



### ВЕСТНИК

### БАЛТИЙСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА им. И. КАНТА

### Серия

Естественные и медицинские науки

 $N_0 4$ 

Калининград Издательство Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта 2023



Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. — 2023. — N $_{0}$  4. — 139 c.

#### Редакционная коллегия

Г.М. Федоров, д-р геогр. наук, проф., БФУ им. И. Канта (главный редактор); С. В. Коренев, 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., Воронежский государственный университет; А. Г. Архипов, д-р биол. наук, Атлантический филиала ФГБНУ «ВНИРО»; В.А. Гриценко, д-р физ.-мат. наук, проф., БФУ им. И. Канта; И. С. Гуменюк, канд. геогр. наук, 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; Л.С. Литвинова, д-р мед. наук, проф., БФУ им. И. Канта; А.Г. Манаков, д-р геогр. наук, проф., Псковский государственный университет; А. Ф. Мейсурова, д-р биол. наук, проф., Тверской государственный университет; А.И. Пашов, д-р мед. наук, проф., БФУ им. И. Канта; Т. Пальмовский, д-р географии, проф., Гданьский университет; А. Разбадаускас, проф., Клайпедский университет; В. В. Рафальский, д-р мед. наук, проф., БФУ им. И. Канта; И. В. Реверчук, д-р мед. наук, д-р психол. наук, проф., БФУ им. И. Канта; В. В. Сивков, канд. геол.-минерал. наук, Атлантическое отделение, Институт океанологии РАН; Э. Спиряевас, проф., Клайпедский университет; Д. А. Субетто, д-р геогр. наук, проф., РГПУ им. А.И. Герцена; Г.Н. Чупахина, д-р биол. наук, проф., БФУ им. И. Канта; П.К. Яблонский, д-р мед. наук, проф., Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии

#### Учредитель

Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта

Редакция

236041, Россия, Калининград, ул. А. Невского, 14

Издатель

236041, Россия, Калининград, ул. А. Невского, 14

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 16.02.2024 г.



#### 3

#### СОДЕРЖАНИЕ

Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география	
Волошенко К.Ю., Лялина А.В., Новикова А.А., Фарафонова Ю.Ю., Гуменюк Л.Г. Государственная поддержка мобильности специалистов из регионов России в Калининградскую область: пути повышения эффективности	5
<i>Стични Ю.А.</i> Региональная железнодорожно-транспортная система Закавказья: пассажирское направление работы	23
Плотникова А.П. Система расселения Калининградской области: дазиметрический анализ	38
Физическая география, геоэкология и океанология	
<i>Баринова Г.М., Романчук А.Ю.</i> Направления и перспективы развития географии и геоэкологии в КГУ — БФУ им. И. Канта: роль в подготовке кадров	50
Напреенко М.Г., Гольцверт Г.С., Напреенко-Дорохова Т.В. Структура растительных сообществ сукцессионных стадий на торфяниках, нарушенных фрезерной добычей торфа (на примере карбонового полигона «Росянка» в	
Калининградской области)	64
Сукманова Т.В., Баранов Н.С., Стрекаль А.В. Оценка уязвимости береговых систем Калининградской области с применением индекса CVI	81
Биология, биотехнология и экология	
Улитина Е.А., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В. Характеристика и использование синтезированного антимикробного пептида в составе биоразлагаемой пищевой пленки	95
Федорова Д.Г., Укенов Б.С. Флуктуирующая асимметрия листьев рябины обыкновенной (Sorbus aucuparia L.) как биоиндикатор аэротехногенного загрязнения города Оренбурга	103
Тришкин А.В. Современное состояние восточнобалтийской популяции трески Gadus morhua callarias Linnaeus, 1758	115
Бурова~H.В.,~Просеков~A.Ю. Изучение физико-географических условий территории Кемеровской области — Кузбасса с целью проведения рекульти-	
вационных работ	125

#### 4

#### **CONTENTS**

#### Economic, social, political and recreational geography Voloshenko K. Yu., Lyalina A. V., Novikova A. A., Farafonova Yu. Yu., Gumenyuk L. G. State support for attracting high skilled workers from Russian regions to the Kaliningrad region: enhancing effectiveness ..... 5 Stupin Yu. A. Regional railway transport system of the Transcaucasia: passenger direction of work..... 23 Plotnikova A.P. Settlement system of the Kaliningrad region: dasymetric analysis 38 Physical geography, geoecology and oceanology Barinova G.M., Romanchuk A. Yu. Directions and prospects for the development of geography and geoecology in Kaliningrad State University - Immanuel Kant Baltic Federal University: The role in personnel training.... 50 Napreenko M.G., Goltsvert G.S., Napreenko-Dorokhova T.V. Composition and structure of plant communities in milled peatlands during the post-disturbance successions: a case study from the Rossyanka Carbon Supersite, Kaliningrad, Russia 64 Sukmanova T. V., Baranov N. S., Strekal A. V. Vulnerability assessment of coastal systems in the Kaliningrad region using the coast vulnerability index (CVI)...... 81 Biology, biotechnology and ecology Ulitina E.A., Tikhonov S.L., Tikhonova N.V. Characterization and use of synthesized antimicrobial peptide in the composition of biodegradable food film....... 95 Fedorova D.G., Ukenov B.S. Fluctuating asymmetry of leaves of mountain ash (Sorbus aucuparia L.) as a bioindicator of aerotechnogenic pollution of the city of Trishkin A. V. Current status of the Eastern Baltic cod population Gadus morhua callarias Linnaeus, 1758..... Burova N.V., Prosekov A.Yu. Study of the physical and geographical conditions of the territory of the Kemerovo region - Kuzbass for the purpose of reclama-

tion works.....

#### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 330.16, 314.72, 331.556.2, 519.86

К.Ю. Волошенко<sup>1</sup>, А.В. Лялина<sup>1</sup>, А.А. Новикова<sup>2</sup> Ю.Ю. Фарафонова<sup>1</sup>, Л.Г. Гуменюк<sup>1</sup>

# ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА МОБИЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ ИЗ РЕГИОНОВ РОССИИ В КАЛИНИНГРАДСКУЮ ОБЛАСТЬ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

 $^1$  Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия  $^2$  Калининградский государственный технический университет,

Калининград, Россия Поступила в редакцию 14.09.2023 г. Принята к публикации 20.11.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-1

Для цитирования: Волошенко К.Ю., Лялина А.В., Новикова А.А., Фарафонова Ю.Ю., Гуменюк Л.Г. Государственная поддержка мобильности специалистов из регионов России в Калининградскую область: пути повышения эффективности // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. №4. С. 5-22. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-1.

Для привлечения из регионов России востребованных на рынке труда специалистов (в частности, учителей, медиков, ИТ-специалистов) в Калининградской области действуют меры поддержки, принятые как на федеральном, так и региональном уровнях. Однако кадровая потребность в регионе сохраняется, нередко отмечаются возвратная миграция профессионалов и сложности их адаптации. Проанализированы действующие меры государственной поддержки и их эффективность для таких ключевых групп профессионалов в Калининградской области, как учителя, медики, ИТ-специалисты. Исследование основано на результатах глубинных интервью с мигрантами из регионов России, работодателями и экспертами, проведенных авторами летом – осенью 2022 г. Использовалась также размещенная в свободном доступе информация профильных министерств о результатах привлечения специалистов. Оценивается практика обращения мигрантов за государственной поддержкой, рассмотрено восприятие специалистами действующих мер, отмечена необходимость их изменения для того, чтобы обеспечить приток профессионалов в регион и их последующее закрепление. В заключение даются предложения по повышению эффективности государственной поддержки мигрантов из регионов России в Калининградской области.

**Ключевые слова:** программы мобильности, внутренняя миграция, профессионалы, факторы миграции, регионы России, Калининградская область

<sup>©</sup> Волошенко К.Ю., Лялина А.В., Новикова А.А., Фарафонова Ю.Ю., Гуменюк Л.Г., 2023



### Введение и постановка проблемы. Обзор ранее выполненных исследований

В условиях сжатия миграционного потенциала стран – доноров мигрантов в Россию, обусловленного старением населения, переориентацией на другие страны, и снижения миграционной привлекательности России для мигрантов из других стран в результате ухудшения общей экономической обстановки и внешнеэкономических связей с рядом государств, роста конкуренции за мигрантов, перераспределение профессионалов внутри страны приобретает еще большую значимость для целей балансирования диспропорций на рынке труда и достижения необходимых тенденций прогрессивного развития экономики и общества. Этому способствует также в целом сжимающееся предложение со стороны рабочей силы в России и, как следствие, растущая конкуренция за нее между регионами и хозяйствующими субъектами. Поэтому в условиях падения доходов населения в последние кризисные годы (в 2020—2021 гг. — вследствие пандемии COVID-19, с 2022 г. — в результате ужесточения санкций и падения курса рубля) значимость финансового стимулирования внутристранового перемещения со стороны государства приобретает все большую значимость.

Поэтому кроме произвольно складывающихся диспропорций в социально-экономическом развитии российских регионов и территорий, влекущих за собой переток населения, необходимо создавать условия, способствующие перераспределению целевых групп специалистов (профессионалов) с учетом минимизации негативных последствий для регионов-доноров и максимизации положительного эффекта для регионов вселения. Доказано, что повышению внутренней мобильности способствует наличие доступного жилья в регионах страны, транспортная доступность перемещения, цифровая связанность регионов, возможности трудоустройства, существенный разрыв между регионами в уровне и качестве жизни населения, социальной инфраструктуры, экологической ситуации и природно-климатических условиях [1-8]. Однако указанные факторы, имеющие высокую значимость для большей части мигрантов, применительно к отдельным категориям специалистов зачастую теряют актуальность [9]. Для последних важны иные факторы миграции, нежели доступное жилье, либо требуются дополнительные, более финансово значимые меры поддержки (например, в силу неудовлетворительного уровня оплаты труда либо в случае стимулирования переезда в удаленные или неблагоприятные с точки зрения проживания региона). В разных странах вопросы такого рода решаются, как правило, посредством разработки специальных программ поддержки мобильности специалистов. В России сегодня сложился комплекс программных механизмов, регулирующих данные процессы. Среди них наиболее известны программы «Земский доктор», «Земский фельдшер», «Земский учитель», программы повышения мобильности



кадров. Однако последние исследования, посвященные оценке их эффективности, демонстрируют необходимость дополнить существующие компенсационные выплаты неэкономическими стимулами, поскольку финансовая поддержка чаще всего выступает только в качестве дополнительной мотивации к переезду, уступая первое место другим факторам нематериального или материального характера, имеющим большее значение, таким, например, как уровень оплаты труда [6; 10—13].

В эксклавной Калининградской области, до недавнего времени высоко привлекательной для мигрантов<sup>1</sup>, несмотря на имеющиеся и новые ограничения (например, необходимость транзита через недружественные страны при перемещении на автотранспорте, повышенная стоимость авиасообщения по сравнению с другими регионами РФ), программы привлечения кадров внедрены в практику довольно давно. Сначала они были доступны для мигрантов из других стран (госпрограмма переселения соотечественников в 2006 г.), а затем, с 2015 г., и для жителей других регионов РФ. Их актуальность продиктована традиционно высокой востребованностью отдельных специалистов в регионе, подготовка которых в условиях Калининградского эксклава в нужном количестве не ведется (врачи и средний медперсонал, инженеры узкой специализации и ряд других). В то же время сохраняющиеся диспропорции на рынке труда указывают на то, что потенциал таких программ используется не в полной мере. Поэтому целью данной статьи стала разработка предложений по совершенствованию действующих программ повышения мобильности кадров на примере Калининградской области с учетом оценки их эффективности.

### Отдельные федеральные и региональные механизмы поддержки мобильности специалистов в Калининградской области

Региональная программа «Повышение мобильности трудовых ресурсов» реализуется Министерством социальной политики Калининградской области с 2020 г.<sup>2</sup> и предусматривает поддержку работодателей при привлечении высококвалифицированных работников из других регионов РФ, за исключением трудодефицитных<sup>3</sup>.

Участниками региональной программы являются юридические лица, за исключением государственных (муниципальных) учреждений, зарегистрированные в качестве юридического лица в соответствии с законодательством РФ и осуществляющие деятельность на территории

 $<sup>^1</sup>$  По данным Калининградстата, максимальное за постсоветскую историю сальдо миграции населения в 2021 г. (16,1 тыс. человек) упало до рекордно низких значений в 2022 г. — 6,2 тыс. человек.

 $<sup>^2</sup>$  Постановление Правительства Калининградской области от 01.03.2019 г. № 157; Постановление Правительства Калининградской области от 23.09.2021 г. № 598.

 $<sup>^3</sup>$  В соответствии с перечнем, утвержденным распоряжением Правительства РФ от 20.04.2015 г. № 696-р.



Калининградской области в определенных отраслях: IT-технологии, инжиниринговая отрасль, сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство, инженерно-техническая деятельность (проектирование, научная деятельность в сфере естественных и технических наук), производство аккумуляторов, диодов, транзисторов, высокотехнологичного волокна, осуществление железнодорожных перевозок, текстильное производство (подготовка и прядение текстильных волокон).

В случае осуществления иного вида деятельности возможно включение работодателя в региональную программу при наличии соглашения о взаимодействии при реализации мероприятий национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости» или соглашения с Правительством Калининградской области о создании инжинирингового центра. Также участниками региональной программы могут стать организации, реализующие инвестиционные проекты на территории Калининградской области.

Финансовая поддержка предоставляется работодателю из областного бюджета в форме субсидии и распространяется на правоотношения, возникшие у работодателя с работником с 1 ноября 2018 г. Общая сумма финансовой поддержки составляет 800 тыс. рублей, в том числе:

- а) 300 тыс. рублей на одного работника для возмещения работодателю:
- транспортных расходов по переезду работника и членов его семьи к месту работы, в том числе родителей работника (родителей супруга / супруги) работника;
  - расходов, связанных с провозом личного имущества работника;
- расходов на профессиональное обучение работника (повышение квалификации);
- расходов на жилищно-бытовое обустройство работника (приобретение предметов бытового обслуживания);
- консульского сбора при оформлении шенгенской визы работнику и членам его семьи;
  - расходов по найму или аренде жилого помещения;
- б) 500 тыс. рублей на одного работника для возмещения работодателю затрат, связанных с приобретением работником жилья, в том числе по договору ипотечного кредитования.

Кроме того, работодателям и кандидатам на трудоустройство оказывается информационная поддержка (информирование об условиях участия в программе, о потребности в квалифицированных работниках, проведение «круглых» столов).

В свою очередь, работодатели обязуются обеспечить привлеченным сотрудникам уровень оплаты труда не ниже двукратной величины дохода от трудовой деятельности по Калининградской области за последний отчетный период. Условием участия в программе также является заключение с работником трудового договора на неопределенный срок или срочный договор на срок не менее двух лет. Работник не может уволиться до истечения одного года.



Согласно официальным данным калининградского Минфина, расходы регионального бюджета на реализацию данной программы значительно выросли: в 2023 г. запланировано 20 млн рублей, что в 3,7 раза больше, чем в 2020 г. Это связано как с увеличением размера субсидии (который в 2022 г. вырос в 1,5 раза), так и с числом получателей поддержки — в 2023 г. планируется привлечение 52 человек (в 1,6 раза больше, чем в 2020 г.).

Несмотря на, казалось бы, небольшой охват программой потребности в высококвалифицированных кадрах (2,3% от всех вакансий с требованием к наличию высшего образования на начало ноября 2023 г.), ее действие распространяется на весомую долю потребности в высококвалифицированных кадрах по включенным в программу отраслям и реализуемым в регионе инвестпроектам. Так, по данным Центра занятости Калининградской области<sup>4</sup>, на начало ноября 2023 г. в сфере информационных технологий, телекоммуникаций и связи требовалось порядка 12 опытных специалистов с высшим образованием на установленный порог заработной платы (свыше 70 тыс. рублей), в сфере сельского хозяйства, экологии и ветеринарии – 10 человек, в сфере инженерно-технических работ - 46, в производстве компьютеров, электронных и оптических изделий, электрооборудования — 25 человек. С учетом возможностей удаленной занятости в ИТ-сфере, замещения вакансий внутренними трудовыми ресурсами (в том числе выпускниками) и привлечения кадров из-за рубежа охват программой потребности в высококвалифицированных специалистах можно считать удовлетворительным.

Федеральная программа «Земский учитель», реализуемая в Калининградской области начиная с 2020 г.5, направлена на привлечение педагогов в сельские населенные пункты, поселки или города с населением до 50 тыс. человек. В Калининградской области под действие программы попадают все школы региона за исключением расположенных в областном центре. По итогам конкурса на занятие вакантной должности, учитель, заключивший трудовой договор на 5 лет с учебной нагрузкой от 18 часов, получит единовременную выплату в размере 1 млн рублей за счет средств федерального и регионального бюджетов. В конкурсном отборе могут принять участие учителя со средним профессиональным или высшим образованием, отвечающим квалификационным требованиям и профессиональным стандартам, и опытом педагогической работы от 3 лет. При этом перечень вакансий утверждается региональным Минобром на основании предложений муниципальных

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> *Работа* и вакансии в Калининградской области. Работа в России. 2023. URL: https://trudvsem.ru/vacancy/search?\_regionIds=390000000000000&page=0&salary=70000&salary=99999&experience=EXP\_1&experience=EXP\_2&experience=EXP\_3&experience=EXP\_STAFF&education=HIGH&professionalSphere=Transport (дата обращения: 01.09.2023).

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Постановление Правительства Калининградской области №72 от 17 февраля 2020 г.



органов управления образованием. Так, на 2023 г. он включает 9 вакансий, однако, по данным Центра занятости Калининградской области, потребность в учителях по муниципалитетам области (за исключением ГО «Город Калининград», где численность населения значительно превышает порог в 50 тыс. человек) на начало ноября составила 76 специалистов.

При этом финансовое обеспечение данной программы продолжает сокращаться: в 2023 г. расходы по ней составили только половину от расходов первого года реализации программы (18 млн рублей в 2020 г.), а в 2024 г. они сократятся еще более чем в два раза. Такая динамика обусловлена смещением приоритетов на внутреннюю подготовку кадров вместо привлечения извне и недостаточной эффективностью программы.

Кроме федеральных программ, в области действует система региональных мер поддержки учителей, включающая предоставление служебного жилья / социальный найм / оплату найма жилых помещений / компенсацию ЖКУ / транспортных расходов и др.; льготную ипотеку для молодых учителей; единоразовую поддержку молодых учителей при первом трудоустройстве (с высшим образованием -200 тыс. рублей, со средним профессиональным образованием -100 тыс. рублей); жилищный сертификат (2 млн рублей) для молодых учителей, нуждающихся в улучшении жилищных условий (в возрасте до 40 лет и со стажем не менее 3 лет); жилищные субсидии на увеличение первоначального взноса по ипотечным кредитам на приобретение жилых помещений (но не более 30 % от стоимости жилого помещения) для нуждающихся в жилье учителей в возрасте до 36 лет со стажем от 3 лет (297-648 тыс. рублей); премирование лучших учителей (на конкурсной основе); целевое обучение со стипендией 15 тыс. рублей и обязательством отработать в школе по окончании обучения 3 года; стипендия в 2,9 тыс. рублей для студентов 1 курса при заключении целевого договора (с 2023 г.).

Федеральные программы «Земский доктор» и «Земский фельдшер» были запущены в регионе в 2015 и 2018 г. соответственно<sup>6</sup>. Они направлены на привлечение врачей и среднего медицинского персонала в сельские населенные пункты, поселки или города с населением до 50 тыс. человек. Программы предусматривают выплату 1 млн рублей для врачей и 0,5 млн рублей для фельдшеров в случае заключения договора на работу в сельской местности, причем участник программы самостоятельно определяет, на что потратит выплату<sup>7</sup>. Наиболее популярными направлениями использования выплат являются строительство жилого дома, оплата ипотеки, покупка квартиры и др. К числу обязательных критериев для участия в программе также относится заключение контракта с обязательством проработать не менее 5 лет в сельской местности.

 $<sup>^6</sup>$  Государственная программа РФ «Развитие здравоохранения», утвержденная Постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 г. № 1640.

<sup>7</sup> Постановление Правительства РФ от 22.04.2022 г. №739.



Для врачей должны быть выполнены основные условия:

- 1) гражданство Российской Федерации;
- 2) быть врачом, фельдшером, медицинской сестрой или акушером ФАП;
- 3) не иметь неисполненных обязательств по договору о целевом обучении;
- 4) прибыть (переехать) на работу в сельский населенный пункт, либо рабочий поселок, либо поселок городского типа, либо город с населением до 50 тыс. человек;
- 5) заключить трудовой договор с государственным учреждением здравоохранения Калининградской области.

По состоянию на октябрь 2023 г. на официальном сайте Минздрава Калининградской области представлено около 1420 вакансий для специалистов данной сферы (по сравнению с июлем 2023 г. число открытых вакансий снизилось на 14,7 %8). Более 40 % из них — это вакансии врачей, 36 % — медицинских сестер, 7 % — фельдшеров9, остальные предназначены для других специалистов отрасли (медицинский статистик, инженер по защите информации, рабочий по обслуживанию кислородных установок, инженер по медтехнике и др.).

Расходы на реализацию программы «Земский доктор» демонстрируют растущую динамику: в 2023 г. запланировано выделить 39,1 млн рублей на поддержку 35 врачей (годом ранее было привлечено 28 работников). При этом на бирже труда на начало ноября 2023 г. размещена информация о 265 вакантных местах в муниципалитетах области (кроме Калининграда)<sup>10</sup>.

Согласно данным регионального Минфина, расходы на поддержку переселения медицинских работников в сельскую местность области по программе «Земский фельдшер» вновь возросли после сокращения в 2021—2022 гг. На 2023 г. запланировано выделить 8,4 млн рублей на привлечение 18 медицинских сотрудников (180% к 2022 г.). В последующем объемы финансирования планируется еще незначительно нарастить (на 14%, или на 2 работника). При этом потребность в среднем медперсонале за пределами областной столицы, заявленная работодателями на региональном портале Центра занятости на начало ноября, гораздо больше: 182 медицинские сестры, 56 фельдшеров и 17 акушеров<sup>11</sup>.

К числу региональных мер поддержки относятся выплаты при первом трудоустройстве<sup>12</sup> (от 150 до 1 800 тыс. рублей). Возможность

 $<sup>^8</sup>$  Динамика открытых вакансий на сайте Минздрава Калининградской области (июль — октябрь 2023 г.). Все данные о числе вакансий представлены по состоянию на октябрь 2023 г.

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Вакансии медицинских работников в Калининградской области (на 1 сентября 2023 г.) // Кадровая программа Министерства здравоохранения Калининградской области. URL: https://kadry.infomed39.ru/search\_vacancy/list/(дата обращения: 01.09.2023).

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Интерактивный портал Центра занятости населения Калининградской области. 2023. URL: https://rabotakaliningrad.ru/vacancy/ (дата обращения: 12.09.2023).
<sup>11</sup> Там же.

<sup>12</sup> Постановление Правительства Калининградской области от 15.08.2014 г. № 520.



предусмотрена по 1019 вакансиям на официальном сайте регионального Минздрава. Важно отметить необходимость заключения договора на работу с медицинским учреждением с низким уровнем заработной платы на длительный срок. Другим вариантом поддержки является возможность получения компенсации найма жилья<sup>13</sup>, которая предлагается для 1 тыс. официальных вакансий в размере до 15 тыс. рублей и только на срок до 6 месяцев. И наконец, возможность предоставления служебного жилья<sup>14</sup> предусмотрена по 335 вакансиям. С учетом того, что на официальном сайте существует возможность ознакомления с фотографией будущего рабочего места, целесообразным является прикрепление аналогичных фотографий предоставляемых соискателям вариантов служебного жилья с указанием их расположения.

### Восприятие мигрантами из России действующих государственных мер поддержки в регионе

Анализ действующих мер государственной поддержки в Калининградской области и их востребованности у мигрантов осуществлен на основе проведенных авторами летом — осенью 2022 г. глубинных интервью. В каждой целевой группе (здравоохранение, общее образование, ИТ-сфера) было опрошено по 10 человек и по 2 работодателя. Дополнительно проведены 10 интервью с экспертами из числа представителей профильных министерств (Минобразования, Минсоцполитики), профессиональных сообществ, кадровых агентств вне программы социологического исследования. Относительно мер поддержки специалистов уточнялись следующие вопросы: использованы ли меры поддержки мигрантами и какие именно, насколько они удовлетворяют запросам специалистов и какие требуются в них изменения для стимулирования переезда и адаптации профессионалов в регионе.

География распределения информантов по регионам прежнего проживания в целом соответствует картине сложившихся межрегиональных миграционных связей $^{15}$ . Среди них превалируют регионы Сибири и Дальнего Востока (рис.).

**Образование.** Несмотря на различия в стратегиях переезда мигрантов [15], их возрасте, уровне квалификации и педагогическом опыте, лишь небольшое число специалистов обращалось за государственной поддержкой. В качестве причин информанты указали, во-первых, отсутствие достаточной и доступной информации о мерах государственной поддержки до переезда и уже при трудоустройстве.

 $<sup>^{13}</sup>$  Постановление Правительства Калининградской области от 02.04.2018 г. № 170.

 $<sup>^{14}</sup>$  Закон Калининградской области от 03.07.2007 г. № 151.

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> Миграционные связи рассчитаны по методике коэффициентов интенсивности миграционных связей (КИМС) Л.Л. Рыбаковского [14] по данным: *Poccmam* (Число прибывших // ЕМИСС. 2023. URL: https://www.fedstat.ru/indicator/43514 (дата обращения: 10.09.2023); *Численность*. URL: https://www.fedstat.ru/indicator/31556 (дата обращения: 10.09.2023).

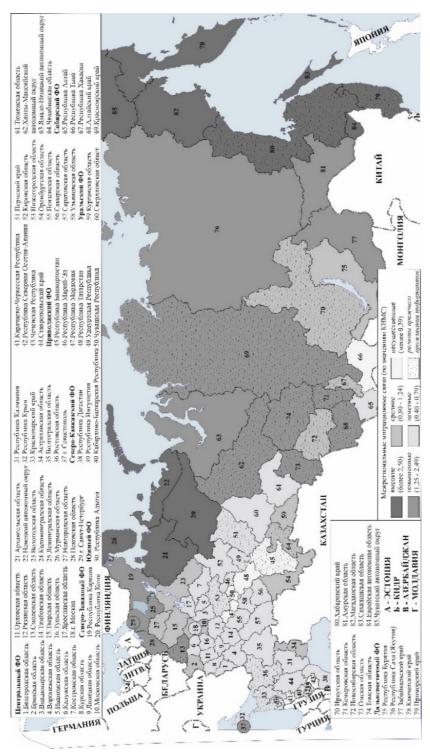


Рис. Миграционные связи Калининградской области по прибытию с другими регионами РФ (по состоянию на 01.01.2022 г.), суммарно за 2014 - 2021 гг.



В регионе нет информационных ресурсов для мигрантов, призванных помочь им в переезде и адаптации, в том числе для отдельных профессиональных групп. Во-вторых, специалисты высказывали неуверенность в том, что получат поддержку в случае обращения или будут удовлетворены ее объемом и качеством, при этом нередко они исходили из неудачного опыта или субъективного мнения знакомых и коллег. В-третьих, достаточно часто информанты не соответствовали требованиям к кандидатам на получение государственной поддержки: возраст, предметная специализация, педагогический стаж (менее 3 лет). Нередко молодые специалисты не ориентированы на приобретение собственного жилья или не готовы к этому, поэтому отдельные льготы не представляли интереса для информантов. Как следствие, меры государственной поддержки учителей получили средние оценки (табл.).

#### Отношение информантов к действующим мерам поддержки для учителей

Меры поддержки	Оценка	Комментарии Предложе информантов информан	
Федеральная программа «Земский учитель»— выплата 1,5 млн рублей	Низкая	Подходит преимуществен- но для молодых учителей, объем нагрузки и условия работы не позволяют реа- лизоваться уже состояв- шимся специалистам	Рост оплаты труда в целом по региону, что привлечет разные категории специалистов
Предоставление служебного жилья / социальный найм / оплата найма жилых помещений / компенсация ЖКУ / транспортных расходов и др.		Неудовлетворительные	лагая усилить поддер- жку по приобретению
Льготная ипотека для молодых учителей	Средняя	При невысоком уровне оплаты труда учителей многие информанты невысоко оценили меру поддержки	ипотеки (ниже ставка,
Единоразовая поддержка молодых учителей при первом трудоустройстве (с высшим образованием — 200 тыс. рублей, со средним профессиональным — 100 тыс. рублей)		Информанты такой мерой не пользовались по причине наличия опыта работа до переезда	ционную кампанию в
Жилищный сертификат для молодых учителей (до 40 лет, стаж не менее 3 лет) — 2 млн рублей		Информанты не воспользовались по ряду причин: 1) не соответствуют критериям; 2) не знали о такой мере или высказывали недоверие; 3) нежелание (из числа молодых учителей) пока приобретать собственное жилье	ния по предметам, тре- бование к стажу и тре- бования к возрасту (уве- личить возраст хотя бы

Окончание табл.

Меры поддержки	Оценка	Комментарии	Предложения		
		информантов	информантов		
Жилищные субсидии на	Средняя	Невысокий размер субси-	Увеличить размер суб-		
увеличение первоначаль-		дии в сравнении со стои-	сидии, исключить тре-		
ного взноса по ипотеч-		мостью жилья, особенно в	бование к возрасту (уве-		
ным кредитам на при-		областном центре	личить его хотя бы до		
обретение жилых поме-			45 лет)		
щений (но не более 30 %					
от стоимости жилого					
помещения) для учите-					
лей — 297—648 тыс. руб-					
лей					

Выявлена следующая особенность в запросах мигрантов на получение государственной поддержки.

Молодые педагоги меньше заинтересованы в приобретении собственного жилья, поэтому при условии социального найма или предоставления качественного служебного жилья готовы к работе и в сельской местности. На эту возможность указывало большинство опытных специалистов более старшего возраста. Работа в сельских школах при меньших нагрузке, контингенте учащихся и с поддержкой педагогического коллектива позволяет закрепиться в профессии, получить опыт и сформировать необходимые навыки.

Для зрелого специалиста, по мнению информантов, программы привлечения в сельскую местность, по большому счету, не столь интересны. Основная причина состоит в трудности самореализации и ограничении профессионального роста. Отдельная часть профессионалов готова к переезду в сельскую местность. Это те, кто стремится к спокойной и размеренной жизни, хочет быть «ближе к земле». Интересна и высокая доплата по состоянию до 2022 г. — 1,5 млн рублей. В то же время такая дополнительная финансовая поддержка вновь прибывших учителей способствуют нарастанию напряженности со стороны «местных» учителей, работающих в тех же условиях, но не получающих дополнительного финансового стимула.

Однако большинство состоявшихся в профессии специалистов (старше 40 лет) все же выбирают преимущественно школы в областном центре. Для них уже имеет важное значение приобретение собственного жилья, поэтому формируется запрос на все виды финансовой поддержки. Но значительным ограничением для многих выступает размер оплаты труда педагогов, поэтому даже при льготных условиях предоставления ипотеки финансовые обязательства представляют значительное бремя для семейного бюджета.

По мнению информантов, изменения в государственной поддержке учителей должны быть связаны с ее большей целевой ориентацией и отказом от значительных ограничений для кандидатов-заявителей (по предметной специализации и возрасту). Кроме того, информанты предлагали обеспечить возможность перераспределения финансовых

*15* 



ресурсов, чтобы часть средств могла быть направлена на подготовку и ремонт служебного жилья и расширение фонда социального найма, а не на прямые выплаты получателям. Мерам закрепления на новом месте (требованиям о заключении трудового договора на длительный срок) должны предшествовать меры поддержки на период определения с местом работы, направленные на обеспечение мигрантов жильем на первое время (до полугода). Не снижается значение и информационной поддержки мигрантов, которая позволит им до переезда выбрать наиболее подходящие и соответствующие их запросам инструменты, место трудоустройства и проживания в границах Калининградской области.

Здравоохранение. Результаты анализа степени удовлетворенности информантов, занятых в сфере здравоохранения, оказались схожими с результатами в сфере образования. Дифференциация выплат педагогам с учетом востребованности преподавателей определенных предметов замещена в сфере здравоохранения так называемым коэффициентом «нуждаемости» в ценных, редких и ожидаемых специалистах, выплаты которым были в разы выше, чем даже специалистам, привлекаемым на более высокую должность, но не столь востребованным в регионе. Часть привлекаемых в область специалистов, будучи осведомлены о возможных мерах поддержки и выплатах (например, при первом трудоустройстве), заведомо от них отказывались, поскольку понимали, что при первой возможности переориентируются из государственной сферы в частную медицину, а такие выплаты предполагали бы заключение долгосрочного трудового контракта с государственным медицинским учреждением. Информанты, особенно молодые специалисты, выражали неготовность к принятию обязательств по выплате ипотечных взносов, несмотря на предоставляемые льготы, из-за низкого уровня оплаты труда. Софинансирование заработной платы от Министерства здравоохранения молодым специалистам, компенсация расходов на оплату найма жилого помещения носят весьма краткосрочной характер. Информанты отмечали также отсутствие возможности выполнить условия для получения ипотеки по «льготной» ставке, поскольку рассматривали возможность приобретения, например, не квартиры, а жилого дома.

Большая часть предлагаемых мер поддержки оценивалась информантами положительно только в качестве дополнительных при переезде специалистов по собственным личным мотивам, а не в качестве стимулирующей, основной определяющей для выбора региона. Возможности долгосрочного привлечения высококлассных специалистов в регион весьма ограничены, поскольку, как правило, здесь им предлагаются худшие условия, особенно с точки зрения оплаты труда, которые не могут нивелироваться «приморским фактором» и относительно мягким климатом. Поэтому повсеместное повышение заработной платы при работе на одну ставку, по мнению информантов, позволит привлечь в отрасль не только специалистов из других регионов, но и собственные кадры, занятые в частной медицине. В этой связи целесообразным представляется содействие повышению качества подготовки медицинских кадров в региональных вузах. Информанты указывали на



необходимость установления оплаты труда, соответствующей как срокам обучения, так и уровню квалификации специалиста. При этом большинство разделяет точку зрения, что используемые критерии в эффективных контрактах не выполнимы и не достижимы работниками в сфере здравоохранения. Одной из причин выступает высокая нагрузка при выполнении прямых функциональных обязанностей.

**ИТ-сфера.** Оценка мер государственной поддержки оказалась в данной сфере чрезмерно субъективной, что обусловлено квалификацией специалистов, их специализацией и географией регионов исхода. Вследствие весьма активного взаимодействия специалистов внутри ИТ-сообщества региона личное отношение информантов к вопросам так или иначе опирается на практику работы ИТ-компаний в регионе и привлечения специалистов.

По мнению информантов, основная проблема, тормозящая рост мобильности ИТ-специалистов, связана с тем, что большинство профессионалов не готовы релоцироваться, предпочитая работать дистанционно (что и позволяет им работа в ИТ-сфере). Для большинства высококвалифицированных ИТ-специалистов на переезд влияют нематериальные факторы, а не финансовые меры и стимулы, так как при имеющемся уровне оплаты труда все финансовые вопросы они могут решить самостоятельно. Значительную поддержку оказывают и компании (поиск, найм и оплата жилья, финансовая поддержка переезда, помощь в решении различных бытовых вопросов и т.д.). Для ИТ-специалистов невысокой квалификации и, соответственно, меньшим уровнем оплаты труда значение финансовых механизмов поддержки гораздо выше, однако и заинтересованность компаний в таких кадрах существенно ниже.

Обеспечить рост мобильности ИТ-специалистов в Калининградскую область, по мнению информантов, могут два направления: 1) формирование в регионе конкурентной среды и развитие ИТ-инфраструктуры, а для переезжающих в составе семьи — социальной инфраструктуры; 2) повышение эффективности подпрограммы «Повышение мобильности трудовых ресурсов» 16 государственной программы Калининградской области «Социальная поддержка населения» 17.

По первому направлению требуется формирование и продвижение ИТ-имиджа региона и его узнаваемости в ИТ-пространстве, включая создание ИТ-хаба или ИТ-парка с предоставлением дополнительных льгот для резидентов, а также развитие нетворкинга. Первоочередное значение имеет ИТ-инфраструктура (скоростной интернет, серверные мощности, DATA-центр, дешевое электричество и др.). Притоку новых специалистов будет способствовать государственная поддержка ло-

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> Подпрограмма «Повышение мобильности трудовых ресурсов» Государственной программы Калининградской области «Социальная поддержка населения». URL: https://social.gov39.ru/informatsiya/sotsialno-trudovaya-/povysheniemobilnosti-trudovykh-resursov/ (дата обращения: 28.08.2023).

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Об утверждении государственной программы Калининградской области «Социальная поддержка населения : постановление Правительства Калининградской области от 29.12.2021 г. № 899. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».



кальных проектов и стартап-программ в ИТ-сфере, в том числе для молодых специалистов. Для них должны быть предусмотрены налоговые льготы, что создаст конкурентные преимущества для размещения бизнеса в Калининградской области по сравнению с другими регионами России.

По второму направлению, по мнению информантов, значимы следующие изменения: 1) адресация помощи в рамках названной выше подпрограммы непосредственно ИТ-специалисту, а не компании, как это происходит сейчас; 2) исключение требований к географии регионов исхода мигрантов и к обороту компании, возможность предоставления поддержки специалистам — индивидуальным предпринимателям; 3) упрощение процесса и сроков получения поддержки. При установлении размера поддержки необходимо ориентироваться на оплату труда конкретного заявителя — ИТ-специалиста.

Особое пожелание специалисты высказывали относительно расширения взаимодействия с региональными органами государственной власти, которое считали достаточно активным по сравнению даже с такими ИТ-центрами, как Москва и Санкт-Петербург. В качестве возможного направления названо формирование консультативного органа с участием представителей ИТ-сообщества для совместной разработки и согласования принимаемых решений, касающихся развития ИТ-отрасли Калининградской области.

#### Заключение

Полученные выводы позволяют сформулировать основные направления повышения эффективности государственной поддержки мобильности профессионалов.

- 1. Необходимо усилить информационную поддержку реализуемых мер и механизмов привлечения и закрепления кадров в Калининградской области. При этом продвижение области в регионах донорах мигрантов должно отражать не только содержание реализуемых здесь программ, но и в целом реальную ситуацию в экономической и социальной сферах региона с учетом потребности в этой информации со стороны различных категорий потенциальных мигрантов (согласно возрасту, профессионально-квалификационному составу, сфере занятости и т.д.). Для этого должен быть расширен инструментарий информационной кампании за счет более широкого использования социальных сетей, интернет-каналов блогеров, проведения крупных всероссийских мероприятий. Необходимо осуществлять таргетную рекламу организаций региона в медийном пространстве других субъектов РФ.
- 2. Меры поддержки кадров, на сегодняшний день регламентированные постановлениями регионального правительства, должны быть оформлены в виде законов и обладать большей юридической силой. Этот момент акцентировали эксперты.
- 3. Меры поддержки логичнее разделять на направленные на привлечение специалистов в регион и на их закрепление. Сегодняшнее ре-



гулирование в большей степени ориентировано на закрепление вновь прибывающих специалистов посредством предоставления льготных условий для приобретения жилья. При этом у переселенцев отсутствует возможность предварительно ознакомиться с условиями проживания и работы. Эффективными в данном случае могут стать предоставление временного жилья или компенсация расходов на найм до заключения долгосрочного трудового договора в рамках программных механизмов.

