо оборонительный характер. К ее традиционным функциям обороны территории региона и защиты базы Балтийского флота добавились также защита сил и средств зоны ограничения и воспреещения доступа и маневра (A2/AD) и системы раннего предупреждения о ракетном нападении.

Заключение

40

С началом 24 февраля 2022 г. российской специальной военной операции по защите населения ДНР и ЛНР и демилитаризации и денацификации Украины военно-политическая ситуация вокруг России резко обострилась, дойдя, как нам представляется, практически до стадии «Третьей мировой войны лайт» (мировой гибридной войны, ведущейся преимущественно невоенными средствами, но с перспективой перерастания в горячую фазу). Это обострение естественно сказалось и на ситуации вокруг Калининградской области как форпоста России на западе. США и страны НАТО вновь нарастили и продолжают наращивать свои военные силы и средства в Польше и Прибалтике. Можно ожидать, что войска США и других стран НАТО из-за пределов Балтийского региона (прежде всего Великобритании) будут размещены в Польше и Прибалтике уже на постоянной, а не на ротационной основе. Во второй половине десятилетия, если не произойдет разрядки напряженности, не исключено размещение в Польше, а также, возможно, в Прибалтике, американских ракетных комплексов средней и меньшей дальности (включая гиперзвуковые). Нельзя исключать, что, поддавшись внешнему давлению и неадекватно оценив внешнюю обстановку, в НАТО вступят Швеция и Финляндия (или какая-либо из этих двух стран по отдельности).

В этих условиях Россия в ответ неизбежно будет вынуждена повышать в рамках разумной достаточности среди прочего боевую мощь своей военной группировки в Калининградской области, чтобы усилить ее сдерживающую роль против потенциального агрессора. Конкретные параметры этого повышения будут определяться динамикой геополитической и военно-политической обстановки, действиями США и НАТО и оборонительными планами РФ. Что из этого станет достоянием общественности в меняющейся информационной ситуации — покажет время. Как уже заявил министр обороны России С. К. Шойгу, «Генеральным штабом разрабатывается и фактически завершен план по усилению наших западных границ» [38].

Следует ожидать, что будет укрепляться взаимодействие в военной (и не только) областях между Калининградской областью РФ и Республикой Беларусь в рамках формирующегося субрегионального комплекса безопасности (СРКБ)¹⁰.

¹⁰ Концепция субрегионального комплекса безопасности (СРКБ) Калининградская область — Республика Беларусь предложена Ю. М. Зверевым и Н. М. Межевичем в 2021 г. Более подробно о ней можно будет прочитать в статье, готовящейся к выходу в журнале «Балтийский регион» в 2022 г.



Не менее важным, чем укрепление военно-экономической безопасности, в новых условиях становится укрепление экономической безопасности эксклавного региона России, а также выработка и проведение в жизнь новой стратегии его социально-экономического развития. Эти вопросы, выходящие за рамки данной статьи, должны стать темами отдельных исследований и публикаций. Существенный задел в этом направлении у ученых БФУ им. И. Канга уже имеется [17; 39—41 и др.].

Статья подготовлена при финансовой поддержке проекта РНФ №22-2700289 «Обоснование реструктуризации международных связей и мер обеспечения военно-политической безопасности российских регионов на Балтике в условиях углубления геополитических противоречий».

Список литературы

1. *Очерки из истории Балтийского флота* / С. Казаков, В. Закатов, И. Ушалов [и др.]. Калининград, 2007.
2. *Балтийской военно-морской базе исполнилось 55 лет* // Министерство обороны Российской Федерации (Минобороны России). 01.03.2011. URL: https://function.mil.ru/news_page/organizations/more.htm?id=10370902@egNews (дата обращения: 21.10.2021).
3. *Ленский А. Г., Цыбин М. М. Военная авиация Отечества. Организация, вооружение, дислокация (1991/2000 гг.) : справочник*. СПб., 2004.
4. *Левшов П. В., Болтенков Д. Е. Век в строю ВМФ. Авиация военно-морского флота России 1910—2010 гг. : справочник. Специальный выпуск альманаха «Тай-фун»*. СПб., 2012.
5. *Долинин А. И., Поленков Г. М., Зубович С. Л. и др. Первое ракетное соединение нашей страны*. М., 2015.
6. *Первов М. А. Ракетное оружие РВСН*. М., 1999.
7. *Феськов В. И., Голиков В. И., Калашников К. А., Слугин С. А. Вооруженные силы СССР после Второй мировой войны: от Красной Армии к Советской*. Ч. 1: Сухопутные войска / под науч. ред. В. И. Голикова. Томск, 2013.
8. *Ленский А. Г., Цыбин М. М. Советские войска ПВО в последние годы Союза СССР : справочник*. СПб., 2013. Ч. 1.
9. *Дубровин Д. Как Запад потерял Россию. И мог ли он ее не потерять?* // ТАСС. 18 марта 2019 г. URL: <https://tass.ru/opinions/6222479> (дата обращения: 21.10.2021).
10. *Poland in NATO — more than 20 years* // Ministry of National Defence. URL: <https://www.gov.pl/web/national-defence/poland-in-nato-20-years> (дата обращения: 21.10.2021).
11. *Братерский А. Россия и НАТО: как удержаться от войны* // Газета.Ru. 22 июня 2019 г. URL: https://www.gazeta.ru/politics/2019/06/22_a_12434671.shtml (дата обращения: 21.10.2021).
12. *NATO и Россия — партнеры по миротворчеству* // Организация Североатлантического договора (НАТО). URL: <https://www.nato.int/docu/presskit/010219/brochrus.pdf> (дата обращения: 21.10.2021).
13. *Основполагающий акт о взаимных отношениях, сотрудничестве и безопасности между Российской Федерацией и Организацией Североатлантиче-*



ского договора // Организация Североатлантического договора (НАТО). URL: https://www.nato.int/cps/ru/natohq/official_texts_25468.htm (дата обращения: 21.10.2021).

14. Как развивались отношения между Россией и НАТО // Коммерсантъ. 05.04.2008. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/876774> (дата обращения: 21.10.2021).

15. Макаров Н. Е. На службе России. М., 2017.

16. Егоров В. Г. Вахту сдал исправно : в 2 кн. Калининград, 2008. Кн. 1.

17. Федоров Г. М., Зверев Ю. М. Калининградские альтернативы: 25 лет спустя : монография. Калининград, 2020.

18. *The Military Balance 1998/1999* by International Institute for Strategic Studies. L., 1998.

19. Бышков П. А. Российский флаг на Балканах // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: История России. 2006. №3. С. 47–52.

20. Сысоев Г. Путин не возражает против вступления России в НАТО // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/142046> (дата обращения: 21.10.2021).

21. Отношения с Россией // Организация Североатлантического договора (НАТО). URL: https://www.nato.int/cps/ru/natohq/topics_50090.htm (дата обращения: 21.10.2021).

22. Отношения Россия – НАТО: новое качество. Декларация глав государств и правительств Российской Федерации и государств – членов НАТО. 28 мая 2002 г. // Президент России. URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/3484> (дата обращения: 21.10.2021).

23. Александр Рар: после расширения НАТО в Балтию отношения альянса и России вновь испортились // BALTNEWS. 30 марта 2021. URL: <https://lv.baltnews.com/nato/20210330/1024698316/Aleksandr-Rar-posle-rasshirenie-NATO-v-Baltiyuotnosheniya-alyansa-i-Rossii-vnov-isportilis.html> (дата обращения: 21.10.2021).

24. Зверев Ю. «Вернуться на рубежи 1997 года»: ключевые этапы наращивания сил и средств НАТО в Польше и Прибалтике // Евразия. Эксперт. 14 января 2002 г. URL: <https://eurasia.expert/klyuchevye-etapy-narashchivaniya-sil-i-sredstv-nato-v-polshe-i-pribal/> (дата обращения: 21.10.2021).

25. В Москве нарастает раздражение // Российская газета. 30.03.2004. URL: <https://rg.ru/2004/03/30/kreml.html> (дата обращения: 21.10.2021).

26. Россия-НАТО: факты и мифы // Постоянное представительство Российской Федерации при НАТО. URL: <https://missiontonato.mid.ru/topics/russianato-facts-and-myths> (дата обращения: 21.10.2021).

27. Макаров Н. Е. Армия на изломе. М., 2019.

28. Ракеты «Искандер» под Калининградом нейтрализуют ПРО США – Медведев // РИА Новости. 05.11.2018. URL: <https://ria.ru/20081105/154424323.html> (дата обращения: 21.10.2021).

29. Обращение Президента Российской Федерации. 21 февраля 2022 г. // Президент Российской Федерации. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/67828> (дата обращения: 21.10.2021).

30. Зверев Ю. М. Планы США и НАТО по наращиванию своих вооруженных сил в Прибалтике (по материалам аналитических докладов) // Евразия. Эксперт. 2021. Вып. 1. С. 27–42. doi: 10.18254/S271332140014369-2.



31. Зверев Ю. М., Межевич Н. М. Безопасность в Восточной Балтике: К военным учениям России и Беларуси «Щит Союза – 2019» : экспертный доклад. СПб., 2019. URL: https://interaffairs.ru/i/Bezopasnost_v_Vostochnoj_Baltike.pdf (дата обращения: 21.10.2021).

32. Зверев Ю. М., Межевич Н. М. Минимальный ответ на возрастающие угрозы: почему проведены учения «Запад-2021»? : экспертный доклад. СПб., 2021.

33. Lasconjarias G., Marrone A. How to Respond to Anti-Access/Area Denial (A2/AD)? Towards a NATO Counter-A2/AD Strategy // NDC Conference Report. №1/16 – February 2016. URL: <https://www.ndc.nato.int/download/downloads.php?icode≥480> (дата обращения: 21.10.2021).

34. Ciślak J. Specnaz i rozpoznanie w Obwodzie Kaliningradzkim // Defence 24. 07.11.2021. URL: <https://defence24.pl/sily-zbrojne/specnaz-i-rozpoznanie-w-obwodziekaliningradzkim-analiza> (дата обращения: 21.10.2021).

35. Для Морской авиации ВМФ России построены первые четыре истребителя Су-30СМ2 // BMPD. URL: <https://bmpd.livejournal.com/4471112.html> (дата обращения: 21.10.2021).

36. Зверев Ю. Ответ НАТО: Россия развернула новую мотострелковую дивизию в Калининградской области // Евразия. Эксперт. 23 марта 2021 г. URL: <https://eurasia.expert/rossiya-razvorachivaet-novuyu-motostrelkovuyu-diviziyu-vkaliningrade/> (дата обращения: 21.10.2021).

37. 7-й отдельный мотострелковый полк в Калининградской области получил новые БМП-3 // BMPD. URL: <https://bmpd.livejournal.com/4306993.html> (дата обращения: 21.10.2021).

38. Шойгу предложил укрепить западные границы России // РБК. 11 марта 2022 г. URL: <https://www.rbc.ru/politics/11/03/2022/622b06e19a7947c8ade8d330> (дата обращения: 21.10.2021).

39. Проблемы экономической безопасности регионов Западного побережья России : монография / под ред. проф. Г. М. Федорова. Калининград, 2019.

40. Западное побережье России: моделирование развития и обеспечение экономической безопасности : монография / под ред. Г. М. Федорова. Калининград, 2020.

41. Вызовы и перспективы развития Калининградской области: геополитика и геоэкономика : монография / под ред. Г. М. Федорова. Калининград, 2021.

Об авторе

Юрий Михайлович Зверев – канд. геогр. наук, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: YZverev@kantiana.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5048-7481>

The author

Dr Yury M. Zverev, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: YZverev@kantiana.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5048-7481>

И. С. Гуменюк

К ВОПРОСУ О ДИНАМИКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
И ЕЕ ВЛИЯНИИ НА БЮДЖЕТНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ
МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Поступила в редакцию 01.11.2021 г.

Рецензия от 18.12.2021 г.

44

Муниципальные образования Калининградской области все отчетливее дифференцируются в темпах и характере своего социально-экономического развития в парадигме центр-периферийной модели. Экономический центр и граничащая с ним приморская зона все активнее стягивают экономические и человеческие ресурсы, увеличивая риски устойчивого функционирования восточных периферийных муниципальных образований. Это касается и предпринимательской активности населения, выраженной в числе действующих субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП). Федеральные институты и региональное правительство реализуют меры поддержки субъектов МПС, в том числе в периферийных муниципалитетах региона. Вместе с тем анализ текущей ситуации показывает, что наряду с программами поддержки действующих организаций немаловажным аспектом является реализация программ, направленных на рост предпринимательской активности среди местного населения, преимущественно в сельских районах полупериферийных и периферийных муниципалитетов Калининградской области.

Municipalities of the Kaliningrad region are increasingly differentiated in the pace and nature of their socio-economic development in the paradigm of the center-peripheral model. The economic center and the coastal zone bordering on it are increasingly pulling together economic and human resources, increasing the risks of sustainable functioning of the eastern peripheral municipalities. This also applies to the entrepreneurial activity of the population, expressed in the number of operating SMEs. Federal institutions and the regional government are implementing measures to support the subjects of the IPU, including in the peripheral municipalities of the region. At the same time, the analysis of the current situation shows that along with programs to support existing organizations, a lot of important aspect is the implementation of programs aimed at increasing entrepreneurial activity among the local population, mainly in rural areas of semi-peripheral and peripheral municipalities of the Kaliningrad region

Ключевые слова: муниципальные образования, Калининградская область, бюджетная устойчивость, субъекты МСП

Keywords: municipalities, the Kaliningrad region, budget sustainability, SME entities

Введение

Нарастание процессов поляризации социально-экономического пространства в Калининградской области выражается в усиливающейся концентрации населения в западной агломерационно-приморской зоне и в потере экономического потенциала восточными приграничными районами. Последнее напрямую влияет на финансовую устойчивость и социально-экономический динамизм периферийных муниципалитетов региона. Локационное и социально-экономическое сжатие пространства Калининградской области активно освещается региональными учеными [2; 3; 11], и в целом соответствует тенденциям, фиксируемым в других регионах России [10; 12]. Периферийные муниципалитеты Калининградской области отстают в темпах социально-экономического развития от центральных и приморских муниципалитетов, что, в свою очередь, негативно влияет на их бюджетную устойчивость и способность управления муниципальным образованием. Последнее обстоятельство связано с тем, что для периферийных муниципалитетов характерны не только естественная убыль населения, но и миграционный отток преимущественно молодого трудоспособного населения [6], которое чаще всего является носителем компетенций, необходимых для развития малого предпринимательства. Важность малого предпринимательства для стабилизации социально-экономической ситуации на муниципальном уровне научно обоснована [7] и в большей степени объясняется его комплексным влиянием на локальную территорию (рис. 1).



Рис. 1. Влияние малого предпринимательства на социально-экономическое развитие муниципального образования

Источник: [5].



Дифференциация муниципальных образований Калининградской области по характеру развития субъектов МСП

Субъекты малого и среднего предпринимательства (МСП) сильно дифференцированы по муниципальным образованиям Калининградской области. Основываясь на анализе единого реестра субъектов малого и среднего предпринимательства Федеральной налоговой службы [4] на 10.01.2022 г., можно утверждать, что на территории Калининградской области зарегистрировано 55 459 предприятий МСП, из которых 26 099 имеют статус юридических лиц и 29 360 статус индивидуальных предпринимателей. Совокупная сумма среднесписочной численности работников всех предприятий – 138 982 человек, что составляет около 30 % от общего числа трудовых ресурсов всей Калининградской области. В таблице 1 представлено распределение хозяйствующих субъектов, а также предприятий МСП по муниципальным образованиям Калининградской области. Калининград ожидаемо концентрирует основную часть юридических лиц, относящихся к категории МСП (65 % от общего числа предприятий области) и индивидуальных предпринимателей (59 %). Гурьевский городской округ является вторым после Калининграда муниципалитетом по численности размещаемых на его территории предприятий МСП всех категорий.

Если анализировать концентрацию малого предпринимательства в относительных показателях (в расчете на 100 человек населения муниципального образования), то все муниципальные образования региона четко можно дифференцировать на несколько групп. Калининград и Гурьевский ГО формируют ярко выраженное экономическое ядро, в котором показатели концентрации МСП выше среднеобластных значений (табл. 2). Чуть ниже чем в экономическом ядре концентрация субъектов МСП в приморских муниципалитетах, которые в настоящее время активно развиваются в туристическом и агропромышленном направлениях¹, в сфере ритейла, жилищного строительства, социальных услуг. Все это сказывается на росте концентрации субъектов МСП в этих муниципалитетах (что в полной мере соотносится с ростом численности населения в данных муниципалитетах). Отдельно стоит отметить Балтийский городской округ, который географически также расположен в приморской зоне, но его показатели существенно ниже. Объясняется это специфическими функциями морского форпоста, который выполняет данный муниципалитет, и концентрацией в нем вооруженных сил. При высоком уровне численности населения низкие показатели концентрации МСП объективно связаны с небольшой долей жителей, способных участвовать в создании и функционировании предприятий малого и среднего бизнеса. В результате число субъектов МСП в этом муниципалитете соответствует показателям полупериферийных муниципальных образований.

¹ Для Светловского городского округа характерно развитие отраслей экономики, связанных с портовой деятельностью.



**Распределение субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП)
по муниципальным образованиям Калининградской области**

Муниципальное образование	Число зарегистрированных ЮЛ* и ИП** (субъектов МСП)	В среднем на 100 жителей	Число зарегистрированных ИП (субъектов МСП)	В среднем на 100 жителей
Калининград	36 538	7,41	17 434	3,53
Багратионовский ГО	930	2,83	571	1,74
Балтийский ГО	799	2,14	560	1,50
Гвардейский ГО	923	3,16	549	1,88
Гурьевский ГО	5330	7,48	3052	4,28
Гусевский ГО	792	2,13	555	1,49
Зеленоградский ГО	1851	4,68	1274	3,22
Краснознаменский ГО	221	1,92	177	1,54
Ладушкинский ГО	113	2,89	76	1,95
Мамоновский ГО	202	2,44	134	1,62
Неманский ГО	417	2,29	293	1,61
Нестеровский ГО	288	1,96	215	1,47
Озерский ГО	225	1,71	174	1,33
Пионерский ГО	513	4,08	337	2,68
Полесский ГО	497	2,75	333	1,84
Правдинский ГО	449	2,43	318	1,72
Светловский ГО	1020	3,59	554	1,95
Светлогорский ГО	1035	4,98	641	3,08
Славский ГО	364	1,94	268	1,43
Советский ГО	1220	3,17	782	2,03
Черняховский ГО	1455	3,15	891	1,93
Янтарный ГО	207	3,16	146	2,23
<i>Всего</i>	55 459	5,44	29 360	2,88

Источник: составлено на основе [4].

Примечание: * ЮЛ – юридические лица; ** ИП – индивидуальные предприниматели.

Наименьшая концентрация субъектов МСП отмечается в приграничных периферийных муниципалитетах региона. Среднее значение концентрации юридических лиц в этих муниципалитетах в 3 раза ниже, чем в экономическом ядре, концентрация ИП ниже в два раза. Исключением является Советский ГО, показатели которого сопоставимы со значениями муниципалитетов приморской зоны. Объясняется это тем, что в отличие от других крупных экономических центров восточной части Калининградской области – Черняховска и Гусева – Советский городской округ включает в себя исключительно Советск без каких-либо сельских населенных пунктов, а соответственно, и без сельского населения, предпринимательская активность которого объективно ниже.



**Типология муниципальных образований Калининградской области
по уровню концентрации субъектов малого
и среднего предпринимательства**

Тип муниципально-го образования	Муниципальные образования, входящие в данный тип	Среднее значение концентрации числа ЮЛ (субъектов МСП) в расчете на 100 человек	Среднее значение концентрации числа ИП (субъектов МСП) в расчете на 100 человек
Экономическое ядро	ГО «Калининград», Гурьевский ГО	7,44	3,9
Динамично развивающаяся приморская зона	Светлогорский, Зеленоградский, Пионерский, Светловский, Янтарный ГО	4,10	2,63
Центральная полупериферия и южные приграничные муниципалитеты	Ладушкинский, Мамоновский, Багратионовский, Черняховский, Гвардейский, Полесский, Правдинский ГО	2,8	1,8
Приграничная периферия	Гусевский, Неманский, Краснознаменский, Славский, Нестеровский, Озерский ГО	1,9	1,48
Особый тип 1	Балтийский ГО	2,14	1,5
Особый тип 2	Советский ГО	3,17	2,09

Источник: составлено на основе [4].

**Дифференциация муниципальных образований
Калининградской области по характеру
бюджетной устойчивости**

Предприятия малого и среднего бизнеса, оказывая комплексное влияние на социально-экономическую устойчивость муниципального образования, играют немаловажную роль в бюджетной устойчивости муниципалитета. Благодаря в том числе и работе предприятий МСП фор-



мируются доходы местного бюджета, связанные с налоговыми поступлениями. Основными налоговыми поступлениями в местные бюджеты является налог на доходы физических лиц (НДФЛ) и налог на совокупный доход, включающий в себя налог от специальных режимов (упрощенный, вмененный, патент, единый сельскохозяйственный налог). По данным Совета по местному самоуправлению при Совете Федерации РФ, НДФЛ формирует 26,6 % от совокупного дохода² всех местных бюджетов муниципалитетов РФ, а налоги на совокупный доход — 5,46 % [9]. Для муниципальных образований Калининградской области ситуация выглядит аналогичным образом.

Лидером по объему НДФЛ в муниципальном бюджете в расчете на 1 жителя ожидаемо является Калининград. В 2019 г. на 1 жителя приходится 5560 рублей, а в 2020 г. уже 6192 рубля. На втором месте оказался Светлогорский ГО, показатели которого сопоставимы с административным центром. Обращает на себя внимание Багратионовский ГО, который по итогам 2020 г. вышел на 3-е место среди всех муниципалитетов региона, увеличив размер НДФЛ на 1 жителя в два раза по сравнению с прошлым годом. Также существенно вырос объем НДФЛ в расчете на 1 жителя в Янтарном ГО. Как видно из таблицы 3, размер НДФЛ центральных муниципальных образований в среднем в два раза выше, чем в периферийных восточных муниципалитетах региона. Региональным аутсайдером по итогам 2020 г. стал Краснознаменский ГО, показатели которого в 6 раз ниже в сравнении с административным центром.

С точки зрения вклада в местный бюджет налогов на совокупный доход дифференциация между муниципалитетами Калининградской области видна еще больше. Для Калининграда и Гурьевского ГО данный налог является существенным при формировании местного бюджета, при этом его размер в расчете на 1 человека чуть ниже, но сопоставим с размером НДФЛ. Данный показатель еще раз доказывает наличие в регионе экономического ядра, включающего в себя Калининград и Гурьевский ГО. Группа муниципалитетов, в которых доля налогов на совокупный доход составляет около 4–5 % к собственным доходам муниципального образования, очень разнообразна и включает в себя как приморские муниципалитеты (Светлогорский, Зеленоградский), так и Гвардейский, Гусевский, Полесский, Ладушкинский и Советский ГО, на территории которых работают крупные предприятия и реализуются знаковые для региона инвестиционные проекты.

Достаточно информативным, на наш взгляд, является показатель коэффициента бюджетной автономности муниципального образования. Данный параметр характеризует наличие в муниципальном образовании собственных средств, необходимых для реализации текущих расходов, и показывает удельный вес налоговых и неналоговых доходов в общей сумме доходов муниципального образования. По сути, это параметр оценки бюджетной устойчивости и возможности реализовывать

² Доход местного бюджета формируется за счет налоговых и неналоговых поступлений, а также межбюджетных трансфертов из других бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, за исключением субвенций.



стратегические проекты муниципальным образованием, без дотаций из вышестоящих бюджетов. С точки зрения динамики в среднем по муниципалитетам региона коэффициент бюджетной автономности по итогам 2020 г. снизился. Если в 2019 г. в среднем по муниципалитетам Калининградской области он составлял 36 %, то по итогам 2020 г. данный параметр снизился до 33 %. По итогам 2020 г. лидером был Зеленоградский ГО (коэффициент автономности 65 %). При этом данный муниципалитет стал одним из немногих в регионе (всего таких муниципалитетов 6), коэффициент бюджетной автономности которого вырос по сравнению с 2019 г., при этом Зеленоградский ГО является лидером по темпам прироста. Для большинства муниципалитетов характерна тенденция снижения уровня бюджетной автономности. Это обстоятельства напрямую связано с начавшейся в 2020 г. пандемией COVID-19 и введением ограничительных мер, что напрямую сказалось на деятельности предприятий МСП и объеме налоговых поступлений в местные бюджеты. В итоге возникший дефицит местных бюджетов был покрыт за счет регионального и федерального бюджетов. Наибольшее падение коэффициента бюджетной автономности зафиксировано в Янтарном ГО (с 0,68 в 2019 г. до 0,33 в 2020 г.). На втором месте находится Светлогорский ГО, где данный показатель упал на 0,19 пункта — с 0,67 до 0,48. По итогам 2020 г. в 17 муниципалитетах региона коэффициент бюджетной автономности был ниже пороговых значений в 40 %, в 2019 г. таких муниципалитетов было 16. При этом в числе муниципалитетов с наименьшей автономностью по итогам 2020 г. оказались как периферийные Краснознаменский, Славский и Озерский городские округа, так и, неожиданно, «социально-экономически благополучные» муниципалитеты — Пионерский, Ладушкинский, Светловский и Черняховский городские округа.

Анализ бюджетов муниципальных образований Калининградской области за 2019—2020 гг., проведенный ассоциацией «Совет муниципальных образований Калининградской области», показывает высокую волатильность большинства бюджетов муниципальных образований региона, зависимость от дотаций и иных межбюджетных трансфертов, скромный вклад собственных налоговых поступлений при формировании бюджета в большинстве муниципальных образований региона. Стабилизация бюджетной устойчивости муниципальных образований и создание устойчивой социально-экономической среды связаны с поддержкой действующих субъектов МСП и созданием институциональных условий для роста их числа. Как отмечается в специальном докладе «МСП/ПОСТКОВИД. Время для системных решений» [13], «малый и средний бизнес должен был заменить основные элементы советской экономики, управляемой отраслевыми министерствами и Госпланом. Но за 30 лет условия его деятельности по совокупным параметрам доступности капитала, налогообложения и административной среды ни разу не достигли уровня мировых лидеров. Как результат, показатели МСП в России традиционно ниже, чем в других крупнейших или активно развивающихся экономиках мира».

Основные показатели бюджетной устойчивости муниципальных образований Калининградской области за 2019 – 2020 гг.

