СОДЕРЖАНИЕ

Том 86, номер 4, 2022

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА

Экономическое развитие как вызов для “государств де-факто”: постконфликтная динамика и видение перспектив в Южной Осетии
А. Б. Себенцов, М. С. Карпенко, А. А. Гриценко, Н. Л. Туров 485

Методы реконструкции данных муниципальной статистики на примере внутригородского муниципального образования Санкт-Петербурга
К. А. Страхов 503

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

Оценка дыхания почв с помощью модели Райха–Хашимото: параметризация и прогноз
О. Э. Суховеева, Д. В. Карелин 519

Изменения интенсивности колебаний суточной температуры воздуха в диапазонах внутримесячной изменчивости на территории России в 1970–2018 гг.
Е. Д. Бабина, В. А. Семенов 528

Дендроклиматический анализ радиального прироста сосны (*Pinus sylvestris* L.) на европейском Северо-Востоке России
И. Н. Кутявин, А. В. Манов 547

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Запись изменений увлажнения в разрезах долинных торфяников на юге Дальнего Востока
Н. Г. Разжигаева, Т. А. Копотева, Т. Р. Макарова, Т. А. Гребенникова, М. С. Лящевская, Л. М. Мохова, Л. А. Ганзей, Е. П. Кудрявцева, А. М. Паничев, М. А. Климин, Х. А. Арсланов, Ф. Е. Максимов, А. Ю. Петров 563

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

Климатические факторы и социально-экономические показатели: исследование статистической связи по регионам России
В. В. Виноградова, Т. Л. Бородина 578

Дискуссия по поводу статьи. Формально-статистический подход не смог выявить особенности влияния климата на региональное развитие
Н. В. Зубаревич 592

Особенности лесовозобновления на залежных землях Среднерусской лесостепи
Э. А. Терехин 594

Оценка экосистемных услуг на муниципальном уровне и ее возможная интеграция в территориальное планирование
О. А. Климанова, Е. Н. Букварёва, О. А. Илларионова, Е. Ю. Колбовский 605

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Экспортно-ресурсный потенциал территорий, примыкающих к Байкало-Амурской магистрали
К. В. Демидова, М. А. Макушин, М. Д. Горячко, А. И. Даньшин, Р. О. Бобровский, Н. С. Чигиренков 621

ВОПРОСЫ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

Изменение структуры землепользования в верховьях Дона с конца XII до начала XX вв.
(на примере балочного комплекса “Журишки”, Тульская область)
О. В. Бурова, А. Н. Наумов 639

ВЗГЛЯД ГЕОГРАФА

Туристско-географические следствия пандемии
Ю. Н. Голубчиков 651

Contents

Volume 86, No. 4 2022

Territorial Organization of Society

Economic Development as a Challenge for "De Facto States": Post-Conflict Dynamics and Vision of Prospects in South Ossetia

A. B. Sebentsov, M. S. Karpenko, A. A. Gritsenko, and N. L. Turov 485

Methods for the Reconstruction of Municipal Statistics Data: Case Study of the Intracity Municipal District in St. Petersburg

K. A. Strakhov 503

Natural Processes and Dynamics of Geosystems

Assessment of Soil Respiration with the Raich–Hashimoto Model: Parameterisation and Prediction

O. E. Sukhoveeva and D. V. Karelin 519

Changes in Intensity of Daily Surface Air Temperature Variations in Different Intramonthly Variability Ranges from Russian Meteorological Stations in 1970–2018

E. D. Babina and V. A. Semenov 528

Dendroclimatic Analysis of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Radial Growth in the European North-East of Russia

I. N. Kutyavin and A. V. Manov 547

Evolution of Natural Systems

Humidity Changes Record in Sections of Valley Peatbog in Far East's South

N. G. Razzhigaeva, T. A. Kopoteva, T. R. Makarova, T. A. Grebennikova, M. S. Lyashchevskaya, L. M. Mokhova, L. A. Ganzey, E. P. Kudryavtseva, A. M. Panichev, M. A. Klimin, Kh. A. Arslanov, F. E. Maksimov, and A. Yu. Petrov 563

Natural Resource Use and Geoecology

Climatic Factors and Socioeconomic Indicators: Statistical Relation Research by Regions of Russia

V. V. Vinogradova and T. L. Borodina 578

Discussion of the Article. The Formal-Statistical Approach Could Not Reveal Features of Climate Influence on Regional Development

N. V. Zubarevich 592

Reforestation on Abandoned Agricultural Lands in the Central Russian Forest–Steppe

E. A. Terekhin 594

Assessment of Ecosystem Services at the Municipal Level and Its Possible Integration into Spatial Planning

O. A. Klimanova, E. N. Bukvareva, O. A. Illarionova, and E. Yu. Kolbowsky 605

Regional Geographical Problems

Export and Resource Potential of Territories Adjacent to the Baikal–Amur Mainline
K. V. Demidova, M. A. Makushin, M. D. Goryachko, A. I. Danshin, R. O. Bobrovskiy, and N. S. Chigirenkov 621

Issues in Historical Geography

Changing Structure of the Land Use System in the Don River Upper Reaches from the End of the 12th to the Beginning of the 20th Century (the Case of the Zhurishki Beam Complex, Tula Oblast)
O. V. Burova and A. N. Naumov 639

View of a Geographer

Tourism-Geographical Consequences of the Pandemic
Yu. N. Golubchikov 651

EDN: VILQMY
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 485–502

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА

УДК 914

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ КАК ВЫЗОВ ДЛЯ "ГОСУДАРСТВ ДЕ-ФАКТО": ПОСТКОНФЛИКТНАЯ ДИНАМИКА И ВИДЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ В ЮЖНОЙ ОСЕТИИ

© 2022 г. А. Б. Себенцов[a], *, М. С. Карпенко[a], А. А. Гриценко[a], Н. Л. Туров[a]

[a] *Институт географии РАН, Москва, Россия*

**e-mail: asebentsov@igras.ru*

Поступила в редакцию 06.12.2021 г.
После доработки 16.02.2022 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