- 4. Ряд ограничений, не позволяющих охватить важные с точки зрения реализации трудового потенциала категории целевых групп, должен быть устранен. Это касается как возрастных ограничений, так и предметных областей для учителей, уровня образования, регионов исхода, размера компаний, привлекающих мигрантов (в ИТ-сфере). Сам механизм получения поддержки должен быть максимально упрощен и сжат во времени.
- 5. Представляется целесообразным в наиболее трудодефицитных отраслях (например, медицине) разработать систему целевого обучения за пределами региона (в перспективных регионах донорах кадров для сферы здравоохранения, таких как Смоленская или Архангельская область, Санкт-Петербург) и последующего распределения выпускников в региональные государственные учреждения.
- 6. Неотьемлемой частью реализации мер поддержки привлекаемых специалистов является мониторинг их эффективности как по количественным параметрам, так и по качественным. Для этих целей необходимо осуществлять выборочные обследования среди целевых групп межрегиональных мигрантов. Основная задача — выявление «узких» мест в регулировании и потенциала его совершенствования с акцентом на содействие селективности миграционного потока и адаптацию мигрантов. Ввиду того что регистрация по месту проживания для внутренних мигрантов не является обязательным требованием, целесообразно расширить возможности анализа данных выборочных обследований населения России по проблемам занятости, проводимых Росстатом, позволяющего оценить особенности осуществления экономической деятельности межрегиональными постоянными мигрантами (уровень безработицы, отраслевая и профессионально-квалификационная структура занятости, опыт и уровень образования и др.), а не только временными трудовыми.

В заключение следует отметить, что большинство информантов и экспертов указывали на необходимость решения системных проблем недофинансирования отраслей привлечения специалистов из числа мигрантов. В противном случае меры государственной поддержки и далее будут носить исключительно временный характер и вести к возвратной миграции.

**Благодарности.** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда  $N_2$  22-27-20064, https://rscf.ru/project/22-27-20064/.



#### Список литературы

- 1. *Boese M., Moran A.* The Regional Migration-Development Nexus in Australia: What Migration? Whose Development? // Frontiers in Sociology. 2021. Vol. 6. doi: https://doi.org/10.3389/fsoc.2021.602487.
- 2. *Vakulenko E.S., Mkrtchyan N.V.* Factors of Interregional Migration in Russia Disaggregated by Age // Applied Spatial Analysis and Policy. 2020. Vol. 13. P. 609 630. doi: https://doi.org/10.1007/s12061-019-09320-8.
- 3. Simard M. Retention and Departure Factors Influencing Highly Skilled Immigrants in Rural Areas: Medical Professionals in Québec, Canada // International Migration and Rural Areas Cross National Comparative Perspectives / ed. by B. Jentsch, M. Simard. L., 2009. P. 43 73. https://doi.org/10.4324/9781315589466.
- 4. *Humphreys J., Jones J., Jones M. et al.* A Critical Review of Rural Medical Workforce Retention in Australia // Australian Health Review. 2001. Vol. 24, iss. 4. P. 91–102. https://doi.org/10.1071/ah010091a.
- 5. *Mbemba G.I., Gagnon M.P., Hamelin-Brabant L.* Factors Influencing Recruitment and Retention of Healthcare Workers in Rural and Remote Areas in Developed and Developing Countries: An Overview // Journal of Public Health in Africa. 2016. Vol. 7, № 2. doi: https://doi.org/10.4081/jphia.2016.565.
- 6. Андреева Е. А., Карачурина Л. Б. Стратегии миграции врачей в периферийные муниципальные образования (на примере Тверской области) // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2021. № 3. С. 316 338. doi: https://doi.org/10.14515/monitoring.2021.3.1725.
- 7. Benson M., O'Reilly K. Migration and the Search for a Better Way of Life: A Critical Exploration of Lifestyle Migration // Sociological Review. 2009. Vol. 57, iss. 4. P. 608 625. doi: https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.2009.01864.x.
- 8. Вакуленко Е.С. Мотивы внутренней миграции населения в России: что изменилось в последние годы? // Прикладная эконометрика. 2019. Т. 55. С. 113—138. doi: 10.24411/1993-7601-2019-10013.
- 9. Волошенко К.Ю., Лялина А.В., Фарафонова Ю.Ю., Новикова А.А. Профессиональные факторы и механизмы привлечения в Калининградскую область мигрантов из регионов России // Регионология. 2023. Т. 31, №1. С. 143-165. https://doi.org/10.15507/2413-1407.122.031.202301.143-165.
- 10. Шарепина Е.А. Программа «Земский доктор» как фактор миграции врачей на периферию регионов Центрального федерального округа // Демографическое обозрение. 2022. №9 (4). С. 104—125. https://doi.org/10.17323/demreview. v9i4.16745.
- 11. Кинчагулова М.В., Брынза Н.С., Горбунова О.П., Сунгатуллина Л.А. Мотивация участников программы «Земский доктор» в Тюменской области и оценка их удовлетворенности условиями труда и жизни в сельской местности // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2019. №27 (2). С. 158 162. doi: http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2019-27-2-158-162.
- 12. Федина Н. В., Бурмыкина И. В., Катаев Д. В. и др. Миграция учителей и выпускников педагогических вузов между регионами: причины, практика, последствия: монография. Липецк, 2021.
- 13. *Лада А. С.* Проблемы привлечения трудовых ресурсов в субъектах Дальнего Востока // Власть и управление на Востоке России. 2018. № 4 (85). С. 21—31. doi: 10.22394/1818-4049-2018-85-4-21-31.
  - 14. Рыбаковский Л.Л. Региональный анализ миграций. М., 1973.
- 15. Лялина А.В., Волошенко К.Ю., Новикова А.А. и др. Миграция учителей из других регионов России в Калининградскую область: мотивы и адаптация // Проблемы приграничья. Новые траектории международного сотрудничества: материалы VII междунар. науч.-практ. конф. Калининград, 2023. Т. 7. С. 88—97.

#### Об авторах

Ксения Юрьевна Волошенко — канд. экон. наук, директор Центра социально-экономических исследований региона, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: KVoloshenko@kantiana.ru https://orcid.org/0000-0002-2624-0155

Анна Валентиновна Лялина — канд. геогр. наук, науч. сотр. Центра социально-экономических исследований региона, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: anuta-mazova@mail.ru

https://orcid.org/0000-0002-8479-413X

Анна Александровна Новикова — канд. геогр. наук, ст. преп., Калининградский государственный технический университет, Россия.

E-mail: anna.novikova@klgtu.ru

https://orcid.org/0000-0003-0374-6337

Юлия Юрьевна Фарафонова — мл. науч. сотр., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: ifarafonova@kantiana.ru https://orcid.org/0000-0002-5996-1557

Лидия Геннадьевна Гуменюк — канд. геогр. наук, ст. науч. сотр. Центра геополитических исследований Балтийского региона, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: LOsmolovskaya@kantiana.ru https://orcid.org/0000-0002-6186-350X

#### K. Yu. Voloshenko<sup>1</sup>, A. V. Lyalina<sup>1</sup>, A. A. Novikova<sup>2</sup> Yu. Yu. Farafonova<sup>1</sup>, L. G. Gumenyuk<sup>1</sup>

# STATE SUPPORT FOR ATTRACTING HIGH SKILLED WORKERS FROM RUSSIAN REGIONS TO THE KALININGRAD REGION: ENHANCING EFFECTIVENESS

<sup>1</sup> Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia <sup>2</sup> Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia Received 14 September 2023 Accepted 20 November 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-1

**To cite this article**: Voloshenko K. Yu., Lyalina A. V., Novikova A. A., Farafonova Yu. Yu., Gumenyuk L.G., 2023, State support for attracting high skilled workers from Russian regions to the Kaliningrad region: enhancing effectiveness, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 5–22. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-1.

To attract in-demand professionals from various regions of Russia to the labor market in the Kaliningrad region (including teachers, medical professionals, and IT specialists), support measures have been implemented at both the federal and regional levels. However, the region 21



continues to face a demand for skilled workers, with instances of professionals returning while difficulties in their adaptation are often noted. The article analyzes the current government support measures and their effectiveness for key professional groups in the Kaliningrad region, such as teachers, medical professionals, and IT specialists. The research is based on the results of in-depth interviews conducted by the authors during the summer and autumn of 2022 with migrants from different regions of Russia, employers, and experts. Additionally, publicly available information from relevant ministries about the outcomes of attracting specialists was utilized. The study evaluates the practice of migrants seeking government support, examines the professionals' perception of existing measures, and highlights the need for adjustments to ensure the influx and retention of professionals in the region. In conclusion, suggestions are provided to enhance the effectiveness of government support for migrants from various regions of Russia in the Kaliningrad region.

**Keywords:** mobility programs, internal migration, professionals, migration factors, regions of Russia, Kaliningrad region

#### The authors

Dr Ksenia Yu. Voloshenko, Director of the Center for Social and Economic Research of the Region, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: KVoloshenko@kantiana.ru https://orcid.org/0000-0002-2624-0155

Dr Anna V. Lyalina, Researcher, Center for Socio-Economic Research of the Region, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: anuta-mazova@mail.ru

https://orcid.org/0000-0002-8479-413X

Dr Anna A. Novikova, Assistant Professor, Kaliningrad State Technical University, Russia.

E-mail: anna.novikova@klgtu.ru

https://orcid.org/0000-0003-0374-6337

Yulia Yu. Farafonova, Junior Researcher, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: ifarafonova@kantiana.ru

https://orcid.org/0000-0002-5996-1557

Dr Lidia G. Gumenyuk, Senior Researcher, Institute of Geopolitical and Regional Studies, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: LOsmolovskaya@kantiana.ru https://orcid.org/0000-0002-6186-350X

#### Ю.А. Ступин

## РЕГИОНАЛЬНАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ЗАКАВКАЗЬЯ: ПАССАЖИРСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАБОТЫ

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия Поступила в редакцию 01.11.2023 г. Принята к публикации 03.12.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-2

Для цитирования: *Ступин Ю.А.* Региональная железнодорожно-транспортная система Закавказья: пассажирское направление работы // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023.  $\mathbb{N}$ <sup>3</sup>. С. 23 – 37. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-2.

Цель статьи — охарактеризовать особенности пассажирской перевозочной работы региональной железнодорожно-транспортной системы Закавказья. Источниковой базой исследования послужили статистика железнодорожных пассажирских перевозок и опубликованные графики движения по железным дорогам стран региона. Показано, что в постсоветский период пассажирский железнодорожный транспорт пришел в упадок, его потенциал используется недостаточно: объем перевозок минимален, интенсивность движения низка, на значительной части сети пассажирские перевозки прекращены полностью. Некоторым исключением в последние несколько лет является Бакинская агломерация. Предпосылками упадка стали распад союзного государства и последующая фрагментация железнодорожной сети региона, конкуренция со стороны воздушного и автомобильного транспорта, особенности транспортной политики в странах региона. Улучшение ситуации связывается с возможным расширением внутреннего железнодорожного сообщения по мере роста доходов населения и в результате изменения транспортной политики.

**Ключевые слова**: железнодорожный транспорт, региональная транспортная система, Закавказье, пассажирские перевозки, маршрутная сеть

#### Введение

Железнодорожный транспорт (ЖДТ), особенно пассажирское направление его работы, редко становится объектом специальных общественно-географических исследований. Из работ относительно недавнего времени можно, пожалуй, назвать лишь статьи С.А. Тархова [16-18] и ряд публикаций И.Г. Савчука [6-8;32], посвященных ЖДТ Украины. Чаще ЖДТ изучается географами как часть более крупномасштабного объекта (территориальные транспортные системы различного иерархического уровня, транспортные коридоры, регионы, страны и т.п.), чаще он попадает в поле зрения специалистов по эконо-



мике транспорта, инженеров-транспортников и очень часто — политологов и международников. Ряд работ (не географических) посвящен транспортным системам отдельных стран Закавказского региона [1; 2; 4; 25].

Региональная железнодорожно-транспортная система (РЖДТС) рассматривается нами как частный вид региональной транспортной системы или пространственное сочетание элементов ЖДТ, объединенных совместным участием в процессе грузовых и пассажирских перевозок. Элементы РЖДТС могут быть объединены в две группы: 1) обеспечивающие перевозочный процесс (железнодорожная сеть, подвижной состав, производственно-техническая база, линейные сооружения — станции, вокзалы, пристани, средства управления и контроля за движением, вспомогательные здания и сооружения и т.д.); 2) управленческие (маршрутная сеть, организация движения по ней, регулирование перевозок).

Одним из двух направлений работы территориальной (или региональной) транспортной системы является перевозка пассажиров. Характеристике этого направления работы РЖДТС Закавказья и посвящена настоящая статья. Помимо анализа количественной стороны перевозочной работы (объем пассажирских перевозок) особое внимание уделено характеристике такого элемента РЖДТС, как маршрутная сеть, включающая три компонента — пригородный, дальний и международный (внутрирегиональный и межрегиональный). Анализируются территориальные особенности маршрутной сети и интенсивность движения пассажирских поездов, выражаемая через парность (число пар поездов, курсирующих по участку в единицу времени, обычно сутки).

Главными источниками для работы послужили издания национальных статистических служб стран Закавказья и опубликованные графики движения пассажирских поездов по данному региону. Основные методы, применявшиеся в работе, — сравнительно-географический, исторический, статистический, картографический.

#### Предпосылки развития пассажирского железнодорожного сообщения в Закавказье

Преимуществами ЖДТ можно назвать способность обслуживать крупные, массовые грузо- и пассажиропотоки, а также сравнительно высокую скорость, надежность и безопасность перевозки (в сопоставлении с автомобильным транспортом). В то же время железная дорога — значительно более капиталоемкое сооружение, чем автодорога, поэтому сеть железных дорог сравнительно редка, они обслуживают лишь отдельные направления. По этой причине перевозка грузов и пассажиров из одного пункта в другой с использованием только этого вида транспорта возможна далеко не всегда.

Закавказье отличается сравнительно небольшими территориальными масштабами (общая площадь региона — 168 тыс.  $\kappa m^2$ ) и политической раздробленностью. Территория вытянута в широтном направлении, но расстояние по железной дороге от Каспийского до Чёрного



моря (Баку — Батуми) составляет лишь около 870 км. Преимущества железной дороги проявляются в первую очередь в сегменте дальних и средних расстояний. Кроме того, горный рельеф, преобладающий в регионе, ограничивает возможности для железнодорожного строительства. Указанные особенности географического положения ориентируют РЖДТС на обслуживание в первую очередь внешних связей.

Железнодорожная сеть региона в основном сложилась до 1940-х гг., в рамках единой железнодорожной сети Российской империи и СССР. Ключевую роль играет осевая субширотная линия Баку — Тбилиси — Батуми, соединившая каспийское и черноморское побережья и проложенная между Большим и Малым Кавказом через основные густонаселенные районы Закавказья. Многочисленные боковые ветки различной протяженности соединяют данную дорогу с более отдаленными горными районами. Вдоль побережий Каспийского и Чёрного морей построены два выхода на железнодорожную сеть России - западный (Сенаки – Сухум – Ростов) и восточный (Баку – Махачкала – Ростов). Линия Алят – Нахичевань – Гюмри – Тбилиси проходит вдоль южной границы региона (большей частью по долине р. Аракс). На этой линии имеются два ответвления - на территорию Ирана (ст. Джульфа) и Турции. Единственная линия, построенная после 1991 г., соединила Ахалкалаки с Карсом (2017 г., 29 км по территории Грузии) и дала Азербайджану сообщение с союзной Турцией в обход Армении. Большая часть сети электрифицирована (в Грузии и Армении - полностью), так как электрическая тяга в горных районах предпочтительнее, чем тепловозная.

Для развития грузовой работы РЖДТС в странах Закавказья имеются довольно ограниченные экономические предпосылки. ЖДТ оптимален для обслуживания крупных и устойчивых грузопотоков, в первую очередь потоков массовых грузов. В частности, наилучшей предпосылкой для развития крупномасштабных железнодорожных грузовых перевозок в пределах территории представляется наличие там крупной горнодобывающей промышленности (добыча твердых полезных ископаемых) либо производств, потребляющих ее продукцию, или транзитное положение на путях транспортировки крупных объемов минерально-сырьевых грузов. Однако главными минеральными богатствами Закавказья являются нефть и природный газ, в транспортировке которых ЖДТ почти не участвует (за исключением перевозки нефтепродуктов). Прочие же отрасли горнодобывающей промышленности развиты слабо. Так, добыча угля в регионе в 2021 г. составила всего 148 тыс. т (Грузия), марганцевой руды — 332 тыс. т (Грузия), медной руды — 97 тыс. т (Армения, Грузия) [33]. Часть этой продукции потребляется на месте и не требует перевозки на значительные расстояние. Перерабатывающие производства в значительной части стали жертвой постсоветской деиндустриализации, тенденции к которой в Закавказье проявились особенно резко. Поэтому загруженность закавказского ЖДТ низка. Так, в Азербайджане в 2022 г. густота грузоперевозок на ЖДТ составила лишь 3,3 тыс. т ·км/км, в Армении — 1,1 тыс., в Грузии



в 2021 г. — 2,1 тыс. (подсчитано по данным [14, с. 400, 409; 28; 31, с. 196, 198]). Для сравнения, в России эта цифра достигла 30 тыс. т ·км/км). Главным видом грузов для ЖДТ Азербайджана и Грузии являются нефтепродукты, для Армении — руды цветных металлов (в основном медная).

Потенциал пассажирской работы РЖДТС тесно связан с демографическими особенностями территории. Закавказье — одна из самых густонаселенных частей Евразийского региона. За постсоветский период численность населения региона выросла, но незначительно (с 16,1 до 17,1 млн человек, или на 6,7%). Этот крайне ограниченный рост обеспечен только Азербайджаном, в остальных странах население заметно уменьшилось под влиянием устойчивого и массового миграционного оттока. Особенно обезлюдели Абхазия и Южная Осетия. Демоцентр региона ощутимо сместился в восточном направлении.

Закавказье отличается посредственным уровнем урбанизированности населения. Тем не менее все три столицы общепризнанных государств - города-миллионеры, способные формировать крупные пассажиропотоки. Особенно отметим Бакинскую агломерацию - крупнейшую по людности в регионе и сформировавшуюся на базе Бакинского нефтепромышленного района. В столице Азербайджана проживает 2337 тыс. человек (2023), спутниковая зона наиболее обширна и включает крупнейшие нестоличные города Закавказья (население Сумгаита — 378 тыс. человек, Хурдалана — 195 тыс.) [27]. Однако потенциал перевозочной пассажирской работы ЖДТ ограничивается невысокими доходами населения и, как следствие, низкой транспортной подвижностью. Так, душевой ВВП в странах Закавказья несколько ниже среднемировых значений (по состоянию на 2022 г. Азербайджан — 17,7 тыс. долларов, Армения — 18,9 тыс., Грузия — 20,1 тыс.). Как видно, даже «нефтяной» Азербайджан по данному показателю отнюдь не занимает выдающегося положения и несколько уступает соседям.

Распад СССР и непростая история отношений России со странами Закавказья привели к резкому ослаблению традиционных транспортных связей региона в северном направлении. В то же время эти события открыли возможность для развития новых направлений транспортного сообщения. Реализация этого потенциала требовала значительных капиталовложений в инфраструктуру. Насколько можно судить, предпочтение было отдано трубопроводам, а не рельсовым путям. Единственная железная дорога, построенная в постсоветский период, — упомянутая выше линия Тбилиси — Карс.

Несколько неожиданным стало появление у Закавказья определенного транзитного потенциала в рамках коридора Европа — Кавказ — Азия. ЖДТ региона принял участие в реализации программы TRACECA, которая предполагает доставку грузов по Каспию в порт Баку, затем перевозку по железной дороге или автотранспортом до портов Чёрного моря (Батуми или Поти) и передачу на морской транспорт для дальнейшей отправки в Европу. Как видно, маршрут этот не самый удачный из-за необходимости множественных перегрузок и прохождения



многочисленных таможенных границ. Тем не менее он позволяет направлять грузопотоки в обход России и Ирана, поэтому реализация данной программы по политическим причинам продолжается, а события 2022 г. на Украине дали ей новый импульс. Для пассажирского движения TRACECA, конечно, не имеет значения, но для перевозки грузов ее роль в Закавказье существенна, а значит, и в целом для РЖДТС. Так, в Азербайджане транзитные перевозки в 2022 г. дали 40 % отправления грузов и 57 % грузооборота ЖДТ [28].

Развитие РЖДТС Закавказья в постсоветский период, помимо общих проблем, связанных с распадом единого государства, осложнилось военными конфликтами, охватившими регион. Наибольшее значение для железной дороги имели нагорно-карабахский и грузино-абхазский конфликты. Немаловажно, что до настоящего времени эти конфликты не разрешены, а лишь заморожены. Поэтому их последствия для работы железнодорожного транспорта приобрели долгосрочный характер.

Нагорно-карабахский конфликт привел к полному прекращению межгосударственных армяно-азербайджанских отношений. Из-за этого конфликта линия Алят — Нахичевань — Тбилиси стала функционировать лишь отдельными фрагментами: на восточном участке — от Алята до станции Горадиз, а на западном — от Тбилиси до станции Ерасх в Армении. Участок, проходящий по территории Нахичеванской АР, оказался изолирован и действует на отрезке между станциями Шарур и Ордубад как островной. Невозможность сквозного сообщения по этой линии привела к резкому сокращению размеров движения по ней. Кроме того, карабахский конфликт «вывел из строя» участок Иджеван — Акстафа, пересекающий границу Армении и Азербайджана, а также окончание ветки Евлах — Степанакерт. Последняя функционирует лишь на участке от Евлаха до станции Кючарли.

Следствием грузино-абхазской войны стало прекращение движения через общую границу. Участок линии Тбилиси — Сочи — Туапсе, проходящий по абхазской территории, был отрезан от сети железных дорог Закавказья, сохранив, однако, связь с Российскими железными дорогами. По этой причине Абхазия исключена из рассмотрения в настоящей работе. Из-за конфликта в Южной Осетии с 2008 г. прекращено движение по ветке Гори — Цхинвал к северу от грузино-югоосетинской границы.

На сегодня железнодорожная сеть Закавказья имеет лишь два действующих выхода во внешний мир: переход Ялама — Дербент на российско-азербайджанской границе и Карцахи — Чилдыр на грузинотурецкой границе. Западный выход на линии РЖД не работает с 1992 г. из-за последствий абхазской войны. Погранпереход в Джульфе сохранился, но существенного значения не имеет из-за расположения его на территории эксклавной Нахичеванской АР. Не действует и переход Ахурян — Догукапы на армяно-турецкой границе.

Таким образом, военные конфликты и их «замороженность» (а не разрешение) предопределили фрагментированность и фактическую изолированность региональной железнодорожной сети (рис. 1). Черты



единства РЖДТС под влиянием указанного фактора еще более ослабли и поддерживаются в основном общностью исторически сложившейся инфраструктуры и сравнительно активным двусторонним грузовым и (в существенно меньшей степени) пассажирским сообщением.

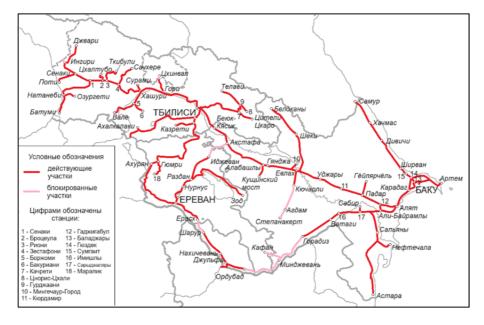


Рис. 1. Фрагментированность железнодорожной сети Закавказья (на 2023 г., без Абхазии)

#### Перевозочная работа пассажирского ЖДТ

Постсоветский период ознаменовался значительным сокращением объема пассажирских перевозок на железных дорогах всех государств региона (табл.).

### Динамика объема пассажирских перевозок железнодорожным транспортом стран Закавказья, млн человек (1940—2021)

Страна	1940	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2021
Грузия	22,5	27,5	31,0	14,8	2,3	3,2	0.9	0.8
Армения	2,3	4,1	6,1	3,5	1,1	0,8	0,3	0,4
Азербайджан	29,5	32,3	31,5	16,7	4,2	4,8	2,1	2,8
Итого	54,3	63,9	68,6	35,0	7,6	8,8	3,3	4,0

Источники: [11, с. 162; 12, с. 365; 13, с. 325; 14, с. 400; 19, с. 102 — 103; 20, с. 55; 23; 29, р. 229; 30, р. 188; 31, р. 196].

Из таблицы видно, что спад производственной деятельности на пассажирском железнодорожном транспорте Закавказья начался еще до распада СССР. Уже в 1980-е гг. объем пассажирских перевозок сокра-



тился почти вдвое, а в предыдущие десятилетия он хотя и демонстрировал рост, но весьма медленный и неустойчивый. Несмотря на сравнительно неплохую обеспеченность региона железнодорожной сетью, на одного жителя Закавказья даже в 1980 г. приходилось более чем в три раза меньше поездок по железной дороге, чем по СССР в целом.

Тем не менее после 1990 г. темпы отмеченного явления резко возросли. К 1999 г. объем перевозок сокращается почти в 5 раз. В первое пятилетие нового века общее экономическое оживление в регионе способствует и кратковременному росту пассажирского движения. С 1999 по 2007 г. объем пассажирских перевозок возрос на 52 %. Однако с 2008 г. масштабы перевозочной работы железнодорожного транспорта снова идут на убыль. Наибольшую роль в этом сыграло активное сворачивание пассажирского железнодорожного сообщения в Азербайджане, но и для других республик характерны схожие тенденции, правда, их масштаб существенно меньше. В итоге к середине 2010-х гг. величина этого показателя упала до минимальных, по крайней мере за последнее столетие, значений. Так, в 1911 г. только Закавказские железные дороги перевезли 9,2 млн пассажиров [15, отд. XI, с. 11].

Обнадеживающе выглядит значительный рост пассажирской работы на ЖДТ Азербайджана во второй половине 2010-х — начале 2020-х гг. В 2022 г. ЖДТ этой страны перевез уже 5,1 млн пассажиров [23], что соответствует уровню середины 1990-х гг. Говорить о каком-то переломе, тем не менее, пока рано: 5,1 млн пассажиров соответствуют лишь 0,5 поездки на ЖДТ на одного жителя Азербайджана. Таким образом, роль железнодорожного транспорта в перевозках пассажиров на сегодня крайне ограниченна.

РЖДТС функционирует в условиях жесткой конкуренции со стороны других видов транспорта. В сегменте дальних расстояний (прежде всего в международном сообщении) главным конкурентом выступает воздушный транспорт (ВТ). Помимо таких преимуществ авиации, как скорость и повсеместность распространения, в условиях Закавказья проявляются и другие. Так, использование ВТ позволяет пассажиру избежать проблем, связанных с пересечением границ транзитных стран. Появление в регионе современной авиатехники с низкой топливной эффективностью, создание низкобюджетных авиакомпаний привели к снижению тарифов на авиабилеты. Напротив, специфика системы тарифообразования на международных маршрутах ЖДТ приводит к кратному повышению цены билета по сравнению с внутренними маршрутами на аналогичное расстояние. Если в советское время самолет был наиболее дорогим способом перемещения из одного пункта в другой, то сейчас данное утверждение сложно считать безусловно верным. Поэтому на всем постсоветском пространстве значение международного пассажирского сообщения сведено к минимуму, может быть, за исключением российско-белорусского (до 2022 г. еще одним примером было российско-финляндское).

Другим конкурентом авиации выступает автомобильный транспорт, как общественный (автобусный), так и личный. Помимо тради-



ционных преимуществ автотранспорта (использование более протяженной и разветвленной сети путей сообщения, способность обслуживать небольшие и неустойчивые пассажиропотоки), в пользу данного вида «работают» также небольшие территориальные масштабы стран Закавказья, горный рельеф (в горах построить железную дорогу значительно сложнее, чем автомобильную) и особенности транспортной политики местных государственных и региональных властей.

Даже в сегменте международного сообщения автотранспорт составляет сильную конкуренцию ЖДТ. В значительной степени это обусловлено сравнительно низкими (по сравнению с ЖДТ) тарифами. Кроме того, играет роль и отмеченная выше изолированность железнодорожной сети региона от российской, что делает железнодорожное пассажирское сообщение с Россией невозможным (Армения, Нахичеванская АР) или сложным и неудобным (Грузия). Однако и в Азербайджане, положение которого в этом отношении более благоприятно, чем у западных соседей, автобус теснит пассажирский ЖДТ не менее активно. Эта тенденция распространяется и на дальнее международное сообщение — в этом сегменте автобус становится все более и более выраженной главной альтернативой ВТ, связывая города Закавказья с пунктами, расположенными даже за тысячи километров от границ региона.

#### Основные компоненты маршрутной сети пассажирского ЖДТ

Традиционно наиболее популярным видом пассажирского сообщения на ЖДТ являются *пригородное*. В Закавказье его развитию благоприятствуют высокая плотность населения и наличие крупных столичных агломераций.

В советское время пригородный пассажирский ЖДТ достиг значительного уровня развития. На пике роста, по состоянию на 1980 г., этим видом сообщения была охвачена большая часть сети региона (рис. 2), за исключением линии Баку — Ялама — Самур, восточной части дороги Алят — Нахичевань — Тбилиси (восточнее станции Норашен), участка, прилегающего к границе Абхазии, и отдельных веток [9; 10]. Интенсивность движения, однако, можно оценить как среднюю. По сети региона курсировало около 120 пар пригородных поездов (с Абхазией). Для сравнения, в ленинградском узле соответствующий показатель составлял порядка 800 пар, и даже в 2020-е гг., после резкого сокращения пригородного движения, он примерно вдвое выше, чем в Закавказье 40 лет назад. Наибольшего масштаба пригородное сообщение достигало в Грузии. Здесь (без Абхазии) курсировало 65 пар поездов. Первенство этой республики в немалой степени объяснялось конфигурацией сети - наличием большого числа боковых тупиковых веток, нуждавшихся в пассажирском сообщении. Как и во всем регионе, сеть пригородного сообщения характеризовалась полицентричностью. Наиболее значительными центрами, помимо Тбилиси (28 пар), были станции Хашури и Кутаиси I (по 10 пар, не считая транзитных).



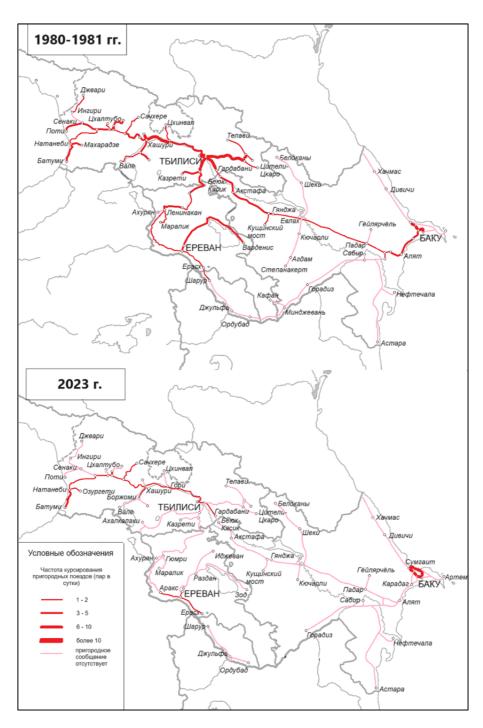


Рис. 2. Состояние сети пригородного железнодорожного сообщения в Закавказье (без Абхазии) в 1980-1981 и 2023 гг.

Составлено по данным: [3; 9; 10; 21; 22].



В Армении с ее меньшим территориальным и демографическим потенциалами масштабы пригородного движения были меньше (28 пар), главными центрами выступали Ереван и Ленинакан (Гюмри). Однако еще меньшими они были в Азербайджане, несмотря на его лидерство по численности населения. По железным дорогам республики курсировало всего 22 пары пригородных поездов. Сети пригородного сообщения формировались в основном вокруг Баку и Кировабада (Гянджи), охватывая азербайджанскую часть дороги Баку — Батуми, Апшеронский полуостров и ветки Алабашлы — Кущинский мост и Кази-Магомет — Али-Байрамлы.

Особенностями пригородного сообщения в постсоветский период стали резкое сокращение охвата сети и интенсивности движения. Территориальная организация пригородного сообщения также претерпела существенные изменения.

Наибольшей интенсивности пригородное сообщение на сегодня достигло в Бакинской агломерации. Здесь по состоянию на 2023 г. курсирует от 16 до 30 пар поездов (в зависимости от дня недели), связывающих Баку с Сумгаитом и другими станциями в пределах апшеронского кольца [22]. На этой линии в последние несколько лет (после 2018 г.) проведена модернизация инфраструктуры, введен в эксплуатацию современный подвижной состав (двухэтажные четырехвагонные электропоезда ЭШ2 с конструкционной скоростью 200 км/ч). На восточном участке кольца (через Пиршаги) интенсивность движения выше, чем на западном (через Хурдалан). Протяженность каждого из участков, однако, невелика — около 40 км. На других линиях сети Азербайджанских железных дорог пригородное сообщение отсутствует.

В других странах Закавказья интенсивность пригородного сообщения значительно ниже. В Грузии действует собственно пригородное сообщение на двух участках линии Баку — Батуми, а именно Тбилиси — Гардабани (2 пары) и Хашури — Зестафони (2 пары). Кроме того, курсирует 7 пар «пассажирских электропоездов» (по длине маршрута они не отличаются от пригородных поездов советского времени). Помимо осевой линии Баку — Тбилиси — Батуми пригородное сообщение сохраняется на ветках Зестафони — Сачхере, Хашури — Боржоми и Натанеби — Озургети [3]. В Армении сохранилось сообщение Еревана со станциями Аракс и Ерасх (по 1 паре), то есть по короткому участку линии Алят — Нахичевань — Тбилиси [21].

Развитию *дальнего* пассажирского сообщения в Закавказье благоприятствует высокая плотность населения, а также наличие значительного числа больших и крупных городских центров 2-го порядка, находящихся на значительном (сотни километров) расстоянии от столиц. В Азербайджане это Гянджа (330 тыс. жителей на 2023 г.) [27], в Армении Гюмри (111 тыс.) [26], в Грузии Кутаиси (179 тыс.) и Батуми (130 тыс.) [24]. Тем не менее небольшие размеры территорий стран региона (особенно Армении) способствуют конкуренции со стороны автотранспорта. Поскольку транспортная политика местных властей явно благоволит автомобильному транспорту (железнодорожные пасса-



жирские перевозки коммерчески невыгодны), именно он на сегодня занял доминирующие позиции и в этом сегменте пассажирских перевозок. Возможно, изменить ситуацию позволило бы развитие высокоскоростного железнодорожного сообщения. Однако препятствием к этому является отсутствие средств на модернизацию инфраструктуры и наличие грузового движения на сети (при отсутствии альтернативных путей для высокоскоростного движения). Кроме того, «ускорение» поездов имело бы и негативные последствия — количество остановок у таких поездов минимально, а значит, жители малых населенных пунктов лишатся транспортного обслуживания.

В Грузии дальние поезда именуются «скоростными», всего их курсирует 6 пар, маршруты которых связывают Тбилиси с Батуми, Поти, Озургети и Зугдиди. Все поезда дневные [3]. Маршрут Тбилиси — Батуми обслуживают современные электропоезда ЭШ2, время в пути составляет чуть более 5 часов (маршрутная скорость 67 км/ч). В Армении дальние поезда связывают Ереван и Гюмри (хотя их маршрут длиной в 154 км больше подходит для категории пригородного); всего курсирует 4 пары, в том числе 1 пара экспрессов [21], обслуживаемых электропоездом ЭП2Д. Наконец, в Азербайджане по действующему графику 2022/23 г. в ходу лишь 1 пара ежедневных поездов Баку — Гянджа и раз в неделю Баку — Габала [22].

Для сравнения, в 1980 г. поездов местного (внутриреспубликанского) сообщения насчитывалось порядка 30 пар, в том числе 25 постоянных; кроме того, имелось несколько маршрутов вагонов беспересадочного сообщения [9; 10]. Разница с 2020-ми гг. тем более существенна, что по сети Закавказской и Азербайджанской железных дорог курсировало и множество поездов межреспубликанского сообщения. Маршруты обслуживали не только главные линии, но и многие второстепенные ветки. Наиболее интенсивным дальнее сообщение было в Грузии (20 пар, включая Абхазию). Большинство местных поездов были ночными, большой составности, из-за многочисленных остановок скорость их была невысокой, зато удобное сообщение получали и населенные пункты, расположенные близ второстепенных станций.

Наконец, международное железнодорожное пассажирское сообщение на сегодня сведено к минимуму, что объясняется конкуренцией со стороны воздушного и автомобильного транспорта и особенностями геополитического положения современного Закавказья. На сегодня данный сегмент представлен только 1 парой поездов сообщением Тбилиси — Ереван. В Азербайджане международное наземное сообщение не восстановлено после пандемии COVID-19, однако и в допандемийном 2019 г. оно не отличалось масштабностью: действовало лишь ежедневное сообщение Баку с Тбилиси, а также (с невысокой частотой) с Москвой, Ростовом-на-Дону и Киевом. Перспективы восстановления этих маршрутов неясны. Широко разрекламированное открытие скоростного сообщения с Турцией по линии Баку — Тбилиси — Карс спустя 6 лет после ее пуска так и не состоялось. Понятно, что это связано и с закры-



тием границ Азербайджана, но и Грузия, где таких ограничений нет, новую линию для пассажирского сообщения не использует, несмотря на наличие активных двусторонних связей с Турцией. Развитию сообщения Грузии и Армении с Россией препятствует «разрыв» на грузино-абхазской границе; объезд его возможен только через Баку, что долго и неудобно, а для граждан Армении на сегодня вообще неосуществимо.

Понятно, что вследствие изменения геополитического положения региона в 1991 г. сомнительны какие-либо сравнения современной и советской железнодорожных маршрутных сетей. Тем не менее отметим, что по графику 1989/90 г. сеть межрегионального пассажирского железнодорожного сообщения включала 24 пары поездов и 18 маршрутов беспересадочных вагонов (в том числе транзитные международные из Москвы на пограничные станции Догукапы и Джульфа-Иранская). Начальными пунктами являлись в основном столицы закавказских республик, но немало было и маршрутов, начинавшихся от региональных центров. Особенно много их было в Грузии с ее развитой рекреационной отраслью. Конечные пункты большинства маршрутов располагались в Москве, на Северном Кавказе и на Украине. В прочих регионах таких пунктов было крайне мало, прямое сообщение с азиатской частью СССР отсутствовало [5].