Муниципальное образование	НДФЛ на 1 жителя, 2019 г.	НДФЛ на 1 жителя, 2020 г.	Налоги на совокупный доход (упрощенный, вмененный, патент, ЕСХН) на 1 жителя за 2020 г.	Налоги на совокупный доход (упрощенный, вмененный, патент, ЕСХН) % к собственным доходам МО, 2020 г.	Коэффициент автономности (концентрации собственных ресурсов бюджетов МО), 2019 г.	Коэффициент автономности (концентрации собственных ресурсов бюджетов МО), 2020 г.
Калининград	5560	6192	3940	15,6	0,68	0,59
Багратионовский ГО	2453	5337	673	2,13	0,38	0,50
Балтийский ГО	4129	4522	532	2,76	0,46	0,39
Гвардейский ГО	2274	2467	981	5,38	0,32	0,37
Гурьевский ГО	3448	3594	2941	10,01	0,54	0,59
Гусевский ГО	2073	2228	1296	5,79	0,33	0,33
Зеленоградский ГО	3380	3516	1415	5,8	0,48	0,65
Краснознаменский ГО	949	1049	326	1,19	0,19	0,17
Ладюшкинский ГО	1613	1809	1123	4,33	0,18	0,20
Мамонтовский ГО	1471	1505	586	3,24	0,24	0,28
Неманский ГО	1226	1514	603	2,34	0,28	0,28
Нестеровский ГО	2555	2706	748	3,52	0,37	0,32
Озерский ГО	1504	1637	462	1,84	0,23	0,22
Пионерский ГО	2825	3022	1226	1,13	0,21	0,12
Полесский ГО	1509	1806	1003	4	0,36	0,33
Правдинский ГО	1471	1566	669	2,44	0,21	0,20
Светловский ГО	3607	3310	1980	2,67	0,33	0,23
Светлогорский ГО	5068	5606	1370	5,25	0,67	0,48
Славский ГО	1131	1361	671	2,58	0,25	0,20
Советский ГО	2479	2614	888	4,36	0,33	0,30
Черняховский ГО	3463	3437	879	2,73	0,29	0,23
Янтарный ГО	3280	4383	1067	2,1	0,68	0,33

Источник: [1]

Формы поддержки субъектов МСП со стороны федеральных и региональных институтов

На федеральном уровне деятельность по поддержке субъектов МСП относится к числу стратегически важных направлений реализации государственной политики в области развития предпринимательства. В Калининградской области данные меры поддержки обеспечиваются за счет деятельности следующих организаций, образующих инфраструктуру поддержки субъектов МСП:

– фонд «Центр поддержки предпринимательства Калининградской области»;

– «Гарантийный фонд Калининградской области»;

– «Фонд микрофинансирования Калининградской области (микрокредитная компания)» [8].

Если комплексно оценивать характер государственной поддержки субъектов МСП Калининградской области, целесообразно обратиться к анализу единого реестра субъектов малого и среднего предпринимательства — получателей поддержки [4]. В реестре содержится информация обо всех формах поддержки субъектов МСП, с 1 января 2019 г. по 15 января 2022 г. (рис. 2). За 2 года поддержку со стороны государств в разных форматах получили 17 555 субъектов МСП, а общее число зафиксированных фактов поддержки составляет 60 602. При этом если число фактов поддержки с начала 2019 г. до апреля 2020 г. хоть и росло, но не превышало отметки в 2000 в месяц, то с наступлением пандемии их количество многократно возросло. В самый сложный период массового локдауна (с мая по сентябрь 2020 г.) совокупное число фактов поддержки составило 27 800 случаев (чуть меньше половины от всех фиксируемых в реестре фактов поддержки). Обращает на себя внимание наличие еще одного пика роста фактов поддержки, пришедшегося на ноябрь 2021 г. (4111, при среднемесячном значении за весь 2021 г. — 660).

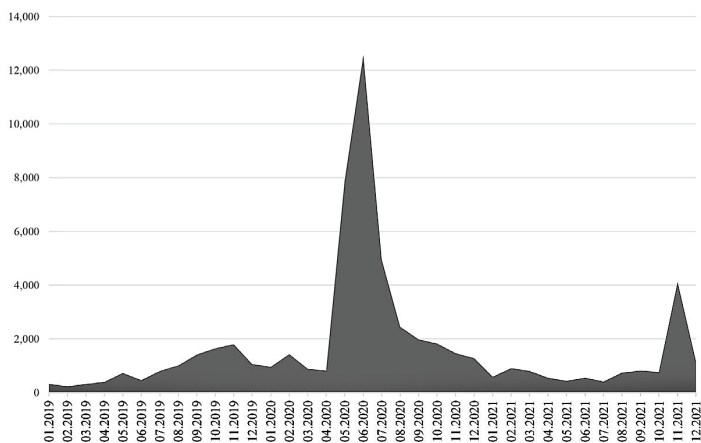


Рис. 2. Динамика оказания поддержки субъектам МСП Калининградской области, фактов поддержки

Источник: [4].



Получателями поддержки в основном являются микропредприятия (93 % от общего числа получивших поддержку), при этом 61 % были индивидуальными предприятиями, 37 % – юридическими лицами и 1,1 % – самозанятыми.

Наиболее распространенная форма поддержки – финансовая. Практически половина всех форм поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства региона приходится на эту форму (табл. 4). При этом самая распространенная финансовая поддержка – предоставление субсидий и грантов (42 % от общего числа всех актов поддержки). Наряду с субсидиями и грантами финансовая поддержка субъектов МСП выражалась в предоставлении финансирования на возвратной основе, гарантий и поручительств, финансовой аренды (лизинга).

Таблица 4

Формы и виды оказанной поддержки субъектам МСП Калининградской области (по числу фактов поддержки)

Форма / вид оказанной поддержки	Количество	%
<i>Финансовая</i>	30 412	49,76
Предоставление финансирования на возвратной основе	4 202	6,88
Предоставление гарантий и поручительств	481	0,79
Предоставление субсидий и грантов	25 728	42,09
Финансовая аренда (лизинг)	1	0,00
<i>Информационная</i>	3 141	5,14
Мероприятия, направленные на популяризацию предпринимательства и начало собственного дела	193	0,32
Лингвистическое сопровождение	137	0,22
Предоставление информации	2 811	4,60
<i>Образовательная</i>	9 328	15,26
Организация и проведение семинаров, тренингов, конференций, форумов, круглых столов, бизнес-игр	8 123	13,29
Образовательные программы и модули	1 011	1,65
Повышение квалификации	194	0,32
<i>Консультационная</i>	18 165	29,72
Комплексные консультационные услуги	848	1,39
Консультационные услуги по организации сертификации, патентно-лицензионное сопровождение деятельности	193	0,32
Финансовое консультирование	2 312	3,78
Консультационные услуги по мерам государственной поддержки	1 060	1,73
Организация участия в выставочно-ярмарочных и иных мероприятиях	325	0,53
Организация участия и / или проведение бизнес-миссии	302	0,49
Консультация по вопросам имущества	29	0,05
Методическая поддержка	117	0,19
Консультация в области инноваций	1	0,00
Консультационные услуги в области развития бизнеса, маркетинга, сбыта и закупок	987	1,61
Иные консультационные услуги	8 017	13,12
Правовая консультация	2 861	4,68
Кадровое консультирование	641	1,05



Форма / вид оказанной поддержки	Количество	%
Консультационные услуги по вопросам образовательной поддержки	153	0,25
Консультационные услуги по вопросам информационной поддержки деятельности МСП	319	0,52
<i>Имущественная</i>	73	0,12
Предоставление льгот по арендным платежам	16	0,03
Передача во владение имущества (недвижимое)	2	0,00
Предоставление отсрочки по арендным платежам	33	0,05
Передача в аренду имущества (недвижимое)	22	0,04

Вторая по популярности форма поддержки – консультационные услуги (около 30 % от общего числа фактов поддержки). Данная форма очень разнообразна по числу применяемых видов поддержки, но наиболее востребованными являются правовая и финансовая консультации.

Также весьма распространенная (около 15 % от общего числа) форма поддержки – образовательная деятельность, представленная в основном организацией и проведением семинаров, тренингов, конференций, форумов, круглых столов, бизнес-игр. Наименее распространенные формы – имущественная и информационная поддержки. В целом такое распределение форм и видов поддержки для субъектов МСП Калининградской области, соответствует общероссийским траекториям [4].

Заключение

В контексте повышения предпринимательской активности в восточных периферийных муниципалитетах Калининградской области необходимо не только обеспечивать субъекты МСП необходимыми формами и видами поддержки, но и в большей степени реализовывать комплексные программы, направленные на рост числа субъектов МСП в целом. Речь идет о таких программах, которые могли бы выявлять людей, обладающих предпринимательскими компетенциями, задумывающихся о развитии собственного дела и начавших этот процесс недавно. Одновременно с этим такие программы должны в первую очередь поддерживать предпринимательские инициативы, ориентированные на создание новых рабочих мест и пространственное преобразование сельской местности, активное развитие социальных инноваций [14]. Примером программы, которая реализуется в этой логике, стала региональная программа «Восток», запущенная в начале 2021 г. [15]. Ее появление показывает обеспокоенность региональной власти низкой экономической активностью на востоке Калининградской области. Вместе с тем кроме данной программы необходимо принимать меры, направленные на рост предпринимательской активности. Данная задача в полной мере находится в компетенции муниципальных органов власти, которые напрямую заинтересованы в росте числа субъектов МСП и в расширении их роли в комплексном социально-экономической и территориальном развитии муниципальных образований.



Список литературы

1. Анализ бюджетов муниципальных образований на 2020 год // Ассоциация «Совет муниципальных образований Калининградской области». URL: <https://atoko39.ru/upload/iblock/b09/b09099353a7836207d23a3b3403d401b.pdf> (дата обращения: 01.10.2021).
2. Гуменюк И. С. Географическая специфика локальной мобильности сельского населения Калининградской области // Балтийский регион – регион сотрудничества. Регионы в условиях глобальных изменений : матер. IV междунар. науч.-практ. конф. Калининград, 2020. С. 134 – 143.
3. Гуменюк И. С., Гуменюк Л. Г. Транспортная связность как фактор преодоления периферийности: пример сельских поселений Калининградской области // Балтийский регион. 2021. Т. 13, №4. С. 147 – 160. doi: 10.5922/2079-8555-2021-4-8.
4. Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства – получателей поддержки // Федеральная налоговая служба РФ. URL: <https://rmsppr.nalog.ru/statistics.html#fo≥39&formkind≥0100&statdate≥15.01.2022> (дата обращения: 28.10.2021).
5. Кочеваткина Э. Ф. Роль малого бизнеса в социально-экономическом развитии муниципального образования // Universum: экономика и юриспруденция. 2015. №9 – 0 (20).
6. Лялина А. В. Роль миграции в демографическом развитии Калининградской области // Региональные исследования. 2019. №4 (66). С. 73 – 84. doi: 10.5922/1994-5280-2019-4-6.
7. Мазилев Е. А., Кремин А. Е. Роль малого бизнеса в социально-экономическом развитии российских регионов: проблемы и тенденции // Проблемы развития территории. 2018. №2 (94). doi: 10.15838/ptd/2018.2.94.1.
8. Малое и среднее предпринимательство Калининградской области. 2021 год. URL: <https://minprom.gov39.ru/msp/%D0%9C%D0%A1%D0%9F%202021.pdf> (дата обращения: 29.10.2021).
9. Материалы к заседанию на тему «Концепция развития местного самоуправления в Российской Федерации. Актуальные вопросы финансового обеспечения исполнения органами местного самоуправления публичных функций и реализации инициативных проектов» // Совет по местному самоуправлению при Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации. URL: <http://council.gov.ru/media/files/gBPP7Teg2yku7AfpFHD31XdKfrSSyEYg.pdf> (дата обращения: 02.11.2021).
10. Нефёдова Т. Г., Трейвиш А. И. Поляризация и сжатие освоенных пространств в центре России: тренды, проблемы, возможные решения // Демографическое обозрение. 2020. Т. 7, №2. С. 31 – 53.
11. Романова Е. А., Виноградова О. Л., Фризина И. В. Эффект сжатия социально-экономического пространства в условиях приграничья (на примере СЗФО) // Балтийский регион. 2015. №3. С. 38 – 61. doi: 10.5922/2074-9848-2015-3-3.
12. Сжатие социально-экономического пространства: новое в теории регионального развития и практике его государственного регулирования. М., 2010.
13. МСП/ПОСТКОВИД. Время для системных решений : спец. докл. президенту Российской Федерации / Уполномоченный при Президенте Российской Федерации по защите прав предпринимателей. 2021. URL: <https://ombudsmanbiz.ivanovoobl.ru/upload/medialibrary/de0/МСП%20-%20ПОСТКОВИД.pdf> (дата обращения: 28.11.2021).



14. Федоров Г. М., Киндер С., Кузнецова Т. Ю. О роли географического положения и изменениях занятости в динамике сельского расселения // Балтийский регион. 2021. Т. 13, №4. С. 129 – 146. doi: 10.5922/2079-8555-2021-4-8.

15. *Эксперт* БФУ Иван Гуменюк об экономике муниципалитетов: большое число предприятий области нуждается в государственной поддержке. Официальный сайт БФУ им. И. Канта : [офиц. сайт]. URL: //https://kantiana.ru/news/jekspertbfu-ivan-gumenjuk-ob-jekonomike-municipalitetov-bolshoe-chislo-predprijatij-oblastinuzhdaetsja-v-gosudarstvennoj-podderzhke/?sphrase_id≥25565 (дата обращения: 28.11.2021).

Об авторе

Иван Сергеевич Гуменюк — канд. геогр. наук, ведущий науч. сотр. Института геополитических и региональных исследований, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: IGumeniuk@kantiana.ru

The author

Dr Ivan S. Gumenyuk, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: IGumeniuk@kantiana.ru

А. П. Плотникова

СРАВНИТЕЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСНЫХ ОЭЗ/СЭЗ В РОССИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИКУ РЕГИОНА

Поступила в редакцию 03.11.2021 г.

Рецензия от 18.12.2021 г.

57

Комплексные особые/свободные экономические зоны имеют принципиальные отличия от других типов экономических зон. Специфика их положения в стратегически важных регионах России способствует особому режиму функционирования, внедрению отдельных федеральных законов, а также интересу среди исследователей. В статье рассмотрены комплексные ОЭЗ/СЭЗ Российской Федерации, расположенные в Калининградской, Магаданской областях, Республике Крым и г. Севастополе, с экономико-географической точки зрения. Сравнительно-географический анализ включал в себя такие показатели, как ВРП, занятость, объем инвестиций, положение и специализация резидентов, а также характерные физико-географические особенности регионов. В результате исследования выделены главные особенности комплексных ОЭЗ/СЭЗ России, рассмотрено влияние работы ОЭЗ на экономику регионов, проанализированы резиденты, их положение и специализация, выявлены основные рынки сбыта. Сделан вывод о закономерной связи географического положения и функционирования ОЭЗ в данных регионах.

Multi-activity special economic zones occupy a certain place among the Russian SEZs and have fundamentally differ from other types of economic zones. The peculiarities of their position in the strategically important regions of Russia determines the special mode of operation, separate federal laws, as well as interest for researchers. This article discusses the multi-activity SEZ of the Russian Federation located in the Kaliningrad region, Magadan region, the Republic of Crimea and the city of Sebastopol from an economic-geographical point of view. Comparative geographic analysis included such indicators as GRP, employment, investment, position and specialization of residents, as well as the characteristic physiographic features of the regions. As a result of the study, the main features of multi-activity SEZ in Russia were identified. The author analyzed the impact of the SEZs on the economy of the regions, residents, their position and specialization, and identified the main sales markets. The conclusion is made about the logical interaction of the geographical location and the functioning of the SEZ in these regions.

Ключевые слова: особая экономическая зона, свободная экономическая зона, географическое положение, резиденты, экономика регионов

Keywords: special economic zone, free economic zone, geographical position, residents, regional economy



Введение

Особые экономические зоны (ОЭЗ) в России продолжают оставаться одним из популярных способов стимулирования социально-экономического развития регионов. На сегодняшний день в Российской Федерации функционируют 20 промышленно-производственных, 7 технико-внедренческих, 10 туристско-рекреационных, 2 портовые и 3 комплексные особые экономические зоны, сочетающие в себе черты всех типов экономических зон.

Регионы, в которых расположены комплексные ОЭЗ, являются стратегически важными для России. Калининградская область – регион соприкосновения России и зарубежной Европы; Республика Крым и город Севастополь – ворота России в Черноморский регион; Магаданская область, как и весь Дальний Восток, играет важную для страны роль в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Актуальность данной работы обусловлена рядом факторов. Во-первых, комплексные ОЭЗ расположены в абсолютно разных частях страны как с географической, так и с экономической точек зрения, что не может не отразиться на характере их функционирования. В то же время это обстоятельство представляется еще недостаточно изученным.

Во-вторых, ОЭЗ на протяжении многих лет являются одним из самых популярных способов стимулирования экономики во многих странах и регионах мира.

В-третьих, ОЭЗ на данном этапе достаточно глубоко изучены с экономической стороны, однако с географической точки зрения эта тема все еще остается раскрытой далеко не в полной мере. Недостаточное количество исследований географической направленности обуславливает и малую степень разработанности данной темы, особенно в России.

Цель статьи – сравнительно-географическая характеристика комплексных особых/свободных экономических зон Российской Федерации (далее – ОЭЗ/СЭЗ), а также выявление экономико-географических закономерностей и особенностей в функционировании исследуемых ОЭЗ/СЭЗ.

В работе рассмотрены все комплексные ОЭЗ/СЭЗ Российской Федерации с географической точки зрения, включая физико-географический и экономико-географический анализ.

Современное состояние изученности проблемы

Свободные экономические зоны прошли долгий этап формирования – от свободных портов в Древнем мире до современных типов СЭЗ, в то время как история функционирования ОЭЗ в России начинается только с конца 1980-х гг. Это обуславливает короткий исторический промежуток изученности особых экономических зон на территории России.

Сегодня не существует единого определения и общей классификации типов ОЭЗ. Согласно докладу Всемирного Банка, особая экономическая зона (*special economic zone*) – это географически ограниченный регион, управляемый одним органом и предполагающий определенные стимулы (например, беспошлинный импорт и упрощение таможенных



процедур) предприятиям, которые физически располагаются в пределах зоны [30, р. 2]. В зарубежной научной литературе и законодательстве помимо понятия «special economic zone» используются понятия «free economic zone» (свободная экономическая зона) и «free trade zone» (свободная торговая зона), которые обозначают подтипы ОЭЗ [30, с. 3]. В различных англоязычных источниках для обозначения комплексных ОЭЗ применяются термины «multi-activity zone», «multipurpose zone», «integrated zone», «combined zone» и т. д. [31], что указывает на многогранность и неопределенность данного понятия в мире.

Понятие «комплексная особая экономическая зона» не встречается в федеральном законодательстве Российской Федерации. Каждая комплексная ОЭЗ России создана на основе отдельного федерального закона и ряда других законодательных актов, а спектр разрешенной деятельности перечислен в определении и статьях этих федеральных законов. В ст. 2 федерального закона от 22.07.2005 г. № 116-ФЗ «Об особых экономических зонах в Российской Федерации» дается следующее определение: «Особая экономическая зона – часть территории Российской Федерации, которая определяется Правительством Российской Федерации и на которой действует особый режим осуществления предпринимательской деятельности, а также может применяться таможенная процедура свободной таможенной зоны» [23].

Термин «свободная экономическая зона» активно использовался в российском законодательстве до 2005 г., то есть до принятия федерального закона «Об особых экономических зонах в Российской Федерации». После этого он был заменен на термин «особая экономическая зона». На законодательном уровне в России понятие «свободная экономическая зона» остался лишь в федеральном законе от 29.11.2014 г. № 377-ФЗ «О развитии Республики Крым и города федерального значения Севастополя и свободной экономической зоне на территориях Республики Крым и города федерального значения Севастополя» [24].

На уровне российского законодательства ОЭЗ и СЭЗ – это фактически один экономико-правовой институт. В зарубежной литературе СЭЗ является подвидом ОЭЗ. Отличие состоит в том, что создание СЭЗ направлено на привлечение исключительно иностранных инвестиций в регион для его дальнейшего развития, в то время как создание ОЭЗ нацелено на привлечение любых инвестиций: как внешних (иностраных), так и внутренних (национальных) [3, гл. 2].

Комплексные ОЭЗ представляют наибольший интерес среди всех типов ОЭЗ/СЭЗ, поскольку они имеют более сложную внутреннюю структуру, сочетают в себе различные формы экономической деятельности и занимают в разы большую территорию. Формулировка определения комплексных ОЭЗ/СЭЗ может весьма отличаться, однако многие авторы (В. И. Баронов [4], Г. М. Костюнина [8], В. П. Максаковский [11]) сходятся во мнении, что комплексная ОЭЗ – это большая (от 100 км²) территория, призванная оказывать содействие комплексному развитию региона на основе широкого спектра деятельностей и различных стимулов компаниям-резидентам. Комплексные ОЭЗ России сочетают в себе черты промышленно-производственных, технико-внедренческих, портовых и туристско-рекреационных зон [4].



Ученые-экономисты выделяют комплексные особые экономические зоны как подтип функциональных ОЭЗ (В. И. Баронов [4], Г. М. Костюнина [8], Н. Н. Шмонов [26]). В свою очередь, комплексные ОЭЗ также могут иметь свою типологию и градацию. Н. В. Смородинская подразделяет комплексные ОЭЗ на специальные экономические зоны и территории особого режима, к которым относятся Калининградская и Магаданская области [15]. П. В. Павлов делит комплексные экономические зоны на зоны свободного предпринимательства (ЗСП), особые экономические районы и прибрежные города, зоны обработки информации и непосредственно особые экономические зоны [12]. Известный ученый-географ В. П. Максаковский ставит комплексные ОЭЗ наравне с торговыми, научно-технологическими, промышленно-производственными, сервисными и международными [11].

Отдельные российские ученые (Е. Р. Мамлеева и др.) последние годы осуществляли оценку эффективности ОЭЗ промышленно-производственного типа и их влияния на экономику [28], анализ особенностей развития промышленно-производственных ОЭЗ и индустриальных парков (С. Сосновских) [29], влияния туристско-рекреационных ОЭЗ на региональную политику субъектов (Н. С. Бескорвайная и др.) [27].

Методология исследования

Область данного исследования охватывает три комплексные особые/свободные экономические зоны на территории четырех субъектов Российской Федерации:

- Калининградской области;
- Республики Крым;
- Города федерального значения Севастополя;
- Магаданской области.

Для сравнительно-географического анализа были выбраны показатели валового регионального продукта, доля занятого населения, количество резидентов и их специализация, размер инвестиций в ОЭЗ/СЭЗ, а также физико-географические характеристики территорий, на которых расположены особые экономические зоны.

В качестве источников данных послужили Федеральная служба государственной статистики («Росстат»), федеральное законодательство Российской Федерации, статистические данные администраций особых экономических зон, карты, картографические источники и ресурсы сети «Интернет».

Создание особых экономических зон в разные годы обуславливает сравнение социально-экономических показателей с единого (базового) года. Самой молодой зоной является СЭЗ в Крыму и Севастополе, созданная в 2014 г., поэтому базовым годом в данной работе считается 2015-й.

Методической основой послужили описательный, сравнительный, статистический, аналитический методы, метод классификаций и картографирования. Для отображения специализации и количества резидентов по административно-территориальным единицам, а также для



показа рынка сбыта продукции применялся метод картограмм и картодиаграмм. В качестве оценки территориального распределения резидентов ОЭЗ был использован точечный способ и метод тепловых карт.

Выявление связей между темпом экономического роста и числом резидентов, а также между специализацией и занятостью населения осуществлялось методом корреляционного анализа и графическим методом.

Для создания карт, статистических расчетов и построения графиков были использованы специализированные программы, такие как QGIS, Adobe Photoshop, CorelDraw и Microsoft Excel.

Результаты исследования

61

Сравнительный анализ комплексных ОЭЗ/СЭЗ России позволил выявить географические и социально-экономические особенности территорий особых экономических зон. Калининградская ОЭЗ и Крымская СЭЗ занимают всю территорию своего субъекта, включая территориальные и морские воды [22, ст. 2; 24, ст. 8], в отличие от Магаданской ОЭЗ, которая занимает небольшую территорию вокруг административного центра и не владеет морскими водами [25, ст. 3]. При этом власти Магаданской области планируют расширить территорию ОЭЗ на всю Магаданскую область [10].

Сравнительный анализ дает представление о физико-географических и экономико-географических особенностях территорий, на которых расположены ОЭЗ. Калининградская область имеет эксклавное положение, выход к Балтийскому морю, равнинный рельеф, расположена в умеренном поясе, обладает развитыми инфраструктурой, сельскохозяйственной базой и промышленностью. Крымский полуостров связан с основной Россией через Керченский пролив и Крымский мост, имеет равнинный рельеф на севере и горный на юге, находится на пересечении умеренного и субтропического поясов, характеризуется развитыми транспортной сетью, сельским хозяйством и прогрессивной промышленностью. Магаданская ОЭЗ имеет достаточно равнинный рельеф, находится на пересечении умеренного и субарктического поясов, удалена от всех крупных промышленных центров страны, инфраструктура развита только около Магадана, основная промышленность и рыбное хозяйство сосредоточены там же.

Каждая из исследуемых ОЭЗ регулируется собственным федеральным законом, где прописан порядок существования резидентов, их регистрация, а также льготы и преференции. В таблице 1 представлено сравнение льгот экономических зон.

Комплексные особые экономические зоны позволяют осуществлять своим компаниям-резидентам любую деятельность, не противоречащую законодательству Российской Федерации [24, ст. 12]. Специализацию ОЭЗ можно выделить исходя из основных видов экономической деятельности, реализуемых резидентами на ее территории. На рисунке 1 представлены главные отрасли специализации каждой ОЭЗ/СЭЗ, а также их территориальное распределение в пределах административно-территориальных единиц.

Таблица 1

Сравнение льготных условий особых/свободных экономических зон

Льготное условие	ОЭЗ в Калининградской области	СЭЗ в Крыму и Севастополе	ОЭЗ в Магаданской области
Период, лет	15	10	Бессрочно
Налог на прибыль, %	0 – первые 6 лет; 10 – с 7-го года	2 – первые 3 года; 6 – с 4-го по 8-й год; 13,5 – с 9-го года	3
Налог на имущество, %	0 – первые 6 лет; 1,1 – с 7-го года	0 – первые 10 лет	Льгот нет
Налог на землю, %	0 – первые 5 лет	0 – первые 3 года	Льгот нет
Страховые взносы, %	7,6	7,6	–
Прочие преференции	Упрощенная выдача виз иностранным представителям; неизменность арендной платы; субсидии на поддержку рынка труда	Упрощенная выдача виз иностранным представителям; неизменность арендной платы; ускоренная амортизация собственных основных средств	Налоговые льготы на добычу полезных ископаемых (40 %); размещение и использование иностранных товаров без таможенных платежей

62

Составлено на основе [1; 2; 6].