Значение экономических факторов в появлении и развитии "государств де-факто" остается недостаточно изученным и дискуссионным. В статье рассматривается случай Южной Осетии, одной из шести непризнанных республик, возникших на постсоветском пространстве. На основе изучения статистических данных, вторичных источников и экспертных интервью с представителями местной власти, бизнеса и академического сообщества авторы анализируют структурные сдвиги и состояние экономики Южной Осетии, взгляды на перспективы развития в контексте государственного строительства. Показано, что в результате масштабной помощи со стороны России сформировалась структурно слабая гиперсервисная экономика, ключевые отрасли которой зависят от государственного спроса и российских инвестиций. Ограниченная экономическая самодостаточность, трансграничное расселение осетин и грузин, а также многочисленные родственные связи способствуют возникновению разнообразных трансграничных практик (челночной торговли, контрабанды, своеобразных систем расчетов), снижающих социальную напряженность. Случай Южной Осетии подтверждает, что непризнанный статус не является сам по себе препятствием для развития экономики, однако недостаток внешней легитимности ограничивает доступ к рынкам, создает трудности для финансовых и торговых транзакций. Евразийская интеграция стала скорее источником проблем для этой республики, создав труднопреодолимые для местного бизнеса препятствия в торговле с Россией – единственной страной ЕАЭС, признающей Республику Южная Осетия качестве суверенного государства. В результате экономические проблемы служат наравне с вопросами безопасности ключевым аргументом для поддержки в Южной Осетии идеи присоединения республики к России.

Ключевые слова: государства де-факто, Южная Осетия, непризнанные государства, сепаратизм, сецессия, государственное строительство, экономическое развитие

DOI: 10.31857/S2587556622040094

ВВЕДЕНИЕ

События последних десятилетий высветили остроту кризиса государственности во многих регионах мира и связанный с ним процесс фрагментации политического пространства. Конкретным его проявлением стал рост числа суверенных государств. Если в 1990 г. полноправное членство в ООН имело 159 стран, то к началу текущего десятилетия их стало 193. В то же время наряду с признанными суверенными государствами сформировалось большое число политий, не имеющих международного признания, но устойчиво контролирующих собственную территорию (Попов, 2015). На одном полюсе этой разнородной группы – не менее 40 политий с чрезвычайно подвижными границами, которые обычно относят к категории неконтролируемых территорий (Колосов и др., 2021; Себенцов, Колосов, 2012), на другом – 13 "государств де-факто", обладающих большинством признаков суверенного государства за исключением широкого международного признания (Заяц, 2020). На постсоветском пространстве таких образований шесть, два из которых – Абхазия и Южная Осетия – относятся к категории частично признанных государств.

Рост внимания исследователей к неконтролируемым территориям вообще и "государствам де-факто" в частности связан, во-первых, в связи с ростом сецессионистских движений и территориальными конфликтами в разных частях мира, актуализировавшими задачу выяснения причин противоречий, несущих угрозу целостности национальных государств, поиска возможностей и средств их преодоления (Lamb, 2008; Rabasa et al.,

2007). Во-вторых, интерес вызывает соперничество мировых политических акторов, вовлеченных в процесс урегулирования конфликтов, которые привели к образованию новых политий. Постсоветские непризнанные и частично признанные государства, например, часто рассматриваются в контексте геополитического противостояния и столкновения интересов России и Запада. Ряд исследователей (Kupchan, 2005; Lynch, 2002; Umland, 2014) подчеркивает решающую роль России в обеспечении безопасности непризнанных республик и сохранения ими политического статуса-кво[1].

В-третьих, наблюдается общий поворот исследователей к изучению внутренних факторов консолидации "государств де-факто" и процессам (псевдо)государственного строительства (Ильин и др., 2010). Все более детально анализировались политические системы и институты непризнанных государств, их социально-экономическое положение, развитие отдельных отраслей экономики (Голунов, Зотова, 2021), общественное мнение и процессы формирования гражданской идентичности (O'Loughlin and Kolosov, 2017). Широкое распространение получили сравнительные исследования (Заяц, 2020; Маркедонов, 2018; Broers et al., 2015; Popescu et al., 2006).

Республика Южная Осетия (РЮО) также не раз становилась объектом изучения. Например, П. Колсто и Х. Блаккисруд, сравнивая становление государственности РЮО, Абхазии и Нагорного Карабаха в условиях военного конфликта (Kolstø and Blakkisrud, 2008) и постконфликтный период (Blakkisrud and Kolstø, 2012), отмечают, что РЮО страдает от недостатка экономических ресурсов для создания полноценных государственных институтов и потому обречена постоянно следовать вектору российской политики. Б. Баарова (Baarová, 2019) также подчеркивает особую роль России в решении социально-экономических проблем республики, что дает ей основание говорить о "странной независимости", оплачиваемой преимущественно российскими деньгами. Т. Хох пишет о "загадочной реальности", при которой юго-осетинское общество, с одной стороны, "желает независимости, а с другой – постоянно стремится присоединиться к России" (Hoch, 2020, p. 68). Автор считает главными аргументами для вхождения в состав России проблемы безопасности республики и идею воссоединения разделенной нации. Репрезентативные опросы, проведенные группой российских и американских географов в РЮО в ноябре 2010 г. показали, что 81% юго-осетинского населения желает войти в состав России (O'Loughlin et al., 2014).

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы на основе современных теоретических представлений об эволюции государственности непризнанных и частично признанных государств, разработанных Н. Касперсен, проанализировать роль экономики в становлении государственности РЮО.

Задачи работы включают в себя:

– периодизацию коэволюции государственности и экономики РЮО в соответствии с теоретической схемой Н. Касперсен;

– оценку современных особенностей и проблем развития экономики РЮО, особенно в период пандемии COVID-19;

– анализ связи между представлениями о возможных путях экономического развития в политических кругах, медиапространстве, экспертном сообществе и перспективами реального суверенитета РЮО.