#### Заключение

Приведенные выше материалы позволяют охарактеризовать постсоветский период как время глубокого упадка пассажирского ЖДТ на территории Закавказья. Масштабы работы резко сократились, интенсивность пассажирского движения минимизирована (за исключением Бакинской агломерации), значительная часть сети вовсе лишена пассажирского (как и грузового) движения и постепенно приходит в упадок. Это превратило железную дорогу во второстепенный, вспомогательный вид пассажирского транспорта. В значительной степени этот упадок стал проявлением общей для Евразийского региона тенденции. Распад единого государства, снижение подвижности населения, конкуренция со стороны других видов транспорта привели к тому, что ЖДТ утратил свои позиции, причем в Закавказье начало этим упадочным тенденциям было положено еще в советское время. Закавказье стало примером региона, где данный тренд проявил себя наиболее радикально, что предопределено как объективными причинами (малые размеры территории, фрагментация железнодорожной сети), так и субъективными, среди которых выделим отношение властей к транспорту как к сугубо коммерческому виду деятельности. Еще одним ярким проявлением этого коммерческого подхода стал почти тотальный «погром» городского электротранспорта: из 10 троллейбусных и 3 трамвайных систем, действовавших в Закавказье в конце 1980-х гг., до нашего времени доработали только 2 (троллейбусные в Ереване и Сухуме).

С изменением государственной транспортной политики и ростом доходов населения можно связывать некоторые надежды на улучшение



ситуации. Наибольшие перспективы в этом отношении дает Азербайджан с его территориальным, демографическим и экономическим потенциалом, крупнейшим городом-столицей, значительными инвестиционными возможностями и активными двусторонними связями с Турцией. Представляется, что перспективы возрождения пассажирского ЖДТ связаны в первую очередь с развитием внутрирегионального сообщения. Внешние для региона связи вряд ли заметно скажутся на ситуации в сфере ЖДТ Закавказья в силу особенностей географического положения региона и конкуренции со стороны других видов транспорта.

#### Список литературы

- 1. Абдуллаев К.Н. Международный транспортный коридор ТРАСЕКА: создание, реальность и перспективы // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2011. № 4. С. 11 14.
- 2. *Абдуллаев К.Н.* Участие Азербайджанской республики в международных транспортно-транзитных проектах: реалии и перспективы // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2011. №37 (79). С. 61 65.
- 3. Грузинская железная дорога. Пассажирские перевозки. Общий график движения поездов. URL: https://www.railway.ge/ru/общий-график-движения-поездов/ (дата обращения: 18.10.2023).
- 4. Петров В.М., Свинцов Е.С., Шкурников С.В. Южно-Кавказская железная дорога: проблемы и пути их решения // Транспорт Российской Федерации. 2008. № 6 (19). С. 56-59.
- 5. *Расписание* движения пассажирских поездов (краткое): на 1989—1990 гг. / под ред. Б. А. Таулина. М., 1989.
- 6. Савчук И. Г. Международное пассажирское железнодорожное сообщение Украины // Известия Российской академии наук. Сер. Географическая. 2012. № 5. С. 40-47.
- 7. Савчук И.Г., Дирин Д.А. Проблемы функционирования междунардного железнодорожного сообщения в российско-украинском приграничье // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2013. №34. С. 31—34.
- 8. Савчук И. Г. Изменение роли городов в региональном развитии под воздействием пассажирского высокоскоростного железнодорожного сообщения // География и природопользование Сибири. 2014. № 17. С. 162 171.
- 9. Служебное расписание движения пассажирских поездов: с 1 июня 1980 г. / МПС. Закавказская ордена Октябрьской революции железная дорога. Тбилиси, 1980.
- 10. Служебное расписание движения пассажирских поездов: с 31 мая 1981 г. / МПС. Азербайджанская ордена Октябрьской революции железная дорога. Баку, 1981.
- 11. Статистический ежегодник Армении 1993—1994. Ереван, 1994. URL: https://armstat.am/ru/?nid=586&year=1994 (дата обращения: 18.10.2023).
- 12. Статистический ежегодник Армении, 2002. Epeвaн, 2002. URL: https://armstat.am/ru/?nid=586&year=2002 (дата обращения: 18.10.2023).
- 13. Статистический ежегодник Армении, 2012. Ереван, 2012. URL: https://armstat.am/ru/?nid=586&year=2012 (дата обращения: 18.10.2023).
- 14. Статистический ежегодник Армении, 2023. Epeвaн, 2023. URL: https://armstat.am/ru/?nid=586 (дата обращения: 18.10.2023).



- 15. Статистический ежегодник России. СПб., 1914.
- 16. *Тархов С.А.* Расширение сети железных дорог Китая в 2000-е годы // Региональные исследования. 2010. №1 (27). С. 89 102.
- 17. *Тархов С.А.* Пространственные закономерности роста высокоскоростных железных дорог в мире // Региональные исследования. 2016. № 4 (54). С. 90 104.
- 18. *Тархов С.А.* Распространение высокоскоростных железных дорог в странах мира // Региональные исследования. 2017. №1 (55). С. 25 54.
  - 19. Транспорт и связь СССР: стат. сб. М., 1972.
  - 20. Транспорт и связь СССР: стат. сб. М., 1990.
- 21. *Южно-Кавказская* железная дорога. Расписания. URL: https://www.railway.am/ru/forpassaj (дата обращения: 18.10.2023).
- 22. *Azərbaycan* Dəmir Yolları. Hereket cedveli. URL: https://ticket.ady.az/hereket-cedveli (дата обращения: 18.10.2023).
- 23. Conveyance of passengers in transport sectors // The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. URL: https://www.stat.gov.az/source/transport/en/003\_1en.xls (дата обращения: 18.10.2023).
- 24. Demographic Situation in Georgia 2022 // National Statistics Office of Georgia. URL: https://www.geostat.ge/media/57506/დემოგრაფიული-ვითარება-საქარ თველოში-2022.pdf (дата обращения: 18.10.2023).
- 25. *Papava V., Charaia V.* Regional railways in the Central Caucasus and Georgia's economic interests // The Caucasus & Globalisation. 2014. Vol. 8, iss. 1–2. P. 58–67.
- 26. Permanent Population of the Republic of Armenia as of 1 January in 2023. Yerevan, 2023. URL: https://armstat.am/file/article/population\_01\_01\_23.pdf (дата обращения: 18.10.2023).
- 27. Population by sex, economic regions and administrative territorial units and urban settlements of the Republic of Azerbaijan at the beginning of the 2023 // The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. URL: https://www.stat.gov.az/source/demography/en/001\_19en.xls (дата обращения: 18.10.2023).
- 28. Railway transport // The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. URL: https://www.stat.gov.az/source/transport/en/015\_1en.xls (дата обращения: 18.10.2023).
  - 29. Statistical Yearbook of Georgia, 2002. Tbilisi, 2003.
- 30. Statistical Yearbook of Georgia, 2012. Tbilisi, 2013. URL: https://www.geostat.ge/media/20937/Yearbook\_Georgia\_2012.pdf (дата обращения: 18.10.2023).
- 31. Statistical Yearbook of Georgia: 2021. Tbilisi, 2022. URL: https://www.geostat.ge/media/50653/Yearbook\_2022.pdf (дата обращения: 18.10.2023).
- 32. *Savchuk I.G.* Ukraine's window to the West: The role of international railway connection in Transcarpathia (Zakarpattia) // Hungarian Geographical Bulletin. 2014. T. 63, № 2. C. 159 175.
- 33. World mineral statistics data / British Geological Society. URL: https://www2.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/wms.cfc?method=searchWMS (дата обращения: 18.10.2023).

#### Об авторе

Юрий Александрович Ступин — канд. геогр. наук, ст. преп., Санкт-Петербургский государственный университет, Россия.

E-mail: y.stupin@spbu.ru http://orcid.org/0000000233152073



#### Yu. A. Stupin

### REGIONAL RAILWAY TRANSPORT SYSTEM OF THE TRANSCAUCASIA: PASSENGER DIRECTION OF WORK

Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia Received 1 November 2023 Accepted 3 December 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-2

**To cite this article**: Stupin Yu. A., 2023, Regional railway transport system of the Transcaucasia: passenger direction of work, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №3. P. 23—37. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-2.

The aim of the article is to characterize the peculiarities of passenger transportation within the regional railway transport system of the Transaucasus. The research relies on the statistics of railway passenger transport and published schedules on the railway networks of the countries in the region. It is demonstrated that in the post-Soviet period, passenger rail transport has declined, and its potential is underutilized: the volume of transportation is minimal, the movement intensity is low, and on a significant portion of the network, passenger transport has been completely discontinued. One notable exception in recent years is the Baku agglomeration. The decline can be attributed to the dissolution of the Soviet Union and the subsequent fragmentation of the region's railway network, competition from air and road transport, as well as the specific transport policies in the countries of the region. The improvement of the situation is associated with the potential expansion of domestic railway communication as the population's income grows and as a result of changes in transport policy.

**Keywords:** railway transport, regional transport system, Transcaucasia, passenger transportation, route network

#### The author

Dr Yurii A. Stupin, Assistant Professor, Saint Petersburg State University, Russia. E-mail: y.stupin@spbu.ru http://orcid.org/0000-0002-3315-2073

38

#### А.П. Плотникова

#### СИСТЕМА РАССЕЛЕНИЯ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ: ДАЗИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия Поступила в редакцию 31.10.2023 г. Принята к публикации 22.11.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-3

Для цитирования: Плотникова А.П. Система расселения Калининградской области: дазиметрический анализ // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2023. №4. С. 38-49. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-3.

Рассмотрена система расселения Калининградской области с использованием дазиметрического метода, впервые предложенного в начале XX в. российским географом В.П. Семёновым-Тян-Шанским в качестве более точной альтернативы картограммам плотности населения. С помощью инструментов ГИС показано несколько способов дазиметрического анализа (выделение буферных зон и сеточные методы) системы расселения и картографирования территории на примере Калининградской области. На территории региона выявлены ареалы наибольшей концентрации населения, совпадающие с территорией влияния агломерации; показано снижение плотности населения к востоку от Калининграда. Для муниципальных образований Калининградской области подсчитаны площадь и плотность заселенных территорий. На основе дазиметрического анализа выявлены ареалы компактного размещения сельских населенных пунктов, совпадающих с выделенными правительством сельскими агломерациями. Сделан вывод о существовании более тесных связей между населенными пунктами, входящими в разные муниципальные образования, и возможности расширения сельских агломераций, выходящих за рамки административных границ. Связность сельских и городских населенных пунктов в границах Калининградской агломерации позволяет говорить о формировании агломерации 2-го порядка. Дазиметрический метод может быть использован в дальнейших исследованиях при изучении системы расселения для анализа развития сельских территорий.

**Ключевые слова:** система расселения, населенные пункты, плотность населения, дазиметрическая карта, ареал расселения

#### Введение

В 2023 г. исполнилось сто лет дазиметрическим картам Европейской России В.П. Семёнова-Тян-Шанского. Дазиметрический метод, описанный ученым в 1911—1912 гг., предполагал создание карт, показывающих реальную плотность населения, не привязанную к административно-территориальным единицам. В 1923 г. были опубликованы первые листы дазиметрических карт Европейской России, и в течение 1923—1927 гг. вышло 47 листов таких карт [18].

<sup>©</sup> Плотникова А.П., 2023

Дазиметрическая карта представляет собой карту, на которой плотность населения отображается по естественным пятнам сгущения, без привязки к административно-территориальным единицам [19]. Этот метод отличается от обычных статистических картограмм плотности, которые строятся по административным границам, являются условными и не отображающими реальные ареалы расселения. Среди всех методов отображения размещения населения дазиметрический обладает наибольшей объективностью и правдоподобностью [8].

Дазиметрический анализ плотно закрепился в картографической практике и активно развивается за рубежом [27; 29; 31], в том числе в рамках крупных масштабов (города, округа, метрополитенские ареалы) [28; 30]. В российских исследованиях плотность населения дазиметрическим методом изучалась для регионов Центральной России [3; 9] и Сибири, в частности для Иркутской области [4—6]. Отметим, что в числе 47 выпущенных листов «Дазиметрической карты Европейской России» В.П. Семёнова-Тян-Шанского нет карт, включающих Прибалтику и, в частности, Калининградскую область, чем обусловлена новизна данного исследования.

Населению Калининградской области уделяется большое внимание, поскольку эксклавное положение и исторический контекст напрямую отражаются на системе расселения региона. Закономерностям системы расселения Калининградской области посвящены работы Г.М. Федорова и Т.Ю. Кузнецовой [23—25], роль малых и полусредних городов в системе расселения региона рассматривалась Л.Г. Гуменюк [7] и А.В. Беловой [2]. Сельское население Калининградской области исследуют А.В. Левченков [10; 11], Г.М. Федоров и Т.Ю. Кузнецова [21; 25]. Отдельно стоит отметить исследования калининградских [1; 22; 26] и санкт-петербургских ученых [13] о расчетах потенциала поля расселения (демографического потенциала) территории области как об одном из методов анализа концентрации населения.

#### Методология исследования

В.П. Семёнов Тян-Шанский описывал 4 основных способа дазиметрического картографирования. Первый способ представляет собой выделение пятен наибольшего сгущения населения, чья плотность вычисляется на квадратную единицу пространства. Таким же методом очерчиваются незаселенные территории. На промежутки между заселенными и незаселенными зонами наносятся на равном расстоянии изолинии, названные В.П. Семёновым-Тян-Шанским изодазами (то есть линии, ограничивающие площади с одинаковой плотностью населения). Данный способ представляет собой подобие интерполяции и весьма неточен и условен, поскольку предполагает постепенное сгущение населения. Второй способ заключается в выделении районов наибольшего сгущения населенных пунктов, местностей с умеренной густотой и незаселенных территорий и в вычислении их плотности населения. Затем из общей площади региона отнимаются незаселенные и слабозаселенные территории, и конечный показатель плотности для заселенных земель рассчитывается на единицу территории. Этот



метод наиболее точен, но наиболее трудозатратен. Третий способ показывает изображение плотности населения точечным методом, где каждая точка соответствует определенному количеству жителей (10, 100 и т.д.) [19]. Данный способ схож с точечным методом размещения населения, впервые предложенный С. де Геером [8]. И наконец, в рамках последнего способа местность разбивается на ровные квадраты, в каждом из которых подсчитывается количество населенных пунктов и население в них. Его также нельзя считать точным, поскольку полученная мозаичная структура не отражает реальную картину распределения населения [19].

В качестве наиболее объективного и технически осуществимого с помощью геоинформационных систем метода дазиметрического анализа мы выбрали метод выделения вокруг населенного пункта буферной зоны (ареала) в N единиц. Пересекающиеся ареалы соединяются в один, после чего рассчитывается численность населения во всех населенных пунктах, попавших в ареал, и делится на его площадь. У В.П. Семёнова-Тян-Шанского за единицу расстояния была взята 1 верста, однако, как отмечает П.М. Полян [15], сегодня правильнее было бы выделить ареал минимум в 3 км, так как он более точно охватывает естественные пятна сгущения населения (то есть те, на которых находится человеческое жилье), но не включает территории, на которых ведется хозяйственная деятельность, не являющиеся при этом селитебными (например, сельскохозяйственные земли). В.П. Семёнов-Тян-Шанский не учитывал также населенные пункты менее 500 жителей, что П.М. Полян называет еще одним упущением [14], поскольку учет сельских населенных пунктов, особенно малочисленных, дает более реальную картину системы расселения на территории исследуемого региона.

Объектом исследования стали все населенные пункты Калининградской области, состоящие на учете, в том числе с нулевой численностью населения [20]. Информационной базой послужили статистические данные о численности населения согласно Всероссийской переписи населения 2020 г. Калининградская область относится к регионам с высокой плотностью населения, она насчитывает на своей территории 1097 населенных пунктов, из них 23 города, 1 поселок городского типа и 1073 сельских населенных пунктов. Однако стоит отметить, что официальные статистические данные о численности населения могут расходиться с фактической его численностью в населенных пунктах региона, что может сказаться на полномерном отображении распределения населения по территории Калининградской области (к более точным методам можно было бы отнести анализ данных операторов мобильной связи или степень освещенности территории, зафиксированную ночной космической съемкой). Неоднородность распределения населенных пунктов региона и их людность показаны на рисунке 1. Проследить реальную плотность и ареалы расселения в Калининградской области можно с помощью дазиметрического метода. Пространственный анализ данных (включая статистические расчеты) и их визуализация были выполнены в среде геоинформационной системы QGIS.



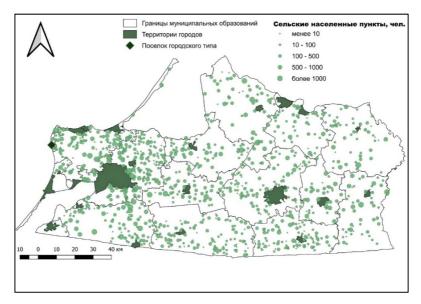


Рис. 1. Населенные пункты Калининградской области

*Примечание*: границы городов скорректированы на основании Схемы территориального планирования Калининградской области [16].

#### Результаты исследования

С использованием инструментов геоинформационной системы QGIS составлена дазиметрическая карта Калининградской области (рис. 2). Отметим, что для городов радиус дан по их фактическим границам, для сельских населенных пунктов — условно от точки, поскольку площади городов велики и внемасштабно быть выражены не могут.

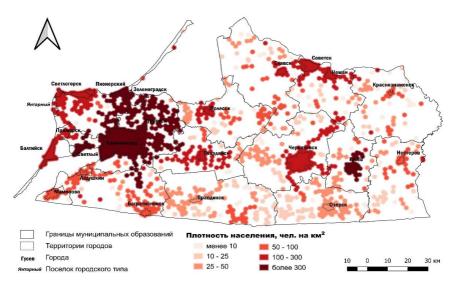


Рис. 2. Дазиметрическая карта Калининградской области



Наибольшая плотность населения наблюдается вблизи Калининграда, включая большую часть Гурьевского муниципального округа и Светловского городского округа. На востоке области высокая плотность характерна для Гусева и его окрестностей, поскольку город является одним из главных промышленных центров в этой части области и имеет выгодное экономико-географическое положение на федеральной магистрали.

Можно заметить линейный характер ареалов расселения (например, по направлениям Калининград — Гвардейск, Калининград — Багратионовск, Мамоново — Ладушкин, а также возле Черняховска и Правдинска). Эта картина схожа с полосно-узловой моделью расселения, о которой писал Б. Малиш применительно к территории Польши [12]. Такая закономерность расселения объясняется тем, что населенные пункты региона сосредоточены вдоль транспортных путей, выступающих в роли полос первого порядка (преимущественно это железные дороги и главные автомагистрали), на пересечении которых находятся узлы — города области, обеспечивающие определенную функцию в системе расселения. Распределение населенных пунктов ограничено также природными и антропогенными объектами: объектами гидрографии, лесными массивами, промышленными полигонами, заболоченностями, национальными парками и заказниками и т.д.

Еще один способ дазиметрического анализа, также предложенный В.П. Семёновым-Тян-Шанским, — подсчет плотности по сетке (рис. 3).

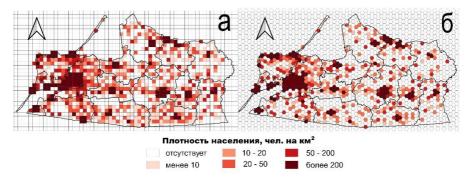


Рис. 3. Дазиметрическая карта Калининградской области сеточным методом: a — квадратная сетка;  $\delta$  — гексагональная сетка (шестиугольники)

В случае с Калининградской областью карта разбивается на квадратную сетку размером 6×6 км (по аналогии с предыдущим методом, где был определен радиус в 3 км), и затем вычисляется численность населения в каждом квадрате. Однако в данном случае рациональнее использовать сетку шестиугольников (структура сот) вместо регулярной квадратной, поскольку в силу своей геометрии они формируют более равномерную сетку и вносят меньше пространственных искажений, а значит, гексагональная сетка более естественно отображает распределение данных и их связность. Полученная мозаичная структура



показывает плотность населения на 1 условную единицу, благодаря чему можно проследить наибольшую и наименьшую концентрацию населения. Так, на рисунке 3 видно, как снижается плотность населения к востоку от Калининграда и насколько уменьшается концентрация населенных пунктов на севере и северо-востоке области.

Как было отмечено ранее, дазиметрическая карта показывает реальную плотность населения, которая не привязана к административно-территориальным единицам. Однако если рассматривать регион в разрезе муниципальных образований, можно увидеть существенные отличия в плотности населения, взяв за основу площадь заселенной территории. Исходя из этого можно высчитать, какую реальную площадь занимают заселенные территории (табл.).

Плотность населения по муниципальным образованиям

Муниципальное образование	Доля заселенной территории, %	Плотность, чел. на км²	Плотность заселенной территории, чел. на км <sup>2</sup>	Разница плотности
Багратионовский МО	46,5	32,3	69,6	2,2
Балтийский ГО	87,8	366,7	417,6	1,1
Гвардейский МО	45,4	37,2	81,9	2,2
Гурьевский МО	68,1	77,1	113,2	1,5
Гусевский ГО	39,3	58,3	148,2	2,5
Зеленоградский МО	57,4	45,7	79,5	1,7
ГО «Город Калининград»	100,0	2186,0	2186,1	1,0
Краснознаменский МО	25,4	9,2	36,2	3,9
Ладушкинский ГО	85,5	138,5	161,9	1,2
Мамоновский ГО	58,5	77,1	131,7	1,7
Неманский МО	37,1	26,7	72,1	2,7
Нестеровский МО	30,4	14,2	46,5	3,3
Озёрский МО	52,5	15,4	29,2	1,9
Пионерский ГО	100,0	1454,0	1453,5	1,0
Полесский МО	42,1	21,8	51,9	2,4
Правдинский МО	40,2	14,7	36,5	2,5
Светловский ГО	67,8	343,7	507,1	1,5
Светлогорский ГО	100,0	573,5	573,7	1,0
Славский МО	26,9	14,1	52,3	3,7
Советский ГО	95,3	847,5	889,1	1,0
Черняховский МО	46,1	35,7	77,4	2,2
Янтарный ГО	84,8	352,2	415,3	1,2

Таким образом, реальная плотность населения (то есть население на территории, занятой населенными пунктами и зонами их влияния, а не на всей территории муниципалитета) почти в половине муниципальных образований отличается более чем в 2 раза (рис. 4). Это также подтверждает, что статистические картограммы, составляющиеся по ячей-кам административно-территориального деления, являются неточным способом отображения плотности населения.



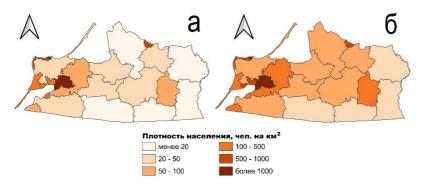


Рис. 4. Плотность населения Калининградской области: а — вычисленная по всей площади муниципального образования; б — вычисленная по площади территории, занятой населенными пунктами и зонами их влияния

Дазиметрическая карта Калининградской области показывает также влияние агломерационного эффекта. Поскольку вопрос о делимитации Калининградской агломерации носит дискуссионный характер, в рамках исследования агломерация была выделена с опорой на схему территориального планирования Калининградской области [16], дальняя зона в которой соответствует 1,5-часовой изохроне транспортной доступности. Ряд отечественных методик делимитации крупногородских агломераций (методики ИГРАН, ЦНИИПграда, унифицированная методика) также указывает на то, что транспортная доступность до ядра агломерации не должна превышать 1,5 часа. Таким образом, в зону Калининградской агломерации попадают наиболее густозаселенные территории Калининградской области на западе: Гурьевский, Зеленоградский, Пионерский, Светлогорский, Янтарный, Балтийский, Светловский, Ладушкинский, Мамоновский, Багратионовский муниципалитеты полностью, а также части Правдинского, Гвардейского и Полесского МО (рис. 5).

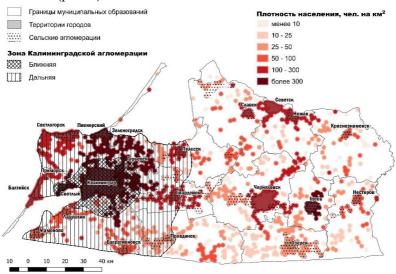


Рис. 5. Агломерационный эффект в Калининградской области



Компактное размещение заселенных ареалов сельских населенных пунктов совпадает с сельскими агломерациями, выделенными на основании распоряжения Правительства Калининградской области № 12-рп от 5 февраля 2020 г. [17]. Понятие «сельская агломерация» является относительно новым и дискуссионным, но оно официально закрепилось в рамках государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 31 мая 2019 г. № 696. Под «сельскими агломерациями» в документе понимаются связанные между собой сельские территории, поселки городского типа и малые города численностью до 30 тыс. человек, имеющие территориальную близость (примыкающие друг к другу), расположенные в пределах одного муниципального образования.

К программе «Комплексное развитие сельских территорий» подключены почти все муниципальные образования Калининградской области. Формирование и функционирование сельских агломераций на их территориях предполагает реализацию проектов по благоустройству, развитие инфраструктурных сетей, ремонт, строительство и реконструкцию социально значимых объектов, обновление жилищного фонда, создание рабочих мест в сельских населенных пунктах и т.д. В перспективе реализация запланированных проектов в сельских агломерациях региона позволит сократить отток населения из сельских населенных пунктов и малых городов, сохранив при этом компактную форму расселения и межселенные связи.

Благодаря дазиметрическому методу можно выделить ареалы, на которые сельские агломерации могут быть расширены; а также районы формирования новых сельских агломераций. Дазиметрическая карта Калининградской области показывает, что в регионе существуют более тесные связи между населенными пунктами, входящими в разные муниципальные образования (сельские поселения на границе Славского и Неманского, Гусевского и Черняховского, Черняховского и Гвардейского, Багратионовского и Правдинского районов). Фактическое соприкосновение ареалов Гурьевска и Светлого с Калининградом свидетельствует о наиболее тесных связях областного центра с этими городами. Тесная взаимосвязь Янтарного, Светлогорска и Пионерского, а также населенных пунктов вдоль линии Мамоново — Ладушкин позволяет говорить о формировании агломераций 2-го порядка в пределах главной Калининградской агломерации.

#### Заключение

Таким образом, дазиметрические карты, впервые предложенные В.П. Семёновым-Тян-Шанским 100 лет назад, имеют важное значение для общественной географии сегодня. Они представляют практическую ценность для районирования на крупных и средних масштабах, поскольку показывают реальное распределение плотности населения без привязки к административным единицам. Дазиметрическая карта



более точно отражает концентрацию и плотность населения, чем картограмма плотности, выделенная по ячейкам административно-территориального деления.

В случае с Калининградской областью дазиметрическая карта показывает закономерность системы расселения в регионе, территориальную связность населенных пунктов друг с другом, в том числе малых городов и сельских территорий, а также зону наибольшего влияния Калининградской агломерации, которая включает в себя почти всю западную часть региона. Анализ этих данных имеет перспективы использования в районной планировке и территориальном планировании как на региональном, так и на муниципальном уровне.

Однако отметим, что, применяя дазиметрический метод на мелких и средних масштабах, мы неизбежно сталкиваемся с элементом генерализации и обобщения данных. Наибольшую точность метод имеет для крупных масштабов, благодаря чему он отлично подходит для изучения сельских территорий (с учетом действительных размеров населенных пунктов, их частей и отдельных жилых дворов). Применение дазиметрического анализа в совокупности с другими методами (социологический опрос, анализ данных сотовых операторов, космических снимков и т.д.) позволит показать наиболее точную картину сельского расселения на той или иной территории региона.

Отдельно стоит подчеркнуть, что, по сравнению с методами картографирования начала XX в., сегодня производство дазиметрических карт упрощено благодаря различным модулям в геоинформационных системах. Это открывает новые перспективы для их использования в стратегическом планировании.

#### Список литературы

- 1. Белова А.В. Полусредние города Калининградской области и их потенциал поля расселения // Псковский регионологический журнал. 2018. №3 (35). С. 26-34.
- 2. *Белова А.В.* Роль малых и полусредних городов в решении проблем регионального развития // Балтийский регион. 2011. №1 (7). С. 126—133.
- 3. Бесков С.К., Глезер О.Б., Гунько М.С. и др. Методика анализа пространственно-временной динамики обитаемости территорий на примере Центральной России // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъем-ка. 2018. Т. 62, №1. С. 96—105. doi: 10.30533/0536-101X-2018-62-1-96-105.
- 4. Богданов В.Н., Дугарова Г.Б., Емельянова Н.В., Энх-Амгалан С. Сравнительный анализ развития городских агломераций (на примере Иркутска и Улан-Батора) // География и природные ресурсы. 2020. Т. 41, № S5 (164). С. 185-191. doi: 10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(185-191).
- 5. Воробьев Н.В., Воробьев А.Н. Составление карты субрегиональных типов динамики населения Иркутской области // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2021. Т. 27, №4. С. 361—372. doi: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-361-372.
- 6. Воробьев А.Н. Картографирование плотности населения по ареалам расселения (на примере Иркутского района) // Геодезия и картография. 2014. № 9. С. 29 33. EDN SSZLCP.



- 7. Гуменюк Л.Г. Место малых городов в системе расселения Калининградской области // Балтийский регион регион сотрудничества : материалы V междунар. науч.-практ. конф. Калининград, 2021. С. 202-207.
- 8. *Коровицын В.П.* Методы построения карт размещения населения // Вопросы географии и картографии. М., 1935. Сб. 1.
- 9. *Кушнырь О.В.* Разработка методики картографирования ареалов концентрации населения: дис. ... канд. техн. наук. М., 2015.
- 10. Левченков А.В. Трансформация системы сельского расселения бывшей Восточной Пруссии (Калининградская область) // Региональные исследования. 2006. № 4 (10). С. 77 86.
- 11. Левченков А.В. Формирование системы сельского расселения Калининградской области : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Санкт-Петербург, 2005.
- 12. Малиш Б. Полосно-узловая модель сети расселений в Польше // Урбанизация и расселение. М., 1975. С. 68 87.
- 13. *Межевич Н.М., Олифир Д.И.* Сравнительный анализ территориального опорного каркаса расселения в приморских регионах (на примере Санкт-Петербургского региона и Калининградской области) // Балтийский регион. 2023. Т. 15, №2. С. 23 40.
- 14. Полян П.М. Возрождение через столетие? Дазиметрические карты В.П. Семёнова-Тян-Шанского и их перспективы в информационном поле XXI века // Территориальные структуры урбанизация расселение: теоретические подходы и методы изучения. М., 2014. С. 144—164.
- 15. Полян П.М. Дазиметрические карты В.П. Семёнова-Тян-Шанского и их перспективы в информационном поле XXI века // Известия Российской академии наук. Сер. Географическая. 2012. № 6. С. 98-106.
- 16. Об утверждении схемы территориального планирования Калининградской области и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Калининградской области : постановление Правительства Калининградской области от 10 июля 2023 г. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
- 17. *Об определении* перечня сельских населенных пунктов Калининградской области и перечня сельских агломераций Калининградской области : распоряжение Правительства Калининградской области от 5 февраля 2020 г. № 12-рп. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
- 18. Семёнов-Тян-Шанский В.П. Дазиметрическая карта Европейской России. Пг., 1923.
  - 19. Семёнов-Тян-Шанский В.П. Район и страна. М.; Л., 1928.
- 20. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области. URL: https://39.rosstat.gov.ru (дата обращения: 10.10.2023).
- 21.  $\Phi$ едоров Г.М. О пространственной дифференциации сельской местности Калининградской области и территориальных различиях социально-экономической политики на селе // Балтийский регион. 2023. Т. 15, №3. С. 117 139.
- 22.  $\Phi$ едоров Г.М. Расчет уровня урбанизации в микрорайонах // Известия ВГО. 1979. № 111 (4). С. 354 355.
- 23.  $\Phi$ едоров Г.М. Роль малых городов в системе расселения Калининградской области // Город и люди: пространство и время : сб. ст. М., 2023. С. 82 88.
- 24. *Федоров Г.М., Кузнецова Т.Ю.* Население и расселение Калининградской области на начало 2023 года // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2023. № 2. С. 18 30.
- 25. Федоров Г.М., Кузнецова Т.Ю. О динамике численности и размещения сельского населения Калининградской области в 1991—2021 гт. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2022. Т. 67, № 4. С. 733—748.



- 26. Федоров Г.М., Кузнецова Т.Ю., Разумовский В.М. Влияние близости моря на развитие экономики и расселения Калининградской области // Известия Русского географического общества. 2017. Т. 149, №3. С. 15 31.
- 27. *Dmowska A.* Dasymetric modelling of population distribution − large data approach // Quaestiones Geographicae. 2019. № 38 (1). P. 15 27.
- 28. *Mennis J.* Increasing the Accuracy of Urban Population Analysis With Dasymetric Mapping // Cityscape. 2015. №17 (1). Urban Problems and Spatial Methods. P. 115—126. doi: 10.1111/j.1749-8198.2009.00220.x.
- 29. *Petrov A*. One Hundred Years of Dasymetric Mapping: Back to the Origin // The Cartographic Journal. 2012. № 49 (3). P. 256 264. doi: 10.1179/1743277412y.000 0000001.
- 30. *Su M.-D., Lin M.-C., Hsieh H.-I. et al.* Multi-layer multi-class dasymetric mapping to estimate population distribution // Science of The Total Environment. 2010. № 408 (20). P. 4807 4816. doi: 10.1016/j.scitotenv.2010.06.032.
- 31. *Zandbergen P.A., Ignizio D.A.* Comparison of Dasymetric Mapping Techniques for Small-Area Population Estimates // Cartography and Geographic Information Science. 2010. № 37 (3). P. 199 214. doi: 10.1559/152304010792194985.

#### Об авторе

Ангелина Петровна Плотникова — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: a.plotnikova.1416@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-5502-8866

#### A.P. Plotnikova

#### SETTLEMENT SYSTEM OF THE KALININGRAD REGION: DASYMETRIC ANALYSIS

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia Received 31 October 2023 Accepted 22 November 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-3

**To cite this article:** Plotnikova A.P., 2023, Settlement system of the Kaliningrad region: dasymetric analysis, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 38 – 49. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-3.

The article examines the settlement system of the Kaliningrad region using the dasymetric method, first proposed in the early 20th century by the Russian geographer V.P. Semenov-Tyan-Shansky as a more precise alternative to population density cartograms. Several dasymetric analysis approaches (buffer zone delineation and grid methods) of the settlement system and mapping of the territory in the Kaliningrad Oblast are demonstrated using GIS tools. Areas of the highest population concentration within the region, coinciding with the agglomeration's influence territory, have been identified. A decrease in population density to the east of Kaliningrad is also shown. For the municipal entities of the Kaliningrad region, the area and density of inhabited territories have been calculated. Dasymetric analysis has revealed areas of compact placement of rural settlements, aligning with the designated government rural agglomerations. The conclusion is drawn regarding the existence of stronger con-



nections between settlements within different municipal entities and the potential for the expansion of rural agglomerations beyond administrative boundaries. The connectivity of rural and urban settlements within the boundaries of the Kaliningrad agglomeration suggests the formation of second-order agglomerations. The dasymetric method can be utilized in further research to analyze the settlement system for studying the development of rural territories.

**Keywords:** settlement system, settlements, population density, dasymetric map, settlement area

#### The author

Angelina P. Plotnikova, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: a.plotnikova.1416@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-5502-8866

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ И ОКЕАНОЛОГИЯ

УДК 378.4+502(470.26)

#### Г.М. Баринова, А.Ю. Романчук

# НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ В КГУ — БФУ ИМ. И. КАНТА: РОЛЬ В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия Поступила в редакцию 15.10.2023 г. Принята к публикации 22.11.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-4

Для цитирования: Баринова Г.М., Романчук А.Ю. Направления и перспективы развития географии и геоэкологии в КГУ — БФУ им. И. Канта: роль в подготовке кадров // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. № 4. С. 50-63. doi: 10.5922/ gikbfu-2023-4-4.

В настоящее время возрастает необходимость более четкого теоретического обоснования, определения методологии изучения географических дисциплин с целью оптимизации взаимодействия общества и природы, обеспечения экологической безопасности. Специфика современного образования требует реализации нового, практико-ориентированного подхода. Представлен исторический взгляд на развитие научных исследований и подготовку специалистов в области географической науки. Дается анализ научно-педагогической деятельности географического факультета КГУ — БФУ им. И. Канта на основе ретроспективного исследования за 1963 — 2023 гг. Отмечены положительные тенденции и роль диссертационных исследований по геоэкологии и океанологии в подготовке кадров для научной и производственной деятельности. Оценены перспективы и направления дальнейшего развития географической науки в БФУ им. И. Канта.

**Ключевые слова:** Калининградский университет, географический факультет, физическая география, геоэкология, диссертационный совет, подготовка специалистов

В связи с развитием человеческой цивилизации содержание географии и ее цели менялись в зависимости от природных процессов и потребностей общества. Современная география характеризуется синтезом и интеграцией с различными отраслями знаний, сложность и многообразие объектов исследований которых обусловливают взаимодействие социально-экономических структур общества и процессов эволюции географической оболочки. Специфика географического образования и тематика научных исследований в Калининградском государственном университете — Балтийском федеральном университете

<sup>©</sup> Баринова Г.М., Романчук А.Ю., 2023



им. И. Канта формировалась под влиянием приморского положения Калининградской области — самого западного региона России, вошедшего в 1946 г. в состав РСФСР.

В современных геополитических условиях возрастает актуальность подготовки кадров в области географии и геоэкологии. С учетом происходящих процессов трансформации высшего образования в РФ подготовка кадров должна обеспечивать не только получение знаний, но и практико-ориентированные подходы к будущей деятельности. Цель исследования — исторический взгляд на развитие факультета географии и географической науки в КГУ — БФУ и специфику подготовки кадров в современных условиях.

Становление образования и развитие научной деятельности в сфере географической науки в Калининградской области прошло несколько этапов. На первом этапе, в 1963 г., в Калининградском пединституте было создано методическое объединение по географическим дисциплинам и принято 50 студентов по специальности «география» с дополнительной специальностью «биология». В 1965 г. с образованием кафедры общей географии под руководством канд. геогр. наук П.П. Кучерявого начались активные исследования природных ресурсов Калининградской области и прибрежных территорий. На тот момент природные условия новой территории РФ были изучены недостаточно, при том что было опубликовано несколько краеведческих, научно-популярных работ, монографий, довольно детально характеризовавших отдельные компоненты природной среды в описательном плане, но не дававших конкретных рекомендаций по использованию и охране природных ресурсов [24]. Наиболее подробными были структурно-геологические исследования области. В 1958-1970 гг. выполнялись геофизические работы по изучению рельефа кристаллического фундамента, глубоководными скважинами были вскрыты термальные воды, выявлены запасы питьевых вод, приуроченных к четвертичной толще [13].

В 1949—1950 гг. отряд ученых Калининградской экспедиции АН СССР впервые обследовал леса Калининградской области. В природных комплексах выделены две группы лесов: западная — из широколиственно-еловых типов леса и восточная — преимущественно из хвойных с преобладанием сосняков. В первом списке флоры, составленном Е.Г. Победимовой (1956), отмечено 1216 видов растений. Впоследствии список растений неоднократно уточнялся (Г.Г. Кученева, В.П. Дедков, И.Ю. Губарева, Н.Г. Петрова и др.).

В 1967 г. под руководством члена РГО, канд. геогр. наук Т. А. Берниковой сотрудниками и студентами Калининградского технического института были организованы систематические исследования гидрологического режима и гидрохимических условий самого большого в Калининградской области озера Виштынецкое. Были получены новые данные о валовой первичной продукции для открытой части озера, оценены перспективы развития рыбного хозяйства.