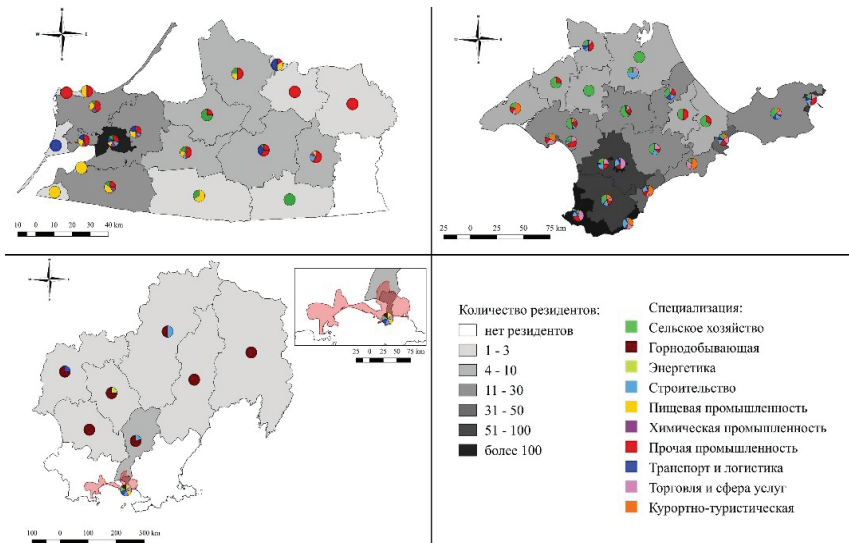


Рис. 1. Распределение резидентов комплексных ОЭЗ России по видам экономической деятельности и административно-территориальным единицам

Составлено на основе [1; 2; 6].



Тесная связь с географическим положением прослеживается в расположении резидентов ОЭЗ. В Калининградской области резиденты привязаны к населенным пунктам, больше всего их в областном центре (51 %). Также они располагаются вдоль федеральных и главных региональных дорог, вблизи портов (Балтийск, Светлый, Пионерский, Храброво). Кроме того, резиденты привязаны к центрам научного производства. Так, большое количество резидентов, ориентированных на производство электроники и техники, находится в городе Гусеве, где находится инновационный кластер радиоэлектронной промышленности. Предприятия, специализирующиеся на сельском хозяйстве, располагаются в районах с достаточным количеством водных ресурсов и малой антропогенной нагрузкой (Полесский, Гвардейский, Славский, Правдинский районы).

На Крымском полуострове резиденты также привязаны к городам, при этом 39 % предприятий расположено в Симферополе и 24 % – в Севастополе. В остальном на расположение влияют природные условия. Так, в северной части из-за климата и плодородных почв располагаются предприятия сельского хозяйства, а на южном (горном) побережье – ориентированные на туризм резиденты. Логистические и промышленные предприятия размещаются вблизи транспортных путей, а также в портах (Керчь, Евпатория, Севастополь, Ялта, Феодосия) и аэропортах (Симферополь и Симферопольский район, Керчь). Резиденты с таким направлением, как «социальная сфера», располагаются исключительно в крупных городах.

В Магаданской ОЭЗ большая часть резидентов находится в пределах Магадана – 77 %. Привязка к крупнейшему населенному пункту обеспечивает существование отраслей, связанных с торговлей, услугами, связью, транспортом. Приморское положение Магадана также влияет на развитость направления «рыбное хозяйство» среди резидентов ОЭЗ. Стоит отметить, что из 31 зарегистрированного в ОЭЗ резидента (на начало 2022 г.) непосредственно на территории ОЭЗ осуществляют деятельность 19 резидентов (61,3 %), а остальные 12 (38,7 %) – в других муниципалитетах области. Как правило, это горнодобывающие и геологоразведочные предприятия.

Используя метод тепловых карт, можно увидеть наибольшую территориальную концентрацию резидентов в каждой особой экономической зоне (рис. 2). Во всех трех ОЭЗ это крупнейшие населенные пункты, социально-культурные центры, транспортные узлы, отдельные промышленные зоны. По расположению резидентов можно также отследить текущие границы и развитие агломераций. Так, Калининградская агломерация, к которой многими учеными относится вся западная часть области, расширяется на восток. Крымская конурбация уверенно движется на север и северо-восток. Магаданская агломерация, слабообразованная, но выделяемая в Стратегии социально-экономического развития Магаданской области [17], захватывает южную часть Хасынского района.

Рассматривая валовой региональный продукт трех субъектов в динамике, можно заметить, что он ежегодно увеличивается. Помимо номинального роста ВРП увеличиваются и темпы роста экономик трех регионов. Вместе с этим в Калининградской области и в Крыму с каждым годом

растет количество резидентов данных экономических зон, в то время как в Магаданской ОЭЗ число резидентов уменьшается. На рисунке 3 можно увидеть положительную корреляцию между экономическим ростом и числом резидентов, поскольку с увеличением предприятий-резидентов особых экономических зон растет количество выпускаемой продукции и услуг, а также в субъекты поступает больше инвестиций. Противоположная ситуация наблюдается в Магаданской области – наблюдается отрицательная корреляция между экономическим ростом и числом резидентов, что, вероятно, объясняется слабым влиянием резидентов ОЭЗ на экономическую ситуацию в области.

64

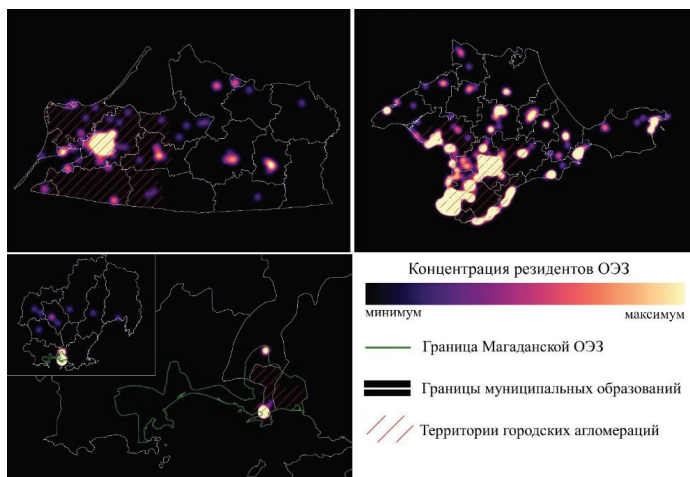


Рис. 2. Тепловая карта распределения резидентов по территориям экономических зон

Составлено на основе [1; 2; 6].

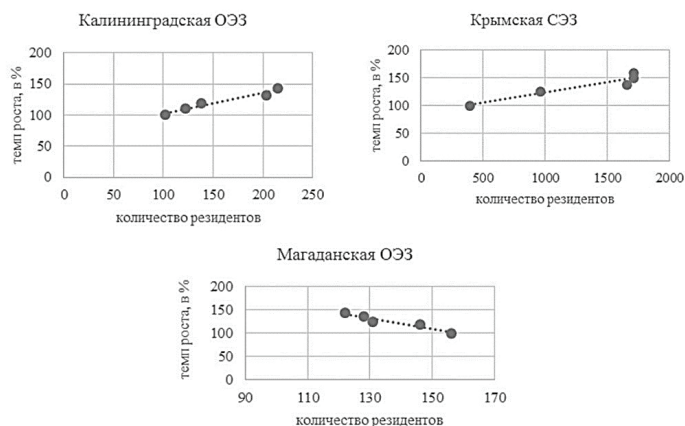


Рис. 3. Корреляционная связь между темпом экономического роста регионов к 2015 г. и количеством резидентов ОЭЗ

Составлено на основе [18 – 20].



Несмотря на то что число новых резидентов в двух экономических зонах увеличивается с каждым годом, темпы прироста их количества в последние годы замедляются. Можно увидеть, что по сравнению с 2015 г. темп прироста числа новых резидентов Калининградской ОЭЗ постепенно увеличивался, достигнув своего пика в 2018 г., когда за год было зарегистрировано 72 новых резидента [1]. В Крымской СЭЗ темп прироста количества резидентов достиг своего максимума в 2017 г., когда их насчитывалось свыше 700, после чего резко ушел в минус (поскольку в 2018 г. количество новых резидентов составило 81, в 2019-м – 30, в 2020-м – 72, а в 2022-м – 94) [6; 14]. Темп прироста числа новых резидентов в Магаданской ОЭЗ сложно оценить, поскольку их ежегодное количество крайне мало. На рисунке 4 можно увидеть нестабильную динамику темпов прироста. Сравнение идет с 2016 г., поскольку в 2015 г. не было зарегистрировано ни одного нового резидента [2].

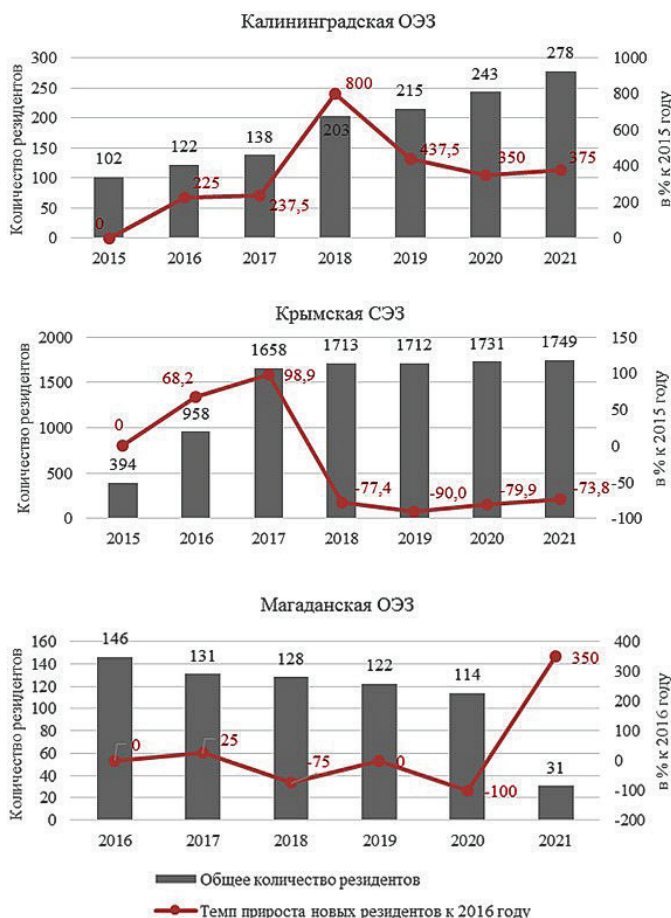


Рис. 4. Темп прироста количества новых резидентов в комплексных ОЭЗ России к 2015 г.

Составлено на основе [1; 2; 6].



Из трех комплексных ОЭЗ/СЭЗ России только в Магаданской ОЭЗ разрешена деятельность, направленная на разработку и добычу полезных ископаемых, в то время как федеральное законодательство ограничивает деятельность Калининградской и Крымской экономических зон в этой сфере [23, ст. 2]. В остальном отрасли специализации резидентов рассматриваемых экономических зон во многом похожи: большинство из них специализируется на обрабатывающей промышленности (машиностроение и электроника, пищевая, химическая), строительстве, сельском хозяйстве, транспорте и торговле. Однако число занятых по видам экономической деятельности (в процентном соотношении) не соответствует числу резидентов по видам специализации, поэтому корреляционная связь между двумя этими показателями отсутствует (рис. 5). Так, большинство занятого населения Калининградской области задействовано в государственном управлении, образовании и здравоохранении [19], в то время как почти 70 % резидентов ОЭЗ специализируются на обрабатывающей промышленности и около 10 % – на торговле [5]. В Крыму и Севастополе большинство трудовых ресурсов занято в образовании, здравоохранении/социальной сфере и государственном управлении [20], а наибольшее количество резидентов СЭЗ ориентировано на строительство и обрабатывающую промышленность; специализация на социальной сфере составляет около 4 % [6; 20]. В Магаданской области большая часть трудовых ресурсов сосредоточена в государственном управлении, социальных услугах и добыче полезных ископаемых [18], тогда как специализация резидентов сосредоточена на торговле, горнодобывающей промышленности, строительстве [2].

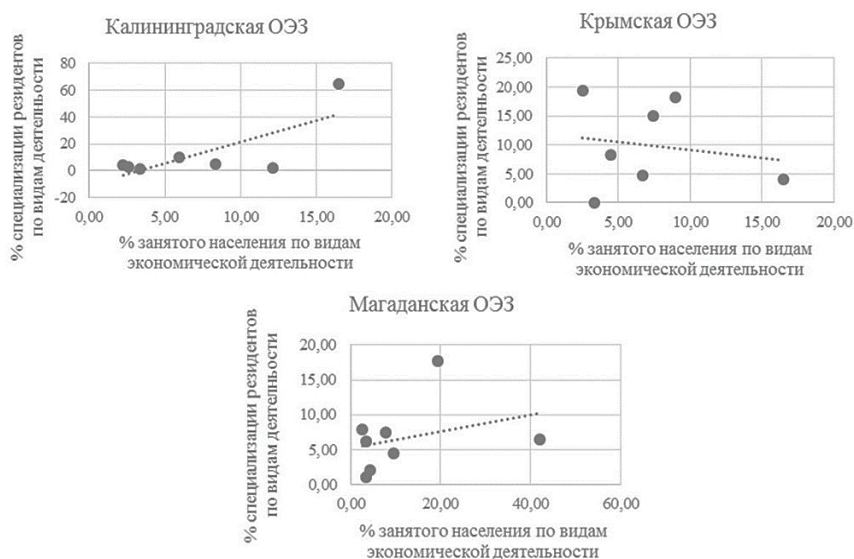


Рис. 5. Отсутствие корреляционной связи между занятостью населения и специализацией экономических зон

Составлено на основе [18–20].



Численность занятых в ОЭЗ/СЭЗ распределена следующим образом (рис. 6). В Калининградской области на ОЭЗ приходится в среднем 47 тыс. рабочих мест [1] (9,4 %) из 500 тыс. занятых [21]. В компаниях-резидентах Магаданской ОЭЗ занято около 9,7 тыс. человек [2], в то время как в области численность занятых превышает 81 тыс. человек [21]. В Республике Крым и городе Севастополе за 2015–2020 гг. в рамках СЭЗ было создано свыше 75 тыс. рабочих мест [14], что составляет 7,1 % от общей численности занятости по двум субъектам Федерации.



Рис. 6. Доля рабочих мест в ОЭЗ в общей численности занятого населения

Составлено на основе [1; 2; 14; 21].

Географическое положение особых экономических зон напрямую влияет на рынок сбыта их продукции. Проанализировав районы поставок продукции резидентов, можно сделать вывод, что производители ориентированы на территориально близко расположенных партнеров. Так, производители Калининградской ОЭЗ поставляют свою продукцию в европейские страны (страны Скандинавии, Прибалтики, ФРГ, Венгрию, Словакию), а также в страны СНГ, Китай, страны Северной Африки и другие. В России потребителями являются Северо-Западный, Центральный и Южный федеральные округа [7]. СЭЗ в Крыму и Севастополе в большей мере экспортирует продукцию в Южный и Северо-Кавказский федеральные округа России, а также в страны СНГ, Китай, Турцию, Египет, Сирию, Ливан, Ирак [9]. В свою очередь, главными импортерами продукции Магаданской ОЭЗ являются дальневосточные субъекты России и азиатские страны – Япония и Южная Корея, а также страны СНГ [16]. Стоит отметить, что крупнейшее предприятие ОЭЗ и всего региона – «Магаданский механический завод», срок регистрационного свидетельства ОЭЗ которого закончился 31.12.2020 г. [2], поставлял свою продукцию в африканские страны [17].

На рисунке 7 можно отследить, что территориальный аспект играет большую роль в географии сбыта продукции особых экономических зон. Однако выделяется «общий» рынок, куда поставляют товары производители всех комплексных особых экономических зон – страны СНГ (Беларусь, Казахстан, Азербайджан, Туркменистан, Таджикистан, Узбекистан, Киргизия, Армения).

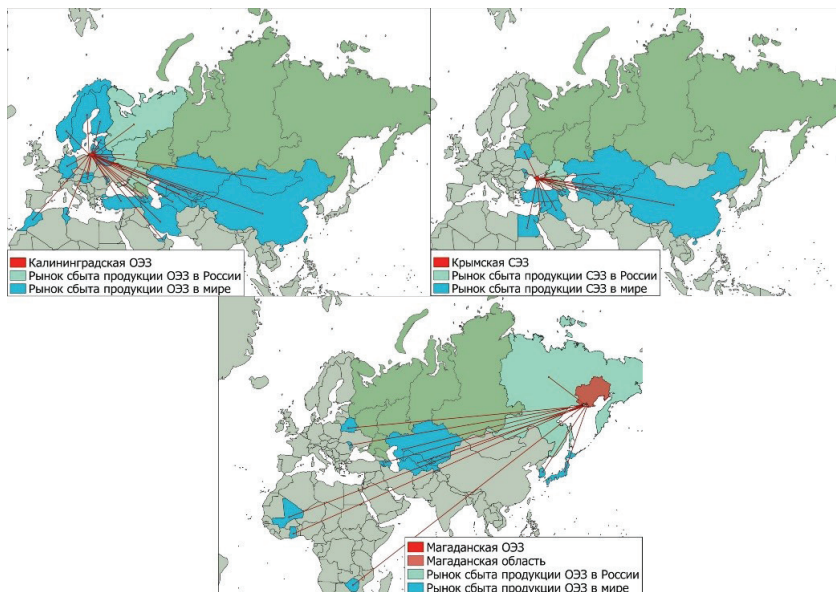


Рис. 7. Рынок сбыта продукции резидентов российских комплексных ОЭЗ

Составлен на основе [7; 9; 16; 17].

Минимальный размер инвестиций, необходимых для того, чтобы стать резидентом Калининградской ОЭЗ, равен 1 млн руб., в СЭЗ в Крыму и Севастополе этот порог равен 3 млн, в то время как в Магаданской ОЭЗ минимальный порог четко не установлен; принято использовать информацию из приказа Минэкономразвития России от 30.03.2016 г. № 195: 5 млн для деятельности по добыче полезных ископаемых, 3 миллиона — для иных видов деятельности [13]. На рисунке 8 можно увидеть распределение резидентов по размеру заявленных инвестиций в Калининградской ОЭЗ и Крымской СЭЗ.



Рис. 8. Доля резидентов по размеру заявленных инвестиций

Составлено на основе [1; 6].



Здесь заметна интересная тенденция: большинство заявленных инвестиций резидентов экономической зоны Крыма составляют менее 10 млн руб. (65,98 %), а более 150 млн руб. – всего 3,5 % всех резидентов [6]. Прямо противоположная ситуация наблюдается в ОЭЗ в Калининградской области – здесь большинство (58,02 %) резидентов инвестируют более 150 млн и всего 11 % вкладывают меньше 10 млн руб. [1]. Данные по размеру заявленных инвестиций резидентов Магаданской ОЭЗ в открытом доступе нет.

Выводы

Оценка экономико-географического положения показала довольно слабое влияние российских комплексных ОЭЗ/СЭЗ на экономику регионов, но сильную зависимость функционирования от географического положения. Российские комплексные особые/свободные экономические зоны отличаются малой долей иностранных инвестиций, слабой кадровой заинтересованностью, ограниченным кругом стран – потребителей продукции. В сравнении с зарубежными ОЭЗ российские комплексные ОЭЗ/СЭЗ не столь эффективны.

Географические отличия ОЭЗ/СЭЗ очевидны. Так, СЭЗ в Крыму расположена южнее остальных, в регионе более мягкий и теплый климат. Калининградская ОЭЗ не отличается таким рельефным разнообразием, как другие зоны. Особенность Магаданской экономической зоны состоит в том, что она не занимает территорию всего субъекта, а также не имеет в своем распоряжении прилегающие морские территории. С социально-экономической точки зрения все экономические зоны обеспечены трудовыми ресурсами, промышленностью и имеют рекреационный потенциал. Однако Магаданская область ограничена скудной сельскохозяйственной базой и транспортной сетью. Калининградская область – единственный из трех регионов с достаточным количеством энергии.

Экономические отличия состоят прежде всего в функционировании ОЭЗ. Существовая с 2006 г., Калининградская ОЭЗ на начало 2022 г. насчитывает 278 резидентов, Магаданская ОЭЗ (существует с 1999 г.) – 31 резидента, в то время как в Крыму и Севастополе всего за 6 лет их число достигло 1748. Калининградская и Крымская ОЭЗ получают значительно больше инвестиций, чем Магаданская. Существенные отличия выявлены в отдельных инвестициях резидентов: большинство из них в Калининградской ОЭЗ инвестируют более 150 млн руб., в то время как большая часть предприятий СЭЗ Крыма вкладывает менее 10 млн.

В результате исследования были выявлены закономерные связи:

- между географическим положением и специализацией ОЭЗ;
- между географическим положением и расположением резидентов;
- между темпами экономического роста и количеством резидентов;
- между географическим положением ОЭЗ и положением ее регионов-импортеров.

Резюмируя результаты исследования, можно утверждать, что экономико-географическое положение непосредственным образом влияет на функциональность особых экономических зон, их специализацию, резидентов, внешнеэкономические связи. Поэтому необходимость учиты-



вать географическое положение при создании новых особых экономических зон является важным и актуальным направлением в экономической географии России сегодня.

Однако для более эффективного экономического развития регионов необходимо проделать еще большую работу по разработке на государственном уровне ряда рекомендаций для комплексных ОЭЗ России, которые, на наш взгляд, должны включать основные направления:

- 1) экологическое — правильное и рациональное использование природных ресурсов и территории в работе особой экономической зоны;
- 2) налоговое — реформирование систем льгот и преференций для резидентов ОЭЗ;
- 3) законодательное — совершенствование существующего законодательства об ОЭЗ, приведение законодательных актов к единой структуре, устранение многих пробелов (в том числе в терминологии);
- 4) инфраструктурное — развитие инфраструктурного комплекса регионов путем совершенствования дорожной сети, улучшения энергетической оснащенности, общего развития уровня городской среды;
- 5) экономическое — повышение инвестиционной привлекательности региона путем привлечения в регионы больших инвестиций и крупных российских и зарубежных компаний;
- 6) рекламное — популяризация российских комплексных ОЭЗ в мире.

70

Список литературы

1. *Администрация* особой экономической зоны в Калининградской области. URL: <https://oez.gov39.ru> (дата обращения: 13.09.2021).
2. *Администрация* особой экономической зоны в Магаданской области. URL: <https://oez.49gov.ru/> (дата обращения: 14.09.2021).
3. *Архипов А. Ю., Павлов П. В., Татарова А. В.* Институты особой экономической зоны и приграничной торговли как структуры эффективного развития международной инвестиционной деятельности : монография. Таганрог, 2011.
4. *Баронов В. И., Костюнина Г. М.* Свободные экономические и офшорные зоны (экономико-правовые вопросы зарубежной и российской практики) : учеб. пособие. М., 2013.
5. *Инвестирование* в Калининградскую область. URL: <https://investinkalinin-grad.ru> (дата обращения: 16.09.2021).
6. *Инвестиционный портал* Республики Крым. URL: <https://invest-in-crimea.ru/content/gospodderzhka-sez> (дата обращения: 18.09.2021).
7. *Каталог производителей* Калининградской области // Представительство Правительства Калининградской области при Правительстве Российской Федерации. URL: <https://msk.gov39.ru/katalog-proizvoditeley/> (дата обращения: 28.09.2021).
8. *Костюнина Г. М.* Свободные экономические зоны в России и мире. М., 2008.
9. *Крым и мирохозяйственные связи: дальше зарубежье все более интересуется, ближее — воротит нос* // Ритм Евразии. URL: <https://www.ritm Eurasia.org/news--2019-04-23--krym-i-mirohozajstvennye-svjazi-dalnee-zarubezhe-vse-bolee-interesuetsja-blizhnee-voritit-nos-42317> от 23.04.2019 (дата обращения: 21.09.2021).
10. *Магаданская область* планирует расширить режим особой экономической зоны на весь регион // ТАСС. URL: <https://tass.ru/ekonomika/7016931> (дата обращения: 20.09.2021).



11. *Максаковский В. П.* Географическая картина мира. 4-е изд., испр. и доп. М., 2008.
12. *Павлов П. В.* Особые экономические зоны как механизм эффективного развития международной инвестиционной и инновационной деятельности // *Мировая политика*. 2013. №1. С. 51 – 144. doi: 10.7256/2306-4226.2013.1.638.
13. *Об утверждении* требований к минимальному объему инвестиций, в том числе капитальных вложений, по видам деятельности, осуществляемым участником Особой экономической зоны в Магаданской области : приказ Минэкономразвития России от 30.03.2016 г. №195. URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/19533> (дата обращения: 30.09.2021).
14. *Свободная экономическая зона на территориях Республики Крым и города федерального значения Севастополя* // Министерство Экономического развития РФ. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/socialno_ekonomicheskoe_razvitie_respubliki_krym_i_goroda_federalnogo_znacheniya_sevastopolya/svedeniya_o_edinom_reestre_uchastnikov_svobodnoy_ekonomicheskoy_zony/ (дата обращения: 18.09.2021).
15. *Сморodinская Н. В.* Организация особых экономических зон в мировой и Российской практике: концептуальные аспекты // *Вестник института экономики Российской академии наук*. 2011. №4. С.16 – 36.
16. *Стратегия* по обеспечению благоприятных условий для развития экспортной деятельности в Магаданской области до 2025 года. URL: <http://docs.cntd.ru/document/543566980> (дата обращения: 26.09.2021).
17. *Стратегия* социально-экономического развития Магаданской области на период до 2030 года. URL: <https://economy.49gov.ru/common/upload/28/editor/file/Strategiya2.pdf> (дата обращения: 26.09.2021).
18. *Управление* Федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю, Магаданской области, Еврейской автономной области и Чукотскому автономному округу. URL: <https://habstat.gks.ru/> (дата обращения: 15.09.2021).
19. *Федеральная служба государственной статистики по Калининградской области*. URL: <http://kaliningrad.gks.ru> (дата обращения: 15.09.2021).
20. *Федеральная служба государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю*. URL: <http://crimea.gks.ru> (дата обращения: 16.09.2021).
21. *Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации*. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 18.09.2021).
22. *Об Особой* экономической зоне в Калининградской области и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации : федер. закон от 10.01.2006 г. №16-ФЗ (ред. от 29.07.2018). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
23. *Об особых* экономических зонах в Российской Федерации : федер. закон от 22.07.2005 г. №116-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
24. *О развитии* Республики Крым и города федерального значения Севастополя и свободной экономической зоне на территориях Республики Крым и города федерального значения Севастополя : федер. закон от 29.11.2014 г. №377ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
25. *Об Особой* экономической зоне в Магаданской области : федер. закон от 31.05.1999 г. №104-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
26. *Шмонов Н. Н.* Историческое исследование проблем развития особых экономических зон. Казань, 2010.