В первой части статьи мы кратко дадим характеристику теоретическим подходам, применяемым при исследовании эволюции государственности непризнанных и частично признанных государств, а также собранным данным и методам, используемыми в данной работе. Затем охарактеризуем эволюцию экономики на разных стадиях государственного развития Южной Осетии. В последней части обратим особое внимание на то, какими видятся проблемы и возможности экономического развития в экспертном и общественно-политическом дискурсе. Все это позволит не только оценить современное состояние экономики Южной Осетии, но и подойти к ответу на вопрос, какую роль играет экономика в понимании юго-осетинским обществом перспектив собственной государственности.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РАМКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Большинство современных исследований связывает эволюцию непризнанных государств (НГ) с развитием внутреннего и внешнего суверенитета, а значит и становлением государственной состоятельности. Так, Н. Касперсен отмечала, что ключевую роль для успешного государственного строительства играют внутренний суверенитет и связанные с ним "внутренние ресурсы для государственного строительства", без которых международное признание имеет символические результаты (Caspersen, 2012). Внешний суверенитет открывает доступ к системе международных связей и источникам внешней поддержки. Похожего мнения придерживался Д. Линч (Lynch, 2002), полагавший, что непризнанному государству критически важно обеспечить в первую очередь "сущность государственной состоятельности". Н. Касперсен[2], характеризуя процесс достижения государственной

[1] Детальный критический анализ подобных работ предлагают (Broers, 2013; Pegg, 2017; Yemelianova, 2015; и др.).

[2] В своей работе Н. Касперсен ссылается на статью П. Колсто и Х. Блакксируда, которые выделяли похожие фазы на примере Приднестровской Молдавской Республики.

состоятельности, предположила, что его можно разделить на несколько часто накладывающихся друг на друга фаз (Caspersen, 2012).

Первая фаза связана с установлением силового контроля над территорией непризнанного государства. Он составляет фундаментальную основу государственного строительства, без которой весь проект государственности оказывается под угрозой. Другая важная задача этого периода – установить контроль над собственными границами. Естественный приоритет имеет вопрос обеспечения военной безопасности.

Вторая фаза связана с утверждением монополии на “законное” насилие. В начале этого этапа обычно происходит интеграция нерегулярных военизированных групп, бросающих вызов гражданскому правительству, в состав регулярных вооруженных сил. От успешности этого процесса во многом зависит будущее государственного строительства, поскольку чаще всего личные интересы авторитетных полевых командиров идут вразрез с задачей построения эффективных государственных институтов. Другая важнейшая задача этого периода – формирование органов власти, административных структур, институтов и процедур воспроизводства и распределения общественных благ.

Активное послевоенное восстановление обычно завершает вторую и открывает *третью фазу* развития, в рамках которой вопросы внутренней легитимности становятся все более важными. Главной задачей правительства становится расширение спектра оказываемых государственных услуг. Решаются вопросы обустройства коммунальной инфраструктуры, развиваются системы здравоохранения, образования и культуры, которым отводится особая роль в создании и поддержании общей идентичности.

Согласно Н. Касперсен, важнейший мотив постепенной эволюции и перехода НГ из одной фазы в другую – вопрос безопасности. Невозможность обеспечить безопасность населения НГ в рамках материнского государства часто называют исходной точкой конфликта и главным оправданием необходимости сецессии. В дальнейшем же постоянство внешней угрозы, само состояние “непризнанности” также порождают потребность в сильных институтах, подталкивая НГ к фактической государственности и навязывая им интерес к институциональному строительству (Caspersen, 2012). Внешнее давление со стороны региональных и мировых держав, а также поддержка государств-патронов диктуют непризнанным государствам определенные стандарты “внешней легитимности”, что позволяет гражданским лидерам побеждать полевых командиров, выстраивая государственные структуры и устанавливая контроль над экономическими ресурсами. Однако внешнее давление в условиях слабости внутренних институтов государства граничит порой с вмешательством во внутренние дела и также может быть рассмотрено в качестве угрозы безопасности.

Мы предполагаем, что вопрос экономической состоятельности играет здесь центральную роль. С одной стороны, государства-патроны выступают ключевыми драйверами экономики НГ, становясь посредниками в их международных транзакциях (финансовых переводах, торговле товарами и услугах), обеспечивая доступ к собственным рынкам (труда, товаров, услуг и капитала), оказывая прямую экономическую помощь. Эта зависимость тем больше, чем более изолированным оказывается НГ. С другой стороны, высокое участие государства-патрона в экономике НГ порождает экономическую и политическую зависимость, которая болезненно воспринимается элитами и населением, создает кризис “суверенности”, способствует развитию ирредентистских настроений.

Это дает основания полагать, что развитие НГ и его экономики во многом может быть охарактеризовано и понято через призму теории секьюритизации, которая интерпретирует безопасность не как объективное состояние дел, а как политическую практику, отраженную в дискурсе (Buzan et al., 1998). Этот дискурс направлен на изменение приоритетов общественного развития и перевод политики из процедурной плоскости в чрезвычайную. Секьюритизация как крайняя форма политизации постулирует наличие экзистенциальной угрозы некоторому объекту, имеющему ценность в глазах аудитории. Одновременно предлагаются чрезвычайные и срочные меры по устранению угрозы, требующие отступления или отказа от сложившихся процедур и институтов. Таким образом, все, что ставит под сомнение внутренний и внешний суверенитет, а также жизнеспособность НГ, воспринимается в качестве “экзистенциальной угрозы” и подвергается секьюритизации (Kolstø and Blakkisrud, 2010). В результате секьюритизации появляются новые (псевдо)государственные институты и нормы, корректируются старые процедуры, и при благоприятном развитии событий наблюдается рост государственной состоятельности.

ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

Исследование опирается на три основные группы источников информации.

Основу первой группы источников составили данные официальной статистики и ведомственные данные, которые использовались для характеристики современного и исторического социально-экономического положения РЮО. Большая часть статистических данных, использованных авторами, доступна в виде отдельных таблиц и сбор-

ников на сайте Управления государственной статистики Республики Южная Осетия[3], небольшая часть материалов (касающихся отдельных предприятий, бюджета, внешней торговли) была получена с помощью официального запроса, а также в ходе экспедиции в РЮО в октябре 2020 г. Для сравнения социально-экономического положения РЮО с ее соседями использовались материалы Росстата, Национальной статистической службы Грузии и Всемирного банка.