Наиболее полная характеристика природных условий области представлена в сборнике «Калининградская область. Очерки природы», отдельные статьи для которого написаны преподавателями ка-



федры географии (П.П. Кучерявым, В.Д. Ваулиной), сотрудниками Калининградского технического института, Гидрометеобюро, Калининградского филиала института «Росгипроводхоз» [15].

Второй этап развития географии начался в 1971 г., когда в Калининградском государственном университете по инициативе ректора, д-ра геогр. наук, профессора, известного ученого в области климатологии А.А. Борисова был создан географический факультет. Образовательная и научная деятельность на новом факультете велась на трех кафедрах: физической географии, экономической географии и географии океана. В становлении географического факультета КГУ, развитии исследований по региональным, прикладным и фундаментальным направлениям географической науки большую роль играло взаимодействие с учеными Ленинградского, Московского университетов, Русского географического общества.

С целью подведения итогов всех проведенных работ по изучению природных ресурсов области и постановки задач дальнейших исследований в 1970 г. была организована Калининградская комплексная географическая экспедиция. На первом этапе проводились сбор и обобщение материалов по ключевым участкам Черняховского и Зеленоградского районов, оценивались возможности расширения полевых работ и лабораторной базы географического факультета.

В специальном выпуске трудов первой научно-практической конференции «Изученность природных ресурсов Калининградской области и перспективы их использования» профессор А.А. Борисов и профессор М.М. Ермолаев отметили, что степень изученности территории во многом недостаточна и требует новых подходов к решению географических проблем, в первую очередь изучения польдерных земель, динамики морских берегов, режима поверхностных водоносных горизонтов питьевых вод [13]. Исходя из физико-географических и особенно экономико-географических ситуаций, характерных для области, была постановлена задача подготовить к изданию монографию «Природные условия и естественные ресурсы Калининградской области и их рациональное использование», а также Географический атлас Калининградской области.

В последующие годы на факультете начинается интенсивная научная деятельность по изучению динамики морских берегов под руководством канд. геогр. наук В.Л. Болдырева. На кафедре географии океана под руководством д-ра геол.-минерал. наук В.В. Орленка проводятся экспедиционные исследования по изучению геологии и петрофизики дна, сейсмоакустическому профилированию подводного склона Балтийского моря. С 1975 по 1992 г. при участии студентов и сотрудников научных организаций проведено 15 экспедиций с целью изучения петрофизики донных осадков, детальных гидромагнитных исследований в Черном, Баренцевом морях, Атлантическом и Северно-Ледовитом океанах, результаты которых обобщены в монографиях [18; 19].

Во второй половине XX в. развитие комплексных исследований привело к оформлению в науке об океане нового направления — морского ландшафтоведения, которое получило развитие на кафедре гео-



графии океана КГУ. При разработке теоретических основ и учебных курсов выделены три глобальные системы океанических ландшафтов — островные, поверхностные островные и подводные [17]. Большой объем работ осуществлен при изучении подводных ландшафтов, береговых, склоновых, шельфовых рифтовых зон, что нашло отражение в учебных пособиях «Введение в физическую географию» (М.М. Ермолаев), «Основы физической географии океана» (В.М. Литвин), «Океаническое природопользование» (В.И. Лымарев).

Особое место в исследованиях Калининградских географов занимают разработки в области ландшафтного картографирования и моделирования на этой основе неблагоприятных процессов. Первой попыткой ландшафтного районирования Калининградской области следует считать выделение девяти типов ландшафтов с кратким описанием их природных особенностей (А. А. Курков, А. А. Сухова) в 1972 г. [13]. Детальное описание генетических типов ландшафтов, подчеркивающее их уникальность и многообразие, дано В.Д. Ваулиной и И.И. Козлович в 1999 г. [16]. Достижением в картографировании ландшафтов Калининградской области следует считать составленную А.А. Суховой и И.И. Козлович ландшафтную карту масштаба 1:500000, выделение типов ландшафтов П.П. Кучерявым, составленную И.И. Волковой и Л.В. Корнеевец ландшафтную карту Балтийской и Куршской кос [5], ландшафтную карту Н.Н. Лазаревой [25]. В атласе Калининградской области Е.А. Романова и О.Л. Виноградова представили структуру современных природных ландшафтов региона, подчеркнув высокую степень их преобразованности в результате хозяйственного освоения территории [14]. Сохранение, поддержание и восстановление естественной структурно-функциональной организации ландшафтов прежнему остается актуальной проблемой устойчивого экологического и экономического развития региона.

В 1980 г. под руководством д-ра геогр. наук, профессора С.Я. Сергина на факультете была создана кафедра охраны природы, где осуществлялась подготовка специалистов в области рационального использования природных ресурсов, проводились научные исследования загрязнения подземных вод Калининградской области, динамики и причин подтопления Куршской косы, изучалась экосистема соснового леса для создания экспозиции в Калининградском историко-художественном музее. В 1995 г. с переименованием кафедры охраны природы в кафедру геоэкологии под руководством д-ра геол.-минерал. наук, профессора Е.В. Краснова формируется новое научное направление — геоэкология и оптимизация регионального природопользования.

Геоэкология как наука определена К. Троллем (1966), который впервые употребил этот термин и раскрыл его эколого-ландшафтное содержание. Одна из важнейших ее целей — формирование благоприятной среды, отвечающей экологической безопасности природы и человека. Современная стратегия природопользования заключается в сохранении ландшафтного разнообразия, научно обоснованном формировании системы особо охраняемых природных территорий.



Реализуя основное научное направление исследований, коллектив сотрудников и студентов кафедры геоэкологии ведет широкий комплекс фундаментальных и прикладных исследовательских работ, демонстрируя междисциплинарные подходы к решению задач обеспечения экологической безопасности, участвуя в грантах РФФИ, РНФ, международных проектах. В многочисленных публикациях Е.В. Краснова, Г.М. Бариновой, Д.В. Гаевой, А.Ю. Романчук, О.И. Рябковой, О.В. Басса, Ю.В. Королевой, И.И. Волковой, Т.В. Шаплыгиной, Н.С. Белова и др. отражены теоретические основы, системные принципы рационального природопользования, геоэкологические аспекты функционирования природно-техногенных, аграрных систем, развития особо охраняемых природных территорий, проявления изменений современного климата в динамике развития растительности, здоровья населения [9; 10; 20; 27—29].

Среди крупных ученых кафедры следует отметить д-ра геогр. наук, профессора, заслуженного деятеля науки В.И. Лымарева, монографии которого «Основные проблемы физической географии океана», «Морские берега и человек», «Островное природопользование: проблемы и перспективы» являются незаменимыми пособиями для самостоятельной работы студентов. Профессор, д-р биол. наук В.И. Саускан — крупный морской эколог, автор трудов по биологической продуктивности океана. С.И. Зотов, выпускник КГУ — д-р геогр. наук, ныне ведущий профессор, автор учебного пособия «Моделирование состояния геосистем», монографии «Уязвимость ландшафтов. Понятие и оценка», опубликованной совместно с выпускником КГУ, канд. геогр. наук И.И. Кесорецких.

Региональные подходы к исследованию проблем экологической безопасности реализовывались в рамках научных тем «Исследование природных ресурсов Калининградской области и режима метеорологических элементов Балтийского моря» на кафедре физической географии (руководитель — доцент С.Н. Тупикин), «Комплексное изучение геоэкологии и ресурсов океана» на кафедре географии океана (руководитель — профессор В.А. Гриценко), «Развитие системных принципов в оптимизации природопользования» на кафедре геоэкологии (руководитель — профессор Е.В. Краснов). На кафедре экономической и социальной географии исследования проводились в рамках участия в программах развития и размещения производительных сил области, международного сотрудничества в Балтийском регионе (руководитель — профессор Г.М. Федоров).

Результаты научных исследований, их методическая и практическая значимость отражены в многочисленных публикациях, монографиях, материалах Всероссийских и международных конференций, регулярно проводившихся в регионе: «Рациональное природопользование в районах избыточного увлажнения» (Светлогорск, 1989), «Экобалтика-91», «География, общество, окружающая среда: развитие географии в странах Центральной и Восточной Европы» (Калининград — Светлогорск, 2001), «ИнтерКарто — ИнтерГИС — 12» (Калининград — Берлин, 2006), международные конференции по вопросам изменения



климата «Изменение климата в Прибалтийском регионе» (2015), «Изменение климата — проявления, риски и общественное восприятие (обмен опытом немецких и российских экспертов)» (2016), «Изменение климата в городах: формы и стратегия адаптации с особым рассмотрением роли российских городских садов» (2018), «Вызовы культурных и спортивных мегасобытий: социально-экономические и экологические эффекты» (2020).

По инициативе издательства «Янтарный сказ» и Калининградского отделения Русского географического общества в 1999-2002 гг. была издана серия сборников «ПИК» («Природа. История. Культура»): «Природные ресурсы» (1999), «Очерки природы» (1999), «Экология Калининградской области» (1999), «Наш край» (1999), «Климат» (2002). Основная цель серии – познакомить жителей области и туристов с особенностями ее природных ресурсов, их состоянием, перспективами использования, экономическими и экологическими проблемами. Статьи для сборников подготовлены преподавателями КГУ, КГТУ, сотрудниками Атлантического отделения Института океанологии РАН, АтлантНИРО, членами Калининградского отделения РГО. Исходными материалами для книг послужили результаты экспедиционных и стационарных исследований природных ресурсов, выполненных на территории области, в Балтийском море, Куршском и Вислинском заливах. Также использовались архивные, фондовые материалы различных организаций, картографические источники.

В сборнике «Проблемы физической и экономической географии Калининградского региона», посвященном 150-летнему юбилею РГО, рассмотрены биоресурсы Атлантического океана, вопросы морского ландшафтоведения, результаты исследований по выбору стратегии развития и реструктуризации экономики области. В сборниках «Экологические проблемы Калининградской области и Балтийского региона», представляющих материалы конференций, организованных Калининградским отделением РГО и КГУ в 1997-2005 гг., рассматривались вопросы оптимизации природопользования, экологической безопасности, загрязнения воздушной и водной среды, мониторинга и охраны морского побережья, состояние особо охраняемых природных территорий. Научная общественность выражала глубокую обеспокоенность ухудшением экологического состояния морского побережья и заливов, загрязнением атмосферного воздуха в городах, в первую очередь в Калининграде, нерегламентированным увеличением антропогенной нагрузки на экосистемы в НП «Куршская коса» и на других особо охраняемых природных территориях.

В сборниках, посвященных юбилеям образования географического факультета КГУ [6; 7], представлены наиболее значимые научные результаты деятельности географов вуза в области общих проблем наук о Земле, геологии, морских исследований, геоэкологии, политической и социально-экономической географии, экологического образования.

За прошедшие годы были изданы первые учебники и монографии по географии Калининградской области: «География Янтарного края



России» для средних учебных заведений (2004), «Региональная география России. Калининградская область» для вузов (2005), «Виштынецкое озеро: природа, история, экология» (2002), «Основы природопользования» (2009), «Калининградская область. Природные условия и ресурсы: рациональное использование и охрана» (2016).

Выдающимся событием общероссийского масштаба стала публикация фундаментального труда - Географического атласа Калининградской области (2002) под редакцией В.В. Орленка и президента РГО Ю.П. Селиверстова. Это картографическое произведение - первый опыт обобщения и публичного представления разносторонней обширной информации о природных ресурсах (геологических, почвенных, климатических, биологических и др.), ландшафтах области и ее уникальных образований — Куршской и Вислинской кос. Особое место отведено характеристике водных объектов – Виштынецкой группе озер, Куршскому и Вислинскому заливам, прибрежной акватории Балтийского моря. Результаты оценки социально-экономической сферы систематизируют пространственное распределение информации о населении, культуре, образовании, характеризуют специфику сельского хозяйства, промышленности и транспорта. В разделе «Экология» содержатся карты, характеризующие потенциальную устойчивость ландшафтов к химическому загрязнению, рекреационный потенциал ландшафтов, особо охраняемые природные территории, обеспечение экологической безопасности. Атлас предназначен для образовательных целей учащихся средних школ и вузов, а также для туристических агентств и работников организаций, осуществляющих хозяйственное, культурное строительство и экологический надзор в регионе.

Необходимость оценки медико-демографической ситуации, приобретающей все большее социально-экономическое и политическое значение, способствовала изданию медико-географического атласа Калининградской области (2007), разработанного ведущими специалистами географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова при участии географического факультета КГУ. Карты атласа иллюстрируют региональные различия по демографической ситуации, основным показателям здоровья населения, тенденции их изменения и могут служить основой для выявления причин развития заболеваний и принятия профилактических мер по социально-экологической защите населения.

Приоритетные темы научных исследований географов и геоэкологов — динамика и направления развития региональных социальноэкономических и экологических процессов, экосистемные исследования, сконцентрированные на проблемах качества жизни, здоровьесбережения, аграрного природопользования, оценке рисков загрязнения
Балтийского моря и прибрежных территорий, — находят дальнейшее
развитие в исследовательской работе магистрантов и аспирантов.
С 1994 г. по настоящее время при БФУ им. И. Канта успешно действует
совет по защите кандидатских и докторских диссертаций по специальностям «Геоэкология», «Океанология», «Социальная, экономическая,
политическая и рекреационная география», в котором защищены более 150 кандидатских и докторских диссертаций соискателей из Калининградской области, других регионов РФ и сопредельных государств.



За более чем 50-летний период подготовлено большое число специалистов-географов, геоэкологов, океанологов, которые работают в школах, вузах, НИИ, в туристических и производственных организациях Калининградской области и других регионов России. Выпускники факультета защитили кандидатские диссертации, стали докторами наук, профессорами (В.П. Дедков, С.И. Зотов, А.Ш. Хабидов, Н.С. Орлова). Подготовке специалистов высшей квалификации во многом способствовало наличие на всех кафедрах факультета аспирантуры, в которой ежегодно обучается 20—25 человек.

Тематика диссертационных исследований по геоэкологии и океанологии, выполненных выпускниками вуза в 1994—2022 гг., демонстрирует большое разнообразие научных направлений. Содержательный анализ объектов, целей, задач, защищаемых положений в диссертациях позволил выявить семь основных направлений исследований.

По специальности «Геоэкология» исследования посвящены проблемам взаимодействия природы и человека в Калининградской области и прибрежной зоне Балтийского моря, задачам оптимизации природопользования, эколого-геохимической оценке компонентов геосистем, использованию и охране водных ресурсов. Особое место в последние годы (2016—2022) занимают работы, в которых анализируются природные и техногенные процессы в акватории и прибрежной зоне Балтийского моря (рис. 1).



Рис. 1. Направления исследований, защищенных в диссертационном совете КГУ — БФУ по специальности «Геоэкология» за период 1994—2022 гг.



Работа диссертационного совета по специальности «Океанология» осуществлялась только в период с 1994 по 2015 г. Наибольшее число исследований рассматривают динамику вод, процессы формирования водных масс и их влияние на биопродуктивность в различных районах Атлантического, Тихого океанов, закономерности переноса веществ, формирование донных осадков в Балтийском море (рис. 2).

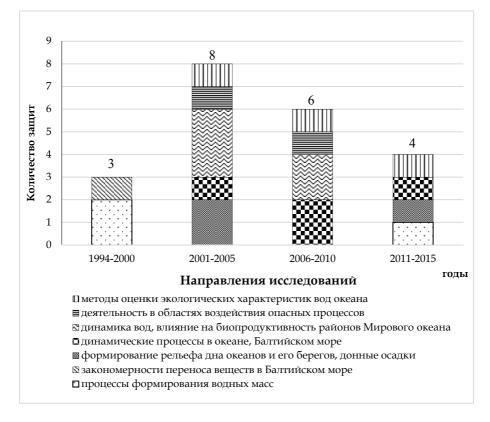


Рис. 2. Направления исследований, защищенных в диссертационном совете  $K\Gamma V - F\Phi V$  по специальности «Океанология» за период 1994 — 2015 гг.

Третий этап в развитии географического образования в КГУ начался с 2000-х гг. в связи с перестройкой высшей школы в РФ, ее переходом на Болонскую систему образования. В этот период формируется другая история развития географического факультета. Разрабатывавшиеся с начала Перестройки федеральные и региональные образовательные программы привели к постепенной ликвидации факультета географии и геоэкологии. Последний выпуск студентов по специальности «Геоэкология» состоялся в 2015 г. В настоящее время в соответствии с программой развития БФУ по проекту «Приоритет-2030» образовательная и научная деятельность по геоэкологи осуществляется в ОНК «Институт медицины и наук о жизни» в рамках входящей в него Высшей школы живых систем, где функционируют бакалавриат по направлению «Экология и природопользование» и магистратура по программам



«Геоэкология океана и приморских территорий», «Морское природное и культурное наследие», «Экологическая безопасность природопользования». Подготовка специалистов в области географии ведется в Высшей школе пространственного развития и гостеприимства, входящей в ОНК «Институт управления и территориального развития», где ведется обучение по профилю «Геоинформационные системы и пространственное развитие» (бакалавриат) и программе «География и пространственное развитие территорий» (магистратура).

Упразднение географического факультета, разобщение научного сообщества преподавателей и студентов, на наш взгляд, не способствуют в полной мере подготовке квалифицированных специалистов. В то же время для формирования новых механизмов в образовании и науке необходимо создание функциональной системы целевого обучения в аспирантуре, контингент которой проявляет интерес и способности к научной, преподавательской и образовательной деятельности [22].

Несмотря на все трудности нового этапа образовательной и научной деятельности, региональные исследования научного сообщества географов затрагивают весьма актуальные проблемы природопользования: распространение тяжелых металлов в почвах городских систем [23], динамику состояния природных комплексов и интенсивности рекреационных потоков на Вислинской косе и в НП «Куршская коса» [27], развитие береговых процессов, в том числе оценку берегозащитных сооружений [4; 21], возможности применения ГИС-технологий в геоэкологии [8]. Перспективы развития рекреационного природопользования в целях улучшения качества жизни, снижение заболеваемости и здоровьесбережения населения анализируются в работах [2; 3; 26].

Итоги многолетних исследований, посвященных проблемам и перспективам трансграничного сотрудничества вдоль западного порубежья России, практические результаты трансграничного сотрудничества в фокусе физико-географической и экологической проблематики находят отражение в ежегодном сборнике «Балтийский регион — регион сотрудничества» [1]. Актуальные научные и практически важные аспекты изменения климата в Балтийском регионе обсуждались на международной конференции в 2015 г. в докладах Г.М. Бариновой, Д.В. Гаевой, Е.В. Краснова (БФУ им. И. Канта), Б.В. Чубаренко, Ж.И. Стонт, С.Е. Навроцкой (АО ИО РАН) и др. [11]. Особое внимание было уделено исследованию форм адаптации городского населения к изменениям климата с учетом тенденций развития зеленых парковых зон, роли природно-экологического каркаса в оптимизации условий жизни городского населения в рамках международной конференции, прошедшей в 2018 г. [12].

В заключение отметим значимость сохранения традиций комплексного изучения природных ресурсов Калининградской области и прибрежных акваторий. При определении новых научных направлений, идущих в русле современных тенденций экологических, социальных, экономических задач обеспечения экологической безопасности, необходимо обратить внимание на современные вызовы и проблемы оптимизации природопользования, в том числе связанные с изменени-



ем климата. В сложившихся условиях дефицита квалицированных научных и педагогических кадров остро стоит задача подготовки специалистов, которые должны обладать широким спектром знаний и компетенций.

В географии и геоэкологии должны быть сформированы новая научно-практическая программа и новая стратегия, позволяющие объединить функционирование базовых процессов — образования, исследования, практической деятельности, фундамент которых был заложен в период становления географического факультета в 1963—2000 гг. в Калининградском государственном университете.

#### Список литературы

- 1. *Балтийский* регион регион сотрудничества 2018: проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества вдоль Западного порубежья России: материалы междунар. науч. конф. Калининград, 2018.
- 2. Баринова Г. М., Гаева Д. В., Краснов Е. В. и др. Роль климатических факторов в распространении природно-очаговых клещевых инфекций в условиях изменения климата на северо-западе России // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: География. Геоэкология. 2023. № 1. С. 23—34. doi: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/1/23-34.
- 3. Баринова Г. М., Краснов Е. В., Романчук А. Ю. и др. Полимасштабные вызовы и инновационные подходы в сфере рекреационного природопользования на морском побережье Калининградской области // Рекреационная география и тренды развития туризма: материалы III междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 2021. С. 196-198.
- 4. Басс О.В. Современная концепция берегозащиты и гидротехнического строительства на морских берегах Калининградской области // Вестник БФУ им. И. Канта. 2015. Вып. 1. С. 72-78.
- 5. *Географический* атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орленок. Калининград, 2002.
- 6. *География* на рубеже веков : сб. науч. тр., посвященный 30-летию образования географического факультета КГУ. Калининград, 2001.
- 7. *География* XXI : сб. науч. тр., посвященный 40-летию факультета географии и геоэкологии БФУ им. И. Канта. Калининград, 2012.
- 8. Горулев К.А., Белов Н.С. Возможности ГИС-технологий, применяемых в землеустройстве // Фундаментальные и прикладные исследования: опыт, проблемы и перспективы. СПб., 2020. С. 44-48.
- 9. Зотов С.И., Спирин Ю.А. Оценка геоэкологического состояния малых водотоков польдерных земель: методический подход и картографическое обеспечение // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28, №2. С. 597-613. doi: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-597-613.
- 10. Зотов С.И., Спирин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В. Гидрологические особенности и геоэкологическое состояние малых водотоков польдерных территорий Калининградской области // Географический вестник. 2021. №3 (58). С. 92-106. doi: https://doi.org/10.17072/2079-7877-2021-3-92-106.
- 11. *Изменение* климата в прибалтийском регионе и его последствия текущее состояние и перспективы : сб. докл. междунар. науч. конф. Калининград, 2015.
- 12. Изменение климата в городах: формы и стратегии адаптации с особым рассмотрением роли российских городских садов : сб. материалов междунар. конф. Калининград, 2019.



- 13. *Изученность* природных ресурсов Калининградской области. Записки Калининградского отдела географического общества / гл. ред. А.А. Борисов. Вып. 1. Калининград, 1972.
- 14. Калининградская область : атлас / гл. ред. В.В. Орленок. Калининград, 2011.
- 15. *Калининградская* область. Очерки природы / Д.Я. Беренбейм, Д.А. Брюханов, В.Д. Ваулина [и др.]; сост. Д.Я. Беренбейм, И.Я. Нечай. Калининград, 1969.
- 16. *Калининградская* область. Очерки природы / сост. Д.Я. Беренбейм. 2-е изд., доп. и расшир. Калининград, 1999.
- 17. Литвин В.М. Основы морского ландшафтоведения. Островные и поверхностные океанические ландшафты : учеб. пособие. Калининград, 1994.
  - 18. Орленок В.В. Петрофизика дна Балтийского моря. Калининград, 1993.
  - 19. Орленок В.В. Физика и динамика внешних геосфер. М., 1985.
- 20. Романчук А.Ю., Баринова Г.М., Краснов Е.В. и др. Место ландшафтного планирования в структуре территориального экологического аудита // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения : материалы XIV междунар. ландшафтной конф. : в 2 т. Воронеж, 2023. Т. 1. С. 248-250.
- 21. Рябкова О.И., Баринова Г.М., Краснов Е.В. и др. Геоэкологический потенциал и риски туристско-рекреационного развития морского побережья Калининградской области // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград, 2019. С. 154-172.
- 22. Сероштан М. В., Артамонова К. А., Акимова Г. 3. и др. Российская аспирантура: проблемы и ключевые факторы развития в контексте глобальных трендов // Высшее образование в России. 2022. № 5. С. 46-66. doi: https://doi.org/10. 31992/0869-3617-2022-31-5-46-66.
- 23. Станченко Л.Ю. Распределение тяжелых металлов в почвах и растительности городских экосистем Калининградской области // Вестник РГУ им. И. Канта. 2009. Вып. 1. С. 81-85.
- 24. Сухова А.А., Курков А.А. Некоторые соображения по поводу ландшафтного районирования Калининградской области // Изученность природных ресурсов Калининградской области / под ред. А.А. Борисова. Л., 1972. С. 122—126.
- 25. Схема охраны природы Калининградской области / под ред. Ю. А. Цыбина. Калининград, 2004.
- 26. Ушакова Л.О., Баринова Г.М., Гаева Д.В. и др. Биоклиматические ресурсы морского побережья как мегафактор здоровьесбережения // XXIX Береговая конференция: Натурные и теоретические исследования в практику берегопользования : сб. материалов Всерос. конф. с междунар. участием. Калининград, 2022. С. 391 393.
- 27. Шаплыгина Т.В., Волкова И.И. Геоэкологические аспекты рекреационного природопользования в национальном парке «Куршская коса» // Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России : сб. материалов Всерос. науч.-практ. юбилейной конф., посвященной 30-летию национального парка «Куршская коса». Калининград, 2017. С. 128—134.
- 28. Gaeva D. V., Barinova G.M., Krasnov E. V. Adaptation of Eastern Europe regional agriculture to climate change: risks and management // Climate Change Adaptation in Eastern Europe. Springer, 2019. P. 307—320. doi: 10.1007/978-3-030-03383-5\_21.



29. *Krasnov E. V., Barinova G. M., Gaeva D. V., Gaev T. V.* Some ways of environmental sustainable agriculture production in the context of global market and natural barriers // International Business, Trade and Institutional Sustainability. Springer, 2020. P. 369 – 383. doi: 10.1007/978-3-030-26759-9\_21.

#### Об авторах

Галина Михайловна Баринова — канд. геогр. наук, доц., проф.-консультант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: barinova-gm@mail.ru ORCID: 0000-0002-1639-2104

Анна Юрьевна Романчук — канд. биол. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: annaroman@mail.ru ORCID: 0000-0001-9595-7515

#### G.M. Barinova, A. Yu. Romanchuk

# DIRECTIONS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF GEOGRAPHY AND GEOECOLOGY IN KALININGRAD STATE UNIVERSITY — IMMANUEL KANT BALTIC FEDERAL UNIVERSITY: THE ROLE IN PERSONNEL TRAINING

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia Received 15 October 2023 Accepted 22 November 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-4

To cite this article: Barinova G.M., Romanchuk A.Yu., 2023, Directions and prospects for the development of geography and geoecology in Kaliningrad State University — Immanuel Kant Baltic Federal University: The role in personnel training, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 50-63. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-4.

Currently, there is a growing need for a more precise theoretical justification and the definition of a methodology for studying geographical disciplines to optimize the interaction between society and nature, ensuring environmental safety. The specificity of modern education requires the implementation of a new, practice-oriented approach. A historical perspective on the development of scientific research and the training of specialists in the field of geographical science is presented. The article analyzes the scientific and pedagogical activity of the geographical faculty of Kaliningrad State University – Immanuel Kant Baltic Federal University on the basis of a retrospective study for 1963 – 2023. Positive trends and the role of dissertation research in geoecology and oceanology in preparing personnel for scientific and production activities are highlighted. The prospects and directions for the further development of geographical science at Immanuel Kant Baltic Federal University are assessed.

**Keywords:** Kaliningrad University, Faculty of Geography, Physical Geography, Geoecology, dissertation Council, training of specialists



#### The authors

Dr Galina M. Barinova, Associate Professor, Professor-consultant, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: barinova-gm@mail.ru ORCID: 0000-0002-1639-2104

Dr Anna Yu. Romanchuk, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: annaroman@mail.ru ORCID: 0000-0001-9595-7515

#### М.Г. Напреенко, Г.С. Гольцверт, Т.В. Напреенко-Дорохова

# СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ СУКЦЕССИОННЫХ СТАДИЙ НА ТОРФЯНИКАХ, НАРУШЕННЫХ ФРЕЗЕРНОЙ ДОБЫЧЕЙ ТОРФА (на примере карбонового полигона «Росянка» в Калининградской области)

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия Поступила в редакцию 22.10.2023 г. Принята к публикации 23.11.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-5

Для цитирования: Напреенко М. Г., Гольцверт Г. С., Напреенко-Дорохова Т. В. Структура растительных сообществ сукцессионных стадий на торфяниках, нарушенных фрезерной добычей торфа (на примере карбонового полигона «Росянка» в Калининградской области) // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. №4. С. 64-80. doi: 10.5922/ gikbfu-2023-4-5.

Выделено 9 вариантов растительных сообществ в центральной части торфяника Виттгирренского (территория карбонового полигона «Росянка»). Все типы сообществ представляют собой сукцессионные стадии развития растительности на участках, трансформированных фрезерной добычей торфа. Приводятся данные о структуре и видовом составе сообществ, даны типовые геоботанические описания для каждого варианта растительности. Физиономически растительные сообщества на фрезерных полях являются низкорослыми древостоями различной сомкнутости с доминированием Betula pendula, но имеют существенные различия в составе травяно-кустарничкового и мохового ярусов. Описанные типы сообществ рассматриваются как внеранговые единицы классификации растительного покрова (на уровне микроландшафтов). Их выделение методами электронной и полевой картографии позволяет достаточно быстро визуализировать характер растительного покрова на карте и производить его количественную оценку, что имеет прикладное значение для целей карбонового полигона.

**Ключевые слова:** нарушенные торфяники, сукцессионные стадии растительности, сообщества с *Betula*, карбоновый полигон, торфяник Виттгирренский, Калининградская область

#### Введение

Важность вовлечения нарушенных торфяников в проекты восстановления болот с целью уменьшения эмиссии парниковых газов (ПГ) становится очевидной с учетом широкой распространенности осушенных торфяников на территории России. Многие нарушенные торфяники уже заброшены и не задействованы в хозяйственном обороте, что позволяет использовать их для целей мониторинга и контроля эмиссии ПГ [1].

Роль болот в поддержании круговорота углерода определена экологическими условиями на них. Из-за чрезмерного увлажнения верхних

<sup>©</sup> Напреенко М.Г., Гольцверт Г.С., Напреенко-Дорохова Т.В., 2023



горизонтов и затрудненного доступа кислорода возникают условия, при которых растительные остатки не разлагаются, образуя торфяные отложения. В обычных условиях при разложении растительных остатков высвобождается углерод, который растения аккумулировали в течение всей жизни. Он возвращается в атмосферу в виде парниковых газов, что способствует усилению парникового эффекта. Но в болотах из-за особых условий углерод сохраняется в растительных остатках. Поэтому болота также называют стоком парниковых газов [2; 3].

Изменение круговорота углерода при осушении болот и торфоразработках связано с нарушением гидрологического фона территории, где происходит антропогенная нагрузка. В осушенном торфянике перестают происходить процессы аккумуляции органики из-за того, что верхние увлажненные горизонты перестают быть увлажненными и больше не препятствуют доступу кислорода. В связи с эти начинаются процессы разложения растительных остатков, которые сопровождаются высвобождением углерода, накопленного в них, в атмосферу в виде климатически активных газов. Таким образом, осушенное болото перестает быть стоком парниковых газов и его роль в круговороте углерода снижается. Антропогенно нарушенные торфяники в Российской Федерации занимают примерно 136,6 млн га [1].

В России с 2021 г. реализуется национальная программа по созданию карбоновых полигонов с целью изучения и контроля эмиссии парниковых газов [4]. Участками для формирования карбоновых полигонов являются территории с природными и антропогенно измененными экосистемами. В Калининградской области один из антропогенно нарушенных торфяников — Виттирренский — стал сухопутной площадкой карбонового полигона «Росянка» [5; 6]. Данный торфяник использовался ранее для добычи торфа фрезерным способом, а впоследствии (в 1990-е гг.) был заброшен.

Прикладная ценность классификации растительного покрова на нарушенных торфяниках выражается в детальной характеристике растительности, необходимой при измерении эмиссии парниковых газов с этих местообитаний. Такие классификации, соединенные с картографическим материалом, становятся основой для подразделения территории торфяников на участки по типам выбросов парниковых газов, в частности GEST [7]. Такие карты очень важны для исследований на карбоновых полигонах.

Так как карбоновый полигон «Росянка» — не единственный участок, где происходят исследования эмиссии [4], данный вопрос нуждается в изучении. Важно уметь сопоставлять растительный покров, описанный на антропогенно нарушенных торфяниках в разных регионах. Помимо решения прикладной задачи, изучение растительности сукцессионных стадий торфяников позволит прояснить этапы развития болотных экосистем после антропогенного вмешательства.

*Цель* настоящей работы — описание и классификация растительного покрова на уровне болотных микроландшафтов центральной части торфяника Виттгирренского, где происходила добыча торфа фрезерным способом.



Объект исследования — торфяник Виттгирренский, расположенный в Славском районе Калининградской области (рис. 1). Торфяник является антропогенно нарушенным из-за интенсивной добычи торфа фрезерным способом [7]. Это выражается в практически полном отсутствии первичной болотной растительности. Торфяник Виттгирренский используется в качестве сухопутной площадки карбонового полигона «Росянка», созданного в 2021 г. с целью мониторинга эмиссии климатически активных газов [5; 6]. Площадь торфяника — 122 га.



Рис. 1. Положение торфяника Виттгирренского на территории Калининградской области (a) и общий вид торфяника на спутниковом снимке, Google Earth, 2022 ( $\delta$ )

*Материал и методы исследования.* Полевые исследования проводились в центральной части торфяника Виттгирренского, на участках, где проводилась интенсивная добыча торфа фрезерным способом.

Для первичного знакомства с территорией и выделения участков растительного покрова использовались спутниковые снимки из сети Интернет, а также снимки с БПЛА. Границы участков далее уточнялись во время рекогносцировочных полевых выездов на торфяник. В границах предварительно выделенных участков случайным образом проводились геоботанические описания на пробных площадях. Размер пробной площадки для описания составлял  $100 \, \mathrm{m}^2$  на открытых участках и  $400 \, \mathrm{m}^2$  на участках с древостоем или порослью древесных видов.

При этом оценивались следующие показатели: 1) видовой состав растений, 2) микрорельеф участка, 3) положение в мезорельефе, 4) характер увлажнения участка, 5) наличие следов пожара.

Для определения компонентов мохово-лишайникового яруса производился сбор материала в герметичные пластиковые пакеты для дальнейшего таксономического определения в камеральных условиях.

#### Результаты и обсуждение

Современная растительность в центральной части торфяника представлена целым рядом растительных сообществ, развивающихся на остаточной торфяной залежи и возникших в последние 20—40 лет после уничтожения первичной растительности болота при фрезерной торфодобыче [7; 8]. В ходе предварительного обследования и картографирования растительного покрова торфяника Витттирренского было выделено 22 типологических участка (рис. 2), которые на карте растительности торфяника получили условный ранг «категории растительного покрова» [7].



Рис. 2. Карта растительного покрова торфяника Виттгирренского [7; 8]



Данные единицы классификации растительности можно рассматривать в качестве болотных фаций (болотных микроландшафтов, микрокомбинаций), традиционно используемых для целей картографии болотной растительности в крупном масштабе в отечественной геоботанике [9-12]. В современных зарубежных работах такие картографические выделы обычно обозначаются как «Land cover class» [7].

Близкие по структуре категории растительных сообществ были объединены нами в типы растительного покрова по преобладанию жизненной формы в верхнем ярусе растительных сообществ [7; 8]. Эта картографическая единица может сопоставляться с одной из крупных единиц геоботанической классификации, принятой в эколого-фитоценотической (доминантной) системе, — с типом растительности [13].

Ниже мы попытались детально описать единицы классификации растительности торфяника Виттгирренского с привязкой к уже имеющимся картографическим выделам растительного покрова (рис. 2) [7; 8]. Рассмотрены участки в центральной части торфяника, отнесенные к типу «древесная растительность торфяных пустошей». Данная растительность представлена различными типами березовой поросли с разной высотой, сомкнутостью и диаметром ствола, а также с отличиями в составе сопутствующих видов. Травяно-кустарничковый ярус отличается в меньшей степени, но напочвенный, мохово-лишайниковый покров может показывать четкие отличия. На торфянике эти сообщества занимают самую большую площадь — свыше 60 га [7].

При описании типов растительности и соответствующих им растительных формаций мы приводим типовые описания наиболее распространенных из них.

Березовая поросль разреженная низкорослая с пушицей на торфяных пустошах (рис. 3, табл. 1), категория растительности 13 (согласно рис. 2). Покрывает центральные части торфяника, те части торфяных карт, где сохранились наиболее мощные остатки верховых торфов, наименее дренируемые. Высота очень тонкоствольного  $(1-3\ \text{cm}\ \text{s}\ \text{диаметре})$  древостоя  $0.5-2\ \text{m}$ , сомкнутость  $5-15\ \text{m}$ , но в некоторых местах может доходить до  $50-60\ \text{m}$ .

Видовой состав нижних ярусов крайне беден: в травяно-кустарниковом ярусе преобладает (до 80% покрытия) пушица влагалищная (Eriophorum vaginatum), очень незначительно присутствует вереск (Calluna vulgaris); из мхов обычно в небольшом количестве Polytrichum strictum, реже Campylopus introflexus. Но на послепожарных участках покрытие кукушкина льна торчащего может доходить до 70%.





Рис. 3. Березовая поросль разреженная низкорослая с доминированием пушицы влагалищной на торфянике Виттгирренском a- в конце весны;  $\delta-$  осенью. Здесь и далее фото М.Г. Напреенко



Таблица 1

## Типовое геоботаническое описание березовой поросли разреженной низкорослой с пушицей на торфяной пустоши (54.800817° с.ш., 21.656584° в.д.), мощность торфа 1 м

Древесный ярус	Сомкнутость крон
Betula pendula + B. pubescens	10-15%
Средняя высота	1—1,5 м
Травяно-кустарничковый покров	Проективное покрытие
Eriophorum vaginatum	80 %
Calluna vulgaris	2 %
Ledum palustre (по краю канав)	+
Моховой покров	Проективное покрытие
Polytrichum strictum	80 %
Sphagnum angustifolium (на кочке)	+
Pohlia sp. (в горевшей мочажине)	+
На карте — поваленные и разлагающ	меся после сгорания стволы и пни Pinus

На карте — поваленные и разлагающиеся после сгорания стволы и пни *Pinus silvestris*, поросшие лишайниками

Березовая поросль разреженная с вереском на торфяных пустошах (рис. 4, табл. 2), категория растительности 6. Покрывает центральные части торфяника, те части торфяных карт, где сохранились наиболее мощные остатки верховых торфов, но, в отличие от предыдущих сообществ, более осушенные и лучше дренируемые. Высота древостоя 1,5-3 м, сомкнутость 5-15%.

Видовой состав нижних ярусов беден: в травяно-кустарничковом ярусе преобладает вереск (Calluna vulgaris) (20-50% покрытия), сопутствует пушица влагалищная (Eriophorum vaginatum); из мхов доминирует Polytrichum strictum.





Рис. 4. Березовая поросль разреженная с вереском на торфянике Виттгирренском



Таблица 2

## Типовое геоботаническое описание березовой поросли разреженной низкорослой с вереском на торфяной пустоши (54.796295° с.ш., 21.661355° в.д.), мощность торфа 1 м

Древесный ярус	Сомкнутость крон
Betula pendula + B. pubescens	5 %
Средняя высота	1,5 – 3 м
Средний диаметр	2—7 см
Травяно-кустарничковый покров	Проективное покрытие
Eriophorum vaginatum	5 %
Calluna vulgaris	20 %
Juncus effusus	1 %
Phragmites australis	1 %
Моховой покров	Проективное покрытие
Polytrichum strictum	90 %

Березовая поросль густая высокая с вереском на торфяных пустошах (рис. 5, табл. 3), категория растительности 7. Также развита на торфяных картах в центральных частях торфяника, но в местах с лучшей дренируемостью. От сообществ предыдущего вида отличается большей сомкнутостью (30-50%), высотой (1,5-4 м) и диаметром стволов (1-5 см). В строении нижних ярусов нет принципиальных отличий.