27. *Beskorovaynaya N. S., Khokhlova E. V., Ermakov I. V. et al. Special Economic Zone of the Tourist and Recreation Type as a Tool of Regional Policy // E. Popkova, B. Sergi (eds.). The 21st Century from the Positions of Modern Science: Intellectual, Digital and Innovative Aspects. ISC 2019. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 91. Springer, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32015-7_24.*

28. *Mamleeva E. R., Sazykina M. Y., Trofimova N. V. Effectiveness Assessment of Russian Special Economic Zones of Industrial and Production Type // S. I. Ashmarina, J. Horák, J. Vrbka, P. Šuleř (eds.). Economic Systems in the New Era: Stable Systems in an Unstable World. IES 2020. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 160. Springer, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60929-0_28.*

29. *Sosnovskikh S. Peculiarities in the development of special economic zones and industrial parks in Russia // European Journal of Geography. 2017. №8 (4). P. 82 – 102.*

30. *Special Economic Zone: Performance, Lessons Learned, and Implication for Zone Development. Washington DC, 2008.*

31. *World Investment Report 2019. United Nations publication issued by the United Nations Conference on Trade and Development. Ch. 4. Special economic zones. 2019. P. 127 – 202.*

72

Об авторе

Ангелина Петровна Плотникова – магистрант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: a.plotnikova.1416@gmail.com

The author

Angelina Petrovna Plotnikova, Master's Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: a.plotnikova.1416@gmail.com

УДК 504.064.2

**М. Г. Напреенко, Т. В. Напреенко-Дорохова
В. И. Карелина, Е. Д. Пеленс**

**МОНИТОРИНГ ВИДОВОГО СОСТАВА
И ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
СФАГНОВЫХ МХОВ НА КАРБОНОВОМ ПОЛИГОНЕ «РОСЯНКА»
(КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

73

Поступила в редакцию 23.11.2021 г.

Рецензия от 19.12.2021 г.

Обнаружено восемь видов сфагновых мхов, произрастающих на разных участках нарушенного торфяника Виттгирренского (территория карбонового полигона «Росьянка»). Приводятся данные о распределении сфагновых мхов по трем типам местообитаний, главные из которых – локальные гидрофильные биотопы: мелиоративные каналы и обводненные понижения. Современные экологические условия на большей части торфяника неблагоприятны для развития сфагновых мхов, но могут быть изменены в ходе проекта экологической реабилитации (вторичного заболачивания) торфяника. В этом случае сфагны будут важнейшей индикаторной группой для экологического мониторинга. Гидрофильные биотопы со сфагновыми сообществами перспективны для исследований потоков климатически активных газов и как рефугиумы в условиях осушения торфяника.

The article provides data on the present-day species composition of Sphagna in the Wittgirrensky peatland (the territory of the Carbon Polygon "Rossyanka", Slavsk District, Kaliningrad Region). The authors found 8 species of Sphagnum mostly growing in hydrophilic habitats at the bottom of drainage ditches and flooded depressions on the outskirts of the peatland, while the major part of the peatland shows unfavorable environmental conditions for the development of Sphagnum. The situation may well be changed via implementation of the rewetting project. In this case, the species of Sphagna become a significant bioindicator for environmental monitoring in the whole ecosystem. The hydrophilic habitats might be considered as shelters (refugia) for Sphagna as well as important study objects for investigation of Green House Gas emission/sequestration within the Carbon Polygon Programme.

Ключевые слова: сфагновые мхи, мониторинг, климатические проекты, карбоновый полигон, торфяник Виттгирренский, Калининградская область

Keywords: Sphagna, environmental monitoring, climate change projects, Carbon Polygon, Wittgirrensky peatland, the Kaliningrad Region

Введение

Программа развития карбоновых полигонов. С 2021 г. в рамках реализации национального плана мероприятий по адаптации к изменению климата в Российской Федерации запущена программа по созданию карбоновых полигонов. В качестве карбоновых полигонов определены территории с природными и антропогенно измененными экосистемами, наиболее хорошо подходящими для мониторинга потоков климатических активных газов, а также для отработки технологий секвестрации углерода [1]. Программа рассчитана на 2021 – 2025 гг.

74

Одним из первых в 2021 г. был создан карбоновый полигон «Росьянка» в Калининградской области, находящийся в оперативном подчинении БФУ им. И. Канта. На его территории осуществляется как научная, так и образовательная деятельность с привлечением различных исследовательских организаций [2]. Данный полигон расположен на двух площадках: морской и сухопутной. Сухопутная площадка карбонового полигона «Росьянка» находится на торфянике Виттигрренском (рис. 1), ранее осушенном и нарушенном фрезерной торфодобычей [3].



Рис. 1. Положение торфяника Виттигрренского на территории Калининградской области

Важной прикладной задачей полигона «Росьянка» определена апробация секвестрационной технологии, заключающейся в экологической реабилитации болотной экосистемы из заброшенного торфяника. Осуществление этой задачи возможно путем вторичного обводнения торфяника, что должно привести к восстановлению экологических функций болотной экосистемы, в частности к повторному запуску процесса торфообразования и связыванию в торфе атмосферного углерода [4].

Для отслеживания экологических изменений при восстановлении нарушенных экосистем на торфянике в рамках деятельности карбонового полигона очень важно достоверно фиксировать динамику распространения индикаторных групп живых организмов, показывающих изменение состояния среды в экосистемах в целом.



Индикаторные свойства сфагнов и мониторинг восстановления экосистем. Одна из ключевых индикаторных групп организмов на торфяно-болотных местообитаниях — это сфагновые мхи (*Sphagnidae*, *Bryophyta*), представляющие собой отдельную ветвь эволюции высших растений [5]. Уникальная гистологическая структура сфагна — чередование крупных мертвых водоносных и небольших живых фотосинтезирующих клеток — позволяет растению впитывать всем телом огромное количество воды. При этом растение ежегодно нарастает верхней частью, а снизу отмирает, не разлагаясь окончательно и образуя торф [5; 6]. В умеренных широтах представители рода *Sphagnum* L. обычно выступают в качестве доминантов и эдификаторов торфяных болот, являясь основным компонентом торфообразования и накопления углерода и играя, таким образом, важную роль в регуляции потоков «парниковых газов» [7].

В последнее время в связи с проблемой изменения климата во многих странах проводятся исследования по накоплению углерода в торфяных отложениях болотных массивов, что в первую очередь связано со скоростью роста и разложения сфагновых мхов [8].

Обитая преимущественно на болотах, сфагновые мхи очень чувствительны к изменению уровня увлажнения и минерального питания торфяного субстрата. Тем не менее разные виды сфагнов отличаются по экологическим предпочтениям, выступая в качестве индикаторов среды обитания [7; 8]. Все это позволяет рассматривать сфагновые мхи в качестве модельных объектов при мониторинге процессов экологической реабилитации болотных экосистем, осуществляемых посредством изменения гидрологического режима осушенных торфяников.

Смена условий увлажнения вызывает не только смену видового состава и обилия сфагновых мхов на восстанавливаемом торфянике. Происходит изменение их ценотической роли — внедрение данных видов в состав других растительных сообществ, а также формирование новых сообществ благодаря эдификаторной роли сфагнов.

Таким образом, развитие на карбоновом полигоне «Росянка» прикладных проектов по реабилитации торфяника предполагает использование сфагновых мхов в качестве биоиндикаторов состояния формирующихся болотных сообществ. Такие исследования должны стать частью общего экологического мониторинга на карбоновом полигоне.

Цель настоящей работы — оценка видового состава и ценотической роли сфагновых мхов в центральной части торфяника Виттгирренского до начала его обводнения. Работа позволит внести вклад в изучение экосистемы торфяника Виттгирренского и использовать эти данные в дальнейших исследованиях на карбоновом полигоне.

Объект исследования

Виттгирренский торфяник расположен в центральной части Калининградской области в Славском районе (рис. 1), в 18 км юго-восточнее пос. Большаково, в 6 км северо-восточнее пос. Высокое, в пределах Северо-Восточной пологохолмистой моренной равнины [9]. Площадь торфяника в настоящее время составляет 112 га.

Ранее на торфянике Виттгирренском находилось торфопредприятие, которое осуществляло добычу торфа фрезерным способом на предварительно осушенном торфянике. В ходе торфоразработки первичная растительность верхового болота на основной его части была полностью уничтожена. По завершении торфодобычи в конце 1990-х гг. территория торфяника была заброшена, в таком состоянии он находится вплоть до настоящего времени. За прошедшие 20 лет на осушенных картах торфоразработки развилась низкорослая березовая поросль с низкими кочками из вереска и пушицы, а вдоль крупных канав и на сильно дренированных участках по краям торфоразработок возник более высокий и крупнотравяной березовый древостой.

Материал и методы исследования

Полевые исследования проводились с сентября по ноябрь 2021 г. в центральной части торфяника Виттгирренского, на зарастающих картах торфоразработок, где производилась добыча торфа, но сохранился слой верхового торфа. Был исследован участок, расположенный к западу от центральной насыпи (рис. 2).

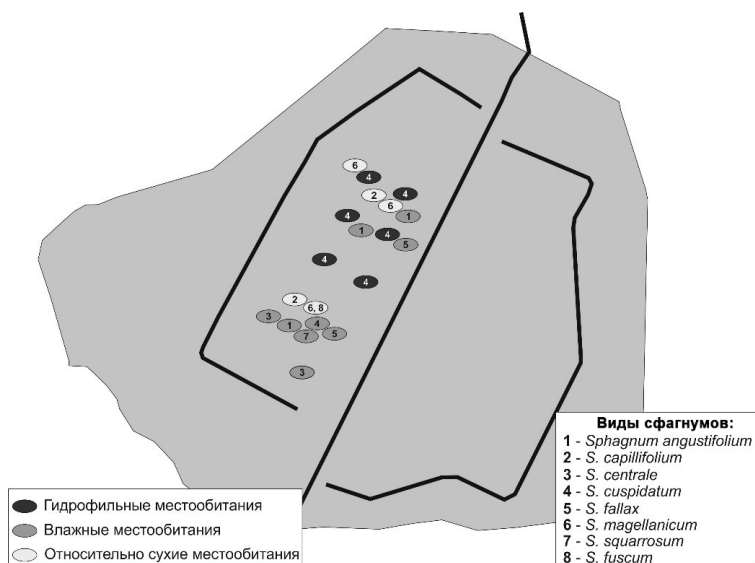


Рис. 2. Схема расположения находок сфагновых мхов на торфянике Виттгирренском и их приуроченность к определенным местообитаниям

Поиск мест произрастания сфагновых мхов выполнялся маршрутным методом. Было собрано 36 образцов сфагнов. Сбор производился в герметичные пластмассовые контейнеры. Место отбора образцов фиксировалось с использованием GPS/ГЛОНАСС-навигатора Garmin. В дальнейшем эти точки накладывались на карту растительности торфяника Виттгирренского [10] с целью выявить приуроченность к современным биотопам на карбоновом полигоне.



В месте сбора проводилось краткое описание растительности, отмечалось обилие (в отдельных случаях — проективное покрытие) вида, производилось фотографирование сфагнов и всего участка.

Предварительное определение сфагнов осуществлялось в полевых условиях, для рассмотрения структуры растений и их частей использовалась лупа геологическая с увеличением 20×.

Для определения сфагновых мхов в лабораторных условиях применялись общепринятые методы [6; 11]:

— приготовление под стереомикроскопом (Альтами SM0745-T) препаратов веточных и стеблевых листьев — листья аккуратно отделялись от веточек и стебля, а затем прокрашивались раствором метиленового синего с целью увидеть поры и лучше рассмотреть форму листьев;

— для некоторых видов — приготовление под стереомикроскопом (бинокляром) срезов веточных листьев (для рассмотрения формы хлорофиллоносных клеток) и препаратов гиалодермиса (с целью убедиться в наличии/отсутствии пор и волокон в нем);

— просмотр препаратов под микроскопом «Микромед-3» и «Olympus CX-33» при увеличении 400× и 600×.

При определении сфагновых мхов использовался ряд определителей [6; 11–13].

Латинские названия видов даны в соответствии со списком видов Восточной Европы и Северной Азии [14].

При рассмотрении отношения видов к экологическим факторам и приуроченности к местообитаниям на болотах Калининградской области использовалась работа М. Г. Напреенко [15]. При характеристике видов также применялась шкала разделения их на группы по степени «верности» экотопу верховых болот [16]: I — виды, заходящие на болотные местообитания редко и случайно; II — индифферентные виды; III — виды, встречающиеся в различных местообитаниях, но оптимально развивающиеся на верховых болотах; IV — виды, предпочитающие верховые болота, но иногда растущие и в других местообитаниях; V — виды, встреченные только на верховых болотах. Растения трех последних групп условно определены как «верные» виды верховых болот.

Результаты и обсуждение

Видовой состав сфагновых мхов карбонового полигона «Росянка». В ходе исследования было установлено произрастание 8 видов сфагновых мхов в центральной части торфяника Виттгирренского.

1. *Sphagnum angustifolium* (сфагнум узколистный). Отмечен на всем исследуемом участке в разных, но относительно влажных местах: 1) в нижней части канав немного выше уровня воды; 2) на обводненных участках (топях) на юго-западной окраине торфяника; 3) на стенке канав в верхней части.

2. *Sphagnum capillifolium* (сфагнум дубравный). Обнаружен в виде вкраплений в основания небольших вересковых кочек в центре торфяника.

3. *Sphagnum centrale* (сфагнум центральный). Был найден в обводненном сообществе с тростником и пушицей в юго-западной части торфяника.



4. *Sphagnum cuspidatum* (сфагнум остроконечный). Встречен в большинстве канав погруженным в воду в их нижней части и в вымочках на топяных участках на юго-западной окраине торфяника.

5. *Sphagnum fallax* (сфагнум обманчивый). Отмечен на различных увлажненных участках в центральной части торфяника: в топяных сообществах, в сообществах с тростником, а также в канавах — в их основании, немного выше уровня воды, возвышаясь над сфагном остроконечным.

6. *Sphagnum fuscum* (сфагнум бурый). Имеется лишь одна находка, сделанная в центре торфяника в основании кочки в березовой поросли.

7. *Sphagnum magellanicum* (сфагнум магелланский). Был найден в основании вересковых кочек в березовой поросли в центре торфяника. Как правило, произрастал в смешанных дерновинках со сфагнумом дубравным.

8. *Sphagnum squarrosum* (сфагнум чешуйчатый). Встречен лишь один раз на обводненном участке в юго-западной части торфяника, где произрастает в довольно большом количестве.

Найденные 8 видов составляют только четверть (24 %) от общего числа сфагновых мхов (34 видов), произрастающих в Калининградской области [17] и примерно такую же долю (28 %) от числа сфагновых мхов, отмеченных на верховых болотах региона (29 видов) [15].

Важно отметить, что большинство из найденных видов (6 из 8) принадлежат к так называемым верным видам верховых болот, согласно шкале М. С. Боч и В. А. Смагина [16, раздел «Материал и методика»], то есть преимущественно обитающим в данных экосистемах. Вероятнее всего, произрастающие ныне на торфянике виды сфагнумов ранее были более широко распространены на существовавшем здесь верховом болоте, а после уничтожения растительности во время торфодобычи смогли сохраниться в канавах и на краевых участках, подвергавшихся осушению, но не срезанию растительного покрова. Два случайных вида — *S. centrale* и *S. squarrosum* — по-видимому, проникли на торфяник из облесенной зоны вокруг бывшего болота.

Столь небольшое количество видов, а также характер их распределения по территории торфяника являются показателем не только крайне неблагоприятных гидрологических условий современного торфяника Виттирренского, но и признаком отсутствия типичных биотопов верхового болота. Восстановление болотных местообитаний в ходе реализации проекта вторичного заболачивания должно существенно увеличить видовой состав сфагновых мхов на данной территории.

Эколого-ценотические особенности сфагнов как показатель потенциально возможных биотопов при развитии проекта вторичного заболачивания. В таблице 1 приводятся сравнительные данные о приуроченности найденных видов сфагновых мхов к растительным сообществам верховых болот Калининградской области [15] и к биотопам нарушенного торфяника Виттирренского [10].

Анализ таблицы 1 позволяет сделать выводы о некоторых экологических предпочтениях и ценотической роли сфагнумов, найденных на торфянике Виттирренском в современных условиях, и о потенциально возможных болотных местообитаниях, которые могут появиться здесь в результате развития проекта вторичного заболачивания [4].

**Приуроченность обнаруженных видов сфагновых мхов к местообитаниям
на крупных ненарушенных верховых болотах
Калининградской области [15] и на торфянике Виттирренском (карбованом полигоне «Госянка») [10]**

Вид	Балл «верности» верховым болотам [15; 16]	Трофность местообитаний [15]*	Местообитания на крупных ненарушенных верховых болотах Калининградской области [15]	Местообитания на торфянике Виттирренском [10]
<i>S. angustifolium</i>	IV	Олиготрофный/ мезотрофный	Зыбучие ковры (сплавнины)	Травяные топи с березовой порослью
		Олиготрофный/ мезотрофный	Обводненные мочажины с осокой	Травяные топи с ситником
		Олиготрофный	Сосняки сфагновые в центре верховых болот	Канавы мелиоративные (нижняя часть, откосы)
		Олиготрофный	Сосновые редколесья краевого склона верховых болот	
<i>S. capillifolium</i>	III	Олиготрофный	Сосняки высокоствольные болотных окраев	Березовая поросль с вереском
		Олиготрофный/ мезотрофный	Сухие высокоствольные сосняки болотных окраев	
		Олиготрофный	Сосняки сфагновые в центре верховых болот Тонкоствольная березовая поросль на торфя- ных пожарах	
<i>S. centrale</i>	I	Олиготрофный	Березняки болотных окраев	Березовая поросль обводненная с трусником и пушицей
		Олиготрофный/ мезотрофный	Сухие болотные окрайки	

Вид	Балл «верности» верховым болотам [15; 16]	Трофность местообитаний [15]*	Местообитания на крупных ненарушенных верховых болотах Калининградской области [15]	Местообитания на торфянике Виттирренском [10]
<i>S. cuspidatum</i>	V	Олиготрофный	Обводненные сфагновые ковры по краям озерков	Травяные топи с березовой порослью Канавы мелиоративные (нижняя часть)
		Олиготрофный/мезотрофный	Мочажины верховых болот	
		Олиготрофный	Обводненные мочажины с осокой	
<i>S. fallax</i>	IV	Олиготрофный	Сфагново-пузырчатковые сообщества по краям болотных озерков	Травяные топи с березовой порослью Березовая поросль обводненная с тростником и пушицей Канавы мелиоративные (нижняя часть)
		Олиготрофный	Обводненные сфагновые ковры по краям озерков	
		Олиготрофный	Мочажины верховых болот, толкие	
		Олиготрофный	Сосняки высокоствольные болотных окраек	
		Олиготрофный	Березяки болотных окраек	
		Мезотрофный/евтрофный	Тростниковые сообщества обводненной краевой зоны болот	
<i>S. fuscum</i>	V	Олиготрофный	Сухие гряды верховых болот	Березовая поросль с вереском
		Олиготрофный	Сосновые редколесья краевого склона верховых болот	
		Олиготрофный	Кочки верховых болот	
<i>S. magellanicum</i>	IV	Олиготрофный	Мочажины верховых болот	Березовая поросль с вереском
		Олиготрофный	Сосновые редколесья краевого склона верховых болот	
		Олиготрофный	Тонкоствольная березовая поросль на торфяных пожарах	
		Олиготрофный	Тростниковые сообщества обводненной краевой зоны болот	
<i>S. squarrosum</i>	I	Мезотрофный/евтрофный	Березовая поросль обводненной краевой зоны болот	Березовая поросль обводненная с тростником и пушицей



Sphagnum angustifolium (сфагнум узколистный). Мезоолиготрофный вид с достаточно широкой экологической амплитудой, произрастающий на болотах как в обводненных условиях (мочажины, сплавины), так и в менее увлажненных местообитаниях (болотные сосняки). На торфянике Виттгирренском отмечен только на обводненных участках — травяных топях и канавах. В случае обводнения торфяника возможно его проникновение на участки с березовой порослью, где он будет распространяться по влажным межкочиям и внедряться в основания вересковых кочек и таким образом увеличивать свое распространение. Весьма вероятно также его появление на участках с сосной. На влажных участках, в случае усиления их обводненности, можно ожидать смену данного вида более гидрофильным сфагнумом остроконечным.

Sphagnum capillifolium (сфагнум дубравный). Олигомезотрофный, лесо-болотный вид. В Калининградской области на верховых болотах встречается в основном по их окрайкам в сосняках. В виде примеси к другим видам сфагнов был отмечен на торфяных пожарищах болот, что по условиям близко к сухой березовой поросли карбонового полигона, где он и был найден, так же в небольшом количестве. В случае обводнения стоит ожидать постепенное исчезновение данного вида из центральной части торфяника и сохранение на периферии, в тех местах, где будут развиваться сосняки и березняки сфагновые.

Sphagnum centrale (сфагнум центральный). Мезотрофный, лесо-болотный вид. В регионе не типичен для верховых болот, но характерен для низинных. На верховых болотах области может встречаться только в краевой части, измененной осушением и минерализацией субстрата. На торфянике Виттгирренском встречен только на топяном участке с тростником, что, по-видимому, связано с большей минерализацией. Занимает на данном участке повышенные, обычно не заливаемые места и в случае обводнения, вероятно, выпадет из состава сообществ в центральной части торфяника. Возможно, будет сохраняться в небольшом количестве в краевых участках с березой.

Sphagnum cuspidatum (сфагнум остроконечный). В регионе — олиготрофный, исключительно болотный вид, связанный с сильно обводненными биотопами: крупными мочажинами, вторичными озерами, топями, где представлен преимущественно погруженными формами. Все эти местообитания в настоящее время отсутствуют на торфянике Виттгирренском и вряд ли появятся в краткосрочной перспективе после начала обводнения торфяника. В связи с этим широкое распространение вида на основную территорию карбонового полигона маловероятно. Но возможно более массовое развитие этого вида на топяных участках торфяника.

В то же время сфагнум остроконечный в большом количестве произрастает в мелиоративных канавах в центральной части торфяника. Этот биотоп может рассматриваться в качестве надежного долговременного убежища (рефугиума) для данного вида. При повышении уровня болотных вод прогнозируется дальнейший рост сфагнума остроконечного в канавах с образованием органической массы. Таким образом, нынешние сообщества данного вида в дренажных канавах могут рассматриваться и в качестве приоритетных с точки зрения изучения потоков углерода.



Sphagnum fallax (сфагнум обманчивый). Олигомезотрофный, лесо-болотный вид, предпочитающий в регионе биотопы верховых болот, где встречается в различных по экологии местообитаниях: от сильно обводненных олиготрофных мочажин до мезоевтрофных тростниковых окраек. На верховых болотах Калининградской области сфагнум обманчивый часто отмечался на нарушенных местообитаниях, некоторые из которых по структуре близки участкам карбонового полигона, в частности: березняки окраек болот – березовая поросль с пушицей, тростниковая краевая зона болот – травяные топи с тростником, ковры по краям болотных озерков – каналы с водой.

Сфагнум обманчивый редко образует самостоятельные крупные дерновины и обычно примешивается к другим видам сфагнов. Похожим образом сфагнум обманчивый произрастает и на торфянике Виттгирренском. В связи с этим данный вид отмечен во многих местах центральной части торфяника, но в небольшом количестве.

Учитывая приуроченность сфагнума обманчивого к увлажненным местам, можно прогнозировать увеличение его распространения в случае начала обводнения торфяника, а также более массовое развитие этого вида в мелиоративных канавах вместе со сфагнумом остроконечным.

Sphagnum fuscum (сфагнум бурый). Олиготрофный, исключительно болотный вид. В регионе произрастает в основном в центральных частях верховых болот, на относительно сухих повышениях: крупных кочках и грядах. На торфянике встречен также на сухом участке в центре зарастающей торфяной карты с березой и вереском.

В случае реализации проекта обводнения распространение данного вида, вероятно, будет происходить медленно, по мере формирования сфагновых кочек другими видами.

Sphagnum magellanicum (сфагнум магелланский). Мезоолиготрофный болотный вид. Распространен преимущественно на верховых болотах, где является одним из основных формирователей моховых кочек с кустарничками. Из-за отсутствия данных микробиотопов на торфянике в настоящий момент вид не имеет широкого распространения, но может существенно увеличить его в будущем при обводнении торфяника.

По-видимому, подобный процесс происходит при восстановлении растительности верхового болота после пожаров, где сфагнум магелланский отмечался в качестве основного вида мохового яруса в сообществе березовой поросли на сгоревшем участке болота [15]. В березовой поросли на торфянике Виттгирренском развитие данного вида в качестве доминанта, вероятно, сдерживается фактором недостаточного увлажнения поверхностного слоя торфа. Именно поэтому мониторинг распространения сфагнума магелланского перспективен для индикации увлажненности торфяной залежи карбонового полигона.

Sphagnum squarrosum (сфагнум чешуйчатый). Мезоевтрофный, лесо-болотный вид. В регионе на верховых болотах, как правило, не встречается, но может обитать в облесенной зоне по периметру болота с богатым минеральным питанием. Похожие условия, очевидно, создаются в топяных сообществах на юго-западном участке карбонового полигона, где из-за маломощного слоя торфа обеспечивается более богатое минеральное питание и сфагнум чешуйчатый рассеянно встречается вместе с рядом других видов сфагновых мхов.



В случае обводнения торфяника данный вид не будет выходить за пределы топяного участка, а со временем, вероятно, уступит место более гидрофильным видам. Его сохранение тем не менее возможно в окраинной лесо-болотной зоне вокруг торфяника.

Типы местообитаний сфагновых мхов и их значимость для климатического мониторинга на карбоновом полигоне «Росянка». По результатам исследования видового состава сфагновых мхов и их ценотической приуроченности все местообитания сфагнов в центральной части торфяника Виттгирренского могут быть разделены на три типа: а) гидрофильные местообитания с постоянно присутствующей водой, б) влажные местообитания с близким расположением грунтовых вод (без стоячей воды или присутствующей там недолгое время); в) относительно сухие местообитания. Распределение сфагновых мхов по этим типам местообитаний и по конкретным местообитаниям показано в таблице 2.