Вторая группа данных представляла собой материалы Государственного информационного агентства "РЕС", размещаемые в открытом доступе в Интернете. "РЕС" – наиболее крупное СМИ РЮО, которое публикует официальные сообщения органов государственной власти республики, наиболее важные статьи из других республиканских СМИ и производит собственный контент. Для анализа были взяты 2010 г. (рубеж второй и третьей фазы государственного строительства) и 2019 г. (третья фаза). Первоначально было отобрано 9010 сообщений – 3240 за 2010 г. и 5770 за 2019 г., однако ввиду многочисленных повторов для дальнейшего анализа было взято 2028 и 2545 сообщений соответственно. Эти материалы были использованы для дискурс-анализа, цель которого состояла в изучении доминирующих в медиапространстве и политических кругах представлений о современном состоянии и перспективах развития экономики РЮО и собственной государственной состоятельности (stateness). Дополнительным источником информации стала "Стратегия социально-экономического развития РЮО до 2030 г." (далее – Стратегия)[4]. Она позволила прояснить ряд дискуссий, которые велись в ходе ее разработки в 2010 г. и дебатов о ее возможной ревизии в 2019 г.

Третью группу источников составили 26 полуструктурированных интервью, проведенных в РЮО авторами статьи в октябре 2020 г. Большая часть интервью была проведена с официальными лицами (11) – представителями Администрации президента (3), Министерства иностранных дел (1), Министерства культуры (1), Министерства экономического развития (2), администрации Ленингорского района (2), Посольства России в РЮО (1), Федеральной таможенной службы России в РЮО (1). Вторую группу информантов составили представители научного сообщества (9) – из Юго-Осетинского государственного университета (8) и Юго-Осетинского НИИ (1). Третью группу информантов составили представители бизнеса (3) – руководители Торгово-промышленной палаты (2), один из топ-менеджеров винодельни "Иронсан" (1). Наименее многочисленная группа информантов – представители СМИ (1) и гражданские активисты (2), включая одного представителя прогрузинских активистов (интервью проводилось в г. Ленингоре). Гайд интервью содержал как общие вопросы, касающиеся оценки социально-экономического положения РЮО, характера отношений с Россией и ее сопредельными регионами, Грузией и другими иностранными государствами, так и специфические – меняющиеся в зависимости от компетенций информанта. Интервью с экспертами способствовали лучшей интерпретации данных, полученных из перечисленных выше источников, позволили получить информацию о существующих трансграничных практиках местного населения и жителей сопредельных стран.

ЭВОЛЮЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ: ОТ СОВЕТСКОГО ПРОШЛОГО К (НЕ)ЗАВИСИМОСТИ

В составе Грузинской ССР Юго-Осетинская автономная область (ЮОАО) была наименее развитым регионом с индустриально-аграрной экономикой. К 1989 г. в ней проживало 2% населения союзной республики (95.8 тыс. чел.), а вклад в экономику составлял всего 1.1% ее ВВП, 0.8% промышленного и 0.7% сельскохозяйственного производства. Крупнейшие предприятия ("Электровибромашина", "Эмальпровод", механический и деревообрабатывающий заводы) участвовали в общесоюзном разделении труда, но большая часть сбыта осуществлялась через Грузию. Важную роль играл агропромышленный комплекс: производство вин, пива, консервов и др. (Заяц, 2004; Champain et al., 2004).

В 1980-е годы в условиях подъема национального движения во всех союзных республиках, относительная экономическая отсталость, трактуемая как часть политики дискриминации со стороны властей Грузинской ССР, была одним из ключевых аргументов в пользу суверенизации региона. К 1989 г. взаимные претензии все больше перемещались в плоскость межэтнических отношений и способствовали переходу конфликта в горячую фазу.

Используя схему Н. Касперсен, в развитии государственности и экономики РЮО можно выделить три последовательных фазы.

Первая фаза государственного строительства охватывает период с 1989 по 1994 г. Именно на этот период приходится "горячая фаза" конфликта, официально завершившая 24 июня 1992 г. подписанием Сочинских соглашений, в соответствии с которыми стороны обязались прекратить огонь и вывести свои вооруженные формирования из зоны соприкосновения. Согласно

[3] https://ugosstat.ru/ (дата обращения 21.01.2022).

[4] Стратегия социально-экономического развития Республики Южная Осетия до 2030 г., утвержденная Постановлением Парламента Республики Южная Осетии 22.08.2013 г.

официальным материалам тех лет, военные действия привели к утрате значительной части жилого фонда, разрушению наиболее значимой транспортной инфраструктуры (в том числе железной дороги Тбилиси–Цхинвал), а также остановке практически всех промышленных предприятий региона (Анализ ..., 1992).

Возникший в результате конфликта поток беженцев из Южной Осетии и сопредельных районов Грузии оценивался в 130 тыс. чел. (Арутюнов и др., 1992), а численность населения сократилась более чем в два раза. Ключевым событием этой фазы развития стал референдум, состоявшийся 19 января 1992 г., на котором подавляющая часть местного населения проголосовала за независимость Республики Южная Осетия и ее последующее воссоединение с Россией. Тем не менее, к концу первой фазы так и не удалось установить полный контроль над оспариваемой территорией. До августа 2008 г. под контролем Грузии или прогрузинских сил оставалась большая часть Ленингорского района, а значительная часть Знаурского и Цхинвальского районов напоминала “лоскутное одеяло из грузинских и осетинских сел с полярной политической лояльностью” (Blakkisrud and Kolstø, 2012). Гуманитарная помощь из России, наряду с натуральным хозяйством, была важнейшим источником экономических благ для населения и формирующейся югоосетинской государственности.

Начало ***второй фазы*** развития государственности, по-видимому, приходится на 1993–1995 гг. По мнению А. Маркина, в этот период в РЮО сформировался своеобразный “режим военной демократии, в рамках которого определяющую роль играли полевые командиры, отличившиеся на этапе вооруженной борьбы и обладавшие значительными политическими и экономическими амбициями”[5]. Отсутствие явных преимуществ у одного из кланов и политика России, направленная на поддержание статус-кво, способствовали формированию политического плюрализма и сравнительно конкурентным выборам. Необходимость внутренней и внешней легитимации подстегивала местные элиты к активному институциональному строительству (формированию органов исполнительной и законодательной власти, введению института президентства и др.) и относительной централизации власти. Первоначально активное институциональное строительство не позволило сколько-нибудь заметно изменить социально-экономическое положение населения. Его главными источниками существования были личные подсобные хозяйства, работа в органах государственной власти, посредничество в полулегальной торговле широким спектром товаров на границах с Грузией и Россией.