Рис. 5. Березовая поросль густая высокая с вереском на торфянике Виттгирренском

Таблица 3

## Типовое геоботаническое описание березовой поросли густой высокой с вереском на торфяной пустоши (54.48128° с.ш., 21.39459° в.д.), мощность торфа 1 м

Древесный ярус	Сомкнутость крон
Betula pendula	40-60%
Populus tremula	+
Средняя высота	6-8 м (осина — 3 м)
Средний диаметр стволов	3-7 см (осина — 2 см)



#### Окончание табл. 3

Подрост	Проективное покрытие
Betula pendula	5-7%
Betula pubescens	+
Pinus sylvestris	+
Средняя высота	0,5-2 м (сосна — 0,5-0,6 м)
Травяно-кустарничковый покров	Проективное покрытие
Eriophorum vaginatum	40 %
Calluna vulgaris	45 %
Ledum palustre	2-3%
Quercus robur (всходы)	+
Мохово-лишайниковый покров	Проективное покрытие
Polytrichum strictum	5-7%
Sphagnum capilifolium (угнетенные дерновинки)	+
Pleurozium schreberi	+
Campylopus introflexus	+
Синузия эпигейных лишайников	
Cladonia chlorophaea	+
Cladonia macilenta	+
Синузия эпифитных лишайников (на сухих с	стволиках вереска и березы)
Hypogymnia physodes (на веточках березы)	+
Ramalina sp.	+
Amanita fulva	+

Березовая поросль плотная сомкнутая (рис. 6, табл. 4), категория растительности 8. Встречается по краям карт, на сухих участках вдоль крупных канав. Характеризуется высокой степенью сомкнутости березового древостоя (70-90%). Высота деревьев 2-6 м. Нижние ярусы почти не развиты: в очень незначительном количестве присутствуют пущица (*Eriophorum vaginatum*), вереск (*Calluna vulgaris*) и *Polytrichum strictum*.





Рис. 6. Березовая поросль плотная сомкнутая на торфянике Виттгирренском

Таблица 4

### Типовое геоботаническое описание березовой поросли плотной сомкнутой (54.796383° с. ш., 21.654028° в.д.), мощность торфа 0,7 м

Древесный ярус	Сомкнутость крон
Betula pendula	60-70%
Средняя высота	2-6 м
Травяно-кустарничковый покров	Проективное покрытие
Eriophorum vaginatum	5 %
Calluna vulgaris	5 %
Моховой покров	Проективное покрытие
Polytrichum strictum	10-15%

Березовая поросль плотная сомкнутая с сосной (рис. 7, табл. 5), категория растительности 9. Распространена на отдельных, наиболее высоких участках торфяника с верховой залежью, за пределами центральной части. Наиболее крупный участок расположен в западной части торфяника. По строению похожа на предыдущие сообщества, но в древостое присутствует сосна обыкновенная ( $Pinus\ sylvestris$ ). Сомкнутость древостоя —  $60-80\,\%$ . Высота деревьев  $2-6\,$  м. Нижние ярусы такие же, как и в предыдущем виде сообществ.





Рис. 7. Березовая поросль плотная сомкнутая с сосной на торфянике Виттгирренском

Таблица 5

## Типовое геоботаническое описание березовой поросли плотной сомкнутой с сосной (54.47964° с.ш., 21.38950° в.д.), мощность торфа $\approx$ 2 м

Древесный ярус	Сомкнутость крон
Betula pendula	25 – 30 %
Pinus silvestris	25 %
Средняя высота	12 м
Средний диаметр ствола	18-20 см
Betula pendula	50-65 %
Травяно-кустарничковый покров	Проективное покрытие
Calluna vulgaris	20-25 %
Eriophorum vaginatum	20 %
Quercus robur (всходы)	+



#### Окончание табл. 5

Мохово-лишайниковый покров	Проективное покрытие
Polytrichum strictum	5 %
Brachythecium sp.	+
Cladonia spp.	+
Cladonia chlorophaea	+
Evernia sp.	+
Hypogymnia physodes	+
Pleurozium schreberi	+
Aulacomnium androgynum	+
Polytrichum communie	+
Amanitopsis sp.	+
Russula paludosa	+

Березовая поросль послепожарная (рис. 8, табл. 6), категория растительности 10. Крупный участок расположен в северной части торфяника, но отдельными пятнами этот тип сообщества встречается и в других местах. Древесный ярус представлен рассеянной березой 0.5-2.5 м высотой и сомкнутостью 5-20%. Напочвенный покров состоит в основном из Polytrichum strictum (до 60-70%), участие остальных видов (Eriophorum vaginatum, Calluna vulgaris, Campylopus introflexus) единично. Здесь же отмечен характерный вид пирогенных местообитаний — Marchantia polymorpha. В среднем до 30% участка покрыто послепожарной коркой на голом торфе.





Рис. 8. Березовая поросль послепожарная на торфянике Виттгирренском

Таблица 6

## Типовое геоботаническое описание березовой поросли послепожарной (54.48044° с. ш., 21.39727° в.д.), мощность торфа 1 м

Древесный ярус	Сомкнутость крон
Betula pendula	15 %
Средняя высота	4,5 м
Средний диаметр	2—5 см
Ярус подроста	Проективное покрытие
Betula pendula	10 %



Окончание табл. 6

Травяно-кустарничковый покров	Проективное покрытие
Calluna vulgaris	80 %
Eriophorum vaginatum	5 %
Calamagrostis canescens	+
Мохово-лишайниковый покров	Проективное покрытие
Polytrichum strictum	70 %
Cladonia spp.	5-10%
Cladonia chlorophaea	+
Evernia sp.	+
Hypogymnia physodes	+
Lactarius sp.	+

Березовая поросль плотная с тростником (рис. 9, табл. 7), категория растительности 11. Описана в северной части торфяника. Характеризуется высокой сомкнутостью низкорослого березового древостоя — 60-70 %. Высота деревьев 1-2 м. Травяной ярус также очень густой (покрытие 60-70 %), образован главным образом тростником обыкновенным (*Phragmites australis*) и вейником ланцетным (*Calamagrostis canescens*).





Рис. 9. Березовая поросль плотная с тростником на торфянике Виттгирренском

Таблица 7

## Типовое геоботаническое описание березовой поросли плотной с тростником (54.48180° с. ш., 21.39516° в. д.), мощность торфа $\approx 0.6$ м

Древесный ярус	Сомкнутость крон
Betula pendula	40-45 %
Средняя высота	3-6 м
Средний диаметр	1-4 см
Ярус подроста	Проективное покрытие
Betula pendula	+
Populus tremula	+
Травяно-кустарничковый покров	Проективное покрытие
Phragmites australis	90 – 95 %
Calluna vulgaris	5 %
Ledum palustre	+



Окончание	табл.	7

Моховой покров	Проективное покрытие
Polytrichum strictum	7-10%
Cladonia spp.	+
Cladonia chlorophaea	+
Cladonia macilenta	+
Evernia sp.	+
Hypogymnia physodes	+
Lactarius sp.	+

Березовая поросль разреженная обводненная с пушицей и тростником (рис. 10, табл. 8), категория растительности 12. Развита на торфяных картах в юго-западной части торфяника, где торфяная залежь в значительной степени выработана и территория расположена ниже основной части, находясь ближе к грунтовым водам в торфе. Древесный (Betula) и травяной (Phragmites australis) ярусы достаточно разрежены. Отличается развитым покровом из сфагнов, которые поселяются в вымочках со стоящей водой. Здесь преобладают сфагны: Sphagnum cuspidatum, S. squarrosum, S. centrale, S. fallax, S. angustifolium.





Рис. 10. Березовая поросль обводненная с пушицей и тростником на торфянике Виттгирренском

Таблица 8

Типовое геоботаническое описание березовой поросли обводненной с пушицей и тростником (54.47888° с.ш., 21.39184° в.д.), мощность торфа 1,1 м

Древесный ярус	Сомкнутость крон
Betula pendula	10 %
Pinus silvestris	+
Средняя высота	3-10 м
Средний диаметр	3 – 7 см
Ярус подроста	Проективное покрытие
Betula pendula	5 %
Pinus silvestris	+
Salix cinerea	5 %
Salix auruta	+



#### Окончание табл. 8

Травяно-кустарничковый покров	Проективное покрытие				
Подъярус 1					
Eriophorum vaginatum	95 %				
Calluna vulgaris	+				
Calamagrostis canescens	+				
Ledum palustre	+				
Juncus effusus	+				
Carex rostrata	+				
Drosera rotundifolia	+				
Подъярус 2					
Phragmites australis	80 %				
Мохово-лишайниковый покров	Проективное покрытие				
Polytrichum strictum	1 %				
Sphagnum centrale	+				
Sphagnum fuscum	+				
Sphagnum magellanicum	+				
Sphagnum angustifolium	+				
Sphagnum fumbriatum	+				
Sphagnum squarrosum	+				
Campylopus introflexus	+				
Pleurozium schreberi	+				
Cladonia spp.	1 %				
Cladonia chlorophaea	+				
Evernia sp.	+				
Hypogymnia physodes	+				
Marasmius sp.	+				

Березовая поросль с вереском и тростником на торфяных пустошах (рис. 11, табл. 9), категория растительности 13. Встречается в юговосточной части болота отдельными выделами на нескольких картах, где, вероятно, замедлено водоотведение и увеличена минерализация вследствие более частых пожаров. Характеризуется высоким покрытием тростника (*Phragmites australis*) и более разреженным березовым древостоем. Высота деревьев 2—4 (5) м. В нижнем ярусе доминирует вереск (*Calluna vulgaris*).





Рис. 11. Березовая поросль обводненная с вереском и тростником на торфянике Виттгирренском



Таблица 9

### Типовое геоботаническое описание березовой поросли с вереском и тростником (54.47822° с. ш., 21.39401° в. д.)

Древесный ярус	Сомкнутость крон				
Betula pendula	5 %				
Средняя высота	2-5 м				
Средний диаметр	2-5 см				
Ярус подроста	Проективное покрытие				
Betula pendula	+				
Salix cinerea	+				
Травяно-кустарничковый покров	Проективное покрытие				
Подъярус 1					
Phragmites australis	15 – 20 %				
Подъярус 2					
Calluna vulgaris	70 – 75 %				
Eriophorum vaginatum	1-3%				
Мохово-лишайниковый покров	Проективное покрытие				
Campylopus introflexus	1-2%				
Cladonia spp.	+				
Cladonia chlorophaea	1-2%				
Evernia sp.	+				
Hypogymnia physodes	+				
Lactarius sp.	+				

Созданная детализированная цифровая карта (рис. 2, с. 67) позволила рассчитать площадь, занимаемую каждой категорией растительности (табл. 10).

Таблица 10

## Площадь растительных сообществ центральной части торфяника Виттгирренского

NIo	№ Растительные сообщества торфяных пустошей (березовая поросль)		Общая
1√0			площадь, га
1	С пушицей разреженная низкорослая (кат. 5)	21,98	
2	С вереском разреженная низкорослая (кат. 6)	4,32	
3	С вереском густая высокая (кат. 7)	13,82	
4	Плотная сомкнутая (кат. 8)	11,42	
5	Плотная сомкнутая с сосной (кат. 9)	2,30	61,70
6	Послепожарная (кат. 10)	4,29	
7	С тростником плотная (кат. 11)	1,08	
8	Обводненная с пушицей и тростником (кат. 12)	1,93	
9	С тростником и вереском (кат. 13)	0,56	

Таким образом, растительность центральной части торфяника Виттгирренского представлена широким набором сообществ, относящихся к различным вариантам низкорослых древостоев с доминированием березы (*Betula pendula*). Данные категории растительных сообществ 77



представляют собой сукцессионные стадии развития растительности на нарушенном торфянике. Направление их развития будет во многом зависеть от выбранного сценария управления торфяником.

Выделенные внеранговые классификационные единицы (категории растительности) довольно удобны при первичном картографировании растительного покрова. При этом их выявление может вестись на основе различных спутниковых и аэрофотографических снимков с применение средств автоматической оцифровки, являющихся сейчас неотъемлемой частью аппарата ГИС-технологий.

Цели развития карбоновых полигонов должны предусматривать использование такого подхода к выделению классификационных единиц растительного покрова. Он позволяет достаточно быстро визуализировать покров в виде карты растительности изучаемой территории, а также дает возможность проводить сравнение картографического материала из различных регионов.

#### Выводы

Сообщества центральной части торфяника Виттгирренского, нарушенной фрезерной торфоразработкой, представлены 9 вариантами низкорослых древостоев различной сомкнутости с доминированием Betula pendula.

При морфологическом (физиономическом) сходстве верхнего древесного яруса описанные фитоценозы имеют существенные различия травяно-кустарничкового и мохового покрова, которые не всегда возможно идентифицировать методами электронной картографии с применением ГИС-технологий. Важно соединять методы дистанционного зондирования и исследования растительного покрова на местности.

Выделение внеранговых единиц классификации растительности (на уровне микроландшафтов) позволяет достаточно быстро визуализировать характер растительного покрова на карте и производить его количественную оценку, что имеет прикладное значение для целей карбонового полигона, в частности при измерении потоков парниковых газов.

Благодарности. Работа выполнена в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования РФ по теме №FZWM-2023-0002. Статья подготовлена при поддержке проекта «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата», финансируемого в рамках Международной инициативы по защите климата Федеральным министерством окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности Федеративной Республики Германия, управляемого через Германский банк развития КfW и реализуемого Международной организацией по сохранению водно-болотных угодий Wetlands International в партнерстве с Институтом лесоведения Российской академии наук, Фондом Михаэля Зуккова и Грайфсвальдским университетом при поддержке Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

#### Список литературы

- 1. Алпеева Е. А., Гончаров М. С. Торфяная промышленность Российской Федерации: проблемы и перспективы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №3. С. 121-130.
  - 2. *Алёхин В. В.* Растительность СССР. М., 1951.



- 3. Глаголев М.В., Сирин А.А., Лапшина Е.Д., Филиппов И.В. Изучение потоков углеродсодержащих парниковых газов в болотных экосистемах Западной Сибири // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2010. № 3. С. 120-127.
- 4. *Карбоновые* полигоны // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации : [офиц. сайт]. URL: https://minobrnauki.gov.ru/action/poligony/ (дата обращения: 17.10.2023)/
- 5. Напреенко М.Г., Анциферова О.А., Напреенко-Дорохова Т.В., Баширова Л.Д. Реконструкция изменений климата и углеродного баланса как задача карбоновых полигонов (на примере карбонового полигона «Росянка» в Калининградской области) // Эмиссия парниковых газов сегодня и в геологическом прошлом: источники, влияние на климат и окружающую среду : сб. материалов междунар. науч.-исслед. конф. Казань, 2022. С. 32.
- 6. *Карбоновый* полигон «Росянка». Научно-образовательный проект по изучению климатически активных парниковых газов : [сайт]. 2023. URL: http://rosyanka.kantiana.ru/ (дата обращения: 17.10.2023).
- 7. Napreenko M., Danchenkov A., Napreenko-Dorokhova T., Samerkhanova A. Vegetation mapping in drained peatlands for the carbon research objectives: a case study from Kaliningrad Region // Mires and Peat. 2023. № 29 (19). P. 1 25. https://doi.org/10.19189/MaP.2022.OMB. Sc.2020811.
- 8. *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 // Innovations and Traditions for Sustainable Development. Springer, 2021. P. 395 416. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78825-4\_24.
- 9. Юрковская Т. К. География и картография растительности болот Европейской России и сопредельных территорий. СПб., 1992.
- 10. *Galanina O., Heikkilä R.* Comparison of Finnish and Russian approaches for large-scale vegetation mapping: a case study at Härkösuo Mire, eastern Finland // Mires and Peat. 2007. № 2 (1). P. 1 16.
- 11. Груммо Д.Г., Ильючик М.А., Зеленкевич Н.А., Созинов О.В. Опыт геоботанического и экологического картографирования растительности (на примере лесоболотного комплекса Ельня) // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны : материалы междунар. науч.-практ. семинара. Минск, 2009. С. 138-151.
- 12. Baisheva E.Z., Muldashev A.A., Martynenko V.B. et al. Plant diversity and spatial vegetation structure of the calcareous spring fen in the "Arkaulovskoye Mire" Protected Area (Southern Urals, Russia) // Mires and Peat. 2020. № 26 (11). P. 1–25. https://doi.org/10.19189/MaP.2019.OMB.StA.1890.
- 13. Нешатаев В.Ю. Проект Всероссийского кодекса фитоценологической номенклатуры // Растительность России. СПб., 2001. № 1. С. 62-70.

#### Об авторах

Максим Геннадьевич Напреенко — канд. биол. наук, науч. сотр., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: maxnapr@gmail.com

Герман Сергеевич Гольцверт — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: german.goltcvert@mail.ru

Татьяна Владимировна Напреенко-Дорохова — канд. биол. наук, науч. сотр., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: tnapdor@gmail.com



#### M. G. Napreenko, G. S. Goltsvert, T. V. Napreenko-Dorokhova

## COMPOSITION AND STRUCTURE OF PLANT COMMUNITIES IN MILLED PEATLANDS

DURING THE POST-DISTURBANCE SUCCESSIONS: a case study from the Rossyanka Carbon Supersite, Kaliningrad, Russia

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia Received 22 October 2023 Accepted 23 Novemder 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-5

**To cite this article:** Napreenko M.G., Goltsvert G.S., Napreenko-Dorokhova T.V., 2023, Composition and structure of plant communities in milled peatlands during the post-disturbance successions: a case study from the Rossyanka Carbon Supersite, Kaliningrad, Russia, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, № 3. P. 64−80. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-5.

Nine plant community types were identified in the central part of the Vittgirrensky Peatland (designated the Rossyanka Carbon Supersite). All community types represent successional stages of vegetation development on areas transformed by peat milling. Data on the structure and species composition of communities are provided, along with typical phytosociological descriptions for each vegetation variant. Physiognomically, the plant communities on the milled fields consist of low-stature tree stands with varying canopy closure, mainly dominated by Betula pendula, but they exhibit substantial differences in the composition of herb-shrub and moss cover. The described community types are considered as non-hierarchical units in the classification of vegetation cover (at the micro-landscape level). Their identification through electronic and field mapping methods allows for a rapid visualization of the vegetation cover's characteristics on a map and enables its quantitative assessment, which is of practical importance for the purposes of the carbon supersite.

**Keywords:** abandoned milled peatlands, post-disturbance successions, *Betula*-dominated communities, Carbon Measurement Supersite, Vittgirrensky Peatland, Kaliningrad region

#### The authors

Dr Maxim G. Napreenko, Researcher, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: maxnapr@gmail.com

German S. Goltsvert, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia. E-mail: german.goltcvert@mail.ru

Dr Tatiana V. Napreenko-Dorokhova, Researcher, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: tnapdor@gmail.com

#### Т. В. Сукманова, Н. С. Баранов, А. В. Стрекаль

#### ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ БЕРЕГОВЫХ СИСТЕМ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДЕКСА CVI

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия Поступила в редакцию 10.10.2023 г. Принята к публикации 20.11.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-6

Для цитирования: *Сукманова Т.В., Баранов Н.С., Стрекаль А.В.* Оценка уязвимости береговых систем Калининградской области с применением индекса CVI // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. № 4. С. 81 – 94. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-6.

Калининградская область представляет собой уникальный субъект Российской Федерации. В последние годы в связи с политической и эпидемиологической обстановкой в мире рекреационная привлекательность Калининградской области значительно выросла, что, в свою очередь, повысило нагрузку на морское побережье. Вместе с тем наблюдается нехватка исследований, посвященных оценке степени уязвимости береговой зоны. Практическая значимость данного исследования заключается в возможности дальнейшего использования его результатов для оценки и анализа уязвимости побережья Калининградской области и принятия решения по проведению ряда мероприятий по защите и охране береговой зоны. Для исследования выбрана методика CVI (индекс уязвимости побережья), наиболее универсальная по сравнению с другими, но требующая специфических параметров для исследуемого объекта / территории. Поставленная цель исследования — оценка уязвимости береговой зоны на побережье Калининградской области. Метод CVI представляет собой классическую балльную систему оценки, которая позволяет выделить ключевые участки и указать ряд мероприятий по предотвращению ухудшения состояния побережья.

**Ключевые слова:** уязвимость береговой зоны, устойчивость береговой зоны, индекс CVI, побережье Калининградской области

#### Введение

Для оценки уязвимости / устойчивости береговых систем существует ряд индексов, одни из которых могут учитывать морфологическую устойчивость, другие оценивают социальную и рекреационную нагрузку, третьи комбинируют антропогенные и физические факторы, оказывающие влияние на береговую зону. Наиболее практичным мы находим индекс уязвимости побережья (Coastal Vulnerability Index, CVI), который позволяет оперативно оценить уязвимость береговой зоны к внешним природным и антропогенным опасностям.

Индекс CVI используется для выявления наиболее уязвимых участков береговой зоны с относительно высокими рисками. Индекс охваты-

<sup>©</sup> Сукманова Т.В., Баранов Н.С., Стрекаль А.В., 2023



вает набор ключевых параметров оценки, наиболее актуальных для большинства побережий. Эти параметры связаны с опасностями, которые могут повлиять на состояние исследуемого участка побережья, а также непосредственно связаны с устойчивостью, которая делает систему стабильнее к негативным факторам. Количество и типология параметров могут изменяться в зависимости от района исследования, определенных целей и имеющихся данных. Ключевые параметры оцениваются по балльной шкале от низкого до высокого уровня уязвимости. При расчете вычисляется индекс, благодаря которому можно ранжировать уязвимость определенного участка побережья от низкой уязвимости до высокой для дальнейших исследований, например в рациональном зонировании береговой зоны и управлении ею.

CVI обладает гибкостью в применении параметров, удобен и довольно прост в использовании по сравнению с другими индексами, применяемыми в оценке состояния береговой зоны. Помимо основных параметров могут быть использованы понижающие и повышающие коэффициенты, которые будут специфическими для исследуемого объекта.

Методика CVI используется с 1980-х гт. Изначально она применялась для разработки базы данных об опасностях для прибрежных районов, чтобы обеспечить глобальный обзор относительной уязвимости береговых линий мира к опасностям затопления и эрозии в результате глобальных климатических изменений. Впоследствии методика изменялась другими авторами, которые добавляли специфические параметры для своих районов исследования. Но главным изменением сталучет антропогенных факторов.

#### Описание района исследования

Побережье Калининградской области подвергается значительным воздействиям как природных, так и антропогенных факторов. Кроме отдельного влияния на состояние берега, процессы взаимодействуют между собой и способствуют либо усилению разрушения береговой зоны, либо ее сохранению. В пределах области можно выделить две крупные системы: северное и западное побережья, что связано с особенностями береговой линии Калининградского (Самбийского) полуострова. Также в этих двух системах можно выделить четыре района: Балтийская коса, Куршская коса, северное и западное побережья Калининградской области.

Береговая зона — территория активного взаимодействия суши и моря, включающая берег и прибрежную полосу морского дна (подводный береговой склон). Подвергаемая воздействию волн береговая зона разрушается или накапливает наносы (песок, гравий, гальку), для которых характерно непрерывное движение. В законодательстве Российской Федерации понятие «береговая зона» не определено, но данный термин используется в ряде документов, в частности в приказе Росводресурсов от 02.06.2016 г. №114 [6] и методических рекомендациях МЧС от 02.12.2021 г. №Д3-17-802-5172-ВЯ [4].



#### Методы исследования

Для оценки уязвимости используются разнообразные методики с определенными критериями, которые можно применять для различных районов исследования (изменяя критерии под определенную специфику территории). Основной методикой расчета в научном консорциуме является формула индекса СVI Вивьен Горниц [10], позволяющая установить потенциальную степень изменения или устойчивости участков береговой линии под воздействием внешних факторов. Горниц использовала индекс для определения уязвимости восточной части Соединенных Штатов в качестве тестового примера.

В 1989 г. В.М. Московкин, Н.В. Есин и Е.А. Ковтун представили свою методику для определения устойчивости морских берегов. Расчет основан на уравнении баланса обломочного материала (управление абразией). При расчете устойчивости берегов рассматривались только природные факторы [5].

В 2018 г. вышла статья Ю.Н. Горячкина, Р.Д. Косьян и В.В. Крыленко, в которой на примере побережья Крымского полуострова при расчете устойчивости учитывались как природные, так и антропогенные факторы. При наличии факторов, снижающих устойчивость берегов, параметру присваивается отрицательное значение, рассматриваются как абразионные берега, так и аккумулятивные [2].

В том же году была опубликована статья итальянского научного коллектива [9], рассматривавшая побережье Апулийского региона (Адриатическое море, Италия). Для расчетов территория побережья была разделена на участки по 500 м. Рассматриваемым параметрам (природным и антропогенным) был присвоен рейтинг уязвимости от 1 до 4 (очень низкая, средняя, высокая и очень высокая соответственно). Авторы отмечают, что предлагаемая процедура достаточно проста в реализации, повторяема и общеприменима. Она позволяет быстро получать карты уязвимости для проведения промежуточной оценки. По сравнению с другими, более полными, но также и более сложными методологиями и моделями, эта методика гораздо более практична, предоставляя инструменты для подготовки и реагирования на различные воздействия на людей и поселения.

Хорватские исследователи в 2019 г. изучали уязвимость восточного побережья Адриатического моря. В отличие от других работ, в их исследовании дается оценка уязвимости побережья со сложной геоморфологией. Авторы подчеркивают необходимость разработки принципов мониторинга и создания стратегии управления рисками в различных морских геофизических условиях. При расчетах используется индекс уязвимости побережья (CVI), научный коллектив подчеркивает его приоритетность в мониторинге, исследовании и грамотном управлении уязвимыми береговыми зонами [12].

В 2020 г. опубликована статья О.А. Ковалевой, А.Ю. Сергеева и Д.В. Рябчук, посвященная индексу уязвимости береговой зоны Финского залива. Она также основывается на методике Горниц, но параметры изменены на специфические для данного района исследования. Они могут быть использованы и для Калининградского побережья. Ос-



новными параметрами для формулы послужили изрезанность береговой зоны, геология берега, элементы побережья, форма пляжа, подводные валы, крутизна подводного склона и подверженность штормам. Значения переменных были взяты от 1 до 3 (от низкого до высокого) [3].

В этом же году вышла статья итальянских исследователей [11]. Они объединяют различные концепции и разрабатывают относительно краткие методы общей оценки уязвимости прибрежной зоны на примере северо-восточной части острова Гозо (Мальта), используя в качестве доминантных параметров морские геоморфологические и геофизические данные. Также присутствуют социальные показатель медицинской помощи, инвалидности, преклонного возраста, семьи / детей, безработицы, население.

Также необходимо обратить внимание на научные исследования по уязвимости побережья, проводимые в Калининградской области (В.П. Бобыкина, И.И. Волкова, И.И. Кесорецких, Т.В. Шаплыгина). Так, в диссертационном исследовании Т.В. Шаплыгиной проведена комплексная геоэкологическая оценка с использованием показателей-индикаторов, учитывающих как природные особенности прибрежно-морского ландшафта Куршской и Вислинской кос, так и основные антропогенные воздействия [8].

В коллективном исследовании геоэкологического состояния эолового морского ландшафта российских частей Куршской и Вислинской кос, проведенном в 2011 г., уделено внимание уязвимости этих кос по отношению к возможному нефтяному загрязнению. Для оценки были использованы основные параметры, такие как гранулометрический состав, ширина пляжа и состояние авандюны / уступа размыва, а также дополнительные параметры, позволяющие осуществить более полную оценку ситуации на побережье (наличие редких и охраняемых видов флоры и фауны, интенсивность рекреации, а также наличие жилых объектов в непосредственной близости от береговой зоны). Разработанная методика оценки геоэкологического состояния имеет ограничения и может применяться только для природных комплексов, находящихся на подобных аккумулятивных формированиях в прибрежной зоне [1].

В 2022 г. опубликована статъя, посвященная оценке состояния авандюны на территории национального парка «Куршская коса». Использовалась методика, схожая с параметрами оценки в индексе СVI (количество котловин выдувания, ширина пляжа, берегозащитные мероприятия, наличие рекреационной зоны, наличие закрепленной растительности т.д.). При сравнении двух результатов полученные оценки состояния совпадают до участка близ администрации национального парка (визит-центр), но на других участках (от визит-центра до границы с Литвой) показатели разнятся. Причиной являются различия в рассматриваемых параметрах и в общем их количестве: в СVI используется ряд дополнительных параметров (среднегодовое значение динамики берега, штормовые явления, степень развитости дорожной сети, природоохранный статус, значительная высота волны, наличие морской инфраструктуры, сезонность рекреационной нагрузки, размер поселе-



ний, характер использования территории, характер изменения береговой линии и геоморфология). Вместе с тем следует отметить, что автор рассматривал состояние авандюны косы, а береговая зона (пляж) была учтена только как зона, которая принимает на себя основную силу штормовой активности [7].

#### Результаты исследования

В расчетах были совмещены как характеристики самой береговой зоны, так и социально-экономические (антропогенные) факторы, обусловливающие антропогенную нагрузку на зону. Для оценки уязвимости береговой системы в пределах Калининградской части Балтийского моря побережье региона было разделено на 4 района: Балтийская и Куршская косы, северное и западное побережья (рис. 1).

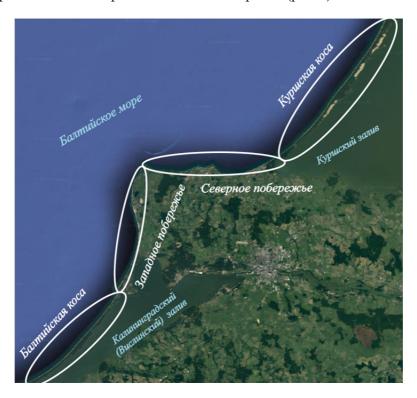


Рис. 1. Побережье Калининградской области

На следующем этапе было осуществлено разделение данных участков на равные секторы размером 3,5 км. Для получения именно такого значения длины секторов предварительно проведено исследование береговых зон Эстонии, Литвы, Латвии, России (Калининградская область), Польши и восточного побережья Германии (табл. 1). При делении побережья Калининградской области получилось 42 участка по 3,5 км и 1 участок длиной 0,7 км (рис. 2).



 $\label{eq:2.2} \ensuremath{\textit{Таблица 1}}$  Протяженность приморских населенных пунктов Юго-Восточной Балтики

Протяженность населенных пунктов, км	Эстония	Литва	Латвия	Калининградская область	Польша	Германия	Общее количество
До 1	7	_	_	1	4	1	13
1,1-2	7	1	ı	8	6	3	25
2,1-3	11	1	1	3	11	2	28
3,1-4	6	2	2	3	13	1	24
1,1-2 2,1-3 3,1-4 4,1-5 5,1-6 6,1-7	4	1	2	2	11	1	21
5,1-6	5	1	2	_	3	1	12
6,1-7	2	1	1	-	3	1	5
Более 7	1	_	1	_	4	_	6



Рис. 2. Разделение на участки побережья Калининградской области

Для расчета индекса выбраны следующие переменные:

- природные (гранулометрический состав, ширина пляжа, изменение береговой линии, растительный покров, количество котловин выдувания / оползневых процессов);
- антропогенные (характер использования пляжной зоны, размер поселений, сезонность рекреационной нагрузки, категории земель, берегоукрепление и береговосстановление).



Мы использовали итальянский вариант методики [8], так как он учитывает природные и антропогенные параметры для оценки уязвимости.

За основу расчета индекса уязвимости береговой зоны была взята формула [8]

$$CVI = \sqrt{(a^*b^*c^*d^*e^*...)/n}, \tag{1}$$

где  $a, b, c, \dots$  — физические и антропогенные параметры, n — количество учитываемых параметров.

Рабочая формула для расчетов представляет собой переработку методики, измененной с учетом специфических параметров Калининградского региона:

$$CVI = \sqrt{\frac{a \times b \times c \times d \times e \times f \times g \times h \times i \times k}{10}}.$$
 (2)

Численные результаты расчета по индексу CVI представлены в таблице 2. Значение каждой переменной связывается с определенным уровнем уязвимости, который находится в диапазоне от 1 (что соответствует очень низкой уязвимости) до 5 (что соответствует очень высокой уязвимости). Ранжирование результатов индекса CVI показано в таблице 3. Общая картосхема по расчетам индекса CVI на Калининградском побережье приведена на рисунке 3, отдельный список по участкам представлен в таблице 4.

Таблица 2

#### Ранжирование переменных индекса CVI

Параметр	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
	1	2	3	4	5
Гранулометриче-	Валуны	Гравий	Галька	Галька и песок	Рыхлые пес-
ский состав (а)					чаные поро-
					ды, песок
Ширина пляжа,	Более 31	21 - 30	11 - 20	5 - 10	<5
м (b)					
Изменение бере-		Стабильность	Тенденция к ста-		Абразия
, ,	ция (аккуму-		бильности	абразии	
	ляция)				
Растительный по-	Густая рас-	Средняя гус-	Травы-песколю-	Травы-песко-	Отсутствие
кров ( <i>d</i> )			бы с очаговыми		или недоста-
	(более 60%	тельности на	деревьями, кус-		точное коли-
	от площади	открытой тер-	тарниками и кус-		чество расти-
		ритории (око-	тарничками		тельности
	го участка)	ло 60% пло-			
		щади оцени-			
		ваемого участ-			
		ка)			
Количество котло-	0	1 - 2	3-4	5-6	Более 7
вин выдувания /					
оползневых про-					
цессов на 500 м					
протяженности					
берега (е)					

**8**7



#### Окончание табл. 2

	Очень Низкий		Средний	Высокий	Очень
Параметр	низкий	TIVISKVIVI	Среднии	DBICOKVIVI	высокий
	1	2	3	4	5
Характер исполь-	Практиче-	Используется	«Дикие пляжи»	Официаль-	Туристиче-
зования пляжной	ски не ис-	для прохода		ные пляжи	ская зона
зоны <i>(f</i> )	пользуется				
Размер поселений	Отсутствие	Поселки	Малые города (до	Полусредние	Средние го-
(g)	поселений		20 тыс. жителей)	города	рода
				(20-50 тыс.	(50-100 тыс.
				жителей)	жителей)
Сезонность рекре-	Рекреацион-	Слабая сезон-	Средняя сезонная	Сильная се-	Круглого-
ационной нагруз-	ная нагрузка	ная выражен-	выраженность	зонная выра-	дичная ре-
ки (h)	практически		(2-4  Mec.)	женность	креационная
	отсутствует	(1-2  Mec.)		(4-7  Mec.)	нагрузка
Категории земель	Земли	Земли лесно-	Земли сельскохо-	Земли под про-	Земли насе-
<i>(i)</i>	ООПТ.	го и водного	зяйственного зна-	мышленостью	ленных пун-
	Земли обо-	*	чения	(электрони-	ктов
	роны и бе-	Земли госу-		ка, порт)	
	зопасности.	дарственного			
	Объекты	запаса			
	культурно-				
	го наследия				
Берегоукрепле-					
ние и береговос-					
становление ( <i>k</i> )	Е	СТЬ		Нет	

Таблица 3

## Ранжирование результатов индекса CVI (включая повышающие коэффициенты)

Очень низкая (очень высокая сопротивляемость отдельно взя-	
того участка побережья к воздействию внешних факторов)	<14
Низкая (высокая сопротивляемость отдельно взятого участка	
побережья к воздействию внешних факторов)	14-43,9
Средняя (средняя сопротивляемость отдельно взятого участка	
побережья к воздействию внешних факторов)	44-81,9
Высокая* (низкая сопротивляемость отдельно взятого участка	
побережья к воздействию внешних факторов)	82-146,9
Очень высокая* (очень низкая сопротивляемость отдельно взя-	
того участка побережья к воздействию внешних факторов)	>146,9

Примечание: \* при высокой и очень высокой степени уязвимости береговой зоны ее неспособность сопротивляться внешним факторам может привести к изменениям, которые будут нести разрушительный характер.



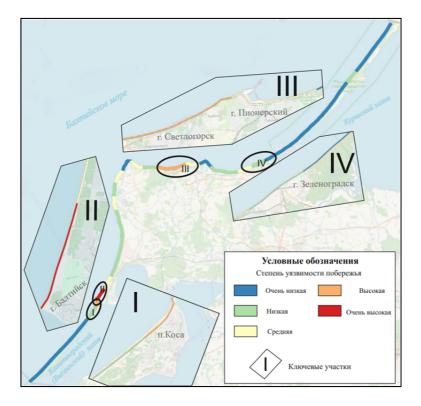


Рис. 3. Степень уязвимости (методом CVI) побережья Калининградской области

Таблица 4

#### Степень уязвимости (CVI) побережья Калининградской области

Степень уязвимости (доля)	Участок		
Очень высокая (2,5%)	Западное побережье (г. Балтийск)		
Высокая (6,6%)	Балтийская коса (территория пос. Коса).		
	Северное побережье (г. Светлогорск, пос. Рыбное)		
Средняя (14,9%)	Западное побережье (пос. Мечниково, Донское, пгт Янтар-		
	ный).		
	Северное побережье (пос. Филино, Сокольники, Малиновка,		
	г. Пионерский)		
Низкая (27 %)	Балтийская коса (1,6—4,4 км косы).		
	Западное побережье (участки от пос. Мечниково до пгт Ян-		
	тарный, пос. Синявино).		
	Северное побережье (пос. Приморье, Лесное, Куликово,		
	г. Зеленоградск).		
	Куршская коса (морская часть около пос. Рыбачий)		
Очень низкая (49%)	Все остальные участки		



Полученные результаты свидетельствуют о том, что большая часть прибрежной зоны Балтийского моря в пределах Калининградской области (76% от общей протяженности побережья) характеризуется низкой степенью уязвимости. Остальные 24% прибрежной зоны подвержены различным природным и антропогенным воздействиям, что приводит к отрицательным изменениям (сокращение ширины пляжевой зоны и снижение площадей, занятых растительным покровом). Вместе с тем в последние годы происходит рост урбанизации прибрежной зоны, что является важным антропогенным фактором. Тем не менее администрация области и организации по защите береговой линии активно работают над ее укреплением и восстановлением, а также восстанавливают морскую инфраструктуру для стабилизации ситуации в регионе.

Отметим участки, выделенные на рисунке 3: І – пос. Коса (Балтийская коса), II — г. Балтийск (западное побережье), III — г. Светлогорск и пос. Рыбное (северное побережье), IV - г. Зеленоградск (северное побережье). Особенно сильные изменения в будущем коснутся побережья по линии Янтарный – Балтийск, так как на этой территории предусмотрено развитие нового крупного курорта «Русская Балтика» [13], что в совокупности приведет к росту численности населения и количества рекреантов, который, в свою очередь, с учетом чувствительной морфологической характеристики данной зоны спровоцирует возможное ухудшение обстановки. Но ситуация может измениться благодаря проведению полного комплекса природоохранных мероприятий (берегоукрепительные работы, восстановление или создание морской туристической инфраструктуры). Следует отметить, что существующая старая берегозащитная инфраструктура требует реконструкции или полного обновления. В своем современном состоянии ее элементы не выполняют свои функции, а в некоторых ситуациях могут приводить к переходу рассматриваемых участков в категорию высокой степени уязвимости.