Таблица 2

Приуроченность сфагновых мхов к различным частям торфяника Виттгирренского

Тип местообитания	Местообитание	Вид сфагновых мхов
Гидрофильные местообитания	Канавы, в воде	<i>S. cuspidatum</i>
	Канавы, в основании чуть выше уровня воды	<i>S. angustifolium</i> <i>S. fallax</i>
	Вымочки с водой (иногда пересыхающие на короткое время)	<i>S. angustifolium</i> <i>S. cuspidatum</i> <i>S. fallax</i>
Влажные местообитания (топяные участки)	Влажные понижения без воды (либо заливаемые на короткое время)	<i>S. centrale</i> <i>S. quarrosum</i>
	Периодически затапливаемые понижения	<i>S. angustifolium</i> <i>S. fallax</i>
Относительно сухие местообитания	На стенке канав, в их верхней части	<i>S. angustifolium</i> <i>S. magellanicum</i> <i>S. capillifolium</i>
	В основании вересковых кочек	<i>S. fuscum</i> <i>S. magellanicum</i>

К гидрофильным местообитаниям были отнесены биотопы с постоянно присутствующей стоячей водой, лишь изредка может происходить пересыхание на непродолжительное время. Это дно осушительных канав и отдельные вымочки на топяных участках в юго-западной части торфяника. Во время исследования было установлено, что большая часть сфагнумов встречается на торфянике Виттгирренском именно в канавах. Здесь преобладают сфагнумы: остроконечный (*Sphagnum cuspidatum*), обманчивый (*S. fallax*) и узколиственный (*S. angustifolium*). Именно эти виды образуют непрерывные ковры, заполняющие пространство канав, с большой биомассой, далее преобразующейся в торф — то есть осуществляющей процесс секвестрации атмосферного углерода (в виде CO₂). Это позволяет рассматривать данный биотоп как особый класс рас-



тительного покрова нарушенных торфяников и организовывать изучение потоков парниковых газов в данных сообществах, а также сопряженные исследования биологической продуктивности и гидрохимических показателей, что даст возможность проводить моделирование процесса потока углерода в экосистеме торфяника.

Как уже было отмечено, биотоп мелиоративных канав может рассматриваться в качестве долговременного рефугиума для гидрофильных видов сфагнумов, которые смогут распространяться на остальную территорию торфяника при формировании там подходящих местообитаний после обводнения ныне осушенного торфяника Виттгирренского.

К влажным местообитаниям, периодически затапливаемым, отнесены пониженные участки, расположенные в юго-западной части торфяника. Эта территория расположена ниже основной части торфяника и находится ближе к грунтовым водам подстилающих пород, что обеспечивает дополнительное минеральное питание. Здесь образуется сложная мозаичность мохового покрова со сложным чередованием более гидрофильных видов в понижениях (*S. fallax*, *S. angustifolium*) и менее гидрофильных на повышениях (*S. squarrosum*, *S. centrale*).

Ярус сфагновых мхов на данной территории характеризуется не только видовым разнообразием, но и значительной степенью проективного покрытия, а следовательно, и накоплением органической массы. В связи с этим данный участок тоже должен быть отнесен к перспективным для изучения потоков и потенциальной секвестрации климатически активных газов, но с учетом пространственной и экологической неоднородности.

Так же, как и предыдущий, данный тип местообитаний должен рассматриваться в качестве рефугиума для всех обитающих здесь видов сфагнумов с возможностью распространения на остальную территорию торфяника Виттгирренского при восстановлении его гидрологического режима.

К сухим относят местообитания центральной части торфяника Виттгирренского, на месте торфяных полей, где добывался торф, а также на верхних кромках канав. Так как эти места сильно осушены, сфагнумы здесь почти не произрастают и встречаются только отдельными вкраплениями в основании кочек с пушицей вместе с другими мхами. Здесь обитают только виды, характерные для кочек верховых болот, — сфагнумы дубравный (*S. capillifolium*), магелланский (*S. magellanicum*) и бурый (*S. fuscum*).

Ввиду незначительного обилия данные участки не могут считаться надежными рефугиумами найденных там видов сфагнумов, но важны с точки зрения изменения уровня эмиссии при реализации проекта обводнения торфяника.

Находки разных видов сфагнумов на карбоновом полигоне «Росзянка» (торфяник Виттгирренский) и их приуроченность к определенным местообитаниям показаны на рисунке 2.

Таким образом, в настоящее время видовой состав сфагновых мхов торфяника Виттгирренского очень незначителен, а распространение приурочено к отдельным участкам. Основным местообитанием сфагнумов на торфянике являются мелиоративные каналы и увлажненные топяные участки в юго-западной части, которые расположены ниже ос-



новой территории торфяника примерно на 0,5–1 м. Кочечные виды, которые доминируют на верховых болотах, на данной территории представлены только *S. magellanicum*, *S. fuscum* и *S. capillifolium*, встречающимися в крайне незначительных количествах в виде отдельных вкраплений в общий растительный покров. Это связано с сильным осушением торфяника.

В целом современные экологические условия неблагоприятны для развития таких групп организмов, как сфагновые мхи. Для возобновления их нормального роста необходимо поднятие уровня болотных вод не менее чем на 0,5 м.

Выводы

85

1. В настоящее время на торфянике Виттгирренском (сухопутной площадке карбонового полигона) обнаружено 8 видов сфагновых мхов, что составляет менее 30 % потенциально возможного числа видов на нарушенном верховом болоте.

2. Современные экологические условия на большей части торфяника неблагоприятны для развития сфагнумов, за исключением локальных гидрофильных местообитаний.

3. Сфагновые мхи на торфянике распределяются по трем типам местообитаний, главные из которых – гидрофильные биотопы: мелиоративные каналы и обводненные понижения на юго-западной окраине торфяника.

4. Гидрофильные биотопы торфяника должны рассматриваться в качестве убежищ (рефугиумов) сфагнумов, из которых будет происходить их расселение в ходе проектов по восстановлению экосистемы болота на карбоновом полигоне «Росьянка».

5. В условиях карбонового полигона сфагновые мхи (динамика видового состава, распространения, обилия, участия в составе растительных сообществ) – важная индикаторная группа организмов, необходимая для экологического мониторинга за состоянием всей экосистемы торфяника Виттгирренского.

6. Гидрофильные рефугиумы сфагнов торфяника Виттгирренского перспективны для исследования потоков углерода на карбоновом полигоне «Росьянка» в качестве отдельного типа растительного покрова.

Рабочая группа карбонового полигона «Росьянка» планирует продолжить исследования сфагновых мхов торфяника Виттгирренского с целью получить более полную информацию об их видовом составе и закономерностях распределения по биотопам.

Публикация подготовлена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках пилотного проекта по созданию полигонов для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса (Приказ Минобрнауки России от 5 февраля 2021 г. № 74).

Список литературы

1. Карбоновые полигоны // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/poligony/> (дата обращения: 11.11.2021).



2. Карбоновый полигон «Росянка». Научно-образовательный проект по изучению климатически активных парниковых газов. URL: <http://rosyanka.kantiana.ru/> (дата обращения: 11.11.2021).
3. Карбоновая ферма на торфянике Виттирренском // Карбоновый полигон «Росянка». URL: <http://rosyanka.kantiana.ru/farm> (дата обращения: 11.11.2021).
4. Напреенко М. Г., Самерханова А. К., Анциферова О. А., Напреенко-Дорохова Т. В. Экологическая реабилитация водно-болотных экосистем в рамках функционирования карбонового полигона в Калининградской области // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность : тез. докл. междунар. науч. конф. Севастополь, 2021. С. 641–642. <https://doi.org/10.21072/978-5-6044865-5-9>.
5. Glime J. M. Bryophyte Ecology. Vol. 1. Physiological Ecology. Ch. 2–5. URL: <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/> (дата обращения: 11.11.2021).
6. Савич-Любицкая Л. И., Смирнова З. Н. Определитель сфагновых мхов СССР. Л., 1968.
7. Tanneberger F., Wichtmann W. Carbon credits from peatland rewetting: climate, biodiversity, land use. Stuttgart, 2011.
8. Glime J. M. Bryophyte Ecology. Vol. 1. Physiological Ecology. Ch. 8–2. URL: <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/> (дата обращения: 11.11.2021).
9. География Янтарного края России / под ред. В. В. Орлёнка. Калининград, 2008.
10. Napreenko M. G., Antsiferova O. A., Aldushin A. V. et al. New approaches to sustainable management of wetland and forest ecosystems as a response to changing socio-economic development contexts // W. L. Filho, E. V. Krasnov, D. V. Gaeva (eds.). Innovations and Traditions for Sustainable Development. Springer, 2021. P. 395–416. doi: 10.1007/978-3-030-78825-4.
11. Daniels R. E., Eddy A. Handbook of European Sphagna. Huntington, 1985.
12. Носкова М. Г. Полевой атлас-определитель сфагновых мхов таежной зоны Европейской России. Тула, 2016.
13. Dierßen K. Bestimmungsschlüssel der Torfmoose in Norddeutschland // Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg. Kiel, 1996. Heft 50.
14. Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. Vol. 15. P. 1–130.
15. Напреенко М. Г. Флора и растительность верховых болот Калининградской области : дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2002.
16. Боч М. С., Смагин В. А. Флора и растительность болот Северо-Запада России и принципы их охраны. СПб., 1993.
17. Напреенко М. Г., Разгуляева Л. В. Сфагновые мхи Калининградской области // Arctoa. 1999. Vol. 8. С. 27–34.

Об авторах

Максим Геннадьевич Напреенко — канд. биол. наук, науч. сотр., Балтийский федеральный университет им. И. Канта; науч. сотр., Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Россия.

E-mail: maxnapr@gmail.com



Татьяна Владимировна Напреенко-Дорохова – канд. геогр. наук, науч. сотр., Балтийский федеральный университет им. И. Канта; науч. сотр., Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Россия.

E-mail: tnapdor@gmail.com

Влада Игоревна Карелина – студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: Satyukova2002@mail.ru

Ева Дмитриевна Пеленс – учащаяся, Гимназия «Вектор» г. Зеленоградска, Россия.

E-mail: evapelens@mail.ru

The authors

Dr Maxim G. Napreenko, Immanuel Kant Baltic Federal University; Shirshov Institute of Oceanology, Russia.

E-mail: maxnapr@gmail.com

Dr Tatiana V. Napreenko-Dorokhova, Immanuel Kant Baltic Federal University, Shirshov Institute of Oceanology, Russia.

E-mail: tnapdor@gmail.com

Vlada I. Karelina, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: Satyukova2002@mail.ru

Eva D. Pelens, Student, MAOU "Gymnasium "Vector" Zelenogradsk", Russia.

E-mail: evapelens@mail.ru

Е. В. Каширских, Л. К. Асякина, Д. Д. Надцонов

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Поступила в редакцию 15.11.2021 г.

Рецензия от 16.12.2021 г.

88

Микроводоросли распространены в почвенных, морских и пресноводных экологических системах. Они способны в процессе жизнедеятельности накапливать ценные биологически активные вещества. В настоящее время микроводоросли изучены недостаточно. В связи с этим целью данной статьи было исследование физико-химических свойств микроводорослей Балтийского моря в Калининградской области. Количество белка определяли по методу Бредфорда, липидов – по методу Фолча. В результате проведенной работы доказано, что максимальное значение показателя – оптическая плотность – отмечено у микроводорослей *Chlorella vulgaris*. Наибольшей плотностью суспензии отличаются *Pleurochrysis carterae* и *Arthrospira platensis* после 7 суток культивирования, наименьшей – *Chlorella vulgaris*. Высокие значения динамической вязкости обнаружены у суспензий микроводорослей *Dunaliella salina* и *Pleurochrysis carterae*. Суспензия микроводорослей *Arthrospira platensis* характеризуется наименьшим значением динамической вязкости. Установлено, что активная кислотность суспензии всех исследуемых образцов микроводорослей имеет разные значения, но все исследуемые микроводоросли растут и активно развиваются в щелочной среде. Показано, что при культивировании клеток микроводорослей наибольшее количество белка накапливается в *Arthrospira platensis*, а оказывается примерно одинаковым в *Dunaliella salina* и *Chlorella vulgaris*. Из вторичных метаболитов микроводорослей планируется создавать БАДы и функциональные продукты питания.

*Microalgae are common in soil, marine and freshwater ecological systems. They are able to accumulate valuable biologically active substances in the course of life. At present, microalgae have not been studied well enough. Thus, the purpose of this project was to study the physicochemical properties of microalgae of the Baltic Sea in the Kaliningrad region. The amount of protein was determined by the Bradford method, while lipids were assessed by the Folch method. As a result of the work, it was proved that the maximum value of the indicator – optical density – was noted in the microalgae *Chlorella vulgaris*. *Pleurochrysis carterae* and *Arthrospira platensis* are characterized by the highest suspension density after 7 days of cultivation. The smallest is *Chlorella vulgaris*. High values of dynamic viscosity were found in suspensions of *Dunaliella salina* and *Pleurochrysis carterae* microalgae. Suspension of microalgae *Arthrospira platensis* is characterized by the lowest value of dynamic viscosity. It has been established that the value of the active acidity of the suspension of all the studied samples of microalgae have different values, but*



all the studied microalgae is found to grow and actively develop in an alkaline environment. It has been shown that during the cultivation of microalgae cell culture, the largest amount of protein accumulates in *Arthrospira platensis*. The amount of protein in the cultivation of *Dunaliella salina* and *Chlorella vulgaris* cell cultures was approximately the same. It is planned to create dietary supplements and functional foods from secondary metabolites of microalgae.

Ключевые слова: микроводоросли, физико-химические свойства, белок, липиды, углеводы, *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Nostoc sp.*, *Dunaliella salina*, *Pleurochrysis carterae*

Keywords: microalgae, physicochemical properties, protein, lipids, carbohydrates, *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Nostoc sp.*, *Dunaliella salina*, *Pleurochrysis carterae*

Введение

Микроводорослями называют группу микроорганизмов, распространенных в почвенных, морских и пресноводных экологических системах и характеризующихся способностью выработки органических веществ в процессе жизнедеятельности (фотосинтеза) [1–3].

Микроводоросли состоят из широкого спектра автотрофных организмов, которые растут в процессе фотосинтеза так же, как и растения [4; 5]. Классификация микроводорослей постоянно пересматривается в связи с новыми генетическими данными [6]. Тем не менее различают две основные группы: прокариотические и эукариотические [4].

Прокариотическими микроводорослями являются цианобактерии (сине-зеленые водоросли), таксономия которых включает пять порядков: хроококковые (*Chroococcales*), осцилляториевые (*Oscillatoriales*), ностокковые (*Nostocales*), стигонемовые (*Stigonematales*) и плеврокапсовые (*Pleurocapsales*) [7–9]. Прохлорофиты (*Prochlorales*), или свободно действующие хлоропласты, – еще одна группа цианобактерий, которые представляют собой искусственную группу, основанную на их различной пигментации, происходящей из-за отсутствия фитобилипротеинов и, в большинстве случаев, из-за присутствия хлорофиллов а и b [10; 11]. Одной из основных характеристик цианобактерий является их быстрое поглощение и накопление питательных веществ и соединений, таких как фосфаты, цианофицин (полимер аспарагиновой кислоты и аргинина) и разветвленный α -1,4-полиглюкан [12–14]. Некоторые из этих микроорганизмов могут продуцировать нейротоксины и гепатотоксины, тогда как другие вырабатывают терапевтические соединения (например, противовирусные препараты, иммуномодуляторы, ингибиторы) [15]. Наиболее важные цианобактерии, используемые в биотехнологии, – это *Spirulina (Arthrospira) platensis*, *Nostoc commune* и *Aphanizomenon flos-aquae* [5].

Микроводоросли изучены значительно меньше, чем макроводоросли. Их преимущества связаны с более быстрым ростом, более высокой фотосинтетической эффективностью и возможностью культивирования в производственных условиях. Они дают возможность для создания новых пищевых продуктов и их применения в пищевой промышленности и здравоохранении [16]. Кроме того, биоразнообразие микроводо-



рослей позволит увеличить количество различных источников биологически активных веществ, таких как углеводы, липиды, белки и пигменты. В связи с увеличивающимся спросом на биологически активные вещества микроводорослей возникает проблема их культивирования [17]. Для подбора рациональных режимов культивирования необходимо изучить их физико-химические свойства. В связи с этим актуальность данного исследования очевидна.

Новизна данного исследования заключается в том, что впервые были выделены микроводоросли Балтийского моря в Калининградской области и изучены их физико-химические свойства: активная кислотность, оптическая плотность суспензии, плотность суспензии, динамическая вязкость, содержание сухих веществ, цвет и запах суспензии.

Цель данной работы – изучение их физико-химических свойств микроводорослей Балтийского моря в Калининградской области.

Объекты и методы исследования

При проведении исследований изучали химический состав и физико-химические свойства выбранных объектов: пяти штаммов микроводорослей *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Pleurochrysis carterae*. Для этого осуществляли культивирование микроводорослей и наработку их биомассы. Этот процесс проводили при комнатной температуре (21 – 23 °С) и постоянном освещении 30 – 50 мкЕ люминисцентными лампами с теплым белым светом в течение 2, 4 и 7 суток.

При культивировании штаммов микроводоросли *Chlorella vulgaris* (С-11, С-38) использовали среду Тамия; для культивирования и наработки биомассы микроводоросли *Arthrospira platensis* (В-256, В-287) – питательную среду Заррука; для наработки биомассы микроводосли *Pleurochrysis carterae* – питательную среду F/2 и специальную питательную среду для *Chlorella vulgaris* С-66. Питательные среды стерилизовали путем автоклавирования, микроэлементы среды Заррука стерилизовали фильтрацией через фильтр с диаметром пор 0,22 мкм и вносили после автоклавирования в охлажденные до комнатной температуры питательные среды. Культивирование микроводорослей вели до получения необходимого количества биомассы исследуемых образцов *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Pleurochrysis carterae*.

Для микроводорослей *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Pleurochrysis carterae* изучали физико-химические свойства. В качестве основных показателей, характеризующих физико-химические свойства исследуемых образцов, выбрали активную кислотность, оптическую плотность суспензии, плотность суспензии, динамическую вязкость, содержание сухих веществ, цвет и запах суспензии [18].

Такие показатели, как оптическая плотность суспензии и плотность суспензии, характеризуют накопление биомассы микроводорослями. Оптическую плотность суспензии на разных этапах культивирования изучали с помощью двухлучевого спектрофотометра UV-3600 (Shimadzu, Япония). Измерения проводили при длине волны 750 нм в стеклянных кюветах 1,0 см. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Если показания прибора превышали рабочий диапазон, пробы разбавляли дистиллированной водой.



Также для оценки накопления биомассы микроводорослей измеряли сухую массу проб, определение производилось методом фильтрации через бумажные фильтры, высушенные предварительно в сушильном шкафу до постоянной массы. Пробы суспензии отбирали стерильными медицинскими шприцами объемом 100 мл. Далее фильтровали под вакуумом с помощью колбы Бунзена и воронки Бюхнера. После фильтрации промывали фильтры дистиллированной водой во избежание погрешности, которую могут давать соли, осажденные из питательной среды на фильтре. Затем фильтры высушивали в сушильном шкафу до постоянной массы. Прирост биомассы микроводорослей определяли по разнице масс сухих фильтров до и после фильтрации.

Для определения pH суспензий микроводорослей использовали стационарный pH-метр pH 213 (HANNA, Германия). Плотность суспензий определяли с помощью ареометра в соответствии с ГОСТ 18481-81. Вязкость суспензий измеряли при помощи капиллярного вискозиметра типа ВПЖ-2 в соответствии с ГОСТ 29226-91.

Экстракцию липидов микроводорослей проводили по методу Фолча. Для этого использовали 2 мл смеси хлороформ : метанол в объемном соотношении 2:1 на 100 мг сухой биомассы, затем проводили ультразвуковую обработку в течение 30 мин при 25 °С. К смеси добавляли 0,25 объема 0,9 % раствора NaCl и интенсивно перемешивали. После расслоения фаз органическую фазу отделяли, упаривали до постоянной массы и взвешивали. Содержание липидов W_L (%), определяли по формуле

$$W_L \geq \frac{m_L}{m_b} \cdot 100, \quad (1)$$

где m_L — масса экстрагированных липидов, m_b — масса сухой биомассы.

Определение содержания белка в биомассе микроводорослей проводили с помощью метода Бредфорда. Для экстракции белка к 10 мг сухой биомассы микроводорослей добавляли 10 мл 0,5 М раствора гидроксида натрия и выдерживали на водяной бане в течение 10 мин при 80 °С. Полученный экстракт центрифугировали в течение 20 мин при скорости вращения ротора 3900 об./мин. Супернатант переносили в чистую пробирку. Экстракцию повторяли, супернатанты объединяли. Количество выделившегося белка определяли спектрофотометрически при длине волны 595 нм. Калибровочный график строили на основе бычьего сывороточного альбумина (БСА). Калибровочные растворы готовились в 0,5 М гидроксиде натрия. Процентное содержание белка определяли относительно веса сухой биомассы микроводорослей [19].

Содержание углеводов в биомассе микроводорослей определяли по методу Миллера с 3,5-динитросалициловой кислотой. Для определения моносахаридов 0,2 г сухой биомассы микроводорослей добавляли в 20 мл 1,5 М хлороводородной кислоты и нагревали полученную смесь в течение 20 мин при 120 °С. Далее в мерные колбы на 25 мл пипеткой вносили 1 мл испытуемого раствора и 2 мл реактива динитросалициловой кислоты и быстро перемешивали. Колбы помещали в кипящую водяную баню и кипятили в течение 5 мин. Затем образцы охлаждали



до комнатной температуры, доводили до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивали и измеряли оптическую плотность растворов на двухлучевом спектрофотометре UV-3600 (Shimadzu, Япония) при длине волны 530 нм.

Результаты и их обсуждение

Результаты изучения физико-химических свойств микроводорослей *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Pleurochrysis carterae* представлены в таблице 1.

92

В процессе изучения физико-химических свойств микроводорослей *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Pleurochrysis carterae*, выделенных из акватории Балтийского моря (Калининградская область), установлено, что все объекты исследования на начальных этапах культивирования не имеют запаха, а при увеличении продолжительности процесса наработки биомассы появляется слабый травянистый запах. Цвет суспензии при культивировании у всех исследуемых образцов наблюдался зеленый. У микроводорослей *Chlorella vulgaris* в первые 4 суток цвет был салатový, но при увеличении продолжительности культивирования происходило потемнение цвета суспензии до зеленого.

Показано, что при увеличении процесса культивирования оптическая плотность суспензии, плотность суспензии и динамическая вязкость увеличиваются, что свидетельствует о том, что в процессе культивирования микроорганизмов происходит накопление биомассы [20]. Максимальное значение показателя — оптическая плотность (OD 750) отмечено у микроводорослей *Chlorella vulgaris* (величина оптической плотности (OD 750) составила $1,13 \pm 0,03$ кг/м³). Микроводоросли *Arthrospira platensis* и *Pleurochrysis carterae* показали практически равное значение. Так, показатель «оптическая плотность» для микроводорослей *Arthrospira platensis* имеет значение $0,84 \pm 0,02$ кг/м³, а микроводоросли *Pleurochrysis carterae* характеризуются значением оптической плотности $0,86 \pm 0,02$ кг/м³. Плотность суспензии для микроводорослей *Arthrospira platensis* после 7 суток культивирования составила $925,28 \pm 27,75$ кг/м³, что значительно больше, чем плотность суспензии микроводорослей *Chlorella vulgaris* ($812,26 \pm 24,36$ кг/м³), но меньше, чем значение исследуемого показателя у суспензии микроводоросли *Pleurochrysis carterae* ($987,20 \pm 29,61$ кг/м³).

Изучение динамической вязкости суспензий микроводорослей *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Pleurochrysis carterae*, выделенных из акватории Балтийского моря (Калининградская область), свидетельствует о том, что наименьшее значение вязкости отмечено у суспензии микроводорослей *Chlorella vulgaris*: исследуемая величина после 7 суток культивирования достигла значения $(0,81 \pm 0,02) \cdot 10^{-3}$ Па·с. Высокую динамическую вязкость среди исследуемых образцов удалось обнаружить у суспензий микроводорослей *Pleurochrysis carterae*. Так, динамическая вязкость суспензии микроводоросли *Pleurochrysis carterae* составила $(1,04 \pm 0,03) \cdot 10^{-3}$ Па·с. Суспензия микроводорослей *Arthrospira platensis* характеризовалась значением динамической вязкости $(0,94 \pm 0,02) \cdot 10^{-3}$ Па·с.

Таблица 1

Физико-химические свойства микроводорослей при 2, 4-х и 7-х сутках культивирования

Показатель	Значение											
	<i>Arthrospira platensis</i>			<i>Pleurochrysis carterae</i>			<i>Chlorella vulgaris</i>					
Продолжительность культивирования, сут	2	4	7	2	4	7	2	4	7	2	4	7
Оптическая плотность (OD 750)	0,28±0,01	0,66±0,01	0,84±0,02	0,27±0,01	0,46±0,01	0,86±0,02	0,24±0,01	0,95±0,02	1,13±0,03	0,24±0,01	0,95±0,02	1,13±0,03
pH	9,70±0,29	10,31±0,30	11,54±0,34	9,65±0,28	10,20±0,30	11,62±0,34	7,65±0,23	7,94±0,23	8,45±0,25	7,65±0,23	7,94±0,23	8,45±0,25
Плотность, кг/м ³	741,27±22,23	898,17±26,94	925,28±27,75	785,30±23,55	904,74±27,14	987,20±29,61	748,30±22,44	794,15±23,82	812,26±24,36	748,30±22,44	794,15±23,82	812,26±24,36
Динамическая вязкость, 10 ⁻³ Па·с	0,74±0,02	0,82±0,02	0,94±0,02	0,69±0,02	0,80±0,02	1,04±0,03	0,75±0,02	0,78±0,02	0,81±0,02	0,75±0,02	0,78±0,02	0,81±0,02
Содержание сухих веществ, %	0,51±0,01	0,54±0,01	0,56±0,01	0,52±0,01	0,53±0,01	0,55±0,01	0,45±0,01	0,46±0,01	0,48±0,01	0,45±0,01	0,46±0,01	0,48±0,01
Цвет	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Салатовый	Зеленый	Зеленый	Салатовый	Зеленый	Зеленый
Запах	Без запаха	Слабый травянистый	Слабый травянистый	Без запаха	Слабый травянистый	Слабый травянистый	Без запаха	Без запаха	Слабый травянистый	Без запаха	Без запаха	Слабый травянистый



Рекордное содержание сухих веществ среди исследуемых образцов отмечено у микроводорослей *Arthrospira platensis* (массовая доля сухих веществ составила $0,56 \pm 0,01$ %) и *Pleurochrysis carterae* (содержание сухих веществ – $0,55 \pm 0,01$ %).

Согласно результатам анализа физико-химических свойств в биомассе микроводорослей *Chlorella vulgaris* содержание сухих веществ было не более $0,48 \pm 0,01$ %.