Основой экономики формирующегося югоосетинского государства стал расположенный в пригороде Цхинвала рынок Эргнети – символ российско-грузинской неформальной трансграничной торговли (Champain et al., 2004; Gotsiridze, 2004). Во второй половине 1990-х – начале 2000-х годов Эргнетский рынок был одним из крупнейших на Южном Кавказе, а сама Южная Осетия представляла собой своего рода свободную экономическую зону. Из России в РЮО везли топливо, промышленные товары, водку, муку, а из Грузии – цитрусовые, яблоки, виноград, зелень, вина, спирт и сигареты. С одной стороны, многие российские и западные наблюдатели отмечали, что Эргнетский рынок выполнял мощную “миротворческую” функцию, способствуя неофициальным повседневным контактам бизнеса, юго-осетинских и грузинских властей, местного населения и др.[6] С другой стороны, на этом же рынке осуществлялся сбыт угнанных автомобилей, шла торговля оружием и людьми. Попытка Грузии вернуть контроль над потоками товаров через границу вылилась в 2004 г. в ее конфликт с РЮО. Потеря доходов от трансграничной торговли, в свою очередь, снизила влияние целого рядка авторитетных полевых командиров (Д. Тадеева, Д. Санакоева, Д. Каркусова и др.), способствовала централизации власти в руках президента Э. Кокойты и росту влияния России[7]. Благодаря проведенной в 2001–2004 гг. Россией паспортизации местного населения, российские пенсии и социальные пособия стали значимой статьей доходов местного населения.

На ***третьей фазе*****,** начавшейся в 2008 г. после военных действий с участием России и признания ей независимости республики, российская помощь Южной Осетии становится системной и масштабной. Так, с 2008 по 2011 г. в рамках Комплексного плана восстановления РЮО Россия выделила свыше 12 млрд руб. на восстановление наиболее значимых объектов ЖКХ, социальной и транспортной инфраструктуры. Еще около 7 млрд руб. выделили из федеральных средств на покрытие дефицита государственного бюджета РЮО. Около 10 млрд руб. потратил ПАО “Газпром” на строительство газопровода “Дзуарикау–Цхинвал”. За счет средств ПАО “ФСК” были модернизированы магистральные электросети (Baarova, 2019). С 2011 г. главной формой помощи становятся совместно разрабатываемые и постоянно обновляемые инвестиционные программы содействия социально-экономическому развитию РЮО (табл. 1).

[5] Маркин А. Эдуард Кокойты: командир и президент // Политком.ru. 2008. http://politcom.ru/6729.html.

[6] Рынок примирения // Вестник Кавказа. 28.11.2012. https://vestikavkaza.ru/analytics/Rynok-primireniya.html.

[7] Маркин А. Эдуард Кокойты: командир и президент // Политком.ru. 2008. http://politcom.ru/6729.html.

Таблица 1. Российская финансовая помощь бюджету РЮО в 2010–2020 гг.

Российская финансовая помощь	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Размер субсидии, млрд руб.	7.2	6.3	5.5	4.3	5.7	6.1	8.2	6.1	5.9	7.5	6.3
Доля субсидии в доходной части бюджета, %	98.7	93.5	84.2	89.9	91.8	88.3	90.1	84.7	78.6	84.2	82.1

Примечание: составлено по данным (Baarová, 2019), с уточнениями по данным Управления госстатистики РЮО (Стат. ежегодник за 2020 г. Официальное изд. // УГС РЮО. Цхинвал: ИП О.С. Икаев, 2021. 181 с.).

К 2013–2014 гг. эти программы и инвестиционные ресурсы российских компаний позволили решить наиболее острые проблемы послевоенного восстановления и определили современное социально-экономическое положение республики.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОНОМИКИ

Международная изоляция, разрыв трансграничных коммуникаций с материнским государством, экономическая и транспортная блокада существенно усложняют функционирование экономики и внешнюю торговлю непризнанных государств, ограничивают возможности их социально-экономического развития. За исключением Китайской республики (Тайвань), ни одному из существующих сегодня непризнанных и частично признанных государств не удалось добиться существенных успехов в экономическом развитии. Однако и в этом случае помощь государства-патрона играла решающую роль (Себенцов, Колосов, 2012).

Российская экономическая помощь способствовала заметному росту экономики республики: в 2015–2019 гг. ВВП РЮО увеличился почти на 40%. Тем не менее, по душевым показателям ВВП (по ППС) из близлежащих государств РЮО сопоставима только с Абхазией (ВВП, которой выше только на 20%), но намного уступает показателям соседней России (в 4–5 раз) и Грузии (в 2–3 раза). Велики различия и в сопоставлении с регионами соседних стран (рис. 1). Так, душевой ВРП ближайших северокавказских регионов России, которые также отличаются структурной слабостью экономики, больше ВВП РЮО в 1.5–2 раза (у Северной Осетии в 1.9 раза). Большинство грузинских краев опережают РЮО по этому показателю в среднем в 2 раза (пристоличный Мцхета-Мтианети – в 3 раза).

В структурном отношении экономика РЮО остается несбалансированной и слабой. В 2019 г. по данным официальной статистики на сферу услуг приходился почти 81% создаваемой валовой добавленной стоимости, при этом около 35% ВВП формировались в секторе государственного управления, а еще треть была связана с предоставлением социальных услуг – образования (19.9%), здравоохранения (9.5%) и др. Во всех перечисленных отраслях государственного сектора сферы услуг работало не менее 65% занятого населения. На транспорт и связь приходилось еще 3.9% ВВП республики. Заметную роль в экономике играет строительство (7.8% ВВП), которое ведется преимущество в рамках российской инвестпрограммы: именно в этом секторе самая высокая средняя зарплата – более 28 тыс. руб. (в среднем по стране – 19.6 тыс. руб.).

Несмотря на то, что последнее десятилетие в экономике РЮО проходило под знаменем реиндустриализации, на промышленность в 2019 г. приходилось только 7.3% ВВП. Первоначально наибольшие усилия были направлены на восстановление и модернизацию ведущих предприятий советского времени, таких как “Багиатский наливочный завод” – лидера по производству минеральной воды и одного из немногих прибыльных предприятий республики. Восстановлена и часть производственной базы “Эмальпровода” и “Электровибромашины”, однако практически с самого начала их деятельность оказалась убыточной – не удалось наладить производственные связи как по сбыту, так и по поставкам сырья. Предприятия производили в основном непрофильную продукцию (металлоконструкции, профнастил и др.), оказывали услуги промышленного характера, но чаще и с большей для себя выгодой сдавали в аренду свободные помещения.