Участок на территории пос. Коса (участок I) характеризуется высокой уязвимостью. Это связано с популярностью территории в секторе так называемых диких пляжей до начала июня 2022 г., однако 15 июня 2022 г. был открыт официальный пляж (создана туристическая инфраструктура, проведены мероприятия по укреплению авандюны), что поспособствовало стабилизации ситуации на данном участке. Прибрежная территория имеет потенциал для развития туристической зоны, но необходимо проводить дальнейшие мероприятия по берегоукреплению: удлинение биг-бэгов (в планах правительства Калининградской области данный пункт уже есть), укрепление авандюны. Отметим, что вследствие сильных штормовых явлений в октябре 2023 г. произошло повреждение части биг-бэгов (рис. 4). Данный вид берегоукрепления имеет свои недостатки:

• ограниченная долговечность — мешки в основном изготовлены из полиэтилена, который подвержен воздействию солнечных лучей и других факторов окружающей среды. В результате они могут быстро разрушиться и потерять свою функциональность. Более того, поверхность биг-бэгов может быть повреждена острыми предметами, что также снижает их эффективность;



• ограниченная устойчивость к воде — полиэтилен не является водопоглощающим материалом, поэтому мешки могут заполниться водой и начать «плавать», что создает дополнительное отрицательное воздействие на береговую зону.

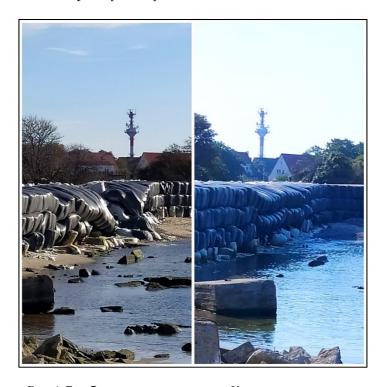


Рис. 4. Биг-бэги на территории пос. Коса со стороны моря: слева — 2 ноября 2023 г., справа — 16 августа 2023 г.

*Источник:* группа «ВКонтакте» г. Балтийска (https://vk.com/wall-48680386\_173234).

Несмотря на эти недостатки, биг-бэги могут быть полезными в ряде ситуаций, особенно при мелкомасштабных проектах временного характера. Однако для долгосрочной и устойчивой защиты береговой полосы существуют более надежные и эффективные методы, такие как использование габионов или специальных сеток для растений.

Также необходимо упомянуть признанные туристические зоны Калининградской области: г. Светлогорск (участок III) и Зеленоградск (участок IV), которые находятся в относительно стабильной ситуации. Участок III характеризуется высоким (Светлогорск) и средним (г. Пионерский) индексами CVI. На него воздействуют как антропогенные факторы (строительство порта в Пионерском и реконструкция «старого» променада в Светлогорске), так и природные (ветро-волновая деятельность в зимний период с юго-западным направлением). Но стоит отметить, что на участке III проведены и продолжают вестись мероприятия «Балтберегозащиты» и компании «Геоизол», занимающейся стро-



ительством портовой инфраструктуры в Пионерском и реконструкцией берегозащитных сооружений в западной части Зеленоградского пляжа, по созданию пляжеудерживающих сооружений и восстановлению «старого» променада, который оказался в аварийном состоянии после шторма в начале января 2019 г. По плану работы должны завершиться в конце декабря 2024 г.

Участок IV выделяется низким уровнем уязвимости. На территории Зеленоградска до 2021 г. проходила реконструкция западного пляжа, также проведены берегоохранные мероприятия на корневом участке Куршской косы (рис. 5, объект сдан в декабре 2022 г. и представлен на ежегодной конференции национального парка «Куршская коса» 23 декабря 2022 г.), которые хорошо себя показали при штормовой активности в зимний период 2022—2023 гг.



Рис. 5. Берегоукрепление в корневой части Куршской косы (восточное побережье около г. Зеленоградска)

*Источник*: телеграм-канал губернатора Калининградской области Антона Алиханова (t.me/aa\_alikhanov).

Подводя итоги, отметим целесообразность использовании индекса CVI на Калининградском побережье. Данная методика позволяет в количественном эквиваленте относительно быстро оценить уязвимость береговой зоны для рационального управления ею. Для более детального исследования необходимо разработать и ввести специфические параметры и коэффициенты (повышающие и понижающие), которые будут приближены к рассматриваемому региону. Для Калининградской области это могут быть оборудованность пляжа для рекреацион-



ной деятельности, численность рекреантов (среднегодовое значение), берегоукрепительные работы, строительство на рассматриваемом участке и т.д.

#### Список литературы

- 1. Белов Н.С., Шаплыгина Т.В., Глеза И.А., Гриценко В.А. Полуэмпирические модели на тематических слоях общегеографической ГИС «Калининградская область» как инструментарий КУПЗ региона // Стратегическое планирование в регионах и городах России: Стратегии модернизации и модернизация стратегий. СПб., 2011. С. 150—155.
- 2. Горячкин Ю.Н., Косьян Р.Д., Крыленко В.В. Природно-хозяйственная оценка берегов западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 3. С. 41 55.
- 3. Ковалева О.А., Сергеев А.Ю., Рябчук Д.В. Определение индекса уязвимости береговой зоны восточной части Финского залива (Балтийское море) к абразионным процессам // Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ. СПб., 2020. С. 521 523.
- 4. *Методические* рекомендации по оценке опасности подводных потенциально опасных объектов во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации: утв. МЧС России 02.12.2021 г. № ДЗ-17-802-5172-ВЯ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
- 5. *Московкин В.М., Есин Н.В., Ковтун Е.А.* Исследование устойчивости морских берегов методами теории катастроф // Океанология. 1989. Т. 24, №1. С. 108—111.
- 6. Об утверждении правил использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища : приказ Росводресурсов от 02.06.2016 г. №114. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
- 7. Сукманова Т. В. Информационное освещение экологических проблем на примере национального парка «Куршская коса» // Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022. Тверь, 2022. С. 298—301.
- 8. *Шаплыгина Т.В.* Геоэкологическая оценка состояния природных комплексов Куршской и Вислинской кос: дис. ... канд. геогр. наук. Калининград, 2010.
- 9. De Serio F., Armenio E., Mossa M., Petrillo A.F. How to define priorities in coastal vulnerability assessment // Geosciences. 2018. № 8 (11). P. 415.
- 10. *Gornitz V.* Global coastal hazards from future sea level rise // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1991.  $\mathbb{N}_{2}$  89 (4). P. 379 398.
- 11. *Rizzo A., Vandelli V., Buhagiar G., Micallef A.* Coastal vulnerability assessment along the north-eastern sector of Gozo Island (Malta, Mediterranean Sea) // Water. 2020. No 12 (5). P. 1405.
- 12. Ružić I., Dugonjić Jovančević S., Benac Č. Assessment of the Coastal Vulnerability Index in an area of complex geological conditions on the Krk Island, Northeast Adriatic Sea // Geosciences. 2019. № 9 (5). P. 219.
- 13. *Проект* строительства курорта в Янтарном представлен на президиуме правкомиссии по туризму // Пресс-центр Правительства Калининградской области. URL: https://www.gov39.ru/press/334411/ (дата обращения: 12.07.2023).

#### Об авторах

Татьяна Викторовна Сукманова — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: tanja.sukmanova@yandex.ru



Никита Сергеевич Баранов — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: edu.nikitabaranov@yandex.ru

Анна Валерьевна Стрекаль — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: anna.strekal@bk.ru

#### T. V. Sukmanova, N. S. Baranov, A. V. Strekal

#### VULNERABILITY ASSESSMENT OF COASTAL SYSTEMS IN THE KALININGRAD REGION USING THE COAST VULNERABILITY INDEX (CVI)

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia Received 10 October 2023 Accepted 20 November 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-6

To cite this article: Sukmanova T.V., Baranov N.S., Strekal A.V., 2023, Vulnerability assessment of coastal systems in the Kaliningrad region using the coast vulnerability index (CVI), *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 81 − 94. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-6.

The Kaliningrad region is a unique constituent entity of the Russian Federation. In recent years, due to the global political and epidemiological situation, the recreational attractiveness of the Kaliningrad region has significantly increased, thereby placing greater pressure on the coastal zone. However, there is a lack of research dedicated to assessing the vulnerability of the coastal area. The practical significance of this study lies in the potential for further utilization of its results to evaluate and analyze the vulnerability of the coastline of the Kaliningrad region and make decisions on implementing a series of measures to protect and preserve the coastal zone. For the study, the Coastal Vulnerability Index (CVI) methodology was selected, which is considered the most versatile compared to others but requires specific parameters for the studied object/territory. The research goal is to assess the vulnerability of the coastal zone on the Kaliningrad Oblast coastline. The CVI method represents a classic scoring system that allows identifying key areas and suggesting a series of measures to prevent the deterioration of the coastal condition.

**Keywords:** vulnerability of the coastal zone, stability of the coastal zone, CVI, coast of the Kaliningrad region

#### The authors

Tatiana V. Sukmanova, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: tanja.sukmanova@yandex.ru

Nikita S. Baranov, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia. E-mail: edu.nikitabaranov@yandex.ru

Anna V. Strekal, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia. E-mail: anna.strekal@bk.ru

#### БИОЛОГИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 577.3

#### Е. А. Улитина, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова

#### ХАРАКТЕРИСТИКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНТЕЗИРОВАННОГО АНТИМИКРОБНОГО ПЕПТИДА В СОСТАВЕ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ ПИЩЕВОЙ ПЛЕНКИ

Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия Поступила в редакцию 24.10.2023 г. Принята к публикации 23.11.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-7

Для цитирования: Улитина Е.А., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В. Характеристика и использование синтезированного антимикробного пептида в составе биоразлагаемой пищевой пленки // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. № 4. С. 95 — 102. doi: 10.5922/gikbfu-2023-3-7.

Одним из направлений в создании упаковки для пищевых продуктов является использование биоразлагамых безопасных материалов и антимикробных веществ. К перспективным рецептурным ингредиентам для биоразлагаемых пленок относятся биопептиды с антимикробными свойствами. Целью исследований стала разработка биоразлагаемой пищевой пленки с использованием синтезированного антимикробного пептида. Объектами послужили пептид, тест-штаммы С. albicans, Escherichia coli и Bacillus subtilis. Подтверждение чистоты и первичной структуры пептида проводили с помощью масс-спектрометрии. Антимикробную активность пептида изучали диско-диффузионным методом на грамположительных и грамотрицательных бактериях. Степень биоразложения пленки определяли через 1, 3 и 6 месяцев путем воздействия микроорганизмов. Проведен синтез пептида ACSAG. Полученный пептид по количественному и качественному составу аминокислот, последовательности, молекулярной массе соответствует известному антимикробному пептиду. Установлено, что синтезированный пептид обладает антимикробной активностью к E. coli ATCC 25922 и В. subtilis. Разработан состав для биоразлагаемой пленки, включающий агарагар, глицерин, антимикробный пептид и дистиллированную воду. Доказано, что введение пептида в состав пленки снижает ее биоразлагаемость.

**Ключевые слова**: синтезированные пептиды, молекулярная масса, аминокислотная последовательность, противомикробное действие, биоразлагаемые пищевые пленки

#### Введение

Для упаковки пищевых продуктов широко используются контейнеры из пластика, обладающие необходимыми механическими, оптическими свойствами и имеющие невысокую стоимость по сравнению с другими видами упаковки. Применение контейнеров из пластика при

<sup>©</sup> Улитина Е. А., Тихонов С. Л., Тихонова Н. В., 2023



хранении пищевой продукции позволяет снизить проникновение газов и влаги в продукт, что способствует обеспечению показателей качества в течение всего срока годности [1]. Вместе с тем пластиковые контейнеры являются отходами, долго разлагаются, что усиливает загрязнение окружающей среды [2]. В связи с этим растет потребность в создании биоразлагаемых упаковочных материалов [3].

Согласно исследованию [4], биоразлагаемые полимеры, входящие в состав пищевых упаковок, покрытий и пленок, подразделяются на три основные группы. К первой группе относятся пленки и покрытия с использованием полисахаридов, в частности крахмала, целлюлозы, хитозана и др., и белков, например соевых. Во вторую группу включают синтетические полимеры, в частности поликапролактон. К третьей группе относят вещества, полученные в результате биотехнологического процесса и продуцируемые микроорганизмами.

Для увеличения срока хранения продуктов питания в состав биоразлагаемых материалов, используемых для создания пищевых упаковочных контейнеров и пленок, следует включать антимикробные вещества [5].

Большое количество биоразлагаемых пленок получено на основе крахмала, так как он характеризуется низкой стоимостью, доступен в промышленных объемах, безопасен и имеет необходимые структурномеханические свойства. Такие пищевые биоразлагаемые пленки, как правило, получают методом литья [6]. В качестве антимикробного вещества в состав пленок могут быть введены эфирные масла, наночастицы серебра и другие вещества [7; 8]. Так, в исследовании [9] в пищевые пленки предлагают включать порошок кожуры граната. Ингибирующее действие таких пленок доказано в отношении бактерий *S. aureus* и рода *Salmonella* в экспериментах *in vitro*.

В группу синтетических полимеров входит термопластичный биополимер PLA, получаемый из молочной кислоты путем ферментации крахмала. Благодаря своей способности к биологическому разложению в компостной среде и биосовместимости PLA нашел множество применений, поскольку обладает хорошими барьерными свойствами против водяных паров, O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>, высокой механической стойкостью и фотостабильностью [10].

Для производства биоразлагаемых материалов применяют полимеры, полученные методом ферментации. Например, полигидроксибутират (ПГБ) и поли(3-гидроксибутират-со-3-гидроксивалерат) (ПГБВ) продуцируются широким спектром бактерий путем ферментации сахаров и жиров [11].

В работе [12] получены биоразлагаемые пленки на основе ПГБ и известкового масла. В экспериментах *in vitro* доказано бактериостатическое действие вышеуказанных пленок в отношении *S. aureus, E. coli, L. monocytogenes* и *S. enterica*. Также получают противомикробные пленки с ПГБ и ванилином (20, 40, 50, 80, 100 или 200 мкг на 1 г ПГБ) методом литья. Пленки показали высокую бактериостатическую активность в отношении *E. coli, S. typhimurium, S. flexneri* и *S. aureus*.

К перспективным антимикробным веществам относятся биопептиды, которые можно рассматривать в качестве потенциальных ингреди-



ентов в составе биоразлагаемых пищевых антимикробных пленок. Авторами [13] разработаны биоразлагаемые пленки с пептидом низин и подтверждена их эффективность против *L. plantarum*.

В связи с вышесказанным целью нашего исследования является разработка биоразлагаемой пищевой пленки с использованием синтезированного антимикробного пептида (АМП).

#### Материал и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали синтезированный АМП ACSAG [14], тест-штаммы *C. albicans, Escherichia coli* и *Bacillus subtilis*, агар-агар (ГОСТ 16280-2002 «Агар пищевой. Технические условия», «Айдиго»), пищевой глицерин (ГОСТ 6824-96 «Глицерин дистиллированный. Общие технические условия», ООО ПКФ «Нижегород-ХимПродукт»). Получение синтезированного пептида проводили в компании Рертіс Со., Ltd (Сучжоу, Китай) стандартным твердофазным пептидным синтезом Fmoc (SPPS) с последующей очисткой методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографической колонке SHIMADZU Inertsil ODS-SP (4,6×250 мм×5 мкм). Молекулярно-массовое распределение пептида оценивали масс-спектрометрическим методом и идентифицировали методом MALDI-TOF MS Ultraflex (Втикег, Германия). Анализ масс-спектров проводили с помощью программы Mascot, опция Peptide Fingerprint (Matrix Science, CIIIA) с использованием базы данных Protein NCBI.

Антимикробную активность пептида изучали диско-диффузионным методом на грамположительных и грамотрицательных бактериях. В качестве тест-штаммов выбраны  $E.\ coli$  и грамположительная бактерия  $B.\ subtilis$ . Культивирование штаммов бактерий проводили на плотной питательной среде LB (агар — 1,5%, триптон — 1%, дрожжевой экстракт — 0,5%, NaCl — 1%) и жидкой питательной среде LB (триптон — 1%, дрожжевой экстракт — 0,5%, NaCl — 1%) при температуре 37°C.

Диско-диффузионный метод определения антимикробной активности гидролизатов заключается в следующем. Тест-штамм высевали на агаризованную питательную среду газоном и одновременно на газон помещали исследуемый пептид. В качестве контроля использовался бумажный диск с питательной средой, в качестве препарата сравнения — диск с антибиотиком («Канамицин» из стандартного набора). Чашки Петри инкубировали при температуре, соответствующей оптимальной температуре роста каждого тест-штамма микроорганизма, в течение  $24,0\pm0,5$  ч. Результаты учитывались по наличию и размеру (в мм) прозрачной зоны отсутствия роста микроорганизмов вокруг диска.

Толщину биоразлагаемой пленки измеряли с помощью микрометра МК 50-1 в трех различных местах пленки и рассчитывали среднюю. Степень биоразложения пленки определяли через 1, 3 и 6 месяцев путем воздействия микроорганизмов естественных условий (P. funiculiosum, A. niger и др.) в термостате при температуре  $29-30\,^{\circ}$ С и относительной влажности не менее  $90\,\%$ .

Степень достоверности рассчитывали статистическим анализом полученных результатов в программе GraphPad Prism  $8.1\,\mathrm{u}$  с помощью алгоритмов one-way ANNOVA и two-way ANNOVA. Достоверным считалось различие p < 0.05.



#### Результаты

Проведен синтез пептида ACSAG. Согласно базе данных APD, синтезируемый пептид относится к антимикробным. На рисунке 1 представлена хроматограмма пептида.

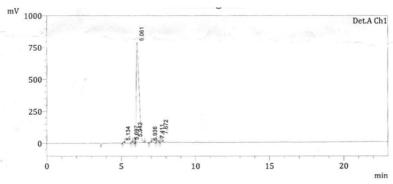


Рис. 1. Хроматограмма пептида

В таблице 1 представлены пиковые значения хроматограммы пептида Т1.4с (детектор A Chi1/220 нм).

Таблица 1 Величины пиков хроматограммы пептида (детектор A Chi1/220 нм)

№ пика	Текущее время, с	Площадь, %	Высота, %
1	5,134	0,280	0,651
2	5,697	0,336	0,867
3	5,942	0,806	3,546
4	6,061	95,005	87,410
5	6,936	0,037	0,073
6	7,411	0,889	1,800
7	7,672	2,646	5,651
Итого	_	100,000	100,000

На рисунке 2 представлен масс-спектр пептида.

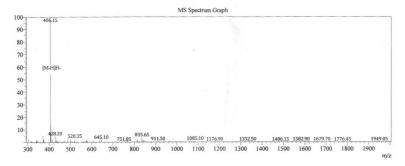


Рис. 2. Масс-спектр пептида



В таблице 2 представлена информация о синтезируемом пептиде.

Таблица 2

#### Теоретическая и фактическая молекулярные массы пептида

Наименование показателя	Характеристика	
Последовательность	ACSAG	
Номер	PCM15527-2-0815	
Теоретическая молекулярная масса пептида, Да	407,44	
Фактическая молекулярная масса пептида, Да	407,15	

При идентификации пептида в базе данных антимикробных пептидов APD установлено, что исследуемый пептид состоит из 5 аминокислот, имеет гидрофобный остаток 60% и молекулярную массу 407 Да.

Таким образом, полученный пептид по количественному и качественному составу аминокислот, их последовательности и молекулярной массе соответствует известному антимикробному пептиду.

В таблице 3 представлена антимикробная активность синтезированного пептида.

Антимикробная активность синтезированного пептида

Таблица 3

# Диаметр зоны лизиса, мм

Наименование образца	E. coli ATCC 25922	B. subtilis	C. albicans
Исследуемый пептид	19±1	24±1	23±1
Контроль	0	0	0
Антибиотик «Канамицин»	25 ± 2*	26 ± 2*	Не исследовали
Противомикробный препарат			
«Флуконазол»	Не исследовали	Не исследовали	$27 \pm 2*$

*Примечание:* \* р≤0,05 в сравнении с действием антибиотика «Канамицин» и противогрибкового препарата «Флуконазол».

Синтезированный пептид обладает антимикробной активностью к E. coli ATCC 25922 и В. subtilis. Так, зона лизиса при культивировании E. coli ATCC 25922 и В. subtilis составляет соответственно 19 и 24 мм в диаметре при использовании синтезированного пептида.

Разработан состав для биоразлагаемой пленки, включающий в качестве структурообразователя агар-агар, для придания эластичности глицерин, антимикробный пептид и дистиллированную воду.

Технология производства пленки включает следующие этапы: растворение пептида в дистиллированной воде в соотношении 1:10, приготовление пленкообразующего раствора из агара и глицерина согласно рецептуре, внесение растворенного пептида и выдувание пленки через головку экструдера, охлаждение, калибровку, сушку пленки.

На основании органолептических и структурно-механических показателей определена рациональная дозировка агара и глицерина. Приготовили 3 образца базового состава для биоразлагаемой пленки (табл. 4).

99

Таблица 4

Базовый состав для биоразлагаемой пленки

Рецептурный	Номер образца			
ингредиент, %	1	2	3	4
Агар	4	6	8	10
Глицерин	1	2	3	4
Дистиллированная вода	до 100 %			

Лучшие органолептические показатели имела пленка образца №2 — плотная, гибкая и прозрачная. Другие образцы характеризовались высокой ломкостью и низкой эластичностью. При исследовании образца №2 пленки установлено, что она по физико-химическим показателям соответствует требованиям ГОСТ Р 57432-2017 «Упаковка. Пленки из биоразлагаемого материала». Так, ее толщина составила 0,43±0,02 мм (норма не более 0,5 мм), прочность в продольном направлении 34,8±2,4 МПа (кгс/см²) (норма не менее 14), относительное удлинение при разрыве 24,1±1,2 (норма не менее 5).

Степень биоразложения пленки определяли до и после введения в состав пептида в количестве 375,5 мкг на 1 мл. В указанной дозировке пептиды обладают антимикробным и противовирусным действием [15]. Установлено, что пленка подвергается биоразложению, но вместе с тем введение пептида в пленку ослабляет этот процесс. Так, у пленки с пептидом потеря массы через 1, 3 и 6 месяцев составляет 35, 48 и 76%, без пептида — 53, 67 и 83%. Полученные данные согласуются с исследованиями [16; 17], в которых наблюдалось снижение биоразлагаемости пленки при включении в ее состав противомикробных препаратов. Потенциальные изменения в поведении полимера при биологическом разложении будут зависеть от доз активных соединений в пленках, кинетики их высвобождения в среду и чувствительности различных микроорганизмов, ответственных за процесс разложения.

#### Заключение

На основе проведенных исследований разработана пищевая биоразлагаемая пленка, включающая агар-агар, глицерин и дистиллированную воду. В пленке в качестве антимикробного средства использован пептид с доказанной противобактериальной активностью.

#### Список литературы

- 1. Hernández-García E., Vargas M., González-Martínez C., Chiralt A. Biodegradable Antimicrobial Films for Food Packaging: Effect of Antimicrobials on Degradation // Foods. 2021. № 10 (6). Art. № 1256. doi: https://doi.org/10.3390/foods10061256.
- 2. Asociación Española de Basuras Marinas (AEBAM). ¿Qué Son Las Basuras Marinas? 2020. URL: https://aebam.org/basuras-marinas/ (дата обращения: 14.11.2020).
- 3. *Labeaga A.* Polímeros Biodegradables. Importancia y potenciales Aplicaciones : Master's Thesis / Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, 2018.
  - 4. Ross G., Ross S., Tighe B. Bioplastics: New Routes, New Products. Amsterdam, 2017.
- 5. *Gupta P., Toksha B., Rahaman M.* Review on Biodegradable Packaging Films from Vegetative and Food Waste // Chem. Rec. 2022. № 22 (7). Art. № e202100326. doi: https://doi.org/10.1002/tcr.202100326.

100



- 6. *Valencia-Sullca C., Vargas M., Atarés L.* Thermoplastic cassava starch-chitosan bilayer films containing essential oils // Food Hydrocoll. 2018. № 75 P. 107 115. doi: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.09.008.
- 7. *Syafiq R., Sapuan S., Zuhri M.* Antimicrobial activity, physical, mechanical and barrier properties of sugar palm based nanocellulose/starch biocomposite films incorporated with cinnamon essential oil // J. Mater. Res. Technol. 2021. № 11. P. 144 157. doi: https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.12.091.
- 8. Shapi'i R., Othman S., Nordin N., Kadir Basha R. Antimicrobial properties of starch films incorporated with chitosan nanoparticles: In vitro and in vivo evaluation // Carbohydr. Polym. 2020. № 230. Art. № 115602. doi: https://doi.org/10.1016/j.carbpol. 2019.115602.
- 9. *Liu Y., Deng Y., Chen P., Duan M.* Biodegradation analysis of polyvinyl alcohol during the compost burial course // J. Basic Microbiol. 2019. № 59. P. 368 374. doi: https://doi.org/10.1002/jobm.201800468.
- 10. Serna C., Rodríguez S., Albán A. Ácido Poliláctico (PLA): Propiedades y Aplicaciones // Ing. Compet. 2011. № 5. Art. № 16.
- 11. *Rivera-Briso A., Serrano-Aroca A.* Poly(3-Hydroxybutyrate-co-3-Hydroxyvale-rate): Enhancement strategies for advanced applications // Polymers. 2018. № 10. Art. № 732. doi: https://doi.org/10.3390/polym10070732.
- 12. *Castro-Mayorga J., Martínez-Abad A.* Stabilization of antimicrobial silver nanoparticles by a polyhydroxyalkanoate obtained from mixed bacterial culture //Int. J. Biol. Macromol. 2014. № 71. P. 103 110. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac. 2014.06.059.
- 13. *Correa J., Molina V., Sanchez M., Kainz C.* Improving ham shelf life with a polyhydroxybutyrate/polycaprolactone biodegradable film activated with nisin // Food Packag. Shelf Life. 2017. № 11. P. 31−39. doi: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016. 11.004.
- 14. Liu Y., Sun Z., Wang C. Purification of a novel antibacterial short peptide in earthworm // Eisenia foetida. 2004. № 36 (4). P. 297 302. doi: 10.1093/abbs/36.4.297.
- 15. *Тихонов С.Л., Чернуха И.М.* Полипентид молозива коров перспективный функциональный ингредиент специализированной пищевой продукции для профилактики вирусных инфекций // Ползуновский вестник. 2023. №1. С. 114—122. doi: https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.014.
- 16. *Gonçalves S., Strauss M., Martinez D.* The Positive Fate of Biochar Addition to Soil in the Degradation of PHBV-Silver Nanoparticle Composites // Environ. Sci. Technol. 2018. № 52. P. 13845 13853. doi: https://doi.org/10.1021/acs.est.8b01524.
- 17. *Pavoni J., Luchese C., Tessaro I.* Impact of acid type for chitosan dissolution on the characteristics and biodegradability of cornstarch/chitosan based films // Int. J. Biol. Macromol. 2019. № 138. P. 693 703. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.07.089.

#### Об авторах

Елизавета Андреевна Улитина — асп., Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: egorulitin@inbox.ru ORCID: 0009-0006-8660-4527

Сергей Леонидович Тихонов — д-р техн. наук, проф., Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: tihonov75@bk.ru ORCID: 0000-0003-4863-9834

Наталья Валерьевна Тихонова — д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой пищевой инженерии аграрного производства, Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: tihonov75@bk.ru ORCID: 0000-0001-5841-1791 102

#### E. A. Ulitina, S. L. Tikhonov, N. V. Tikhonova

## CHARACTERIZATION AND USE OF SYNTHESIZED ANTIMICROBIAL PEPTIDE IN THE COMPOSITION OF BIODEGRADABLE FOOD FILM

Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia Received 24 October 2023 Accepted 23 November 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-7

To cite this article: Ulitina E. A., Tikhonov S. L., Tikhonova N. V., 2023, Characterization and use of synthesized antimicrobial peptide in the composition of biodegradable food film, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 95 − 102. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-7.

One direction in the development of food packaging involves the use of biodegradable safe materials along with antimicrobial agents. Among the promising prescribed ingredients for biodegradable films are biopeptides with antimicrobial properties. The research goal was to develop a biodegradable food film using a synthesized antimicrobial peptide. The objects of the study were the peptide, test strains of C. albicans, Escherichia coli, and Bacillus subtilis. The confirmation of the purity and primary structure of the peptide was conducted using mass spectrometry. The antimicrobial activity of the peptide was studied using the disc diffusion method on both Gram-positive and Gram-negative bacteria. The degree of film biodegradation was determined after 1, 3, and 6 months by exposing it to microorganisms. The peptide ACSAG was synthesized, and its quantitative and qualitative composition of amino acids, sequence, and molecular mass corresponded to a known antimicrobial peptide. It was established that the synthesized peptide possesses antimicrobial activity against E. coli ATCC 25922 and B. subtilis. A composition for the biodegradable film was developed, incorporating agar-agar, glycerin, antimicrobial peptide, and distilled water. It was demonstrated that the addition of the peptide to the film composition reduces its biodegradability.

**Keywords:** synthesized peptides, molecular weight, amino acid sequence, antimicrobial action, biodegradable food films

#### The authors

Elizaveta A. Ulitina, PhD Student, Ural State Agrarian University, Russia.

E-mail: egorulitin@inbox.ru ORCID: 0009-0006-8660-4527

Prof. Sergey L. Tikhonov, Ural State Agrarian University, Russia.

E-mail: tihonov75@bk.ru ORCID: 0000-0003-4863-9834

Prof. Natalya V. Tikhonova, Ural State Agrarian University, Russia.

E-mail: tihonov75@bk.ru ORCID: 0000-0001-5841-1791

#### Д.Г. Федорова, Б.С. Укенов

## ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТЬЕВ РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (SORBUS AUCUPARIA L.) КАК БИОИНДИКАТОР АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА ОРЕНБУРГА

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия Поступила в редакцию 25.09.2023 г. Принята к публикации 03.11.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-8

Для цитирования: Федорова Д. Г., Укенов Б. С. Флуктуирующая асимметрия листьев рябины обыкновенной (Sorbus aucuparia L.) как биоиндикатор аэротехногенного загрязнения города Оренбурга // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. № 4. С. 103 — 114. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-8.

Проведена оценка степени загрязненности окружающей среды в городе Оренбург с использованием метода флуктуирующей асимметрии. В качестве индикатора состояния окружающей среды выбрана рябина обыкновенная. Сбор листьев проходил в семи точках города с разной антропогенной нагрузкой. Целью исследования стало определение влияния аэротехногенного загрязнения на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки популяций рябины обыкновенной в пределах города Оренбурга. Исследование показало, что листовые пластинки рябины обыкновенной в условиях города угнетены антропогенным фактором, испытывая загазованность воздуха и накапливая вредные вещества, а метод флуктуирующей асимметрии можно использовать в качестве индикатора нестабильности развития растений в условиях урбоэскосистем. Напряженное экологическое состояние по критерию интегрального показателя флуктуирующей асимметрии отмечено во всех точках, кроме набережной р. Урал. В этом районе исследования условия произрастания растений характеризуются как удовлетворительные. При проведении попарной корреляции анализируемых признаков установлены наиболее тесные связи между двумя парами: ширина половинок листа расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; расстояния от основания листовой пластинки до конца жилки второго порядка – угол между главной жилкой и второй от основания листа.

**Ключевые слова:** биоиндикация, урбанизированные территории, рябина обыкновенная, флуктуирующая асимметрия

#### Введение

В современных реалиях основным фактором, ведущим к деградации почв и загрязнению атмосферного воздуха является техногенное загрязнение, которое связано с влиянием транспорта и иной антропогенной нагрузкой [3; 4; 6; 9; 10]. Негативное воздействие человека на окружающую среду выражается в изменении физиологических процессов, перестройке связей и питания цепей, разрушении биотических групп, изменении функционирования, деградации природных биотопов и глобальных изменениях в ландшафтах и климате [11; 12; 27; 31].

103



Проблема техногенного загрязнения окружающей среды становится актуальной во всем мире. Воздух в городах характеризуется высокой динамичностью за счет движения воздушных масс в горизонтальном и вертикальном направлениях. Загрязнители воздуха оседают на поверхности почв и растений и таким образом попадают в трофические цепи (почва — растение — животное — человек).

Из-за ускорения процессов урбанизации, ведущих к росту количества автомобилей, тормозится развитие зеленой инфраструктуры в городе. Для оценки негативных последствий таких воздействий на экосистемы существует острая необходимость в применении инструментов биомониторинга. При исследовании влияния поллютантов на окружающую среду используют различные растительные индикаторы [14-16; 21-24; 28].

Изучение флуктуирующей асимметрии (ФА) живых организмов приобретает широкий характер, зарекомендовав себя в качестве эффективного и экономичного инструмента биомониторинга как водных, так и наземных экосистем. Флуктуирующая асимметрия представляет собой небольшие случайные вариации симметрии билатеральных признаков и широко используется в качестве индикатора нестабильности развития. Организмы, развивающиеся в относительно свободной от стресса среде, способны исправлять случайные ошибки в развитии и демонстрируют меньшие отклонения оси билатеральной симметрии. По мере увеличения экологического стресса способность сопротивляться нарушениям развития и невозможность восстановления организмов после таких нарушений приводят к нестабильности или ошибкам, которые можно легко измерить как отклонения от симметрии [1; 5; 7; 8; 12; 19; 30].

Наблюдения за влиянием загрязнения воздуха на растительные организмы известны уже несколько столетий. Так, в 1661 г. Дж. Ивлин сделал первые описания повреждений листьев в результате загрязнения воздуха, вызванного сжиганием угля [18]. К таковым относится и флуктуирующая асимметрия листовых пластинок [2; 20; 25; 29; 31], когда под влиянием на растительный организм стрессовых факторов наблюдается отклонение в билатеральной симметрии его органа. Чем выше показатель асимметрии, тем нестабильнее экологическое состояние окружающей растения среды и, как следствие, тем сильнее снижение уровня гомеостаза растительного организма. Уровень изменяющейся асимметрии становится показателем условий развития и генетической адаптации, а также выступает в качестве параметра приспособленности. Таким образом, изменяющаяся асимметрия может рассматриваться как показатель стабильности развития и мера состояния урбоэкосистемы в целом.

Цель исследования — оценить экологическое состояние урбосреды (на примере г. Оренбурга) по изменчивости метрических параметров листовых пластинок *Sorbus aucuparia* L. Это предполагает решение следующих задач: выбор точек и построение маршрута проведения исследования; сбор и гербаризация биоматериала; измерение необходимых параметров; анализ и интерпретация полученных результатов.



#### Материалы и методы исследования

Объект проводимого исследования — древесные растения рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), имеющей довольно широкое распространение на территории г. Оренбурга.

Сбор листьев происходил в разных районах города вдоль автодорог с интенсивным влиянием потока транспорта. Площадки для отбора материала исследования были заложены в семи точках г. Оренбурга (рис. 1):

- 1) точка 1 (просп. Дзержинского) 51°49′39.6″ N, 55°7′45″E;
- 2) точка 2 (сквер на ул. Терешковой)  $51^{\circ}48'40.9''N$ ,  $55^{\circ}6'20.9''$  E;
- 3) точка 3 (набережная р. Урал) 51°58'33.2"N, 55°26'45.7"E;
- 4) точка 4 (ул. Братьев Коростылевых)  $51^{\circ}47'54.2"$ N,  $55^{\circ}3'53.9"$ E;
- 5) точка 5 (район Нефтемаслозавода)  $51^{\circ}49'23.9''$ N,  $55^{\circ}5'27.8''$ E;
- 6) точка 6 (ул. Беляевская)  $51^{\circ}43'10.3"$ N,  $55^{\circ}9'10.7"$ Е;
- 7) точка 7 (Ботанический сад Оренбургского государственного университета (ОГУ))  $51^{\circ}49'0.9"$ N,  $55^{\circ}7'17.1"$ E.

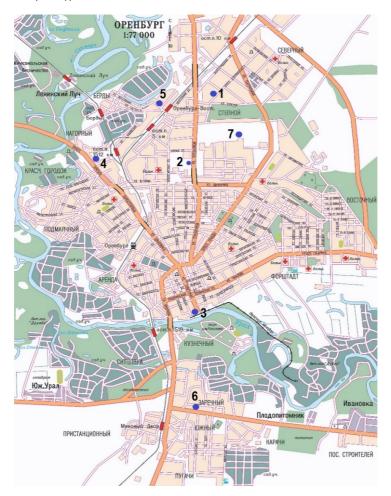


Рис. 1. Карта с точками отбора проб

105



Сбор материала производился по периметру всей кроны растений, до 50 листов с каждого. Среднее количество деревьев, с которых проходил сбор, — от 5 до 10 растений. Собранный материал гербаризировался и в последующем подвергался необходимой обработке.

Измерения производили с каждой из сторон (Л — левая, П — правая) листа, используя стандартный набор инструментов: лупа, линейка, транспортир, цифровой штангенциркуль. Под замер подпадал один листочек с правой стороны длиной от 4 до 5 см. Важным показателем являлось отсутствие механических повреждений или деформации на листовых пластинках.

В ходе исследования производились замеры пяти стандартных метрических измерений листовой пластинки по методике В.М. Захарова (рис. 2): признак 1- ширины левой и правой половинок листовой пластинки; признак 2- расстояния от основания листовой пластинки до конца жилки второго порядка; признак 3- расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка; признак 4- расстояния между концами первой и второй жилок второго порядка; признак 5- угол между главной жилкой и второй от основания листа [5].

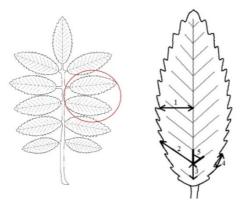


Рис. 2. Схема промеров листовой пластинки Sorbus aucuparia L.

Для вычисления показателя асимметрии использовали общепринятую методику В.М. Захарова. Интегральный показатель стабильности оценивался по стандартным критериям: <0,040- условная норма; 0,040-0,044- удовлетворительное состояние; 0,045-0,049- напряженное состояние; 0,050-0,054- конфликтное состояние; >0,054- критическое состояние [5].

Для сопоставления изменчивости морфологических признаков в качестве меры изменчивости применялся коэффициент корреляции Пирсона (r). При r < 0.3 корреляционная зависимость между признаками слабая, при r = 0.3 - 0.7 — средняя, при r > 0.7 — сильная.

Статистическую обработку данных (корреляционный анализ, однофакторный анализ, анализ множественного сравнения, вычисление стандартной ошибки, коэффициент вариации) проводили с применением программ Microsoft Excel и Statistica 10.0.



#### Результаты и выводы

Городская среда является нестабильной экосистемой, так как подвергается воздействию большого количества источников загрязнения воздуха, которое проявляется во внешних признаках ее элементов. Так, нарушение стабильности в развитии листовых пластинок проявляется в двусторонних признаках.

Результаты исследования демонстрируют переменчивость морфометрических показателей.