Значение активной кислотности суспензии у всех исследуемых образцов различно, но установлено, что все микроводоросли растут и активно развиваются в щелочной среде. Так, значение активной кислотности суспензии микроводорослей *Arthrospira platensis* достигает значения $11,54 \pm 0,34$ ед. Микроводоросли *Pleurochrysis carterae* (при условиях культивирования при температуре $21 - 23$ °С и постоянном освещении $30 - 50$ мкЕ люминисцентными лампами с теплым белым светом в течение 7 суток) имели значение рН суспензии $11,62 \pm 0,34$. Микроводоросли *Chlorella vulgaris* показали значение активной кислотности суспензии $7,65 \pm 0,23$. Химический состав исследуемых микроводорослей представлен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав сухого вещества микроводорослей

Показатель	<i>Arthrospira platensis</i>	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Pleurochrysis carterae</i>
Белки, %	$60,03 \pm 1,80$	$56,20 \pm 1,68$	$43,32 \pm 1,29$
Липиды, %	$7,23 \pm 0,21$	$16,24 \pm 0,48$	$19,61 \pm 0,58$
Углеводы, %	$11,44 \pm 0,34$	$11,22 \pm 0,33$	$11,53 \pm 0,34$
Зола, %	$7,13 \pm 0,21$	$6,54 \pm 0,19$	$7,38 \pm 0,22$
Пищевые волокна, %	$3,58 \pm 0,10$	$3,52 \pm 0,10$	$3,46 \pm 0,10$
Хлорофилл а, мг/г	$6,48 \pm 0,19$	$3,63 \pm 0,10$	$2,98 \pm 0,08$
Хлорофилл b, мг/г	$2,17 \pm 0,06$	$1,11 \pm 0,03$	$1,56 \pm 0,04$
Каротиноиды, %	$3,05 \pm 0,09$	$4,25 \pm 0,12$	$3,17 \pm 0,09$
Влажность, %	$6,61 \pm 0,19$	$8,96 \pm 0,26$	$8,59 \pm 0,25$

Анализ результатов, представленных в таблице 2, показывает, что микроводоросли *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Pleurochrysis carterae*, выделенные из акватории Балтийского моря (Калининградская область), характеризуются разнообразным составом, что и обуславливает интерес к ним как к объектам исследования и перспективного сырья для получения ценных биологических продуктов. В процессе изучения химического состава микроводорослей подтверждено, что исследуемые культуры способны образовывать органические соединения, необходимые для нормальной жизнедеятельности живого организма. Среди основных веществ, обнаруженных при реализации научно-исследовательской работы, — протеины, липиды, углеводы, в том числе пищевые волокна, пигменты (хлорофиллы и каротиноиды). Также было определено содержание влаги в биомассе культур *Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Pleurochrysis carterae*.



Микроводоросли *Pleurochrysis carterae*, *Arthrospira platensis* и *Chlorella vulgaris* синтезируют углеводы в количестве $11,53 \pm 0,34$, $11,44 \pm 0,34$ и $11,22 \pm 0,33$ % соответственно.

Установлено, что исследуемые образцы микроводорослей имеют низкое значение показателя «Содержание золы», который составляет $7,38 \pm 0,22$ % для микроводорослей *Pleurochrysis carterae*. При этом количество золы в культуре клеток микроводорослей *Arthrospira platensis* достигает $7,13 \pm 0,21$ %, а в биомассе микроводорослей *Chlorella vulgaris* – $6,54 \pm 0,19$ %.

Микроводоросли *Arthrospira platensis* и *Chlorella vulgaris* отличаются от культур клеток *Pleurochrysis carterae* тем, что содержат большое количество белка. Показано, что при культивировании культуры клеток *Arthrospira platensis* синтезируется до $60,03 \pm 1,80$ % белка от сухого веса, при наработке биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* количество образованного белка составляет $56,20 \pm 1,68$ %, в то время как микроводоросли *Pleurochrysis carterae* содержат всего $43,32 \pm 1,29$ % белка.

Наибольшее содержание липидов отмечено в культуре микроводорослей *Pleurochrysis carterae* и *Chlorella vulgaris*: $19,61 \pm 0,58$ и $16,24 \pm 0,48$ % соответственно. Содержание жиров у культуры клеток микроводорослей *Arthrospira platensis* достигает $7,23 \pm 0,21$ %.

Количественное содержание растительных волокон у всех исследуемых образцов практически одинаково. Массовая доля пищевых волокон в образцах микроводорослей *Arthrospira platensis* составляет $3,58 \pm 0,10$ %, незначительно меньше отмечено содержание пищевых волокон в клетках микроводорослей *Chlorella vulgaris* ($3,52 \pm 0,10$ %) и *Pleurochrysis carterae* ($3,46 \pm 0,10$ %).

Выводы

Таким образом, в работе изучены физико-химические свойства микроводорослей Балтийского моря в Калининградской области: активная кислотность, оптическая плотность суспензии, плотность суспензии, динамическая вязкость, содержание сухих веществ, цвет и запах суспензии. Максимальное значение оптической плотности (OD 750) отмечено у микроводорослей *Chlorella vulgaris*. Плотность суспензии для микроводорослей *Arthrospira platensis* после 7 суток культивирования составила $925,28 \pm 27,75$ кг/м³, что значительно больше, чем плотность суспензии микроводорослей *Chlorella vulgaris* (плотность суспензии – $812,26 \pm 24,36$ кг/м³), но меньше, чем значение исследуемого показателя у суспензии микроводоросли *Pleurochrysis carterae*. Высокая динамическая вязкость среди исследуемых образцов обнаружена у суспензий микроводорослей *Pleurochrysis carterae* – $(1,04 \pm 0,03) \cdot 10^{-3}$ Па·с. Суспензия микроводорослей *Arthrospira platensis* характеризовалась значением динамической вязкости $(0,94 \pm 0,02) \cdot 10^{-3}$ Па·с. Значение активной кислотности суспензии у всех исследуемых образцов различно, но установлено, что все микроводоросли растут и активно развиваются в щелочной среде. Показано, что при культивировании клеток *Arthrospira platensis* синтезируется белка до $60,03 \pm 1,80$ % от сухого веса, при культивировании клеток биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* количество образованного белка составляет $56,20 \pm 1,68$ %.



Список литературы

1. Rizwan M., Mujtaba G., Memon S. A. et al. Exploring the potential of microalgae for new biotechnology applications and beyond: a review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018. Vol. 92. P. 394–404.
2. Villarruel-Lopez A., Ascencio F., Nuno K. Microalgae, a Potential Natural Functional Food Source – a Review // Polish journal of food and nutrition sciences. 2017. Vol. 67 (4). P. 251–263.
3. Barka A., Blecker C. Microalgae as a potential source of singlecell proteins // Biotechnology, Agronomy, Society and Environment. 2016. Vol. 20. P. 427–436.
4. Sprague M., Betancor M. B., Tocher D. R. Microbial and genetically engineered oils as replacements for fish oil in aquaculture feeds // Biotechnology Letters. 2017. Vol. 39 (11). P. 1599–1609.
5. Ferreira G. F., Rios Pinto L. F., Maciel Filho R. et al. A review on lipid production from microalgae: Association between cultivation using waste streams and fatty acid profiles // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019. Vol. 109. P. 448–466.
6. Scharff C., Domurath N., Wensch-Dorendorf M. et al. Effect of different photoperiods on the biochemical profile of the green algae *C. vulgaris* and *S. obliquus* // Acta Horticulturae. 2017. P. 1149–1156.
7. Sarat Chandra T., Aditi S., Maneesh Kumar M. et al. Growth and biochemical characteristics of an indigenous freshwater microalga, *Scenedesmus obtusus*, cultivated in an airlift photobioreactor: effect of reactor hydrodynamics, light intensity, and photoperiod // Bioprocess and Biosystems Engineering. 2017. Vol. 40. P. 1057–1068.
8. Santiago-Morales I. S., Trujillo-Valle L., Márquez-Rocha F. J. et al. Tocopherols, phycocyanin and superoxide dismutase from microalgae as potential food antioxidants // Applied Food Biotechnology. 2018. Vol. 5 (1). P. 19–27.
9. Hu J., Nagarajan D., Zhang Q. et al. Heterotrophic Cultivation of Microalgae for Pigment Production: A Review // Biotechnol. Adv. 2018. Vol. 36. P. 54–67.
10. Mazumdar N., Novis P. M., Visnovsky G. et al. Effect of nutrients on the growth of a new alpine strain of *Haematococcus* (Chlorophyceae) from New Zealand // Phycol. Res. 2019. Vol. 67 (1). P. 21–27.
11. Zhan J., Rong J., Wang Q. Mixotrophic cultivation, a preferable microalgae cultivation mode for biomass/bioenergy production, and bioremediation, advances and prospect // Int. J. Hydrogen Energy. 2017. Vol. 42 (12). P. 8505–8517.
12. Mantzorou A., Ververidis F. Microalgal biofilms: A further step over current microalgal cultivation techniques // Sci. Total Environ. 2019. Vol. 651 (2). P. 3187–3201.
13. Nguyen H. C., Su C.-H., Yu Y.-K. et al. Sugarcane bagasse as a novel carbon source for heterotrophic cultivation of oleaginous microalga *Schizochytrium* sp. // Ind Crops Prod. 2018. Vol. 121. P. 99–105.
14. Cassini S. T., Francisco S. A., Antunes P. W. P. et al. Harvesting Microalgal Biomass grown in Anaerobic Sewage Treatment Effluent by the Coagulation-Flocculation Method: Effect of pH // Braz. Arch. Biol. Technol. 2017. Vol. 60. Art. №e160174.
15. Rincon S. M., Urrego N. F., Avila K. J. Photosynthetic activity assessment in mixotrophically cultured *Chlorella vulgaris* biofilms at various developmental stages // Algal Research. 2019. Vol. 38. Art. №101408.
16. De Freitas Coêlho D., Lacerdola Tundisi L., Santos Cerqueira K. et al. Microalgae: Cultivation Aspects and Bioactive Compounds // Brazilian Archives of Biology and Technology. 2019. Vol. 62. Art. №e19180343.



17. *Iasimone F., Panico A., Felice V. et al.* Effect of light intensity and nutrient supply on microalgae cultivated in urban wastewater: Biomass production, lipids accumulation and settleability characteristics // *Journal of Environmental Management*. 2018. Vol. 223. P. 1078–1085.

18. *Corrêa D. O., Santos B., Dias F. G. et al.* Enhanced biohydrogen production from microalgae by diesel engine hazardous emissions fixation // *International Journal of Hydrogen Energy*. 2017. Vol. 42. P. 21463–21475.

19. *Da Fontoura J. T., Rolim G. S., Farenzena M. et al.* Influence of light intensity and tannery wastewater concentration on biomass production and nutrient removal by microalgae *Scenedesmus sp.* // *Process Safety and Environmental Protection*. 2017. Vol. 111. P. 355–362.

20. *Durán I., Rubiera F., Pevida C.* Microalgae: Potential precursors of CO₂ adsorbents // *Journal of CO₂ Utilization*. 2018. Vol. 26. P. 454–464.

Об авторах

Егор Владимирович Каширских – канд. техн. наук, Кемеровский государственный университет, Россия.

E-mail: eelen.ulrich@mail.ru

Людмила Константиновна Асякина – канд. техн. наук, доц., Кемеровский государственный университет», Россия.

E-mail: alk_kem@mail.ru

Данил Денисович Надцонов – студ., Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Россия.

E-mail: m2104945@edu.misis.ru

The authors

Dr Egor V. Kashirskikh, Kemerovo State University, Russia.

E-mail: eelen.ulrich@mail.ru

Dr Lyudmila K. Asyakina, Kemerovo State University, Russia.

E-mail: alk_kem@mail.ru

Danil D. Nadtsonov, National Research Technological University “MISIS”, Russia.

E-mail: m2104945@edu.misis.ru

А. В. Пунгин, Е. А. Попова, Л. О. Ларцева

**ПОВЫШЕНИЕ СИНТЕЗА ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ
В КУЛЬТУРЕ БОРОДАТЫХ КОРНЕЙ
HYSSOPUS OFFICINALIS L.**

Поступила в редакцию 15.11.2021 г.

Рецензия от 19.12.2021 г.

98

*Проведена оценка влияния аминокислот (фенилаланина и тирозина) на рост и содержание биологически активных веществ в культуре бородачатых корней *Hyssopus officinalis*. Исследование влияния аминокислот на прирост сырой биомассы бородачатых корней *H. officinalis* показало, что при внесении в питательную среду фенилаланина и тирозина в концентрации 1 мкМ наблюдался максимальный прирост биомассы. Содержание биологически активных веществ в бородачатых корнях *H. officinalis*, таких как фенольные соединения, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, и антиоксидантная активность экстрактов были выше при внесении в питательную среду тирозина по сравнению с добавками фенилаланина.*

*The research evaluates the effect of amino acids (phenylalanine and tyrosine) on the growth and content of biologically active substances in the culture of bearded roots of *Hyssopus officinalis*. The study of the effect of amino acids on the growth of raw biomass of bearded roots of *H. officinalis* showed that when phenylalanine and tyrosine were introduced into the nutrient medium at a concentration of 1 μM, the maximum increase in biomass was observed. The content of biologically active substances in the bearded roots of *H. officinalis*, such as phenolic compounds, flavonoids, hydroxycinnamic acids and the antioxidant activity of extracts, were higher when tyrosine was introduced into the nutrient medium compared with phenylalanine supplements.*

Ключевые слова: лекарственное растение, бородачатые корни, рост, биологически активные вещества, аминокислоты

Keywords: medicinal plant, hairy roots, growth, biologically active substances, amino acids

Введение

В настоящее время растет спрос на получение лекарственных веществ из растений, однако существуют ограничения в их использовании для данной цели. Это связано в первую очередь с сезонностью, ареалом произрастания и отсутствием обилия растительного материала. Поэтому использование подходов *in vitro* для ускорения получения нужных биологически активных веществ является актуальным.



Для исследования было выбрано растение семейства *Lamiaceae* – иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.). В его состав входят эфирные масла, полифенолы, кислоты (хлорогеновая, пара-гидроксibenзойная, протокатехиновая, феруловая, сириговая, ванилиновая, пара-кумариновая, розмариновая, кофейная), флаваноиды, полисахариды, дубильные вещества, пигменты и смолы [1].

Биологически активные вещества, содержащиеся в иссопе лекарственном, обладают антиоксидантным, противосудорожным, противогрибковым, противомикробным, антигемолитическим, противовоспалительным и спазмолитическим свойствами [2–4].

Потенциальным источником биологически активных веществ может стать культура бородатых корней благодаря их генетической стабильности и относительно быстрому росту. К тому же культивирование бородатых корней не требует наличия в среде регуляторов роста, которые являются токсичными и присутствие которых в конечном продукте недопустимо. Для того чтобы содержание лекарственных веществ в используемой культуре было максимальным, необходимо подбирать определенные условия. Одним из способов повышения продукции вторичных метаболитов является внесение в среду их предшественников [5].

В связи с этим целью настоящего исследования стало изучение влияния различных концентраций аминокислот фенилаланина и тирозина на рост и биосинтез вторичных метаболитов культуры бородатых корней *H. officinalis*.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования была использована культура бородатых корней *H. officinalis*, полученная инокуляцией в суспензии штамма 8196 *Agrobacterium rhizogenes*. Культура выращивалась в колбе с жидкой средой Гамборга (B5) [6].

Оценка влияния аминокислот на рост культуры бородатых корней. В 50 мл среды B5 добавляли фенилаланин и тирозин в концентрации 1, 10, 100, 500 и 1000 мкМ в трех повторностях. В колбы помещали 4 г сырой биомассы бородатых корней и культивировали в течение 30 дней на орбитальном шейкере (100 об./мин) при температуре 25 °С в темноте [7]. По истечении данного времени взвешивали сырую биомассу. Культуры сушили в лиофильной сушке Triad фирмы Labconco. Лиофилизированные корни хранили в морозилке при –18 °С.

Получение экстрактов. В фарфоровой ступке растирали 0,5 г сухой биомассы бородатых корней и количественно переносили в колбы на 100 мл, добавляли 45 мл 70 %-ного этанола. Мацерацию проводили в течение суток на орбитальном шейкере (100 об./мин). После содержимое колб переливали в пробирки и центрифугировали в течение 20 мин при 3900 g на центрифуге Eppendorf 5810R. Далее супернатант переливали в мерную колбу на 50 мл и доводили объем 70 %-ным этанолом до метки.

Суммарное содержание фенольных соединений. Определение общего содержания фенольных соединений проводилось спектрофотометрическим методом с использованием реактива Фолина – Чокальтеу [8]. Для этого к 100 мкл экстракта добавляли 300 мкл реактива Фолина – Чокальтеу, 3 мл 11,5 %-ного раствора карбоната натрия, 2,6 мл дистиллиро-



ванной воды и перемешивали. В качестве раствора сравнения использовали дистиллированную воду. Через 20 мин измеряли поглощение растворов при длине волны 720 нм на спектрофотометре UNICO 1201. В качестве калибровочного стандарта использовали галловую кислоту. Суммарное содержание фенольных соединений оценивали по калибровочной кривой и выражали в мг эквивалентов галловой кислоты на грамм сухой массы.

Определение общего содержания гидроксикоричных кислот.

Суммарное содержание гидроксикоричных кислот оценивали спектрофотометрическим методом с использованием реактива Арно [9; 10]. К 1 мл растительного экстракта или стандартного раствора добавляли 2 мл 0,5 М HCl, 2 мл реагента Арно и 2 мл 8,5 %-ного NaOH. Весь объем раствора доводили до 10 мл дистиллированной водой. Раствор сравнения готовился отдельно для каждого экстракта без добавления реактива Арно. Поглощение растворов измеряли при 505 нм на спектрофотометре UNICO 1201. Для построения калибровочного графика использовалась розмариновая кислота. Суммарное содержание гидроксикоричных кислот оценивали по градуировочной кривой и выражали в мг эквивалентов хлорогеновой кислоты на грамм сухой массы.

Определение суммарного содержания флавоноидов. Общее содержание флавоноидов определяли спектрофотометрическим методом (UNICO 1201) на основе реакции комплексообразования с хлоридом алюминия [11]. Для этого к 1 мл экстракта добавляли 2 мл 2 %-ного раствора алюминия хлорида в 95 %-ном этаноле, 1 каплю разведенной уксусной кислоты и доводили объем раствора до 10 мл 95 %-ным этанолом. Раствор сравнения готовился для каждого экстракта без добавления 2 %-ного раствора хлорида алюминия. Через 30 мин измеряли поглощение растворов при 410 нм. В качестве калибровочного стандарта использовали рутин. Общее содержание флавоноидов выражали в мг эквивалентов рутина на грамм сухой массы.

Определение антиоксидантной активности. Антиоксидантную активность оценивали по методу DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) [12]. Для анализа брали 10, 20, 30 мкл экстракта и добавляли 2,85 мл раствора DPPH. Объем доводили до 3,1 мл этиловым спиртом. В качестве раствора сравнения вместо экстракта использовали смесь, содержащую раствор DPPH и 70 %-ный этанол. Растворы оставляли на 60 мин в темном месте, после чего измеряли снижение поглощения при 515 нм на спектрофотометре UV-3600 (Shimadzu, Япония). Для построения калибровочного графика использовалась аскорбиновая кислота. Антиоксидантную активность выражали в мг эквивалентов аскорбиновой кислоты на грамм сухой массы.

Статистический анализ. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась с использованием программы IBM SPSS Statistics 23. Для проверки на нормальность распределения выборок использовали критерий Шапиро – Уилка. Для сравнения средних значений в выборках и оценки значимости различий использовали параметрический однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с апостериорным критерием Тьюки ($p \geq 0,05$) и непараметрический критерий Краскала – Уоллиса.



Результаты и обсуждение

Оценка влияния аминокислот на рост культуры бородатых корней. В некоторых исследованиях сообщалось, что высокие концентрации фенилаланина и тирозина в значительной степени предотвращают рост клеток [13]. Наши результаты показали, что с увеличением в питательной среде концентрации тирозина (ANOVA, $F \geq 38,811$; $p \leq 0,001$) и фенилаланина (ANOVA, $F \geq 5,071$; $p \leq 0,05$) уменьшается прирост сырой биомассы бородатых корней (рис. 1).

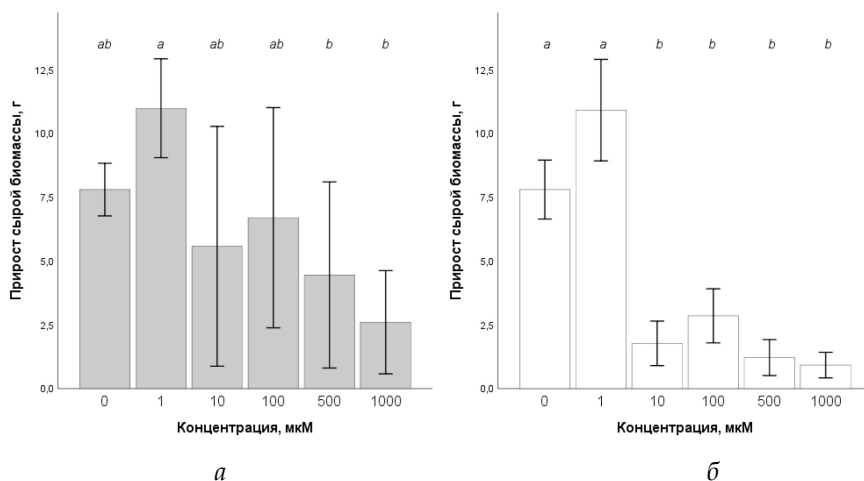


Рис. 1. Влияние различных концентраций аминокислот фенилаланина (а) и тирозина (б) на прирост сырой биомассы культуры бородатых корней *H. officinalis* (разными буквенными индексами обозначены статистически различающиеся данные (ANOVA, $p \leq 0,05$))

При анализе литературы не было найдено информации о влиянии аминокислот на рост *H. officinalis*. Однако в исследовании [14] о влиянии фенилаланина на культуру бородатых корней *Taxus x media var. Hicksii* наибольшая сухая биомасса зафиксирована при добавлении 1 мкМ фенилаланина ($6,2 \pm 0,4$ г).

Как видно из рисунка 1, наибольший прирост сырой биомассы бородатых корней *H. officinalis* также наблюдался в среде с добавлением 1 мкМ фенилаланина ($11,1 \pm 2,3$ г) и тирозина ($10,9 \pm 2,0$ г). Наименьший прирост сырой биомассы отмечался при добавлении в среду 1000 мкМ тирозина ($0,9 \pm 0,5$ г).

Химический анализ

Анализ литературы показал, что в *H. officinalis* содержатся полифенольные соединения, включая флавоноиды лютеолин, диосмин, кверцетин, апигенин и их глюкозиды, а также некоторые фенольные кислоты, такие как кофейная, п-гидроксибензойная, сиригговая, феруловая, протокатеховая, розмариновая и хлорогеновая [2].

В результате проведенного анализа установлено увеличение содержания фенольных соединений в бородачатых корнях при добавлении в питательную среду большей концентрации тирозина (ANOVA, $F \geq 59,6$, $p \leq 0,05$) (рис. 2).

Как видно из рисунка 2, б, высокое содержание фенольных соединений наблюдалось при концентрации тирозина 500 мкМ ($44,4 \pm 4,9$ мг/г) и 1000 мкМ ($40,3 \pm 2,8$ мг/г), что почти в 2,5 раза превышает содержание в контроле ($17,1 \pm 4,4$ мг/г).

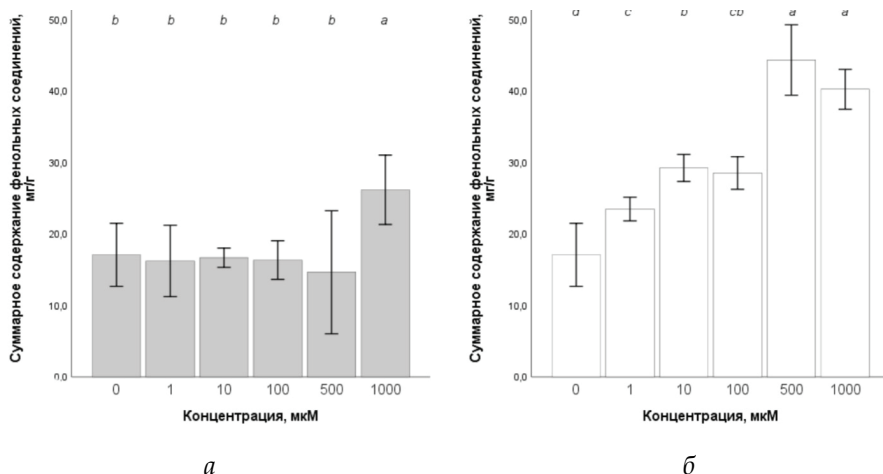


Рис. 2. Влияние различных концентраций аминокислот фенилаланина (а) и тирозина (б) на суммарное содержание фенольных соединений в культуре (разными буквенными индексами обозначены статистически различающиеся данные (ANOVA, $p \leq 0,05$))

В среде с добавлением фенилаланина (ANOVA, $F \geq 4,4$, $p \leq 0,05$) наибольшее статистически значимое содержание фенольных соединений зафиксировано при концентрации 1000 мкМ ($26,2 \pm 4,9$ мг/г), а наименьшее при концентрации 1 мкМ ($16,2 \pm 5,0$ мг/г).

По данным [2], в нативном растении *H. officinalis* общее содержание фенольных соединений составляет $4,70 \pm 0,04$ мг/г, что значительно ниже содержания в исследуемой культуре бородачатых корней.

Исследование влияния различных концентраций аминокислот на содержание гидроксикоричных кислот показало, что с увеличением в питательной среде концентрации тирозина наблюдается статистически значимое (ANOVA, $F \geq 32,9$, $p \leq 0,05$) повышение содержания гидроксикоричных кислот в культуре бородачатых корней *H. officinalis* (рис. 3).

В свою очередь, при внесении в питательную среду различных концентраций фенилаланина не выявлено статистически значимых различий (ANOVA, $F \geq 0,2$; $p > 0,05$) в содержании гидроксикоричных кислот в культуре бородачатых корней *H. officinalis*.

Как видно из рисунка 3, наибольшее содержание гидроксикоричных кислот наблюдалось при концентрации в питательной среде 500 мкМ ти-



розина ($9,1 \pm 1,8$ мг/г) и 1000 мкМ фенилаланина ($4,4 \pm 0,2$ мг/г). Наименьшее содержание гидроксикоричных кислот зафиксировано при концентрации 1 мкМ фенилаланина ($3,9 \pm 1,7$ мг/г) и тирозина ($4,7 \pm 0,2$ мг/г).