Основным направлением частных и частно-государственных инвестиций стала пищевая промышленность. Российские инвесторы построили винодельню “Иронсан”, которая производит вина и коньяки из местного сырья и виноматериалов, закупаемых в Европе и России. Кроме того, введен в строй наливочный завод “Натурплант”, производящий премиальную минеральную воду “Эдис”, которую планируется поставлять на экспорт. На консервации находится недавно построенный мясоперерабатывающий комбинат “Растдон”, владельцы которого столкнулись с нехваткой сырья и сложностью сбыта продукции на территорию России. Масштабные восстановительные работы способствовали развитию собственного производства строительных материалов (ГУП “Завод строительных изделий”, “Ирбазальт”).

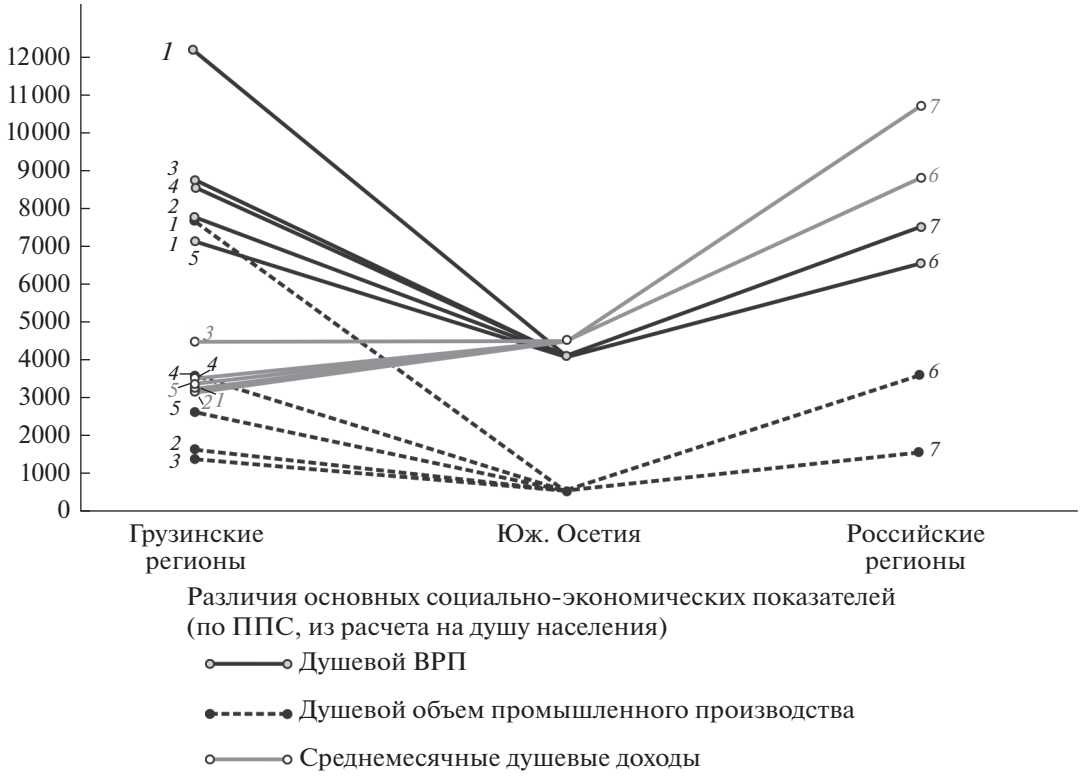

Рис. 1. Социально-экономические градиенты между Южной Осетией и соседними регионами России и Грузии, долл. США по ППС. Регионы Грузии: *1* – Мцхета-Мтианети; *2* – Самегрело-Верхняя Сванетия; *3* – Рача-Лечхуми и Нижняя Сванетия; *4* – Имеретия; *5* – Шида-Картли. Регионы России: *6* – Карачаево-Черкесская Республика; *7* – Республика Северная Осетия-Алания.
Примечание: составлено авторами по данным официальной статистики (National Statistics Office of Georgia. https://www.geostat.ge/en/modules/categories/93/regional-statistics; Стат. ежегодник за 2020 г. Официальное изд. // УГС РЮО. Цхинвал: ИП О.С. Икаев, 2021. 181 С.; World Bank Open Data. https://data.worldbank.org/?lang=EN).

Самым успешным проектом реиндустриализации стало восстановление в 2013 г. швейного производства на Цхинвальской фабрике бельевого трикотажа (ныне БТК-4). Это предприятие производит различные виды спецодежды: армейской, строительной, а с 2020 г. и различные средства индивидуальной защиты против инфекций. Запуск этого сравнительно небольшого производства кардинальным образом сказался на отраслевой структуре промышленности (табл. 2). Так, если в 2013 г. около 60% промышленного производства давали отрасли пищевой промышленности, то уже к 2017 г. доля легкой промышленности выросла до 73.5%. Изменилась и структура юго-осетинского экспорта. Если в 2010 г. его основой были механические изделия и металлы (70.2%), а также сельскохозяйственная продукция (21.8%), то в последние годы около 90% приходится на продукцию легкой промышленности, то есть БТК-4.

Более сложная ситуация складывается в сельском хозяйстве, на которое приходится не более 0.4% ВВП. Объем сельскохозяйственного производства после бурного восстановительного роста с 2017 г. устойчиво снижался даже без учета инфляции (в 2020 г. 81% к уровню 2017 г.). В структуре производства традиционно преобладает животноводство (около 80%). Практически весь скот и птица содержится в личных подсобных хозяйствах (свыше 93%), которые готовы производить на продажу ограниченное количество продукции. Несмотря на многочисленные программы поддержки фермерства, количество фермерских хозяйств в последние годы неуклонно снижается. Не принесли ощутимых результатов и попытки привлекать инвестиции в садоводство. Не удался и наиболее крупный проект – “Сады Ирыстона” (выращивание яблок). Аналогичная ситуация складывается в виноградарстве. По мнению представителей власти, главное препятствие для развития сельского хозяйства – сложности сбыта продукции на пищевые предприятия республики и в Россию. Представители же пищевой промышленности видят проблему в том, что фермеры не могут обеспечить нужный уровень качества и постоянство объемов производимой продукции.