Если сравнивать длину всех измерений (в мм), то в большинстве случаев максимальные показатели характерны для образцов из Ботанического сада ОГУ. В первую очередь это связано с большим размером (площадью) самой листовой пластинки в этой точке, что было уже доказано нами ранее [13].

Среднее значение ширины половинок листа (признак 1) варьирует в зависимости от точки сбора в пределах 7,5—12,3 мм. В левой половине листа минимум по данному показателю установлен в точке 5, максимум — в точке 7. В целом по точкам исследования данный показатель проявляет однородность, резко отличаясь лишь для точки 7 (рис. 3).





Рис. 3. Средние значения признаков 1 и 2 на участках исследования

*107* 



Для признака 2 (расстояние от основания листовой пластинки до конца жилки второго порядка, рис. 3) наибольший средний показатель (17,1 мм) зафиксирован в пределах точки 7, в то время как наименьший (9,8 мм) — в точке 3. В районе точки 2 он составил с левой стороны 14,5 мм, с правой — 14,9 мм. В точке 6 отмечается наибольшая асимметрия: слева 10 мм, справа 11,5 мм. Для точки 4 с правой стороны листовой пластинки длина жилки равна 12,1 мм, с левой — 11,3 мм. В точке 1 значение составило 10,9 мм слева и 12,3 мм справа, в точке 5 — 10,6 мм слева и 11 мм справа. Предельные максимальные показатели зафиксированы у образцов Ботанического сада ОГУ как с правой (16,9 мм), так и с левой (17,1 мм) стороны, минимальные — в районе точки 3 (9,8 мм) с правой стороны листовой пластинки.

По признаку 3 (расстояния между основаниями жилок) максимальные значения устанавливаются на правой стороне образцов, полученных с точки 2 (5,5 мм), наименьшие значения — на правой стороне в точке 3 (2,2 мм) (рис. 4). Расстояние между концами этих же жилок (признак 4) изменялось от 4,8 мм до 7,1 мм на левой стороне листа и от 5,1 мм до 7,4 мм — на правой (рис. 4). Максимальные величины данного признака принадлежат листьям, собранным в точке 2. Минимальный уровень данного показателя установлен для правой стороны листовой пластинки в точке сбора 4, для левой — в точке 3.

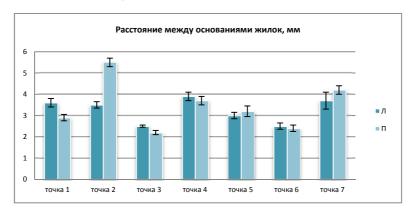




Рис. 4. Средние значения признаков 3 и 4 на участках исследования

Анализируя значения угла между главной жилкой и второй жилкой от основания (признак 5), стоит отметить, что с правой стороны наблюдается преобладание в значениях над левой стороной в большинстве точек сбора, кроме точки 3, где значения разнятся в пределах 1,5° (рис. 5). В точке 2 асимметрии по данному признаку выявлено не было. Наибольшее значение этого билатерального признака установлено в точке 7 на правой стороне листовой пластинки (57,0°), наименьший показатель зафиксирован в точке 6 слева (40,5°).

Значения 48,1° на левой стороне и 46,5° на правой стороне листовых пластинок зафиксированы в районе точки 3 и являются средними значениями. Образцы, взятые с точки 4, имеют показатели 43,7° слева и 44,2° справа. В точках 1 и 2 средние значения данного параметра очень близки и составляют 42,8° и 42,0° слева, 44,3° и 42,0° справа соответственно. В точке 5 отмечена наибольшая разница между двумя измеряемыми сторонами, равная 7,6°.

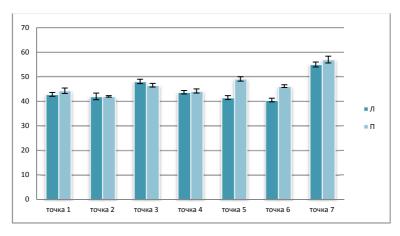


Рис. 5. Угол между главной жилкой и второй от основания листа (признак 5).

Используя параметрический однофакторный дисперсионный анализ, мы проанализировали статистическую значимость (при  $p \le 0.05$ ) различий измерений левой и правой сторон листьев по всем анализируемым показателям. Полученные при этом результаты доказывают нарушение симметрии листовых пластинок, так как во всех анализируемых точках значение p оказалось менее 0.05.

С помощью теста Ньюмена — Кейлса (множественное сравнение) проведен анализ наибольшей разницы по каждому признаку исследования между всеми точками сбора (значимость при  $p \le 0,05$ ). По признаку 1 с левой стороны листа наиболее значимым оказалось различие между точками 5 и 6 (p = 0,044), с правой стороны достоверно значимым оказалось отличие образцов с точки 7 от образцов со всех остальных точек исследования (во всех случаях p = 0,0001). Аналогичная тенденция прослеживается по признаку 5 справа, а слева у данного признака помимо отличий точки 7 от всех остальных имеются статистически значимые отличия между точками 2 и 3 (p = 0,002), 3 и 5 (p = 0,002), 3 и 6 (p = 0,01). Длина второй жилки слева статистически значимо различается у образцов, принадлежащих следующим парам точек: 1 и 2 (p = 0,0051),



2 и 3 (p=0,0052), 2 и 4 (p=0,0025), 2 и 5 (p=0,0035), 2 и 6 (p=0,0004), 2 и 7 (p=0,013). С правой стороны данный признак достоверно имеет большее отличие у точки 2 со всеми точками, исключая точку 7 (p=0,019; p=0,0003; p=0,037; p=0,002; p=0,015), и у точки 7 со всеми точками, исключая точку 2 соответственно (p=0,0003; p=0,0001; p=0,0004; p=0,0001; p=0,0001). Расстояние между основаниями жилок справа значительно отличается только в двух точках — 4 и 6 (p=0,043), слева имеются наибольшие отличия у точки 2 с точками 1, 3, 5, 6 (p=0,0001), а также с точками 4 (p=0,001) и 7 (0,008). Здесь же имеют достоверную разницу точки 3 и 4 (p=0,021), 3 и 7 (p=0,001). Минимальным количеством статистически значимых отличий по точкам отбора проб характеризуется расстояние между концами жилок. Слева у этого признака сильное различие установлено у точки 2 с точками 1 и 3 (p=0,036), с правой стороны — у точек 2 и 4 (p=0,033), а также у образцов точки 7 с образцами точек 1 и 4 (p=0,04; p=0,02).

При проведении оценки качества среды по значению интегрального показателя стабильности развития получены результаты, которые свидетельствуют о том, что состояние окружающей среды во всех исследуемых точках, кроме одной, определяется как критическое (рис. 6). Точка 3 (набережная р. Урал) — единственная, характеризующаяся удовлетворительным состоянием. В целом значение показателя флуктуирующей асимметрии в проведенном исследовании варьирует в пределах от  $0.04\pm0.01$  (точка 3) до  $0.11\pm0.003$  (точка 1) и  $0.11\pm0.01$  (точка 5).

На основе полученных данных возможно построить вариационный ряд по возрастанию значения асимметрии билатеральных признаков в точках исследования: набережная р. Урал (точка 3) < Ботанический сад (точка 7) < ул. Братьев Коростылевых (точка 4) < сквер на ул. Терешковой, ул. Беляевская (точки 2 и 6) < просп. Дзержинского и район Нефтемаслозавода (точки 1 и 5).

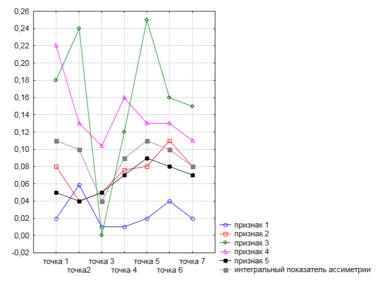


Рис. 6. График изменчивости интегральных показателей признаков асимметрии листовых пластинок *Sorbus aucuparia* L.

Из рисунка 6 видно, что признаки проявляют себя довольно вариативно по точкам исследования. Наибольшим коэффициентом вариации (72,0%) характеризуется ширина листовых пластинок. Также довольно вариативным оказалось расстояние между основаниями жилок (51,9%). Промежуточное положение по колебаниям значений занимает длина жилки второго порядка (31,5%). Менее вариативными оказались расстояние между концами жилок и угол между жилками (28% и 29%). Коэффициент вариации интегрального показателя флуктуирующей асимметрии равен 26,6%.

Корреляционный анализ зависимости показателей асимметрии исследуемых признаков показал наиболее существенную связь между шириной половинок листа и расстоянием между основаниями жилок, а также между длиной второй жилки и углом между второй и центральной жилкой. Суммарная величина асимметрии по каждому признаку имеет взаимосвязь со всеми признаками, но наибольшая зависимость прослеживается со значением расстояния между основаниями первой и второй жилок (табл.).

Значения коэффициента корреляции анализируемых признаков

Признак	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак 5	Интегральный показатель ФА
1	_	-0,38	0,56	-0,22	-0,53	0,24
2	-0,38	_	-0,39	0,03	0,61	0,39
3	0,56	-0,39	1	0,02	-0,32	0,64
4	-0,22	0,03	0,02	1	-0,47	0,12
5	<b>-</b> 0 <b>,</b> 53	0,61	-0,32	-0,47	1	0,21
Интегральный показатель ФА	0,24	0,39	0,64	0,12	0,21	_

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что наличие нарушения билатеральных признаков листьев Sorbus aucuparia L. достоверно установлено во всех исследуемых точках. Наибольшая зависимость интегральных показателей асимметрии при этом обнаружена для следующих пар признаков: ширина половинок листа — расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; расстояния от основания листовой пластинки до конца жилки второго порядка — угол между главной жилкой и второй от основания листа.

Также в ходе анализа флуктуирующей асимметрии листьев Sorbus aucuparia получены данные, свидетельствующие о напряженном экологическом состоянии окружающей урбосреды в местах произрастания растений. Только одна точка исследования — набережная р. Урал — показала удовлетворительное состояние, что может послужить рекомендацией для использования данной территории как зоны условного контроля.



#### Список литературы

- 1. Баранов С. Г. Изучение признаков для оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластины липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) южной части Московской области // Фундаментальные медико-биологические науки и практическое здравоохранение: сб. науч. тр. Томск, 2010. С. 43—46.
- 2. Башмаков Д.И. Морфологические индексы листьев Betula Pendula Roth. как индикаторы загрязнения почв тяжелыми металлами // Российский журнал прикладной экологии. 2022. №4 (32). С. 28-35. https://doi.org/10.24852/2411-7374.2022.4.28.35
- 3. Виноградов Б.В. Биоиндикация в рамках геозологии // Биоиндикация в городах и пригородных зонах : сб. науч. тр. М., 1993. С. 5-11.
- 4. Волчатова И.В., Попова Н.А. Оценка стабильности развития древесных растений в условиях антропогенного воздействия // XXI век. Техносферная безопасность 2018. Т. 3, №1 (9). С. 43 55.
- 5. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г. Здоровье среды: методика оценки. М., 2000.
- 6. *Кулагин А.А.* Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М., 2005.
- 7. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учеб. пособие. СПб., 2012.
- 8. *Назаренко Н. Н., Мосиенко М. Ю.* Биоиндикация окружающей среды : учеб. пособие. Челябинск, 2019.
- 9. Рябухина М.В., Брежнева И.Н. Мониторинг природной среды методом биоиндикации сосны обыкновенной в зоне антропогенного загрязнения города Оренбурга // Экология урбанизированных территорий. 2011. №3. С. 80—85.
- 10. Собчак Р.О., Афанасьева Т.Г., Копылов М.А. Оценка экологического состояния рекреационных зон методом флуктуирующей асимметрии листьев // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 368. С. 195.
- 11. Фёдорова Д.Г., Назарова Н.М., Кухлевская Ю.Ф. Модификация методики оценки жизнеспособности интродуцентов в соответствии с условиями сухостепной зоны Оренбургского Предуралья // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2021. № 2. С. 57—62. https://doi.org/10.36906/2311-4444/21-2/07.
- 12. *Федорова А.И.* Биоиндикация состояния городской среды по реакциям древесных растений. Воронеж, 1996. С. 212—213.
- 13. *Федорова Д.Г., Назарова Н.М.* Перспективность использования лиственных многолетних древесно-кустарниковых растений в биомониторинге урбосреды (Оренбург, Россия) // Системы контроля окружающей среды. 2019. № 4. С. 114—122.
- 14. *Aboelata A., Sodoudi S.* Evaluating the effect of trees on UHI mitigation and reduction of energy usage in different built up areas in Cairo // Build. Environ. 2020. № 168. P. 106 490. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106490.
- 15. *Carrus G., Scopelliti M., Lafortezza R.* Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas // Landsc. Urban Plann. 2015. № 134. P. 221 228. https://doi.org/10. 1016/j.landurbplan.2014.10.022.
- 16. Chen C., Park T., Wang X. China and India lead in greening of the world through land-use management // Nat. Sustain. 2019. № 2. P. 122–129. https://doi.org/10.1038/s41893-019-0220-7.
- 17. Cowart N.M., Graham J.H. Within- and among-individual variation in fluctuating asymmetry of leaves in the fig (Ficus carica L.) // Int. J. Plant Sci. 1999. № 160. P. 116–121.



- 18. Cuny D. La biosurveillance végétale et fongique de la pollution atmosphérique: concepts et applications // Annales Pharmaceutiques Françaises. 2012. No 70 (4). P. 182-187.
- 19. Freeman D.C., Graham J.H., Emlen J.M. et al. Plant developmental instability: new measures, applications, and regulation // Developmental Instability: Causes and Consequences. Oxford University Press, 2003. P. 367—386.
- 20. *Klisarić N.B., Miljković D., Avramov S. et al.* Fluctuating asymmetry in Robinia pseudoacacia leaves possible in situ biomarker // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 2014. № 21 (22). P. 12928 12940. doi: 10.1007/s11356-014-3211-2.
- 21. Lens L., Van Dongen S., Kark S. Fluctuating asymmetry as an indicator of fitness: can we bridge the gap between studies // Biol. Rev. 2002. No 77. P. 27 38.
- 22. *Lens L., Van Dongen S.* Fluctuating and directional asymmetry in natural bird populations exposed to different levels of habitat disturbance, as revealed by mixture analysis // Ecol. Lett. 2000. № 3. P. 516 522.
- 23. Lens L., Wilder C. M., Brooks T. M. Fluctuating asymmetry increases with habitat disturbance in seven bird species of a fragmented afrotropical forest // Proc. R. Soc. 1999. No 266. P. 1241 1246.
- 24. *Markevych I., Schoierer J., Hartig T.* Exploring pathways linking greenspace to health: theoreti-cal and methodological guidance // Environ. Res. 2017. №158. P. 301–317. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.028.
- 25. *Mendes G., Boaventura M.G., Cornelissen T.* Fluctuating Asymmetry as a Bioindicator of Environmental Stress Caused by Pollution in a Pioneer Plant Species. // Environ Entomol. 2018. № 47 (6). P. 1479 1484. https://doi.org/10.1093/ee/nvy147.
- 26. *Moller A.P., Pomiankowski A.* Punctuated equilibria or gradual evolution: Fluctuating asymmetry and variation in the rate of evolution // J. Theor. Biol. 1993. № 161. P. 359 367.
- 27. *Palmer A. R., Strobeck C.* Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: implications of non-normal distributions and power of tests // Acta Zool. Fennica. 1992. №191. P. 57 72.
- 28. Van Dongen S., Molenberghs G., Matthysen E. The statistical analysis of fluctuating asymmetry: REML estimation of a mixed regression model // Evol. Biol. 1999. N12. P. 94 102.
- 29. *Velickovic M.A.* Modified version of fluctuating asymmetry, potential for the analysis of *Aesculus hippocastanum* L. compound leaves // Riv. Biol. 2008. № 101 (1). P. 81 92.
- 30. Wilson J.M., Manning J.T. Fluctuating asymmetry and age in children: Evolutionary implications for the control of developmental stability // Hum. Evol. 1996. № 30. P. 529 537.
- 31. Zakharov V.M., Trofimov I.E. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress // Emerg. Top. Life Sci. 2022. №6 (3). P. 295—301. https://doi.org/10.1042/ETLS202 10274.

#### Об авторах

Дарья Геннадьевна Федорова — канд. биол. наук, доц., Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия.

E-mail: daryaorlova24@rambler.ru

Булат Сирикбаевич Укенов — канд. биол. наук, доц., Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия.

E-mail: 89198660945@mail.ru

# D. G. Fedorova, B. S. Ukenov

# FLUCTUATING ASYMMETRY OF LEAVES OF MOUNTAIN ASH (SORBUS AUCUPARIA L.) AS A BIOINDICATOR OF AEROTECHNOGENIC POLLUTION OF THE CITY OF ORENBURG

Orenburg State University, Orenburg, Russia Received 25 September 2023 Accepted 3 November 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-8

To cite this article: Fedorova D.G., Ukenov B.S., 2023, Fluctuating asymmetry of leaves of mountain ash (Sorbus aucuparia L.) as a bioindicator of aerotechnogenic pollution of the city of Orenburg, Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: *Natural and Medical Sciences*, №4. P. 103—114. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-8.

An assessment of environmental pollution in the city of Orenburg was conducted using the fluctuating asymmetry method. The common mountain ash was chosen as an environmental indicator. Leaf collection took place at seven points in the city with varying anthropogenic loads. The research aimed to determine the impact of aerotechnogenic pollution on the magnitude of the fluctuating asymmetry of the leaf blade of the populations of mountain ash within the city of Orenburg. The study revealed that the leaf blades of mountain ash in urban conditions are affected by anthropogenic factors, experiencing air pollution and accumulating harmful substances. The fluctuating asymmetry method can be used as an indicator of plant development instability in urban ecosystems. Elevated environmental stress, based on the integral indicator of fluctuating asymmetry, was noted at all points except the Ural River Embankment. In this area, the growing conditions for plants were characterized as satisfactory. Through pairwise correlation analysis of the examined characteristics, the closest connections were found between two pairs: the width of the leaf half — the distance between the bases of the first and second order veins; the distance from the base of the leaf plate to the end of the secondorder vein — the angle between the main vein and the second from the base of the leaf.

Keywords: bioindication, urban areas, mountain ash, fluctuating asymmetry

#### The authors

Dr Darya G. Fedorova, Associate Professor, Orenburg State University, Russia. E-mail: daryaorlova24@rambler.ru

Dr Bulat S. Ukenov, Associate Professor, Orenburg State University, Russia. E-mail: 89198660945@mail.ru

# А.В. Тришкин

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОСТОЧНОБАЛТИЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ТРЕСКИ GADUS MORHUA CALLARIAS LINNAEUS, 1758

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия Поступила в редакцию 10.11.2023 г. Принята к публикации 03.12.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-9

Для цитирования: *Тришкин А.В.* Современное состояние восточнобалтийской популяции трески *Gadus morhua callarias* Linnaeus, 1758 // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. № 4. С. 115-124. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-9.

Проведен обзор научной литературы, описывающей состояние и динамику восточнобалтийской популяции трески за последние 30 лет. Восточнобалтийская треска – один из важнейших промысловых объектов Балтийского моря. Экологический режимный сдвиг начала 1990-х гг., произошедший в результате уменьшения частоты больших североморских затоков, стал причиной снижения солености и содержания кислорода в придонных слоях глубоководных впадин Балтики. Это вызвало резкое ухудшение условий нереста. Описаны факторы, влияющие на восточнобалтийскую популяцию трески, и изменения в популяции, происходящие под воздействием этих факторов. Отмечено определяющее влияние североморских затоков и их длительного отсутствия на развитие популяции, воздействие уровня насыщения вод кислородом на все жизненные стадии трески, негативные последствия гипоксии для питания восточнобалтийской трески. Среди изменений, произошедших с популяцией, выделены снижение численности икры в нерестовых районах в период массового нереста, уменьшение средних индивидуальных размеров и массы особей, смещение пика нереста на более поздние сроки. Сделан вывод о неудовлетворительном состоянии популяции и невозможности ее восстановления в среднесрочной перспективе вне зависимости от промысловых норм вылова.

**Ключевые слова**: Балтийское море, восточнобалтийская треска, затоки североморских вод, абиотические и биотические факторы

### Введение

Балтийское море — внутриконтинентальный шельфовый солоноватый бассейн Атлантического океана в северной части Европы (53°45′—65°40′ с.ш., 9°10′—30°15′ в.д.). Температурные режимы и гидрохимические условия существенно различаются в различных его бассейнах [4]. Вследствие такой специфики гидрологических условий в Балтийском море сложилось уникальное сообщество пресноводных и морских видов, адаптировавшихся к солоноватоводным условиям. Общее число видов относительно невелико (около 3000 макроскопических видов), что придает каждому из них очень высокое значение в экосистеме [18].

© Тришкин А. В., 2023



Треска является одним из четырех основных промысловых видов рыб (треска, шпрот, сельдь, речная камбала Балтийского моря). С середины 1970-х до начала 1990-х гг. треска наряду с сельдью занимала лидирующие позиции по ежегодному вылову странами Балтийского региона [13]. Атлантическая треска в Балтийском море представлена тремя популяциями: каттегатская, западнобалтийская и восточнобалтийская [22]. Для российского рыболовного промысла интерес представляет восточнобалтийская популяция, 96—98 % которой сосредоточено в 25-м и 26-м подрайонах ICES, последний из которых включает в себя Гданьский бассейн, являющийся важной для нереста и нагула восточнобалтийской трески акваторией (рис.). Также в 26-м подрайоне располагается одна из двух российских экономических зон на Балтике — ведущая с точки зрения рыболовного промысла в Балтийском море [1].

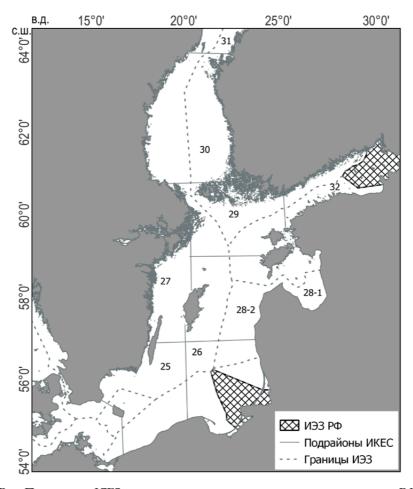


Рис. Подрайоны ICES и границы исключительных экономических зон РФ

На рубеже 1980—1990-х гг. под влиянием изменений, происходивших прежде всего в гидрологических условиях Балтики, популяция восточнобалтийской трески стала претерпевать значительную количественную и качественную трансформацию. Кроме того, уменьшались

площади акваторий, благоприятных для нереста и обитания трески [20]. Последствия изменения факторов среды оказывают на популяцию влияние, сопоставимое с промысловым воздействием [26]. Современное состояние восточнобалтийской популяции трески иллюстрирует множественность последствий климатической изменчивости, в том числе воздействие на рыбные запасы, и подчеркивает важность их понимания [26]. За последние сто лет размер запаса восточнобалтийской трески значительно менялся, достигнув пика в начале 1980-х гг. [23]. С тех пор запас сокращался и в настоящее время находится под угрозой исчезновения [24]. С 2019 г. ICES рекомендует прекратить вылов трески восточнобалтийской популяции.

Таким образом, существует необходимость регулярной оценки состояния восточнобалтийской популяции трески. Цель данной работы — представить аналитический обзор научных публикаций, характеризующих состояние популяции и факторы, его определяющие.

# Гидрологические условия. Затоки североморских вод

Важнейшим фактором, имеющим влияние на восточнобалтийскую популяцию, является специфика гидрологических условий Балтийского моря. К ней относится перманентный скачок плотности (пикноклин), формирующийся на границе раздела распресненных и соленых вод, который непреодолим для осенне-зимней конвекции, вследствие чего обычный конвективный механизм обогащения кислородом глубинных вод не работает. Соответственно, единственный источник аэрации придонного слоя — это эпизодические затоки насыщенных кислородом более соленых и плотных вод Северного моря; они же определяют большую изменчивость характеристик экосистемы Балтики [14]. Эти водные массы попадают в центральную Балтику через Датские проливы и далее, через Борнхольмскую впадину и Слупский желоб, последовательно проникают во впадины юго- и северо-восточной Балтики (Гданьскую и Готландскую) [5].

Нерестилища трески располагаются в глубоководных впадинах, и во многом определяющим успешность нереста и выживание икры и личинок фактором является наличие необходимого минимума кислорода и солености в придонных слоях этих впадин  $-2\,\mathrm{m}/\mathrm{n}$  и  $11\,\mathrm{m}$  соответственно [35]. Кроме того, насыщенность вод кислородом не ниже определенного уровня (15 %) имеет значение и для взрослых особей и, таким образом, определяет район их обитания [20].

С конца 1980-х гг. гидрометеорологические условия с преобладанием западных ветров привели к повышению температуры воздуха в зимний период на протяжении нескольких лет [30]. Вследствие этого возросло количество осадков над водосборным бассейном Балтики [7], что вызвало увеличение речного стока. Результатом стало повышение уровня моря, и североморские затоки, регулярно происходившие в течение нескольких десятилетий (1955—1984 гг.), прекратились [28], а затем стали редкими, хотя и интенсивными. Наиболее значимыми были затоки 1993, 2003 и 2014 гг. [33].



В 1990-е гг. речной сток уменьшился, что привело к снижению уровня Балтийского моря, затем вырос до максимума за 50 лет к 2000 г. и вновь резко упал до минимума за 60 лет к 2004 г. [7], что способствовало затоку 2003 г. [27]. Таким образом, возникновение североморских затоков во многом связано с уровнем Балтийского моря, зависящим от периодов колебаний речного стока водосборного бассейна [3].

Наряду с вышеуказанным фактором для проникновения затока требуется определенным образом складывающаяся синоптическая обстановка в Северной Атлантике. Обычно перед затоком происходит отток вод из Балтийского моря вследствие продолжительных восточных ветров. Затем, после смены атмосферной циркуляции, возникает градиент давления, развивающий ветры, направленные в сторону Балтики. Интенсивность затока при этом будет зависеть от силы и продолжительности этих ветров [29].

Приток обогащенных кислородом водных масс из Северного моря при условии поступления достаточно большого объема вод способствует обновлению придонных слоев глубоководных районов восточной части Балтики. При отсутствии же таких поступлений там начинает усиливаться гипоксия, которая может перейти в сероводородное заражение [3; 7]. Гидрологические изменения в Готландском бассейне обычно происходят через 6—9 месяцев после того, как был зарегистрирован заток в Борнхольмском бассейне [25]. В связи с неодновременным поступлением затоковых вод в Борнхольмскую, Гданьскую, южную и центральную части Готландской впадины становится возможной нерестовая миграция между этими районами во время затоков большой интенсивности [11].

Экологический режимный сдвиг, вызванный прекращением регулярных поступлений североморских вод, выразился в резком снижении содержания кислорода и солености в придонных слоях глубоководных районов восточной части Балтийского моря. В результате произошло резкое сокращение (в отдельные годы — почти полное прекращение) размножения трески в Готландской впадине, ослабление нерестовой активности в Гданьской впадине. На настоящий момент основным районом успешного нереста восточнобалтийской трески является Борнхольмская впадина [10].

## Воздействие биотических и абиотических факторов

Благоприятные для воспроизводства трески условия (водные массы с содержанием кислорода более 2 мл/л и с соленостью более 11%) принято характеризовать как репродуктивный объем вод. Эти параметры среды требуются для оплодотворения и выживания икры восточнобалтийской трески. Понижение изогалины 11% до глубин с дефицитом кислорода становится причиной гибели значительной части икры [35], так как икра трески не держится в поверхностных водах, что обусловлено низкой соленостью верхних слоев, а концентрируется внутри и ниже постоянного галоклина. Продолжающееся эвтрофицирование Балтийского моря в последние несколько десятилетий способствует снижению содержания растворенного кислорода в придонных слоях вследствие его участия в реакциях разложения осаждающейся органической взвеси [20].



Диапазон глубин, предпочитаемый взрослыми особями трески и зависящий от насыщения кислородом (от 40 %), влияет на различия в скорости их пищеварения. Треска, обитающая глубже, то есть в условиях более высокой солености, демонстрирует постоянный и относительно высокий уровень скорости пищеварения. Этот эффект выражен как в период нагула, так и в период нереста. Влияние показателя солености прослеживается с помощью учета показателей общего индекса наполняемости желудка — важного маркера питания рыб [38]. Кислородные условия также влияют на хищничество взрослой трески на сельдевых. Этот параметр определяет нижнюю границу распространения и, следовательно, степень потенциального пространственного перекрытия хищника (трески) и жертвы (сельдевые). Наблюдаемый диапазон глубин, который занимают взрослые особи трески, увеличивается в мае, но снижается в августе, ограничивая возможности вертикального распределения [32].

Этот же фактор влияет и на доступность для трески бентосных организмов. Важными кормовыми объектами трески были морские тараканы Saduria entomon, мизиды Mysis mixta. Однако в период после 2005 г. отмечается существенное снижение их роли в рационе трески. Анализ содержания желудков выявил снижение степени накормленности этими объектами почти вдвое. При этом у трески, и особенно у групп больше 40 см, вырос показатель насыщения шпротом Sprattus sprattus [15]. Поскольку преднерестовый период характеризуется ускорением прироста массы на единицу длины тела, оптимальными кормовыми объектами в это время являются требующие минимальных энергетических затрат на добычу мизиды и морские тараканы, но не шпрот. Таким образом, важным фактором, влияющим на состояние популяции, можно назвать доступность в достаточном количестве для питания трески морских тараканов и мизид с августа по апрель [1].

Факторы, связанные с кислородным режимом, могут быть дополнительными причинами повышенной смертности на ранних стадиях развития. Личинки после истощения запасов желтка мигрируют в вышележащие слои воды, чтобы начать кормление в более благоприятных условиях среды обитания. Способность совершать эти восходящие миграции зависит главным образом от уровня насыщения кислородом на глубинах, где обитают личинки с желточным мешком [36]. Также низкий уровень содержания кислорода в придонном слое может вынудить подросшую молодь оставаться в пелагической зоне, где она может оказаться не в состоянии удовлетворить свои энергетические потребности, поскольку для питания доступны только мелкие зоопланктонные организмы. Не найдя в надлежащие сроки подходящих условий обитания, которые позволили бы питаться более крупными донными организмами, молодь трески сталкивается с голодом и возможной смертью зимой. Бентосные организмы, пригодные и доступные для питания, в достаточном количестве находятся только в районах с относительно высокой концентрацией кислорода в придонном слое [22].

Снижение содержания кислорода ограничивает анаболизм и, следовательно, рост восточнобалтийской трески [20], на что указывают наблюдаемые изменения размерности взрослых особей.



## Изменения в популяции

Отмечено многократное снижение численности икры восточнобалтийской трески во всех основных нерестилищах во время массового нереста по сравнению с периодом 1949—1956 гг., когда отмечался вековой максимум этого показателя, совпавший с вековым максимумом придонной солености Балтийского моря. За 40-летний период (начало 1950-х - начало 1990-х) произошло 2-кратное снижение численности икры трески на Борнхольмском нерестилище, 18-кратное — на Гданьском и более чем 40-кратное — на Готландском [8]. Особенно ярко это снижение прослеживается на примере Готландской впадины, ранее вносившей большой вклад в воспроизводство популяции (до 50% от общей численности икры), где в настоящее время успешный нерест трески носит лишь эпизодический характер [9; 11]. Как правило, это происходит непосредственно после очередного большого затока североморских вод. Так, было показано, что в Готландской впадине интенсивный нерест трески происходил в 2016 г. после затока конца 2014 начала 2015 г. [12].

По сравнению с периодом 1950—1980-х гг. произошел сдвиг времени массового нереста с конца апреля — середины июня на май — август [11]. Это отразилось на воспроизводстве популяции, так как в весенний период репродуктивный объем вод значительно больше. Возможными объяснениями сдвига во времени нереста являются большая доля впервые нерестящихся рыб (не успевающих созреть к весне) и снижение содержания незаменимых жирных кислот в рационе балтийской трески, обусловленное изменениями в пищевых цепях Балтийского моря [6; 20].

В последнее десятилетие произошло резкое изменение в соотношении крупноразмерных и мелкоразмерных особей в популяции [24]. За 2005—2016 гг. снизились предельные длина (со 132,81 см до 91,18 см), масса (с 27225 г до 18015 г), теоретический возраст трески (с 20,17 года до 13,63 года) [1]. Значительные изменения показателей средней длины и массы тела произошли в возрастных группах старше 3 лет [16]. После 2006 г. заметно выросла численность размерных групп 30—34 и 35—37 см. При этом выросла доля зрелых и созревающих самок длиной 30—34 см, а массовое созревание наблюдалось уже при длине самок 35 см [1; 17]. В период с 2003 по 2016 г. отмечены следующие изменения: средняя длина самок при 50%-ном созревании уменьшилась с 35,8 см до 30,7 см; средняя длина созревающих и зрелых самок снизилась с 53,7 см до 36,6 см; средняя масса созревающих и зрелых самок — с 2473 г до 617 г. При этом средний возраст особей практически не менялся [2].

Вариации в росте, являясь реакцией популяции на изменения окружающей среды и антропогенное воздействие, включая рыболовство, могут иметь существенные последствия для выживания, возраста достижения половой зрелости, успешности нереста [31]. Так, к примеру, крупные самки производят более крупную икру, которая за счет своей большей плавучести имеет меньшую вероятность гибели от придонной гипоксии [20].

Выявляются изменения, происходящие в печени восточнобалтийской трески. Отмечено снижение жирности печени и гепатосоматиче-

ского индекса у трески всех размерных групп. Эти изменения происходят параллельно с уменьшением средних значений размерности в популяции, и исследователи находят статистически значимые связи между этими тенденциями, поскольку ресурсы печени обеспечивают генеративные процессы [1; 31]. Кроме того, у 77% особей восточнобалтийской трески выявлен дефицит тиамина. Это также связывают с общим угнетенным состоянием популяции и объясняют изменениями в ее питании в последний период [19].

#### Заключение

В течение последних десятилетий гидрологический режим в центральной Балтике подвергся влиянию крупномасштабных климатических сдвигов, результатом чего стало повышение температуры по всей толще воды, а также снижение солености и концентрации кислорода ниже галоклина. Нерегулярность поступления североморских затоков и продолжающееся эвтрофицирование Балтийского моря ведут к сокращению репродуктивного объема вод в нерестилищах. Эти изменения негативно повлияли на репродукцию восточнобалтийской трески и, в сочетании с высоким промысловым давлением, в начале 1990-х гг. привели к сокращению ее запасов до самого низкого уровня за всю историю наблюдений [26]. В стрессовых условиях пополнение популяции также во многом сократилось (с 3548 млн в 1991 г. до 1601 млн в 2021 г.) [24] вследствие смещения сроков и пика нереста с весеннего периода, более благоприятного с точки зрения сезонности гидрологических параметров, на летний [6]. Причины этого смещения и потенциальная возможность возвращения к прежним срокам нереста требуют дополнительного изучения.

Снижение численности популяции, темпов роста, размерности особей и высокая естественная смертность указывают на то, что восточнобалтийская популяция трески находится в неудовлетворительном состоянии и, предположительно, будет иметь сниженный репродуктивный потенциал. При нынешней низкой продуктивности в среднесрочной перспективе популяция не восстановится выше минимально безопасного уровня численности. Промысел при любом уровне норм вылова будет нацелен на треску размерных групп выше 34 см, что еще больше ухудшит структуру популяции и снизит ее репродуктивные возможности, так как выживаемость выше у икры, произведенной крупными самками. Очевидна необходимость введения моратория на промысловый вылов трески восточнобалтийской популяции.

#### Список литературы

- 1. Амосова В.М., Зезера А.С., Карпушевская А.И. и др. Биологические и гидрологические компоненты, характеризующие многолетние изменения и современное состояние трески *Gadus morhua callarias* в Балтийском море (Гданьский бассейн, 26-й подрайон ИКЕС) // Вопросы рыболовства. 2017. Т. 18, №1. С. 42—51.
- 2. Амосова В.М., Зезера А.С., Карпушевская А.И., Карпушевский И.В. О минимальном промысловом размере трески Gadus morhua callarias в Балтийском море // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20, № 1. С. 73-82.



- 3. Бабкин В.И. Водные ресурсы европейской территории России и их изменения в современный период // Общество. Среда. Развитие. 2015. №2. С. 145—150.
  - 4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. СПб., 1992. Т. 3, вып. 1.
- 5. Демидов А.Н., Колтовская Е.В., Куликов М.Е. Многолетние изменения термохалинных характеристик Балтийского моря // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2018. № 4. С. 49 56.
- 6. Дмитриева М. А., Карпушевский И. В. Репродуктивный потенциал трески (Gadus morhua callarias L.) восточно-балтийской популяции // Онтогенез. 2011. Т. 42, №3. С. 183—190.
- 7. Дроздов В.В., Смирнов Н.П. Колебания климата и донные рыбы Балтийского моря. СПб., 2008.
- 8. *Карасева Е.М.* Долгопериодная изменчивость численности икры трески и шпрота в ихтиопланктоне Балтийского моря как показатель динамики его экосистемы в XX веке // Известия ТИНРО. 2004. Т. 137. С. 196-206.
- 9. *Карасева Е.М.* Численность и типы пространственного распределения икры и личинок восточно-балтийской трески *Gadus morhua callarias* (*Gadidae*) в 1931—1996 годы // Вопросы ихтиологии. 2013. Т. 53 (2). С. 189—199.
- 10. *Карасева Е.М.* Межгодовые колебания численности икры и личинок трески в Гданьской впадине Балтийского моря в современный период в связи с изменениями условий среды и динамики индекса выживания // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Т. 1, №2. С. 146—153.
- 11. *Карасева Е.М.* Численность икры восточнобалтийской трески *Gadus morhua callarias (Gadidae)* в XX веке как показатель изменений состояния популяции // Вопросы ихтиологии. 2018. Т. 58, № 6. С. 699 709.
- 12. *Карасева Е.Н., Ежова Е.Е., Кречик А.В.* Влияние абиотических факторов среды на численность икры и личинок трески в Юго-Восточной Балтике в 2016 г. // Океанология. 2020. Т. 60, №5. С. 729 739.
- 13. *Карпушевский И.В., Голубкова Т.А., Архипов А.Г.* Сырьевые ресурсы Балтийского моря и его заливов // Вопросы рыболовства. 2015. Т. 16, №3. С. 278 292.
- 14. Пака В.Т., Щука С.А., Ежова Е.Е. и др. Экспедиционные исследования экосистемы Балтийского моря в 34-м и 36-м рейсах научно-исследовательского судна «Академик Николай Страхов» // Океанология. 2019. Т. 59, №4. С. 691 694. doi: 10.31857/S0030-1574594691-694.
- 15. Amosova V., Karpushevskaya A., Karpushevskiy I. Growth and maturity of eastern Baltic cod as illustrated by ICES subdivision 26 of the Baltic Sea // ICES CM 2017/SSGEPD:19. Report of the workshop on biological input to eastern baltic cod assessment WKBEBCA. Gothenburg, 2017. P. 9–11.
- 16. Amosova V., Karpushevskaya A., Karpushevskiy I. Estimation of natural mortality and growth rates of the Eastern Baltic Cod // ICES CM 2018/ACOM:36. WD 5. Report of the Workshop on Evaluation of Input data to Eastern Baltic Cod Assessment WKIDEBCA. Copenhagen, 2018. P. 41–49.
- 17. Amosova V., Zezera A., Karpushevskaya A. et al. Analyses of several biological/hydrological components and cod stomach data // ICES CM 2016/ACOM:11. WD 2. Report of the Baltic fisheries assessment working group WGBFAS. Copenhagen, 2016. P. 495–503.
- 18. Annual Report 2019. HELCOM activities report for the year 2019 / Baltic Marine Environment Protection Commission. Helsinki, 2019 (Baltic Sea Environment Proceedings; № 169).
- 19. *Hansson T., Sjöberg R., Collier T. K. et al.* Severe thiamine deficiency in eastern Baltic cod (*Gadus morhua*) // PLoS ONE. 2020. № 15 (1). P. 1 23. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227201.
- 20. *Hinrichsen H.-H., Huwer B., Makarchouk A. et al.* Climate-driven long-term trends in Baltic Sea oxygen concentrations and the potential consequences for eastern Baltic cod (*Gadus morhua*) // ICES Journal of Marine Science. 2011. № 68 (10). P. 2019 2028. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr145.