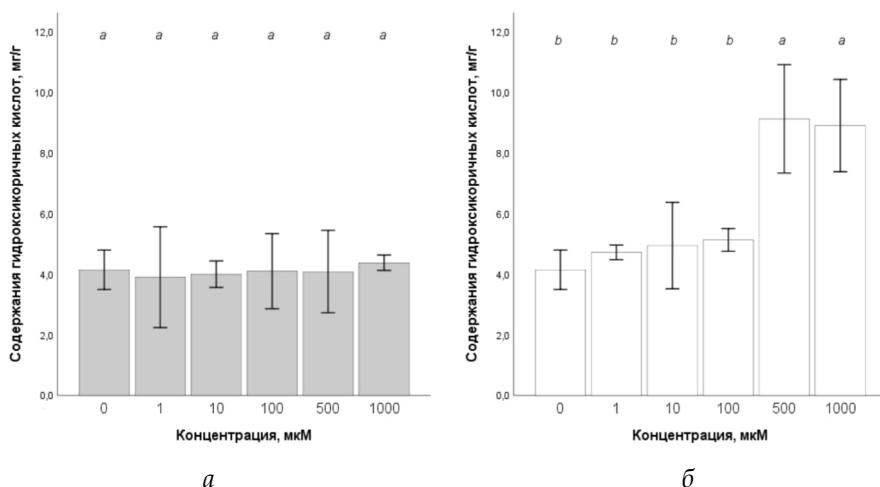


Рис. 3. Влияние различных концентраций аминокислот фенилаланина (а) и тирозина (б) на содержание гидроксикоричных кислот в культуре бородачатых корней *H. officinalis* (разными буквенными индексами обозначены статистически различающиеся данные (ANOVA, $p \leq 0,05$))

Розмариновая кислота является одним из наиболее распространенных эфиров кофейной кислоты, встречающихся, в частности, в семействах *Lamiaceae*. Согласно литературным данным [15], содержание розмариновой кислоты в трансформированных корнях *H. officinalis*, культивируемых в среде В5 с содержанием 10%-ной сахарозы, составило $1,66 \pm 0,14$ мг/г, а количество других фенольных кислот колебалось от 0,05 до 21 мг на 100 г сухих корней.

Были установлены статистически значимые различия (ANOVA, $F \geq 11,3$; $p \leq 0,05$) в содержании флавоноидов в трансформированных корнях *H. officinalis* при повышении концентрации тирозина в питательной среде, однако анализ не показал статистически значимых различий в содержании флавоноидов в бородачатых корнях с добавлением различных концентраций фенилаланина в питательную среду (ANOVA, $F \geq 2,4$; $p > 0,05$) (рис. 4).

При химическом анализе надземных частей нативного растения *H. officinalis* [16] выявлено общее содержание флавоноидов – 0,075 мг/г. В другом исследовании [2] количественное содержание флавоноидов в растении определено как $1,300 \pm 0,001$ мг/г, что сопоставимо с результатами нашего исследования. Так, например, наибольшее содержание ($1,8 \pm 0,5$ мг/г) флавоноидов отмечено при концентрации в питательной среде 1000 мкМ тирозина. В свою очередь, наименьшее содержание флавоноидов зафиксировано при концентрации 1 мкМ тирозина ($0,6 \pm 0,3$ мг/г) и 1 мкМ фенилаланина ($0,6 \pm 0,3$ мг/г).

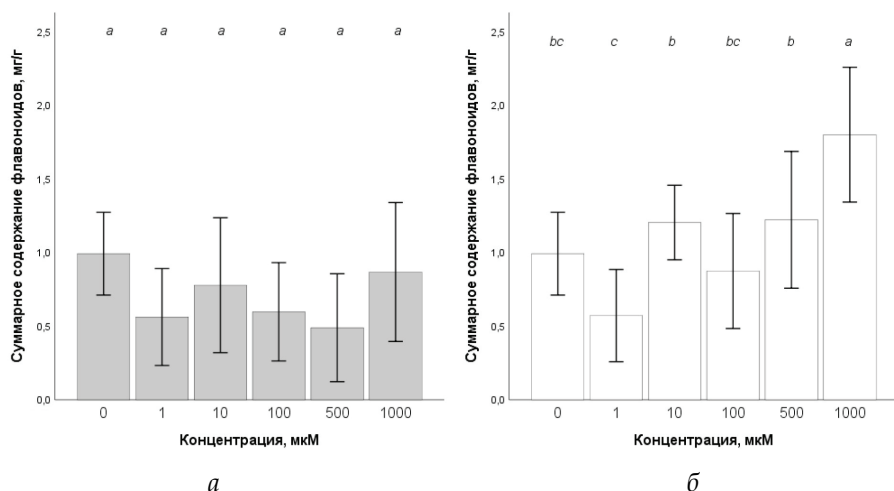


Рис. 4. Влияние различных концентраций аминокислот фенилаланина (а) и тирозина (б) на содержание флавоноидов в культуре бородачатых корней *H. officinalis* (разными буквенными индексами обозначены статистически различающиеся данные (ANOVA, $p \leq 0,05$))

Было установлено наличие значимых различий (ANOVA, $F \geq 19,8$; $p \leq 0,001$) в повышении антиоксидантной активности экстрактов бородачатых корней с увеличением концентраций тирозина в питательной среде (рис. 5). При культивировании бородачатых корней на средах с различными концентрациями фенилаланина значимых различий (ANOVA, $F \geq 2,4$; $p > 0,05$) в антиоксидантной активности выявлено не было.

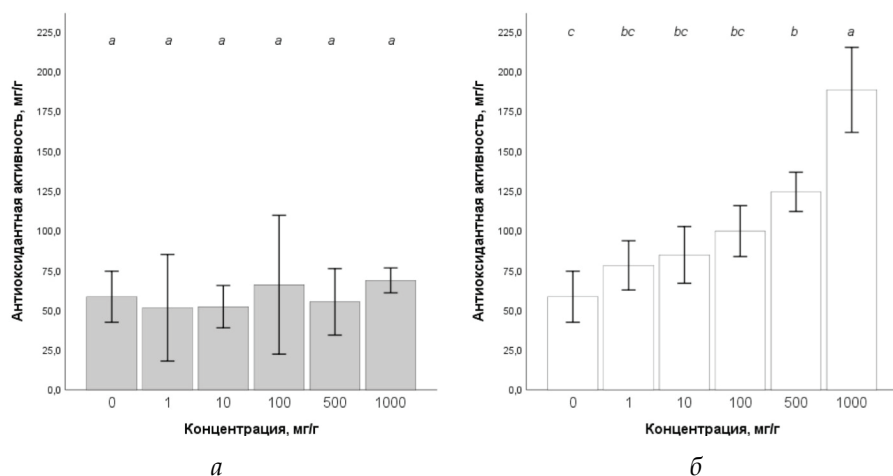


Рис. 5. Влияние различных концентраций аминокислот фенилаланина (а) и тирозина (б) на антиоксидантную активность культуры бородачатых корней *H. officinalis* (разными буквенными индексами обозначены статистически различающиеся данные (ANOVA, $p \leq 0,05$))



Показано, что наибольшая антиоксидантная активность наблюдалась у экстрактов бородатых корней (189 ± 27 мг-экв. аскорбиновой кислоты/г), культивируемых на среде с внесением тирозина в концентрации 1000 мкМ. Наименьшая антиоксидантная активность — на среде с добавлением тирозина (78 ± 15 мг-экв. аскорбиновой кислоты/г) и фенилаланина (51 ± 33 мг-экв. аскорбиновой кислоты/г) в концентрации 1 мкМ.

Во многих исследованиях сообщается о высокой антиоксидантной активности *H. officinalis* [2; 4; 17]. Пятидесятипроцентная ингибирующая концентрация (IC50) для поглощения DPPH составила $148,8 \pm 4,31$ мкг/мл для цветов, $208,2 \pm 6,45$ мкг/мл для листьев и $79,9 \pm 2,63$ мкг/мл для стеблей [2].

Заключение

Оценка влияния аминокислот на рост культуры бородатых корней *H. officinalis* показала, что высокие концентрации тирозина и фенилаланина уменьшают прирост сырой биомассы. Показано увеличение биосинтеза фенольных соединений при внесении в питательную среду высоких концентраций фенилаланина и тирозина.

Было установлено, что с повышением концентрации тирозина в питательной среде увеличивалось содержание гидроксикоричных кислот и флавоноидов в бородатых корнях *H. officinalis* и антиоксидантная активность исследуемых экстрактов. В свою очередь, при внесении в питательную среду различных концентраций фенилаланина содержание гидроксикоричных кислот, флавоноидов и антиоксидантная активность статистически значимо не изменялись.

На основании полученных данных можно рекомендовать добавление в питательную среду тирозина в исследованных концентрациях для повышения синтеза вторичных метаболитов в культуре бородатых корней *Hyssopus officinalis* L.

Список литературы

1. Judžentienė A. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety. Vilnius, 2015. Vol. 53. P. 471 – 479.
2. Tahir M., Khushtar M., Fahad M. et al. Phytochemistry and pharmacological profile of traditionally used medicinal plant Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) // Applied Pharmaceutical Science. 2018. P. 132 – 140.
3. Sayyahi J., Mobaiyen H., Jafari B., Jafari-Sales A. Antibacterial effects of methanolic extracts of *Reum ribes* L. and *Hyssopus officinalis* on some standard pathogenic bacteria // Jorjani Biomedicine Journal. 2019. Vol. 7 (3). P. 35 – 44.
4. Zayova E., Geneva M., Stancheva I. Evaluation of the antioxidant potential of in vitro propagated hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) with different plant growth regulators // Medicinal Plants. 2018. Vol. 10, №4. P. 295 – 304.
5. Roy A. Hairy Root Culture an Alternative for Bioactive Compound Production from Medicinal Plants // Current pharmaceutical biotechnology. 2021. Vol. 22, №1. P. 136 – 149.
6. Gamborg O. L., Miller R. A., Ojima K. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells // Experimental Cell Research. 1968. Vol. 50. P. 151 – 158.



7. Bálványos I., Szőke É., Kursinszki L. The influence of amino acids on the lobeline production of *Lobelia inflata* L. hairy root cultures // Plant growth regulation. 2002. Vol. 36, №3. P. 241–244.

8. Padhi E. M. T., Liu R., Hernandez M., Tsao R., Ramdath D. D. Total polyphenol content, carotenoid, tocopherol and fatty acid composition of commonly consumed Canadian pulses and their contribution to antioxidant activity // Journal of Functional Foods. 2017. Vol. 38. P. 602–611.

9. Feduraev P., Skrypnik L., Nebreeva S. et al. Variability of Phenolic Compound Accumulation and Antioxidant Activity in Wild Plants of Some Rumex Species (*Polygonaceae*) // Antioxidants. 2022. Vol. 11, №2. P. 311. <https://doi.org/10.3390/antiox11020311>.

10. Štefan M. B., Rodríguez J. V., Blažeković B. et al. Total hydroxycinnamic acids assay: Prevalidation and application on Lamiaceae species // Food Analytical Methods. 2014. Vol. 7, №2. P. 326–336.

11. ФС.2.5.0033.15. Польни горькой трава. URL: <https://pharmacopoeia.ru/fs-2-5-0033-15-polyni-gorkoj-trava/> (дата обращения: 10.10.2021).

12. Скрыпник Л., Новикова А. Моделирование и оптимизация процесса получения обогащенных антиоксидантами экстрактов из отходов переработки яблок на основе неионогенных эмульгаторов // Актуальная биотехнология. 2020. №3. С. 634–637.

13. Demirci T., Çelikkol Akçay U., Göktürk Baydar N. Effects of 24-epibrassinolide and l-phenylalanine on growth and caffeic acid derivative production in hairy root culture of *Echinacea purpurea* L. Moench // Acta Physiologiae Plantarum. 2020. Vol. 42, №4. P. 1–11.

14. Sykłowska-Baranek K., Pietrosiuk A., Kokoszka A., Furmanowa M. Enhancement of taxane production in hairy root culture of *Taxus x media* var. *Hicksii* // Journal of plant physiology. 2009. Vol. 166, №17. P. 1950–1954.

15. Murakami Y., Omoto T., Asai I. et al. Rosmarinic acid and related phenolics in transformed root cultures of *Hyssopus officinalis* // Plant cell, tissue and organ culture. 1998. Vol. 53, №1. P. 75–78.

16. Soheilikhah Z., Modarresi M., Karimi N., Movafeghi A. Qualitative and quantitative analysis of diosmin content of hyssop (*Hyssopus officinalis*) in response to salinity stress // Heliyon. 2021. Vol. 7, №10. P. e08228.

17. Sharifi-Rad J., Quispe C., Kumar M. et al. Hyssopus Essential Oil: An Update of Its Phytochemistry, Biological Activities, and Safety Profile // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2022. Vol. 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8442734>.

Об авторах

Артём Викторович Пунгин — канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: APungin@kantiana.ru

Елена Александровна Попова — магистрант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: elena_popova97@mail.ru

Лидия Олеговна Ларцева — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: lida.lartseva@mail.ru



The authors

Dr Artyom V. Pungin, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: APungin@kantiana.ru

Elena A. Popova, Master's Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: elena_popova97@mail.ru

Lidiya O. Larceva, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: lida.lartseva@mail.ru

УДК 576.3

**М. А. Вульф, Г. Л. Кузнецов, А. А. Комар
Л. А. Сафиуллина, Е. Н. Карпеева, Д. А. Шунькина
М. М. Бограя, Н. Д. Газатова
Е. В. Кириенкова, Л. С. Литвинова**

108

**ВЛИЯНИЕ IL-1В И IL-8 НА МЕХАНИЗМЫ ЦИТОПРОТЕКЦИИ
В ТКАНИ ПЕЧЕНИ У БОЛЬНЫХ МОРБИДНЫМ ОЖИРЕНИЕМ
С СОПУТСТВУЮЩИМИ ПАТОЛОГИЯМИ**

Поступила в редакцию 15.11.2021 г.

Рецензия от 19.12.2021 г.

Ожирение является глобальной проблемой здравоохранения. Распространенность неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП) у лиц с ожирением составляет 62–93 %, сахарного диабета (СД) 2-го типа – 55,5 %. Формирование хронического субклинического воспаления при ожирении способствует развитию окислительного стресса и митохондриальной дисфункции, что лежит в основе патогенеза ассоциированных с ожирением заболеваний – СД 2-го типа и НАЖБП.

В исследование были включены 130 пациентов с морбидным ожирением и сопутствующими заболеваниями (НАЖБП и СД 2-го типа). Оценку уровня экспрессии генов (NRF2, TFAM, AMPK, HSF1, HSP70) проводили методом ПЦР в режиме реального времени с подтверждением детекции белкового продукта методом вестерн-блот. Концентрацию цитокинов (IL-1β, IL-8) измеряли в плазме крови с использованием мультиплексного анализа в формате проточной флюориметрии. Доказано, что повышение уровня провоспалительных цитокинов IL-1β, IL-8 в плазме крови у больных морбидным ожирением ассоциировано с развитием НАЖБП и СД 2-го типа. Установлено, что рост экспрессии гена HSF1 в ткани печени положительно связан с наличием стеатоза и отрицательно – с экспрессией гена AMPK. Выявлено, что снижение экспрессии генов NRF2 и TFAM в печени может указывать на митохондриальную дисфункцию гепатоцитов. Таким образом, ключевым фактором, способствующим развитию НАЖБП и СД 2-го типа при морбидном ожирении, является нарушение функционирования систем, обеспечивающих поддержание окислительно-восстановительного баланса, за счет подавления продукции факторов NRF2, TFAM, AMPK, HSF1, HSP70 в ткани печени.

Obesity is a global health problem. Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) in obese patients is 62–93 %, in type 2 diabetes is prevalent and reaches 55.5 %. The development of chronic subclinical inflammation in obesity contributes to the development of oxidative stress and mitochondrial dysfunction, which underlie the pathogenesis of obesity-associated diseases, i.e., type 2 diabetes and NAFLD.



The study included 130 patients with morbid obesity and comorbid diseases (NAFLD and type 2 diabetes). The gene expression level (NRF2, TFAM, AMPK, HSF1, HSP70) was determined by real-time PCR and the detection of protein products was confirmed by Western blot. The concentration of cytokines (IL-1 β , IL-8) was measured in plasma by multiplex analysis in flow fluorometry format. It was demonstrated that an increase in the concentration of pro-inflammatory cytokines IL-1 β , IL-8 in blood plasma was associated with the development of NAFLD and type 2 diabetes in patients with morbid obesity. It was found that an increase in the expression of HSF1 in liver tissue was positively associated with the presence of steatosis and negatively associated with the expression of AMPK. It was found that a decrease in the expression of NRF2 and TFAM in the liver may indicate mitochondrial dysfunction of hepatocytes. Thus, the key factor contributing to the development of NAFLD and type 2 diabetes in morbid obesity is the disruption of the function of systems that maintain redox balance by suppressing the production of the factors NRF2, TFAM, AMPK, HSF1, HSP70 in liver tissue.

Ключевые слова: НАЖБП, СД 2-го типа, цитопротекция, митохондрии, цитокины

Keywords: NAFLD, type 2 diabetes, cytoprotection, mitochondria, cytokines

Введение

Абдоминальное ожирение, ассоциированное с дисрегуляцией липидного обмена на системном уровне, способствует формированию стеатоза, стеатогепатита и может прогрессировать до фиброза, цирроза, печеночной недостаточности и гепатоцеллюлярной карциномы. Все вышеперечисленные процессы объединены понятием «неалкогольная жировая болезнь печени» (НАЖБП). НАЖБП – мультисистемное хроническое прогрессирующее заболевание, которое характеризуется взаиморегуляцией различных метаболических, провоспалительных, цитопротекторных путей, реализуемых в ткани печени.

В настоящее время наблюдается рост частоты заболеваемости НАЖБП во всех странах мира [9]. Известен ряд патологий, которые неразрывно связаны с НАЖБП – инсулинорезистентность, сахарный диабет (СД) 2-го типа, сердечно-сосудистые заболевания, ожирение, в основе которых лежит хроническое субклиническое воспаление жировой ткани (ЖТ) [17].

Так, увеличение массы ЖТ при ожирении приводит не только к формированию хронического воспаления в пределах данного органа, но и к повышению содержания провоспалительных цитокинов в системном кровотоке. В частности, цитокины способствуют развитию окислительного стресса и воспаления в ткани печени, нарушают чувствительность гепатоцитов к инсулину. Интерлейкин (IL)-8/CXCL8 – ключевой хемокин, который привлекает нейтрофилы в очаг воспаления, вызывая повреждение гепатоцитов [13]. IL-1 β , продуцируемый клетками печени, способствует активации резидентных иммунных клеток и привлечению других лейкоцитов в поврежденный орган, что приводит к хроническому воспалению. *In vivo* было показано, что IL-1 β повышает скорость синтеза жирных кислот в печени [11].



Известно, что в основе патогенеза многих заболеваний лежит дисрегуляция систем, поддерживающих окислительно-восстановительный баланс. Так, митохондриальная дисфункция вызывает накопление чрезмерного количества активных форм кислорода (АФК) в клетке, что приводит к развитию окислительного стресса [15]. Фактор теплового шока (HSF1) и ядерный эритроидный фактор 2 (NRF2), напротив, ответственны за активацию цитопротекторных путей, которые имеют решающее значение для функционирования клеток в условиях окислительного, воспалительного и теплового стресса благодаря запуску нижестоящих генов-мишеней [4].

Учитывая вышесказанное, целью исследования стала оценка влияния цитокинов IL-1 β , IL-8 на факторы цитопротекции в печени у больных ожирением, ассоциированным с НАЖБП. Мы предполагаем, что изучение аспектов регуляции этих процессов в гепатоцитах может стать основой для разработки фармакологических подходов, направленных на лечение патологий, сопряженных с метаболической дисфункцией (НАЖБП, ожирение, СД 2-го типа, атеросклероз).

Материалы и методы

Характеристика исследуемых групп. В исследование были включены 130 пациентов с ожирением (44,45 \pm 8,87 лет; 45,3 \pm 8,43 кг/м²; 55 мужчин и 75 женщин) с сопутствующими патологиями: НАЖБП, СД 2-го типа, артериальная гипертензия. Группу контроля составили 45 условно здоровых доноров (39,2 \pm 9,9 лет; 21,8 \pm 3,29 кг/м²; 20 мужчин и 25 женщин). Все участники исследования дали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование проводилось в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (ВМА) (2000) и Протоколом к Конвенции о правах человека и биомедицине (1999). Протокол исследования утвердил Локальный этический комитет Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта (протокол №1 БФУ им. И. Канта от 28 февраля 2019 г.).

Материалы исследования. Для биохимического и иммунологического исследований была использована венозная кровь из локтевой вены от пациентов исследуемых групп и группы контроля, взятая натощак в вакутейнеры с ЭДТА и с активатором свертываемости крови до проведения оперативных вмешательств. Биоптаты печени, взятые во время плановых бариатрических и рутинных лапароскопических операций (паховая грыжа справа или слева, бедренная, диафрагмальная и вентральная грыжи, нефроптоз) у исследуемых групп, были использованы для гистологических и молекулярных исследований.

Биохимический анализ сыворотки крови. Анализ биохимических показателей в сыворотке крови проводили на биохимическом анализаторе Furuno SA-180 (Furuno Electric Company, Хиого, Япония) с использованием тест-систем DiaSys (DiaSys Diagnostic Systems, Holzheim, Германия). Индекс атерогенности (ИА \geq (общий холестерин – липопротеины высокой плотности (ЛПВП))/ЛПВП) рассчитывали для всех субъектов.



Определение уровня цитокинов в плазме крови. Уровни цитокинов в плазме крови оценивали с помощью мультиплексного анализа в формате проточной флуориметрии (Bio-Plex Protein Assay System, BioRad, Heracles, CA, USA) с использованием тест-систем Bio-Plex Pro™ Human Cytokine Screening Panel, 48-Plex (Bio-Rad, Heracles, CA, США).

Определение уровня экспрессии генов в биоптатах печени. Тотальную РНК из биоптатов печени выделяли с помощью реактива ExtractRNA (Евроген, Россия). Обратную транскрипцию образцов тотальной РНК осуществляли с использованием набора MMLV RT (Евроген, Россия). ПЦР в реальном времени проводили на CFX96 Touch (Bio-Rad, Heracles, CA, USA). Уровень экспрессии генов *АМФ-активируемой протеинкиназы (AMPK)*, *NRF2*, *HSF1*, *белка теплового шока (HSP) 70*, *митохондриального фактора транскрипции (TFAM)* рассчитывали относительно референсного гена — *рибосомального белка большой субъединицы Р0 (RPLP0)* с использованием Delta-Delta Ct.

Полуколичественное определение содержания белков с помощью иммуноблоттинга было проведено с использованием специфических моноклональных антител (Thermo Fisher, Waltham, MA, США), miniPROTEAN®Tetra Cell Systems и mini-Trans-blot®Turbo Transfer System (Bio-Rad, Heracles, CA, США). Общий белок выделяли из биоптатов печени с помощью буфера RIPA (Thermo Fisher, Waltham, MA, USA). Для измерения общей концентрации белка использовали метод Бредфорда (Pierce BCA Protein Assay Kit, Thermo Fisher, Waltham, MA, США). Специфические белки были обнаружены с помощью системы визуализации ChemiDoc MP (Bio-Rad, Heracles, CA, USA). Денситометрию выполняли с помощью программного обеспечения ImageLab (Bio-Rad, Heracles, CA, USA).

Гистологический анализ биоптатов печени. Парафиновые срезы биоптатов печени окрашивали гематоксилин-эозином. Традиционное гистологическое исследование проводили с применением микроскопа Leica DM3000 (Leica Microsystems, Weitzlar, Германия). Кроме того, степень стеатоза и инфильтрацию лимфоцитов оценивали с помощью сканирующего микроскопа Pannoramic 250 FLASH (3DHISTECH, Венгрия, Будапешт) и программного обеспечения ImageJ.

Для диагностики наличия и прогрессирования НАЖБП использовали следующие индексы: индекс стеатоза, индекс активности НАЖБП и шкалу BARD (Score for NAFLD Fibrosis).

Формула индекса стеатоза $\geq 8 \cdot$ аланинаминотрансфераза (АЛТ)/ аспаратаминотрансфераза (АСТ) + индекс массы тела (ИМТ) (+2 – СД 2-го типа; +2 – пол женский) [7]. Если итоговое значение показателей было ниже 30 усл. ед., то диагноз НАЖБП исключали, более 30 указывало на высокую вероятность наличия НАЖБП.

Для расчета индекса активности НАЖБП использовали сумму баллов по следующим показателям: степень стеатоза, оценка наличия очагов воспаления в поле зрения, баллонирование клеток [10].

Риск прогрессирования фиброза был рассчитан по шкале BARD на основании следующих показателей: ИМТ, отношение АСТ/АЛТ, наличие диабета [1].



Статистический анализ. Проверка нормальности распределения количественных показателей проводилась с помощью тестов Колмогорова — Смирнова. Поскольку исследуемые выборки соответствовали нормальному распределению, гипотеза о равенстве средних значений выборки была проверена с помощью *t*-критериев Стьюдента. Для оценки значимости различий между независимыми количественными выборками, не подчиняющимися нормальному закону распределения, использовали непараметрический критерий Краскела — Уоллиса. Для выявления статистически значимых различий между группами был проведен попарный анализ с применением непараметрического *U*-критерия Манна — Уитни для независимых групп. Корреляционные связи между изучаемыми показателями определяли с помощью корреляционного анализа Спирмена. Достоверными считали различия при уровне $p < 0,05$. Для визуализации данных использовали программу GraphPad Prism 9.0.

Результаты

У больных морбидным ожирением регистрировались нарушения липидного обмена: уровни холестерина, липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и триглицеридов (ТГ) превышали контрольные значения. Напротив, уровень ЛПВП был снижен. Уровни глюкозы и инсулина, печеночных проб (АСТ/АЛТ, щелочная фосфатаза (ЩФ), гамма-глутамилтранспептидаза (ГГТ)) были значимо повышены у пациентов с морбидным ожирением относительно контрольных значений (табл.).

Уровни цитокинов — IL-1 β , IL-8/CXCL8 и С-реактивного белка (СРБ) в сыворотке крови были выше относительно группы контроля.

Анализ биоптатов печени в контрольной группе не выявил признаков воспаления, однако в гепатоцитах встречались жировые включения (4 %). У всех пациентов с морбидным ожирением, на основании проведенного анализа индекса стеатоза, регистрировалась 100 %-ная вероятность наличия НАЖБП. Анализ биопсии печени у больных морбидным ожирением позволил выявить значительные гистологические изменения: стеатоз, дистрофию гепатоцитов, увеличение паренхимы печени, инфильтрацию лимфоцитами, фиброз. Вероятность наличия стеатогепатита у данной категории пациентов, рассчитанная по индексу активности НАЖБП, распределилась следующим образом: высокая вероятность регистрировалась у 47 % (≥ 5 баллов), умеренная — у 31 % (3–4 балла) и отсутствие стеатогепатита — у 22 % (0–2 балла) пациентов. Обнаружено, что 82 % пациентов имели высокий риск фиброза, согласно шкале BARD.