Ограниченная экономическая самодостаточность, контактный характер российско-юго-осе-

Таблица 2. Отраслевая структура промышленности в РЮО, %

Отрасль	2013	2014	2015	2016	2017	2019
Машиностроение и металлообработка	13.0	6.5	3.2	2.0	0.4	0.2
Лесная и деревообрабатывающая промышленность	4.1	3.2	1.8	1.1	0.8	0.6
Мукомольно-комбикормовая и хлебопекарная промышленность	46.9	26.3	18.1	18.2	11.2	11.0
Другие отрасли пищевой промышленности	16.6	11.3	7.6	6.7	8.6	10.0
Производство строительных материалов	4.0	2.1	1.8	5.0	3.4	4.0
Полиграфическая промышленность	9.4	7.0	3.4	3.4	2.2	4.0
Легкая промышленность	5.9	43.6	64.1	63.6	73.5	73.0

Примечание: составлено авторами по данным Управления госстатистики РЮО (Стат. Ежегодник за 2015 г. Официальное изд. // УГС РЮО. Цхинвал: УГС РЮО, 2016. 188 с.; Стат. ежегодник за 2020 г. Официальное изд. // УГС РЮО. Цхинвал: ИП О.С. Икаев, 2021. 181 с.).

тинской границы, трансграничное расселение осетин, а также многочисленные родственные связи способствуют возникновению разнообразных **трансграничных практик,** снижающих социальную напряженность и экономическую "изолированность" РЮО. Соседние регионы России предоставляют возможности удовлетворения потребностей в широком спектре товаров и услуг (медицинских, образовательных и пр.), заработке и построения карьеры и пр. Процедура пересечения границы во многом формальна для жителей РЮО и не занимает обычно более 30–40 мин., для жителей российских регионов – 60 мин. Проезд через единственный МАПП "Нижний Зарамаг" осуществляется преимущественно на личном автотранспорте, реже – автобусе "Цхинвал–Владикавказ".

Высокая трансграничная мобильность жителей Южной Осетии стала причиной появления феномена жизни "на два дома". Многие жители РСО, прежние беженцы из РЮО, имеют вторые дома в Цхинвале. Обычно они используются в качестве дачи или для сдачи в аренду российским военным и таможенникам. Благодаря высокому спросу стоимость аренды квартир и домов сопоставима с ценами в региональных столицах Центральной России. В случае отъезда молодых людей на работу в Россию во "вторых домах" остаются престарелые родители. Кроме того, двойное гражданство с Россией позволяет местным жителям получать разного рода российские пособия и социальные выплаты. В Ленингорском районе, где компактно проживают этнические грузины, аналогичные трансграничные практики связаны с сопредельными районами Грузии.

Пандемия COVID-19 оказала сильное влияние на экономику РЮО. В апреле 2020 г. юго-осетинские власти закрыли границы с Россией, что привело к дефициту товаров повседневного спроса и значительному росту цен. В дальнейшем правительства двух стран утвердили список предпринимателей, которым разрешалось осуществлять трансграничные перевозки. Отсутствие возможности поехать за покупками и услугами в Россию привело в 2020 г. к четырехкратному росту оборота оптовой и розничной торговли, а рост валовой добавленной стоимости внутренней торговли позволил компенсировать спад в других отраслях (доля торговли при этом увеличилась с 2.3 до 14.3% ВВП).

В условиях пандемии коронавируса, двукратного падения валовой добавленной стоимости в промышленном производстве и строительстве (на 3.5 и 2.3% соответственно) российская помощь была особенно важна для поддержания социальной стабильности. В 2019–2020 гг. на нее приходилось 81% доходной части бюджета РЮО (6.3 млрд из 7.6 млрд руб.) и 104.7% от ВВП страны. Еще около 4.5 млрд выделено РЮО на 2020–2022 гг. в рамках Инвестиционной программы содействия социально-экономическому развитию РЮО.

Таким образом, экономика РЮО характеризуется тотальной зависимостью от России, ее прямой (субсидии, инвестиции и др.) и косвенной помощи (доступ к рынкам, финансовое и торговое посредничество). С Россией связаны и трансграничные практики местного населения, которые компенсируют малую емкость и узость местных рынков (труда, товаров и услуг и др.) и оказывают стабилизирующее влияние на социально-экономическое положение граждан. Неудивительно, что проблема экономической состоятельности – один из ключевых вопросов общественно-политической и экспертной дискуссии внутри самой РЮО.

ПУТИ ОБРЕТЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ

По мере эволюции государственности РЮО и удаления от поворотных событий 2008 г., дискурс "РЕС" заметно меняется: это проявляется как в

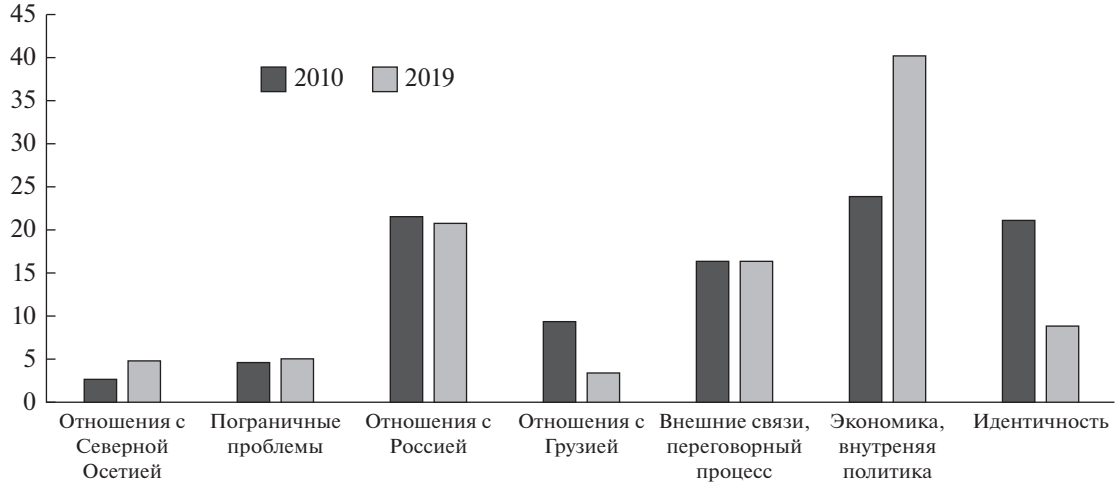

Рис. 2. Основные сюжеты медиадискурса общественно-политической тематики в 2010 и 2019 гг., % от общего числа статей.