- 21. Hüssy K., St. John M.A., Böttcher U. Food resource utilization by juvenile Baltic cod Gadus morhua: a mechanism potentially influencing recruitment success at the demersal stage // Marine Ecology Progress Series. 1997. № 155. P. 199 208.
- 22. Hüssy K. Review of western Baltic cod (*Gadus morhua*) recruitment dynamics // ICES Journal of Marine Science. 2011. № 68 (7). P. 1459 1471. https://doi.org/10. 1093/icesjms/fsr088.
- 23. *ICES*. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 2020. № 2 (45).
- 24. *ICES*. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 2023. № 5 (58).
- 25. *Kaleis M. V.* The peculiarities of Kattegat water advection in the deep layer of the Baltic Sea // AmbioSpecial Report. 1977. No 5. P. 201 204.
- 26. Köster F.W., Möllmann C., Hinrichsen H.-H. et al. Baltic cod recruitment the impact of climate variability on key processes // ICES Journal of Marine Science. 2005. № 62. P. 1408—1425. https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.05.004.
- 27. *Matthäus W*. The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea from the early beginning to recent results // Inst. für Ostseeforschung. 2006. Vol. 65. P. 74.
- 28. *Matthaus W., Nausch G.* Hydrographice and hydrochemical variability in the Baltic Sea during the 1990s in relation to changes during the 20th century // ICES Marine Science Symposia. 2003. № 219. P. 132−143.
- 29. Matthäus W., Nehring D., Fiestel R. The inflow of highly saline water into the Baltic Sea. State and Evolution of the Baltic Sea, 1952–2005 // A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment. John Wiley & Sons, 2008. P. 265–309. https://doi.org/10.1002/9780470 283134.ch10.
- 30. *Matthäus W., Schinke H.* Mean atmospheric circulation patterns associated with major Baltic inflow // Deutsche Hydrographische Zeitung. 1994. № 46. P. 321 338.
- 31. Mion M., Haase S., Hemmer-Hansen J. et al. Multidecadal changes in fish growth rates estimated from tagging data: A case study from the Eastern Baltic cod (Gadus morhua, Gadidae) // Fish and Fisheries. 2021. Vol. 22. P. 413—427. https://doi.org/10.1111/faf.12527.
- 32. *Mohrholz V., Dutz J., Kraus G.* The impact of exceptionally warm summer inflow events on the environmental conditions in the Bornholm Basin // Journal of Marine Systems. 2006. № 60. P. 285—301. https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2005. 10.002.
- 33. *Mohrholz V., Naumann M., Nausch G. et al.* Fresh oxygen for the Baltic Sea an exceptional saline inflow after a decade of stagnation // J. Marine Systems. 2015. Vol. 148. P. 152—166. https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2015.03.005.
- 34. Patokina F. A., Nigmatullin Ch. M., Kasatkina S. M. Adult cod as top-predator in the southern Baltic: results of the winter-early spring observations in 1992-2010 // ICES CM. 2011. No 1 (32).
- 35. Plikshs M., Kalejs M., Grauman G. The influence of environmental conditions and spawning stock size on strength of the eastern Baltic Cod // ICES CM. 1993. NeJ (22).
- 36. Rohlf N. Aktivität und Vertikalwanderung der Larven des Ostseedorsches (Gadus morhua callarias) während der Dottersackphase. PhD Thesis / Institute of Marine Science. Kiel, 1999.
- 37. Svedäng H., Thunell V., Pålsson A. et al. Compensatory Feeding in Eastern Baltic Cod (Gadus morhua): Recent Shifts in Otolith Growth and Nitrogen Content Suggest Unprecedented Metabolic Changes // Frontiers in Marine Science. 2020. Vol. 7. P. 1–13. https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00565.



38. Schaber M., Hinrichsen H.-H., Neuenfeldt S., Voss R. Hydroacoustic tracking of individuals in environmental gradients — Baltic cod (Gadus morhua L.) vertical distribution during spawning // Marine Ecology Progress Series. 2009. №377. P. 239—253. https://doi.org/10.3354/meps07822.

#### Об авторе

Андрей Владимирович Тришкин — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: trishkin1880@mail.ru

#### A. V. Trishkin

# CURRENT STATUS OF THE EASTERN BALTIC COD POPULATION GADUS MORHUA CALLARIAS LINNAEUS, 1758

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia Received 10 November 2023 Accepted 3 December 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-9

**To cite this article:** Trishkin A.V., 2023, Current status of the Eastern Baltic cod population *Gadus morhua callarias* Linnaeus, 1758, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 115—124. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-9.

A review of scientific literature describing the state and dynamics of the Eastern Baltic cod population over the past 30 years has been conducted. The Eastern Baltic cod is one of the most important commercial species in the Baltic Sea. An ecological regime shift in the early 1990s, resulting from a reduction in the frequency of large North Sea inflows, led to a decrease in salinity and oxygen levels in the bottom layers of the deep basins of the Baltic Sea. This caused a sharp deterioration in the spawning conditions. Factors influencing the Eastern Baltic cod population and changes in the population under the influence of these factors are described. The decisive impact of North Sea inflows and their prolonged absence on the population's development, the influence of oxygen saturation levels on all life stages of cod, and the negative consequences of hypoxia for the feeding of Eastern Baltic cod are noted. Among the changes in the population, a decrease in the number of eggs in spawning areas during the peak spawning period, a reduction in the average individual sizes and weights of specimens, and a shift in the spawning peak to later dates are highlighted. The conclusion is drawn about the unsatisfactory state of the population and the impossibility of its recovery in the medium term, regardless of commercial catch rates.

**Keywords:** Baltic Sea, Eastern Baltic cod, North Sea backwaters, abiotic and biotic factors

#### The author

Andrej V. Trishkin, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: trishkin1880@mail.ru

# Н. В. Бурова, А. Ю. Просеков

# ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ— КУЗБАССА С ЦЕЛЬЮ ПРОВЕДЕНИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ РАБОТ

Кемеровский государственный университет, Россия Поступила в редакцию 07.11.2023 г. Принята к публикации 13.12.2023 г. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-10

Для цитирования: *Бурова Н.В., Просеков А.Ю.* Изучение физико-географических условий территории Кемеровской области — Кузбасса с целью проведения рекультивационных работ // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. № 4. С. 125—137. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-10.

Длительная геологическая история региона, изменения морских и наземных отложений, магматическая деятельность определили современное геолого-геоморфологическое строение Кемеровской области – Кузбасса, а также размещение полезных ископаемых. Целью работы стало изучение физико-географических условий территории Кемеровской области — Кузбасса для проведения рекультивационных работ. Основные месторождения региона приурочены к горным районам Кузнецкого Алатау, Салаира и Горной Шории. Горючие полезные ископаемые принадлежат к прерывистой полосе в центральной части региона, где создаются более благоприятные условия для осадконакопления. Кемеровская область характеризуется различными геоморфологическими условиями и разнообразным климатом. Основными факторами, из которых складывается климат, являются атмосферная циркуляция, рельеф и растительность. Совокупность этих факторов формирует климатические характеристики региона. В целом наблюдается общая закономерность в распределении температуры и влажности. В горах Кузнецкого Алатау и Горной Шории влажно, но отмечается дефицит тепла. Наиболее благоприятные условия сложились у подножия наветренных склонов Кузнецкого Алатау, где почва достаточно влажная, чтобы обеспечить тепло. На территории Кемеровской области формируются различные почвенные покровы, большую часть которых составляют лесные почвы (буроземы и подбуры, дерново-подзолистые, серые лесные). Установлено, что исходя из физико-географических условий на территории Кемеровской области – Кузбасса целесообразно проводить лесохозяйственную, санитарно-гигиеническую, сельскохозяйственную, рекреационную, водохозяйственную рекультивацию.

**Ключевые слова:** рекультивация, геологическое строение, геоморфологическое строение, климатические особенности, почвенный покров, растительность

# Введение

Кемеровская область — Кузбасс является мощным промышленным центром России [1; 2]. На сегодняшний день в связи с активной добычей угля, развитием металлургии, углехимии, нефтехимии и новых от-

<sup>©</sup> Бурова Н.В., Просеков А.Ю., 2023



раслей промышленности земли Кемеровской области испытывают достаточно высокую техногенную нагрузку [3]. В результате утраты земель рекреационных и охранных зон неуклонно ухудшается состояние окружающей среды и качество жизни горожан, в связи с чем управление зеленым фондом следует рассматривать как часть концепции устойчивого развития городов в рамках новой парадигмы экологической ответственности [4]. Необходимо восстанавливать земли, отведенные муниципалитетам под добычу полезных ископаемых, принимать ответственные экологические решения, реализуя возможности рекреационных зон широкого назначения, например в аспекте развития экологического туризма [5].

В настоящее время рекультивационные работы должны выполняться по разработанному проекту рекультивации, в котором представлены материалы о месторасположении объекта рекультивации, условиях выполнения рекультивационных работ, свойствах нарушенной территории и направлении рекультивации.

Биологические мероприятия включают комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы [4; 5].

Биологическое разнообразие — главный природный ресурс для поступательного эволюционного развития человеческой цивилизации. Биоразнообразие призвано обеспечить устойчивость экосистем и биосферы в целом. В Сибири для многих горнодобывающих предприятий актуальность приобретает восстановление нарушенных земель и их рекультивация. Также принципиальным вопросом является освоение территорий, которые уже прошли этап восстановления растительности [6].

Для полноценного проведения процесса рекультивации техногенно нарушенных земель необходимо подробное изучение особенностей геологического, геоморфологического строения территории, климатических особенностей, почвенного покрова, растительности Кемеровской области. В связи с этим целью данной работы стало изучение физико-географических условий территории Кемеровской области — Кузбасса для планирования дальнейших рекультивационных работ. Новизна работы заключается в том, что полноценный анализ, обобщающий российские и зарубежные публикации последнего времени по изучению физико-географических условий Кемеровской области — Кузбасса, проведен впервые.

### Объекты и методы

Объектами данного исследования стали научные публикации и патенты российских и зарубежных авторов, касающиеся рекультивации техногенно нарушенных земель угледобывающей промышленности Кемеровской области-Кузбасса и путей минимизации техногенного воздействия. Для поиска информации были использованы базы данных Scopus, Web of Science, PubMed, Elibrary за период с начала 1970-х гг.,

когда появилась первая публикация по теме, до 1 июля 2023 г. Основное внимание уделялось статьям, опубликованным в научных рецензируемых журналах с высоким индексом цитирования. Рассмотрены аргументы ведущих ученых о влиянии физико-географических условий на экологию планеты и о минимизации техногенных воздействий человека на окружающую среду, сформирована собственная позиция относительно особенностей геологического строения территории и климата Кемеровской области, а также состояния почвенного покрова и способа рекультивации почвы Кузбасса.

# Результаты и их обсуждение

# 1. Особенности геологического строения территории.

Территория Кемеровской области характеризуется разнообразием природных условий. Рельеф, свойства почвообразующих отложений, география и специфика месторождений полезных ископаемых обусловлены в первую очередь особенностями геологического развития региона.

Большая часть Кемеровской области входит в состав Алтае-Саянской складчатой области, а северо-восточная окраина является частью Западно-Сибирской платформы. В геологической истории региона выделяют два крупных этапа — океанический и континентальный [6].

В эоплейстоцене происходили резкие поднятия в Кузнецком Алатау и Горной Шории. К этому времени относится закладка речных систем Северной и Южной Томи. В раннем неоплейстоцене шли наиболее интенсивные движения в Салаире и Томь-Колыванской части региона. В течение всего кайнозоя горные территории подвергались периодическим оледенениям, цикл которых завершился сартанским оледенением около 10 тыс. лет назад. Современный рельеф территории Кемеровской области — это результат пульсирующих тектонических движений [6; 7].

Территория Кемеровской области располагается в центральной части Евразийской литосферной плиты [8] (рис. 1). Северо-восточная окраина области является частью Западно-Сибирской платформы (плиты) и характеризуется двухъярусным строением.

Нижний ярус представляет собой складчатый фундамент с геоструктурами, испытавшими погружение от северного продолжения Кузнецкого Алатау. Верхний ярус сложен горизонтально залегающими отложениями мезозойского и кайнозойского возрастов. Остальная часть территории Кемеровской области входит в состав Алтае-Саянской складчатой области, в пределах которой выделяются Кузнецкий прогиб герцинского возраста и окружающие его горно-складчатые образования, такие как Кузнецкий Алатау, Горная Шория (раннекаледонские или салаирские структуры), Салаир (раннегерцинские структуры). На северо-западной окраине области располагаются структуры Томь-Колыванской складчатой зоны (позднегерцинского возраста) [10] (рис. 2).

*128* 



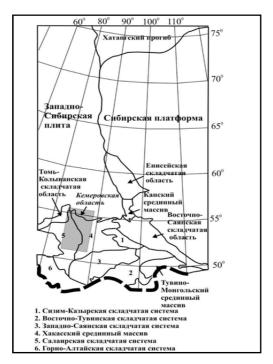


Рис. 1. Положение Кемеровской области в геологических структурах Евразийской литосферной плиты

# Источник: [9].

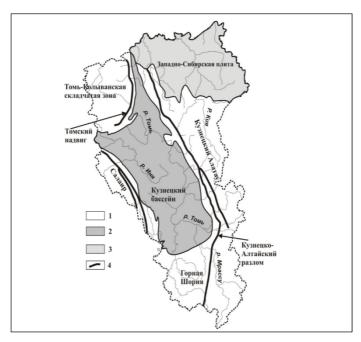


Рис. 2. Тектоническое районирование Кемеровской области Источник: [11].



Наиболее древние отложения территории относятся к неопротерозою (рифей и венд российской стратиграфической шкалы). Эти отложения распространяются в пределах Горной Шории и Кузнецкого Алатау, представлены мощными комплексами (до 5—7 км), сложенными карбонатными породами (известняками и доломитами) с подчиненным значением силицилитов (рис. 3).

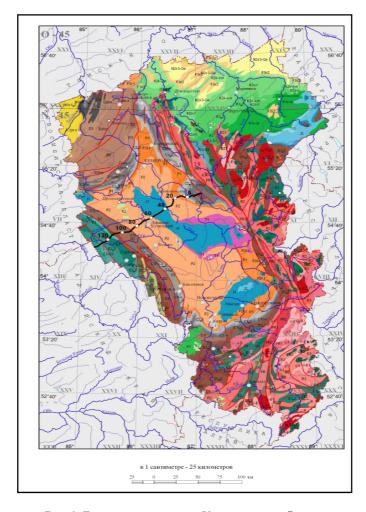


Рис. 3. Геологическая карта Кемеровской области

В Томь-Колыванской зоне девонские отложения мощностью 2,5 км представлены двумя толщами [12]. Нижняя, условно коррелируемая со среднедевонскими отложениями Салаира, сложена вулканическими образованиями субаэрального типа. Верхняя толща, соответствующая верхам среднего и верхнему отделам девона, представлена осадочными отложениями континентального шельфа с преобладанием терригенных разностей пород. В конце нижнего девона здесь закладывался морской седиментационный бассейн, в прибрежной части которого формировались месторождения каменного угля, а также месторождения



горючих сланцев (Дмитриевское месторождение горючих сланцев), золота, бокситов, нефелиновых сиенитов. Девонские отложения содержат основные месторождения флюсовых известняков, имеются многочисленные месторождения строительных и облицовочных материалов.

Палеогеновые отложения (белые глины, алевриты и кварцевые пески общей мощностью до 100 м) распространены в северной части области вдоль северного подножья Салаира. Неогеновый период представлен сложенными делювиальными пестроцветными каолиновыми глинами, щебнем, дресвой, ископаемыми почвами, аллювиальными песками, гравием и галечниками. Общая мощность этих отложений составляет несколько сотен метров. Отложения четвертичного периода формируют террасы рек, современный делювиальный чехол [13].

Магматические образования в пределах Кемеровской области пользуются широким распространением и фиксируются практически по всему разрезу, исключая меловой период и кайнозойскую эру. Магматические породы выступают рудогенерирующими и рудовмещающими для подавляющего большинства рудных полезных ископаемых и способствуют формированию месторождений железа, алюминия, полиметаллов и др. [14].

# 2. Геоморфологическое строение территории.

Геоморфологическим строением территории определяется современное пространственное распределение растительности, почв и ландшафтов в целом. Закономерности геологического строения территории обусловили территориальную схему размещения горнодобывающих центров в пределах административных границ Кемеровской области [10; 15].

Наиболее крупное горное сооружение, занимающее треть области, — Кузнецкий Алатау, часть Алатауско-Шорского нагорья, северная оконечность Алтае-Саянской горной страны. Кузнецкий Алатау протягивается в субмеридиональном направлении, охватывая северо-восточную часть нагорья. По направлению с юга на север территория Кузнецкого Алатау подразделяется на три района. Южный и центральный районы характеризуются преобладанием средневысотных отметок рельефа, а в северном преобладает низковысотный рельеф. Спецификой хребта является ярусность рельефа [16—18].

Кузнецкая котловина — крупная межгорная котловина (110×300 км), унаследованная от Кузнецкого межгорного прогиба. Современный рельеф котловины — эрозионно-аккумулятивный, с абсолютными высотами 200—600 м. Северная часть котловины в основном равнинная с широкими плоскими водоразделами рек. К югу поверхность котловины приобретает холмисто-увалистый облик. Чулымская равнина располагается на севере области и является частью Западно-Сибирской равнины, представляет собой пластовую плоско-волнисто-холмистую равнину с высотами менее 200—300 м [6; 20].

# 3. Гидрогеологическое строение территории.

Гидрографическая сеть на территории Кемеровской области принадлежит бассейну Верхней Оби и представлена густой сетью малых и

средних рек, озерами, водохранилищами, болотами. По территории Кемеровской области протекает 32109 рек суммарной протяженностью 245152 км.

Наиболее крупным является бассейн реки Томь и ее притоков. Река Томь и ее наиболее крупные притоки (Бельсу, Уса, Мрас-Су, Тутуяс, Кондома, Верхняя, Средняя и Нижняя Терси, Тайдон) берут начало в горах Кузнецкого Алатау и Горной Шории [21; 22].

Подземные воды в пределах структуры связаны с четверичными, пермскими и юрскими отложениями. Подземные воды сосредоточены главным образом в зоне активного водообмена, мощность которой изменяется от 120-150 до 250-300 м.

# 4. Климатические особенности Кемеровской области.

Важным климатообразующим фактором выступает атмосферная циркуляция, которая зависит от рельефа местности, удаленности ее от морей и океанов и определяется над территорией области Западным переносом, а также антициклонами — Азиатским и Арктическим. Среднегодовая температура составляет от +0,7°С до +3,3°С. Средняя температура января составляет -19,5°С, июля — +18,5°С. Сумма активных температур составляет 1600—1900°С, продолжительность периода с активной температурой (выше +10°С) — 105—125 дней. При этом продолжительность безморозного периода меньше — от 93 до 123 дней. Годовое количество осадков варьирует в широком диапазоне от 255 до 1700 мм [17].

Распределение температуры также обусловлено особенностями подстилающей поверхности. На высоких водоразделах Кузнецкого Алатау и Горной Шории среднегодовая температура составляет +2,9...+3,3°C [23], продолжительность безморозного периода сокращена до 93 дней, в течение которых преобладают низкие температуры [23]. Следствием этого является распространение здесь многолетне- и сезонномерзлых грунтов, ведущая роль физического выветривания и криогенеза. С уменьшением абсолютной высоты увеличивается среднегодовая температура и сумма активных температур, продолжительность безморозного периода. Важным экологическим фактором в среднегорьях и низкогорьях является мощный снеговой покров (2 м и более), который препятствует промерзанию почв.

# 5. Почвенный покров Кемеровской области.

Почвы представляют собой результат сложного взаимодействия местного климата, растительных и животных организмов, состава и строения материнских пород, рельефа и возраста страны [24]. Следствием множества сочетаний факторов почвообразования, которые рассмотрены ранее, является пестрый и разнообразный почвенный покров Кемеровской области. При этом приоритетным фактором, определяющим дифференциацию климата, растительности, почв, ландшафтов, выступает рельеф, строение которого определяет основу почвенно-экологического районирования территории области.

Дерново-подзолистые почвы характеризуются содержанием малого количества гумуса (от 1,5 до  $4\,\%$ ), низким содержанием азота, кислой реакцией почвенного раствора. Количество фосфора высокое — от 0.12



до 0,17%. В составе поглощающего комплекса преобладает кальций. В подзолистом горизонте отмечается накопление кремнезема, а в средней части профиля — оксидов железа [25]. Серые лесные почвы характеризуются средним содержанием гумуса (от 2 до 6%), характерной их особенностью является резкое его снижение с глубиной. Содержание азота достаточно большое (от 0,4 до 0,5%), с глубиной также резко снижается. Реакция почвенного раствора слабокислая и нейтральная, в карбонатном горизонте может усиливаться до щелочной. Максимальное содержание обменных катионов характерно для гумусового горизонта, при этом в составе катионов преобладает кальций. С глубиной поглотительная способность почв снижается. Серые лесные почвы не засолены, несмотря на непромывной водный режим.

Горнолесные бурые почвы (буроземы) Кузнецкого Алатау и Горной Шории имеют общие особенности морфологического строения: маломощный профиль, слабо дифференцированный на генетические горизонты. В его верхней части находится подстилка, глубже располагается гумусовый горизонт серо-бурого цвета, обычно подразделяющийся на две части — верхнюю суглинистую, содержащую органическое вещество в виде грубого гумуса, и нижнюю — собственно гумусовую, хорошо задерненную, окрашенную в бурый или коричнево-бурый цвет, порошисто-зернистой или гороховидно-комковатой структуры. На щебнистых включениях нередко отмечаются буровато-глянцевые пленки. Толща горизонта постепенно переходит в обедненную мелкоземом щебнисто-каменистую массу элюво-делювия плотных коренных пород. Вскипание от HCl по всему профилю отсутствует [25; 26].

Содержание гумуса в верхнем органогенном горизонте буроземов широко варьирует  $(4-15\,\%)$ , что определяется разным количеством поступающего в почвы органического опада и неодинаковым его составом.

Кемеровская область представляет собой интенсивно развивающийся промышленный район. На территории горнодобывающих предприятий на поверхности техногенных ландшафтов сформировались особые техногенные почвы — эмбриоземы. На рекультивированных поверхностях отвалов сформированы техноземы. На нарушенных территориях, образовавшихся в результате антропогенного воздействия, развит комплекс своеобразных образований (стратоземы, абраземы и др.) [25].

# 6. Растительность Кемеровской области.

Разнообразие растительного покрова обусловлено особенностями климата, минерального субстрата, рельефа. С учетом этих факторов в Кемеровской области формируется растительность, типичная для гольцово-альпийских, лесных, лесостепных и степных ландшафтов. Распределение растительности подчиняется закономерности широтной зональности (на северо-востоке области) и вертикальной поясности (на остальной территории).

Лесостепи широко развиты в Кузнецкой котловине, при этом соотношение степных и лесных участков отчетливо сдвигается в сторону усиления участия степей в направлении к аридному (степному) ядру котловины. Ландшафты Мариинской лесостепи являются наиболее

молодыми, их образование произошло в результате масштабной вырубки коренного леса [26]. Лесной компонент представлен осиновоберезовыми перелесками и чаще колками. Кустарниковый ярус состоит из черемухи, ивы, таволги, шиповника, реже смородины. На территории Кузнецкой котловины, где остепнение в сравнении с Мариинской лесостепью выражено в большей степени, выделяются три типа сочетаний травянистых формаций [27]. В северной части котловины сохранившиеся от распашки безлесные участки представляют собой злаковоразнотравные луга, по южным склонам увалов остепненные. Биомасса надземной части травостоя на таких склонах (в расчете на сухое вещество) достигает 18—20 ц/га, на южных склонах — в пределах 10—15 ц/га [19].

# 7. Выбор рационального направления рекультивации нарушенных земель Кемеровской области — Кузбасса.

В зависимости от физико-географических условий территории Кемеровской области — Кузбасса методы рекультивации нарушенных земель должны способствовать созданию устойчивых природно-техногенных комплексов, основанных на анализе большого количества разнородной и многоуровневой информации [28].

Почвенный покров горно-таежной природной зоны представлен бурыми таежными и дерново-подзолистыми почвами. На севере угольного бассейна получили распространение в основном дерново-подзолистые и серые лесные почвы [14]. По своим агрохимическим и физическим свойствам данные почвы благоприятны для проведения лесохозяйственной рекультивации.

Санитарно-гигиеническое направление рекультивации предусматривает биологическую (или техническую) консервацию нарушенных земель с целью предупреждения их отрицательного воздействия на окружающую среду, в том числе атмосферу, прилегающие земельные угодья, поверхностные и грунтовые воды.

Технология рекультивации основывается на методах сельскохозяйственного и лесохозяйственного направлений, но, в отличие от них, использует в первую очередь способность травянистых, древесных и кустарниковых растений произрастать на породах с низким плодородием и в других экстремальных условиях [11].

Рекреационное направление рекультивации предусматривает создание на нарушенных землях различных объектов отдыха. Рекультивации в рекреационном направлении, как правило, подвергаются участки нарушенных земель, находящиеся вблизи населенных пунктов.

Водохозяйственное направление рекультивации предусматривает создание в карьерных выемках водоемов хозяйственно-бытового (питьевого, противопожарного, оросительного, рыбоводческого и др.) назначения.

#### Выводы

Таким образом, длительная геологическая история региона, смена периодов морского и континентального осадконакопления, магматизма обусловила современное геологическое и геоморфологическое стро-



ение территории, а также характерную закономерность в распределении месторождений полезных ископаемых. Горючие полезные ископаемые Кузнецкого бассейна приурочены к области межгорного прогиба в центральной части региона. В климатическом отношении территория Кемеровской области неоднородна. Основные климатообразующие факторы – атмосферная циркуляция, рельеф и растительность. Наиболее благоприятные условия складываются в предгорьях наветренного склона Кузнецкого Алатау, территории здесь достаточно увлажнены и обеспечены теплом. На территории Кемеровской области сформировался пестрый почвенный покров. В составе его значительную долю занимают лесные почвы - буроземы и подбуры, дерново-подзолистые, серые лесные. Почвы открытых участков (степей, лугов) занимают меньшую площадь, но отличаются высокой хозяйственной и экологической ценностью. Лесные почвы на значительных площадях не затронуты хозяйственной деятельностью, за исключением локальной вырубки и нарушений в зоне влияния добычных предприятий. Установлено, что растительный покров Кемеровской области представлен широким спектром сообществ, характеризующихся различным видовым составом, продуктивностью, пространственной дифференциацией.

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках Распоряжения Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. № 1144-р, комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» («Чистый уголь — зеленый Кузбасс»), мероприятие 3.1 «Экополигон мирового уровня технологий рекультивации и ремедиации» (соглашение № 075-15-2022-1200 от 28.09.2022 г.).

#### Список литературы

- 1. Государственная программа Кемеровской области Кузбасса «Экология, недропользование и рациональное водопользование» на 2017—2025 годы (утв. постановлением Правительства Кемеровской области Кузбасса от 06.09.2019 №362). URL: http://kuzbasseco.ru/gosprogramma/gosudarstvennaya-programma-kemerovskoj-oblasti-ekologiya-nedropolzovanie-i-racionalnoe-vodopolzovanie/pos tanovleniya/ (дата обращения: 15.10.2023).
- 2. *Firozjaei M. K.* A historical and future impact assessment of mining activities on surface biophysical characteristics change: A remote sensing-based approach // Ecological Indicators. 2021. No 122. P. 1–13.
- 3. *Ignatyeva M., Yurak V., Pustokhina N.* Recultivation of post-mining disturbed land: Review of content and comparative law and feasibility study // Resources. 2020. Vol. 9, No. 9. No. 1.1–17.
- 4. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году: государственный доклад. М., 2022.
- 5. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2021 год : ежегодник. СПб., 2022.
- 6. *Stenina N., Ivina O., Yakovchenko M., Lebedev G.* Disturbed Lands Reclamation Statement in the Territory of the Mokhovsky // Coal Mine E3S Web of Conferences. 2020. №174. Art. №02003.



- 7. Копытов А.И., Масаев Ю.А., Масаев В.Ю. Влияние технологии взрывных работ на состояние окружающей среды в Кузбассе // Уголь. 2020. №5 (1130). С. 57—62.
- 8. *Очерки* исторической геологии Кемеровской области / Я.М. Гутак, В.А. Антонова, Г.Н. Багмет [и др.]. Новокузнецк, 2008.
- 9. Zakharova E.A., Kosterin P.V., Brudnik V.V. Soil phytoremediation from the breakdown products of the chemical warfare agent, yperite // Environ. Sci. Pollut. 2000. Vol. 7. P. 191–194.
- 10. *Кемеровская* область. Ч. 1 : Природа и население / под ред. В.П. Удодова. Новокузнецк, 2008.
- 11. *Verma R.K.* Phytoremediation of Heavy Metals Extracted from Soil and Aquatic Environments: Current Advances as well as Emerging Trends // Biointerface Research in Applied Chemistry. 2022. Vol. 12. P. 5486 5509.
- 12. Зиновьева О.М., Колесникова Л.А., Меркулова М.А. и др. Анализ экологических проблем в угледобывающих районах // Уголь. 2020. № 10 (1135). С. 62-66.
- 13. Podurets O.I. Rock dumps of coal mining production as an object of study of post-technogenic soil-forming and phytocenotic processes // Norwegian Journal of development of the International Science. 2017. Vol. 1, No4. P. 10-14.
- 14. *Физическая* география Кемеровской области: учеб. пособие / Н.Т. Егорова, Н.Г. Евтушик, Г.Н. Багмет [и др.]. Новокузнецк, 2018.
- 15. Рябов В.А., Ващенко А.Ю., Просеков А.Ю. Нарушенные земли Кемеровской области Кузбасса: генезис и современное состояние // Проблемы регионально экологии. 2021. №5. С. 120—123.
- 16. Минералы и горные породы России и СССР. URL: http://www.ecosystema.ru/08nature/min/2\_5\_2\_15.htm (дата обращения: 13.07.2023).
- 17. Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Почвенные ресурсы Кемеровской области и основы их рационального использования. Новосибирск, 2013.
- 18. Геращенко А. А. Анализ минерально-сырьевой базы золота в Кемеровской области // Золото Кузбасса. Кемерово, 2000. С. 69-209.
- 19. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. М., 1987.
- 20. Куртигешев В.С., Бычков А.И., Шатилова Г.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. 2-е изд. Сер. Кузбасская. Лист N-45-III (Кемерово). Объяснительная записка. М., 2013.
- 21. *Гутак Я. М.* Минерально-сырьевая база Кемеровской области (современное состояние, перспективы, проблемы) // Известия вузов. Черная металлургия. 2003. № 6. С. 61-65.
- 22. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области Кузбасса в 2021 году / Администрация Правительства Кузбасса ; Министерство природных ресурсов и экологии Кузбасса. Кемерово, 2022.
  - 23. Агроклиматические ресурсы Кемеровской области. Л., 1973.
- 24. Rosa J.C.S., Geneletti D., Morrison-Saunders A. et al. To what extent can mine rehabilitation restore recreational use of forest land? Learning from 50 years of practice in southwest Australia // Land Use Policy. 2020. № 90. P. 1 − 17.
- 25. Yu X., Mu C., Zhang D. Assessment of land reclamation benefits in mining areas using fuzzy comprehensive evaluation // Sustainability (Switzerland). 2020. No 12 (5).
- 26. *Dedova E.B., Goldvarg B.A., Tsagan-Mandzhiev N.L.* Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods // Arid Ecosystems. 2020. №2 (10). P. 140 147.
- 27. Осинцева М.А., Бурова Н.В., Жидкова Е.А. Особенности рекультивации отработанных территорий угольных разрезов в Кузбассе // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 9 (123).



136

28. *Кожевников Н.В.* Выбор рационального направления рекультивации нарушенных земель Кузбасса // Евразийский Союз Ученых. 2015. № 1-1 (10).

#### Об авторах

Надежда Владимировна Бурова — руководитель центра ландшафтной архитектуры, Кемеровский государственный университет, Россия.

E-mail: centrla@mail.ru

Александр Юрьевич Просеков — чл.-кор. РАН, д-р биол. наук, ректор, Кемеровский государственный университет, Россия.

E-mail: a.prosekov@inbox.ru

# N. V. Burova, A. Yu. Prosekov

# STUDY OF THE PHYSICAL AND GEOGRAPHICAL CONDITIONS OF THE TERRITORY OF THE KEMEROVO REGION — KUZBASS FOR THE PURPOSE OF RECLAMATION WORKS

Kemerovo State University, Kemerovo, Russia Received 7 November 2023 Accepted 13 December 2023 doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-10

**To cite this article:** Burova N.V., Prosekov A. Yu. 2023, Study of the physical and geographical conditions of the territory of the Kemerovo region — Kuzbass for the purpose of reclamation works, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 125—137. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-10.

The long geological history of the region, changes in marine and terrestrial deposits, and magmatic activity have determined the modern geological and geomorphological structure of the Kemerovo Region - Kuzbass, as well as the distribution of mineral resources. The aim of the study was to investigate the physico-geographical conditions of the Kemerovo Region -Kuzbass to carry out reclamation work. The main deposits of the region are located in the mountainous areas of the Kuznetsk Alatau, Salair, and Mountain Shoria. Combustible minerals belong to a discontinuous belt in the central part of the region, where more favorable conditions for sediment accumulation are created. Kemerovo Region is characterized by diverse geomorphological conditions and a varied climate. The main factors contributing to the climate include atmospheric circulation, relief, and vegetation. The combination of these factors shapes the climatic characteristics of the region. Overall, there is a general pattern in the distribution of temperature and humidity. In the mountains of the Kuznetsk Alatau and Mountain Shoria, it is humid, but there is a deficit of warmth. The most favorable conditions have developed at the foot of the windward slopes of the Kuznetsk Alatau, where the soil is moist enough to provide warmth. Various soil coverings are formed on the territory of the Kemerovo Region, the majority of which are forest soils (brown soils and sub-brown soils, podzolic soils, gray forest soils). It has been established that based on the physico-geographical conditions in the territory of the Kemerovo Region - Kuzbass, it is advisable to carry out forestry, sanitary-hygienic, agricultural, recreational, and water management reclamation.

**Keywords:** recultivation, geological structure, geomorphological structure, climatic features, soil cover, vegetation



## The authors

Nadezhda V. Burova, Head of the Center for Landscape Architecture, Kemerovo State University, Russia.

E-mail: centrla@mail.ru

Prof. Alexander Yu. Prosekov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Rector, Kemerovo State University, Russia.

E-mail: a.prosekov@inbox.ru

# ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ В ВЕСТНИКЕ БФУ им. И. КАНТА

#### Серия: Естественные и медицинские науки

#### 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 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 не менее 20 тыс. знаков с пробелами.
- 4. Все присланные в редакцию работы проходят двойное «слепое» рецензирование, а также проверку системой «Антиплагиат», по результатам которых принимается решение о возможности включения статьи в журнал. Рецензентами выступают как члены редакционной коллегии журнала, так и внешние эксперты.
- 5. Статьи на рассмотрение принимаются в режиме онлайн. Для этого авторам нужно зарегистрироваться на портале Единой редакции научных журналов БФУ им. И. Канта https://journals.kantiana.ru/submit/ и следовать подсказкам в разделе «Подать статью онлайн».
- 6. Решение о публикации (или отклонении) статьи принимается редакционной коллегией журнала после ее рецензирования и обсуждения.
- 7. Автор имеет право публиковаться в одном выпуске журнала один раз; второй раз в соавторстве (в исключительном случае и только по решению редакционной коллегии).
  - 8. Плата за публикацию рукописей не взимается.

#### Комплектность и форма представления авторских материалов

- 1. Статья должна содержать следующие элементы:
- а) индекс УДК должен достаточно подробно отражать тематику статьи (основные правила индексирования по УДК см.: http://www.naukapro.ru/metod.htm);
- б) название статьи строчными буквами на русском и английском языках (до 12 слов);
- в) аннотацию на русском и английском языках (150-250 слов, то есть 500 печатных знаков). Располагается перед ключевыми словами после заглавия;
- г) ключевые слова на русском и английском языках  $(4-8\ \text{сло}\theta)$ . Располагаются перед текстом после аннотации;
- д) список литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. Должен включать от 15 до 30 источников, не менее 50% которых должны представлять современные (не старше 10 лет) публикации в изданиях, рецензируемых ВАК, и (или) в международных изданиях. Оптимальный уровень самоцитирования автора не выше 10% от списка использованных источников;
- e) сведения об авторах на русском и английском языках (ФИО полностью, ученые степени, звания, должность, место работы (организация, город, страна), e-mail, ORCID);
  - ж) 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, c. 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  $\theta$  электронной форме в формате листа A4 (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: https://journals.kantiana.ru/vestnik/nature/rules//.

#### Порядок рецензирования рукописей статей

- 1. Редакционная коллегия журнала «Вестник БФУ им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки» осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение 5 лет.
- 2. Ответственный редактор журнала 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 с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.
  - 4. В рецензии освещаются следующие вопросы:
  - а) степень интереса тематики для читателей журнала;
  - б) степень оригинальности статьи;
  - в) точность и адекватность представленной информация;
  - г) знание существующего состояния дел по данной проблематики;
  - д) стиль и манера изложения;
  - е) логичность построения статьи;
- 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 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.
- 8. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редколлегией журнала.
- 9. После принятия редколлегией журнала решения о допуске статьи к публикации ответственный редактор информирует об этом автора и указывает сроки публикации.
  - 10. Текст рецензии направляется автору по электронной почте.
- 11. Редакция журнала «Вестник БФУ им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки» направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса.

# Научное издание

# ВЕСТНИК БАЛТИЙСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА им. И. КАНТА

Серия

Естественные и медицинские науки

2023

Nº 4

Редактор Д.А. Малеваная Компьютерная верстка Г.И. Винокуровой

Подписано в печать 07.02.2024 г. Формат  $70\times108~^{1}/_{16}$ . Усл. печ. л. 12,3 Тираж 300 экз. (1-й завод 45 экз.). Цена свободная. Заказ 18 Подписной индекс 94113

Издательство Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14