У пациентов с морбидным ожирением нами было зафиксировано снижение экспрессии генов *AMPK*, *HSP70*, *NRF2* в биоптатах печени (рис. 1, 2). Напротив, экспрессия генов *HSF1* в печени была увеличена относительно контроля. Содержание белка *HSF1*, *AMPK*, *SIRT1*, *HSP70*, *NRF2* в ткани печени пациентов не изменялось. Уровень экспрессии гена *TFAM* и содержание его белка в печени не изменялись относительно группы контроля, но имели тенденцию к снижению.

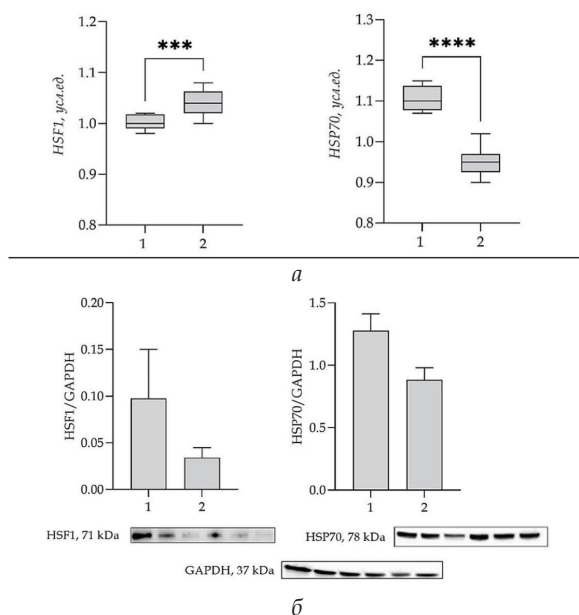


Рис. 1. Уровни экспрессии генов *HSP70*, *HSF1* (а) и содержание их белков (б) в биоптатах печени исследуемых групп

Примечание: 1 – контрольная группа; 2 – больные морбидным ожирением; значимость определена с использованием критерия Манна – Уитни для двух независимых выборок; *** $p < 0,001$; **** $p < 0,0001$.

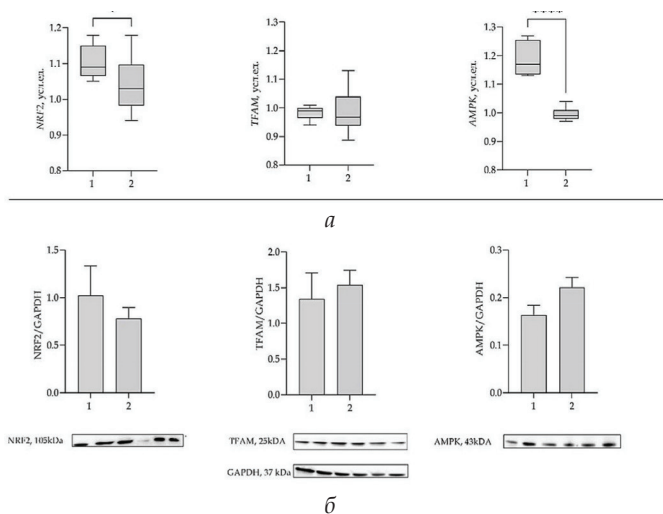


Рис. 2. Уровни экспрессии генов *NRF2*, *TFAM*, *AMPK* (а) и содержание их белков (б) в ткани печени исследуемых групп

Примечание: 1 – контрольная группа; 2 – больные морбидным ожирением; значимость определена с использованием критерия Манна – Уитни для двух независимых выборок; * $p < 0,05$, **** $p < 0,0001$.



Клинические и лабораторная характеристика исследуемых групп

Показатель	Контрольная группа (n≥45)	Группа больных ожирением (n≥130)
Пол (м/ж)		
Возраст, лет	39,2±9,9	44,45±8,87
ИМТ, кг/м ²	21,8±3,29	45,3±8,43
СД 2-го типа, %	—	66
Гипертоническая болезнь, %	—	54
Общий холестерин (<5,2), ммоль/л	4,67±0,87	5,26±1,18**
Триглицериды (<2,53), ммоль/л	1,33±0,88	1,94±0,89*
Холестерин ЛПВП (0,78–1,81), ммоль/л	1,50±0,56	1,24±0,61*
Холестерин ЛПНП (0,00–3,4), ммоль/л	2,32±0,73	3,04±0,81**
Глюкоза (3,9–6,4), ммоль/л	4,05±1,53	6,65±2,41**
АСТ (<41), ед./л	18,84±4,97	28,65±20,93**
АЛТ (<35), ед./л	14,38±3,88	27,81±24,50**
Коэффициент де Ритиса (0,91–1,75), усл. ед.	1,12±0,26	1,2±0,63 p≥0,0221
Индекс атерогенности, ИА	1,71±0,46	3,72±1,79**
ЩФ (<258), ед./л	106,2±81,35	182,7±57,30**
ГГТ (<49), ед./л	13,76±8,53	57,75±48,81**
СРБ до 5,0 мг/л	3,58 (0,57–5,07)	6,57 (3,31–12,05) **
Индекс стеатоза, %	—	100 %
Индекс активности НАЖБП, %	—	22 – легкая активность 31 – умеренная активность 47 % – заметная/ высокая активность
Риск развития фиброза по шкале BARD, %	—	18 – низкий 82 – высокий
IL-1β, пг/мл	0,99 (0,75–1,43)	2,71 (1,62–4,18) **
IL-8, пг/мл	1,35 (0,45–1,73)	4,11 (2,30–6,72) **
Инсулин, пг/мл	44,88 (28,51–128,5)	242,0 (107,8–1468) **

Примечание: *p<0,05, **p<0,01, значимость определялась с помощью t-критерия (среднее±стандартное отклонение), критерия Манна – Уитни для двух независимых. Контрольные значения указаны в скобках под названием метаболита.

Обсуждение

НАЖБП является одним из распространенных заболеваний в гепатологии [12; 14]. В патогенезе НАЖБП ключевую роль играет инсулинорезистентность и окислительный стресс [14]. Механизмы прогрессирова-



ния стеатоза до стеатогепатита и фиброза до сих пор остаются мало изученными. Выявленное нами повышение уровня трансаминаз ЩФ и ГГТ у больных морбидным ожирением свидетельствует о гепатоцеллюлярном повреждении печени и нарушении оттока желчи или холестазае.

При ожирении миграция клеток иммунной системы в ткани, чувствительные к инсулину (ЖТ и скелетная ткань, печень), приводит к субклиническому хроническому воспалению [22]. Повышение уровней (относительно контроля) провоспалительных медиаторов IL-1 β , IL-8/

CXCL8 и СРБ в циркуляции при морбидном ожирении свидетельствует о наличии системного воспаления у данной категории больных, на что также указывают взаимосвязи ИМТ с IL-1 β ($r \geq 0,78$, $p \geq 0,001$) и СРБ ($r \geq 0,56$, $p \geq 0,003$). Кроме этого у больных морбидным ожирением рост продукции IL-1 β был ассоциирован с наличием СД 2-го типа ($r \geq 0,46$, $p \geq 0,02$).

IL-1 β синтезируется в качестве предшественника. Превращение в биологически активную форму происходит через цитоплазматический белковый комплекс, известный как инфламмосома [5]. Многочисленные исследования показали, что высвобождение митохондриальной ДНК (мтДНК), продукция АФК, митохондриальный стресс, разрыв лизосом с высвобождением катепсина В связаны с активацией инфламмосом [5]. Формирование инфламмосом приводит к гибели гепатоцитов и активации звездчатых клеток печени [20].

Поскольку апоптоз гепатоцитов является центральным событием в инициации и поддержании процесса фиброобразования, аутофагию рассматривают как антифиброгенный путь, необходимый для выживания клеток печени. Аутофагия контролирует клеточный гомеостаз путем деградации белков, липидов и органелл [4]. Многочисленные исследования показали, что существуют взаимосвязи между аутофагией и реакцией теплового шока [4]. Так, транскрипционные факторы HSF1 и NRF2 контролируют транскрипцию генов, кодирующих антиоксидантные и метаболизирующие ферменты, шапероны, белки, участвующие в репарации и удалении поврежденных молекул, поддерживая клеточный окислительно-восстановительный баланс [4].

Согласно полученным нами данным, увеличение содержания IL-1 β в кровотоке способствовало снижению экспрессии транскрипционного фактора, ответственного за активацию цитопротекторных генов в печени, что подтверждается отрицательной корреляцией между плазменным уровнем IL-1 β и экспрессией гена *NRF2* в печени ($r \geq -0,82$, $p \geq 0,008$).

Так, в исследованиях на гепатоцитах мышей *Nrf2*^{-/-}, которых содержали на диете с высокой концентрацией жиров в течение 24 недель, было показано, что клетки имели набухшие митохондрии с редуцированными кристами и разрушенными мембранами [3] и, как следствие, низкий уровень АТФ, сниженную активность ферментов окисления жирных кислот. Исследования на кардиомиоцитах мышей *HSF1*^{-/-} показали значительное усиление окисления митохондриальных белков, связанное с повышением проницаемости митохондриальной мембраны и открытием пор [3]. Таким образом, исследования на клеточных линиях с делецией данных транскрипционных факторов были связаны с развитием окислительного стресса и нарушением функций митохондрий.



Обнаруженные нами положительные взаимосвязи между экспрессией гена *NRF2* и содержанием белка *HSF1* в биоптатах печени ($r \geq 0,70$, $p \geq 0,006$) у пациентов с морбидным ожирением частично подтверждают вышесказанное. Однако выявленная разнонаправленная динамика экспрессии гена *HSF1* и содержания его белка в ткани печени может быть следствием РНК-зависимой эпигенетической регуляции. Известно, что повышение *miR-455-3p* при фиброзе печени подавляет экспрессию гена *HSF1*, взаимодействуя с 3'-UTR областью мРНК, и ингибирует активацию звездчатых клеток [21].

Одной из мишеней *NRF2* является транскрипционный фактор *TFAM* [18]. *TFAM* полностью покрывает мтДНК с образованием нуклеосомы, которая также может защищать мтДНК от АФК [2]. При этом *TFAM* способен поддерживать количество копий мтДНК и регулировать их репликацию [2]. Нами было выявлено, что содержание белка *TFAM* в биоптатах печени у больных ожирением отрицательно коррелировало с ИМТ ($r \geq -0,64$, $p \geq 0,003$), наличием стеатоза ($r \geq -0,58$, $p \geq 0,019$), АСТ/АЛТ ($r \geq -0,53$, $p \geq 0,033$), что может указывать на митохондриальную дисфункцию в печени у больных морбидным ожирением.

Следует отметить, что *HSF1* и *NRF2* способны модулировать экспрессию генов белков теплового шока (*HSP70*, *HSP90*) и белков, ассоциированных с формированием аутофагосомы *p62/SQSTM1* и активирующих фактор транскрипции 3 (*ATF3*) [4]. В целом на снижение экспрессии гена *HSP70* у больных ожирением влияли ИМТ и СРБ ($r \geq -0,51$, $p \geq 0,002$ и $r \geq -0,48$, $p \geq 0,027$ соответственно). При этом уровень *IL-8* в циркуляции отрицательно коррелировал с содержанием белка *HSP70* ($r \geq -0,70$, $p \geq 0,002$) в ткани печени.

Было показано, что наличие НАЖБП, стеатогепатита и фиброза ассоциированы с активацией экспрессии гена *CXCL8* в печени и его содержанием в циркуляции [13]. Считается, что повышение уровня экспрессии *HSP70* обеспечивает цитопротекцию за счет ингибирования компонентов воспалительных сигнальных путей, таких как фактор транскрипции *NF-κB* [6], и снижения продукции провоспалительных медиаторов *IL-6*, *IL-8* и моноцитарного хемоаттрактантного белка 1 (*MCP-1*) [8]. Однако у больных морбидным ожирением на фоне повышенного воспалительного статуса мы наблюдали противоположную картину, свидетельствующую об ограничении / истощении компенсаторных возможностей в отношении активности исследуемых нами цитопротекторных генов.

Регуляция аутофагии может осуществляться *mTOR*-зависимыми путями, где *AMPK* способна стимулировать аутофагию и поддерживать биогенез митохондрий, необходимый для гомеостаза [23]. С другой стороны, активация *AMPK* снижает синтез свободных жирных кислот и увеличивает их окисление, подавляет продукцию эндогенной глюкозы в печени, снижая экспрессию генов ключевых глюконеогенных ферментов, фосфоенолпируваткарбоксикиназы и глюкозо-6-фосфатазы [19]. В [3] показано, что *AMPK* и *HSF1* являются антагонистами. Повышение экспрессии гена *HSF1* положительно коррелировало с наличием стеатоза ($r \geq 0,73$, $p \geq 0,001$) у больных морбидным ожирением. Это может быть одной из причин снижения экспрессии *AMPK*. Предполагают, что *HSF1* активирует липогенез в печени посредством подавления активности *AMPK* [16].



Таким образом, повышение продукции провоспалительных цитокинов при ожирении способствует прогрессированию НАЖБП и СД 2-го типа. Цитокины напрямую или опосредованно негативно влияют на цитопротекторные механизмы в печени при ожирении. Выявленное нами подавление экспрессии гена *TFAM* приводит к митохондриальной дисфункции в печени у больных морбидным ожирением. Снижение экспрессии генов (*NRF2*, *AMPK*, *HSP70*), ассоциированных с антиоксидантной защитой / цитопротекторными реакциями клеток, свидетельствует об истощении компенсаторных механизмов в печени при морбидном ожирении. Безусловно, необходимы дальнейшие исследования, уточняющие роль факторов *HSF1* и *NRF2* в регуляции аутофагии и их вклад в патогенез метаболических нарушений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного задания № FZWM-2020-0010, Совета по грантам президента РФ № МК-2072.2022.3 и Программы стратегического академического лидерства Балтийского федерального университета им. И. Канта (ПРИОРИТЕТ 2030).

Список литературы

1. *BARD Score for NAFLD Fibrosis*. URL: <https://www.mdcalc.com/bard-score-nafl-d-fibrosis> (дата обращения: 11.04.2022).
2. *Chandrasekaran K., Anjaneyulu M., Choi J. et al. Role of mitochondria in diabetic peripheral neuropathy: Influencing the NAD⁺-dependent SIRT1-PGC-1 α -TFAM pathway // Rev. Neurobiol. 2019. Vol. 45. P. 177–209.*
3. *Dai S., Tang Z., Cao J. et al. Suppression of the HSF1-Mediated Proteotoxic Stress Response by the Metabolic Stress Sensor AMPK // EMBO J. 2015. Vol. 34. P. 275–293.*
4. *Dayalan Naidu S., Kostov R. V., Dinkova-Kostova A. T. Transcription factors Hsf1 and Nrf2 engage in crosstalk for cytoprotection // Trends Pharmacol Sci. 2015. Vol. 36, №1. P. 6–14.*
5. *Fenini G., Contassot E., French L. E. Potential of IL-1, IL-18 and Inflammasome Inhibition for the Treatment of Inflammatory Skin Diseases // Front. Pharmacol. 2017. Vol. 8:278.*
6. *Ferat-Osorio E., Sánchez-Anaya A., Gutiérrez-Mendoza M. et al. Heat shock protein 70 down-regulates the production of toll-like receptor-induced pro-inflammatory cytokines by a heat shock factor-1/constitutive heat shock element-binding factor-dependent mechanism // J Inflamm. 2014. Vol. 11:19.*
7. *Hepatic Steatosis Index (HSI)*. URL: <https://www.mdapp.co/hepatic-steatosis-index-hsi-calculator-357/> (дата обращения: 11.04.2022).
8. *Luo X., Zuo X., Zhou Y. et al. Extracellular heat shock protein 70 inhibits tumour necrosis factor- α induced proinflammatory mediator production in fibroblast-like synoviocytes // Arthritis Res Ther. 2008. Vol. 10, №2:R41.*
9. *Mitra S., De A., Chowdhury A. Epidemiology of non-alcoholic and alcoholic fatty liver diseases // Transl Gastroenterol Hepatol. 2020. Vol. 5, №16.*
10. *NAFLD (Non-Alcoholic Fatty Liver Disease) Activity Score*. URL: <https://www.mdcalc.com/nafl-d-non-alcoholic-fatty-liver-disease-activity-score#use-cases> (дата обращения: 11.04.2022).
11. *Negrin K. A., Roth Flach R. J., DiStefano M. T. et al. IL-1 signaling in obesity-induced hepatic lipogenesis and steatosis // PloS one. 2014. Vol. 9, №9:e107265.*



12. *Pafili K., Roden M.* Nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) from pathogenesis to treatment concepts in humans // *Mol. Metab.* 2021. Vol. 50:101122.
13. *Pan X., Chiwanda Kaminga A., Liu A. et al.* Chemokines in Non-alcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review and Network Meta-Analysis // *Frontiers in immunology.* 2020. Vol. 11:1802.
14. *Parthasarathy G., Revelo X., Malhi H.* Pathogenesis of Nonalcoholic Steatohepatitis // *An Overview Hepatol. Commun.* 2020. Vol. 4, №4. P. 478–492.
15. *Skuratovskaia D., Komar A., Vulf M. et al.* Mitochondrial Destiny in Type 2 Diabetes: The Effects of Oxidative Stress on the Dynamics and Biogenesis of Mitochondria // *PeerJ.* 2020. Vol. 8:e9741.
16. *Su K. H., Dai C.* Metabolic control of the proteotoxic stress response: implications in diabetes mellitus and neurodegenerative disorders // *Cell. Mol. Life Sci.* 2016. Vol. 73. P. 4231–4248.
17. *Tilg H., Effenberger M.* From NAFLD to MAFLD: when pathophysiology succeeds // *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2020. Vol. 17, №7. P. 387–388.
18. *Tufekci K. U., Civi Bayin E., Genc. S. et al.* The Nrf2/ARE Pathway: A Promising Target to Counteract Mitochondrial Dysfunction in Parkinson's Disease // *Parkinson's Disease.* 2011. Vol. 2011:e314082.
19. *Viollet B., Foretz M., Guigas B. et al.* Activation of AMP-Activated Protein Kinase in the Liver: A New Strategy for the Management of Metabolic Hepatic Disorders // *The Journal of Physiology.* 2006. Vol. 574. P. 41–53.
20. *Wang H., Mehal W., Nagy L. E. et al.* Immunological Mechanisms and Therapeutic Targets of Fatty Liver Diseases // *Cellular & Molecular Immunology.* 2021. Vol. 18. P. 73–91.
21. *Wei S., Wang Q., Zhou H. et al.* miR-455-3p Alleviates Hepatic Stellate Cell Activation and Liver Fibrosis by Suppressing HSF1 Expression // *Mol Ther Nucleic Acids.* 2019. Vol. 16. P. 758–769.
22. *Xu L., Kitade H., Ni Y. et al.* Roles of Chemokines and Chemokine Receptors in Obesity-Associated Insulin Resistance and Nonalcoholic Fatty Liver Disease // *Biomolecules.* 2015. Vol. 5, №3. P. 1563–1579.
23. *Zhu B., Li Y., Mei W. et al.* Alogliptin improves endothelial function by promoting autophagy in perivascular adipose tissue of obese mice through a GLP-1dependent mechanism // *Vascul Pharmacol.* 2019. Vol. 115. P. 55–63.

Об авторах

Мария Александровна Вульф — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Центра иммунологии и клеточных биотехнологий, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: mary-jean@yandex.ru

Георгий Львович Кузнецов — канд. мед. наук, зав. вторым хирургическим отделением, Областная клиническая больница Калининградской области, Россия.

E-mail: kuzma163@yandex.ru

Александра Андреевна Комар — инженер Центра иммунологии и клеточных биотехнологий, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: alexandkomar@gmail.com



Линара Асхатовна Сафиуллина — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: saflee4505@mail.ru

Екатерина Николаевна Карпеева — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: katerina.karpeeva97@gmail.com

Дарья Александровна Шунькина — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Центра иммунологии и клеточных биотехнологий, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: dariask@list.ru

Мария Михайловна Бограя — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: mbograya@mail.com

Наталья Динисламовна Газатова — канд. биол. наук, зав. лабораторией экспериментальных исследований препаратов крови, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: n_gazatova@mail.ru

Елена Витальевна Кириенкова — д-р мед. наук, науч. сотр. Центра иммунологии и клеточных биотехнологий, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: elenamed@list.ru

Лариса Сергеевна Литвинова — д-р мед. наук, директор Центра иммунологии и клеточных биотехнологий, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: larisalitvinova@yandex.ru

The authors

Dr Maria A. Wulf, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: mary-jean@yandex.ru

Dr Georgy L. Kuznetsov, Kaliningrad Regional Clinical hospital, Russia.

E-mail: kuzma163@yandex.ru

Alexandra A. Komar, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: alexandkomar@gmail.com

Linara A. Safullina, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: saflee4505@mail.ru

Ekaterina N. Karpeeva, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: katerina.karpeeva97@gmail.com



Dr Daria A. Shunkina, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: dariask@list.ru

Maria M. Bograya, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: mbograya@mail.com

Dr Natalia D. Gazatova, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: n_gizatova@mail.ru

Prof Elena V. Kirienkova, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: elenamed@list.ru

Prof Larisa S. Litvinova, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: larisalitvinova@yandex.ru

ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ В ВЕСТНИКЕ БФУ ИМ. И. КАНТА

Правила публикации статей в журнале

1. Представляемая для публикации статья должна быть актуальной, обладать новизной, содержать постановку задач (проблем), описание основных результатов исследования, полученных автором, выводы, а также соответствовать правилам оформления.

2. Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не публиковавшимся ранее в других печатных изданиях. При отправке рукописи в редакцию журнала автор автоматически принимает на себя обязательство не публиковать ее ни полностью, ни частично без согласия редакции.

3. Рекомендованный объем статьи для докторантов и докторов наук — 20—30 тыс. знаков с пробелами, для доцентов, преподавателей и аспирантов — не более 20 тыс. знаков.

4. Список литературы должен составлять от 15 до 30 источников, не менее 50 % которых должны представлять современные (не старше 10 лет) публикации в изданиях, рецензируемых ВАК и (или) международных изданиях. Оптимальный уровень самоцитирования автора — не выше 10 % от списка использованных источников.

5. Все присланные в редакцию работы проходят **внутреннее и внешнее рецензирование**, а также проверку системой «Антиплагиат», по результатам которых принимается решение о возможности включения статьи в журнал.

6. Статья на рассмотрение редакционной коллегией направляется ответственному редактору по e-mail. Контакты ответственных редакторов: http://journals.kantiana.ru/vestnik/contact_editorial/

7. Статьи на рассмотрение принимаются в режиме онлайн. Для этого авторам нужно зарегистрироваться на портале Единой редакции научных журналов БФУ им. И. Канта http://journals.kantiana.ru/submit_an_article и следовать подсказкам в разделе «Подать статью онлайн».

9. Решение о публикации (или отклонении) статьи принимается редакционной коллегией журнала после ее рецензирования и обсуждения.

10. Автор имеет право публиковаться в одном выпуске «Вестника Балтийского федерального университета им. И. Канта» один раз; второй раз в соавторстве — в исключительном случае, только по решению редакционной коллегии.

Комплектность и форма представления авторских материалов

1. Статья должна содержать следующие элементы:

1) индекс УДК — должен достаточно подробно отражать тематику статьи (основные правила индексирования по УДК см.: <http://www.naukapro.ru/metod.htm>);

2) название статьи строчными буквами на русском и английском языках (до 12 слов);

3) аннотацию на русском и английском языках (150—250 слов, то есть 500 печатных знаков). Располагается перед ключевыми словами после заглавия;

4) ключевые слова на русском и английском языках (4—8 слов). Располагаются перед текстом после аннотации;

5) список литературы (примерно 25 источников) оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5. — 2008;

7) сведения об авторах на русском и английском языках (Ф.И.О. полностью, ученые степени, звания, должность, место работы, e-mail, контактный телефон);

8) сведения о языке текста, с которого переведен публикуемый материал.

2. Ссылки на литературу в тексте статей даются только в квадратных скобках с указанием номера источника из списка литературы, приведенного в конце статьи: первая цифра — номер источника, вторая — номер страницы (например: [12, с. 4]).

3. Рукописи, не отвечающие требованиям, изложенным в пункте 1, в печать не принимаются, не редактируются и не рецензируются.

Общие правила оформления текста

Авторские материалы должны быть подготовлены **в электронной форме** в формате листа А4 (210 × 297 мм).

Все текстовые авторские материалы принимаются исключительно в формате *doc* и *docx* (Microsoft Office).

Подробная **информация о правилах оформления текста**, в том числе **таблиц, рисунков, ссылок и списка литературы**, размещена на сайте Единой редакции научных журналов БФУ им. И. Канта: <http://journals.kantiana.ru/vestnik/monograph/>

Рекомендуем авторам ознакомиться с информационно-методическим комплексом «Как написать научную статью»: <http://journals.kantiana.ru/authors/imk/>

Порядок рецензирования рукописей статей

1. Все научные статьи, поступившие в редколлегию Вестника БФУ им. И. Канта, подлежат обязательному рецензированию. Отзыв научного руководителя или консультанта не может заменить рецензии.

2. Ответственный редактор серии определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту, доктору или кандидату наук, имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию.

3. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются ответственным редактором серии с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.

4. В рецензии освещаются следующие вопросы:

а) соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме;

б) насколько статья соответствует современным достижениям научно-теоретической мысли;

в) доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана, с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и формул;

г) целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу литературы;

д) в чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки статьи, какие исправления и дополнения должны быть внесены автором;

е) рекомендуется (с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков) или не рекомендуется статья к публикации в журнале, входящем в Перечень ведущих периодических изданий ВАК.

5. Рецензирование проводится конфиденциально. Автор рецензируемой статьи может ознакомиться с текстом рецензии. Нарушение конфиденциальности допускается только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

6. Если в рецензии содержатся рекомендации по исправлению и доработке статьи, ответственный редактор серии направляет автору текст рецензии с предложением учесть их при подготовке нового варианта статьи или аргументированно (частично или полностью) их опровергнуть. Доработанная (переработанная) автором статья повторно направляется на рецензирование.

7. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Текст отрицательной рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычной почтой.

8. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редколлегией серии.

9. После принятия редколлегией серии решения о допуске статьи к публикации ответственный секретарь серии информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

Текст рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычным почтовым отправлением.

10. Оригиналы рецензий хранятся в редколлегии серии и редакции «Вестника Балтийского федерального университета им. И. Канта» в течение пяти лет.

Научное издание

ВЕСТНИК
БАЛТИЙСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. И. КАНТА

Серия

Естественные и медицинские науки

2022

№ 1

Редактор *Е. Т. Иванова*. Корректор *Е. А. Алексеева*
Компьютерная верстка *Е. В. Денисенко*

Подписано в печать 06.06.2022 г.
Формат 70 × 108 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 10,8
Тираж 300 экз. (1-й завод 35 экз.). Цена свободная. Заказ 58
Подписной индекс 94113

Издательство Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта
236001, г. Калининград, ул. Гайдара, 6