используемой риторике, так и в тематике статей (рис. 2).

Около половины всех статей 2010 г. так или иначе связаны с проблемами “жесткой безопасности”. Эта тема широко обсуждается не только в статьях, посвященных пограничным проблемам, отношениям с Грузией или переговорному процессу, но также поднимается в публикациях, посвященных идентичности. Несмотря на гарантии безопасности, данные Россией, Грузия представляется как исторический враг юго-осетинского народа. Исторический характер противостояния с материнским государством, человеческие жертвы, понесенные в этой борьбе, позволяют местным властям обосновать особую идентичность южных осетин и оправданность независимости (Hoch, 2020). Многочисленные исследования, посвященные различным аспектам формирования идентичности в странах Центрально-Восточной Европы (Elias et al., 1986), СНГ (Вендина и др., 2014) и некоторых постсоветских непризнанных государств (Политика ..., 2020), показывают, что “виктимизация” собственной истории играет важную роль как для внутренней, так и для внешней легитимации новой политии и ее руководства. В РЮО виктимизация служит средством героизации действующих элит и позволяет объяснить сложности социально-экономического положения издержками недавней борьбы за независимость.

Однако еще в 2010 г. экономической тематике и связанным с ней вопросам внутренней политики было посвящено почти 25% всех публикаций. Почти 80% материалов этой рубрики касалось послевоенного восстановления республики: ремонта разрушенного и возведения нового жилья, строительства и ремонта школ и больниц и др. Основной источник средств для масштабных ремонтно-строительных работы – инвестиционная программа России, с которой и связывались надежды на скорое улучшение жизни. В дискурсе широко обсуждаются конкретные результаты Инвестпрограммы, возможности, которые она открывает, но в центре внимания оказываются также вопросы эффективного расходования денежных средств и коррупции.

С середины 2010 г. в фокусе общественного внимания – возможная “потеря суверенитета” в связи с тотальной экономической и политической зависимостью от России. Главным источником раздражения становится “десант” российских чиновников, которые были направлены в страну не только для контроля за расходованием средств и для реализации Инвестпрограммы, но также и работы в различных министерствах и ведомствах республики. Назначение на высшие должности российских граждан, доминирование русского языка на заседаниях Парламента и Правительства рассматриваются как элементы колониального управления, несущие угрозу национальной идентичности. Российских чиновников обвиняют в коррупции, но главное – в непонимании местных реалий и “настоящих приоритетов развития”, заключающихся в развитии местной культуры[8]. Тональность статей резко изменилась только после встречи руководства РЮО с премьер-министром России В. Путиным и конфликт быстро сошел на нет[9].

[8] См. например: Богом данное право оставаться самими собой // РЕС. 28.06.2010. https://cominf.org/node/1166483651; Юрий Дзицойты: Приглашенные специалисты должны соблюдать абсолютно все законы Южной Осетии // РЕС. 20.05.2010. https://cominf.org/node/1166483325.

Еще одной важной темой стало обсуждение Стратегии развития и ее экономических, инфраструктурных, социальных и институциональных целей. Участники дискуссии, представленные прежде всего местными бизнесменами и чиновниками, в числе основных приоритетов видели развитие сельского хозяйства, производство минеральной воды и туризм. При этом туризм, ввиду высокого туристского потенциала, характеризовался как "исключительно перспективное направление", но требующее очень значительных государственных инвестиций[10].

Стратегия, принятая спустя три года, учла эти приоритеты, которые, по мнению опрошенных экспертов, и сегодня остаются актуальными. Гораздо больше разногласий вызывает оценка возможных угроз, способных помешать достижению поставленных целей. В Стратегии в числе подобных угроз называется ухудшение демографической ситуации, моральный и физический износ основных фондов, критическое состояние инфраструктуры и недостаток квалифицированных кадров. Стратегия не рассматривает в качестве вызова недостаточную внешнюю легитимность и низкий уровень юридического признания, а географическое положение, наоборот, характеризует как благоприятное и "способствующее развитию межрегиональных связей".

В этой части проявляется наибольшее расхождение Стратегии и медиа-дискурса, где "изолированность" территории Южной Осетии подается как одна из главных проблем развития государства. Конкретные проявления изолированности: сложности со сбытом продукции на российский рынок, недостаточная надежность единственной транспортной магистрали – Транскама (называемой "дорогой жизни"), проблемы энергоснабжения, ограниченные возможности финансовых транзакций и др. В Стратегии же эти проблемы не выглядят связанными между собой, и лишь для некоторых из них предложены возможные пути решения разной степени реализуемости. Так, для решения наиболее остро стоящих проблем транспортной изолированности предполагается строительство через Магский перевал железной дороги Алагир–Цхинвал, параллельной Транскаму, аэропорта и "сети вертодромов". Именно с реализацией этих проектов, не включенных в соответствующие стратегические документы России, связываются возможности развития собственных производств.

Разного рода прожектами изобилует и медиа-дискурс. На круглых столах, конференциях и экспертных встречах по вопросу реализации Стратегии представлялись проекты создания инновационных предприятий в сфере информационных технологий, электроники и электротехники[11]. Предпринимались даже попытки реализации некоторых из них, которые, впрочем, остались безуспешными.

В 2019 г. по сравнению с 2010 г. медиа-дискурс заметно меняется – наблюдается его существенная "экономизация". Грузия по-прежнему предстает в дегуманизированном образе врага, который в условиях российских гарантий безопасности становится источником прежде всего "мягких угроз": нелегальных трансграничных практик, мелких пограничных инцидентов, болезней людей и сельскохозяйственных животных. На экономические и связанные с ними внутриполитические вопросы приходится почти 40% всех материалов. Все меньше внимания уделяется вопросам послевоенного восстановления, все больше – поиску путей и направлений экономического развития. Однако принципиально новых идей в этот период практически не появляется. В единой связке продолжается обсуждение вопросов экономического развития и государственной состоятельности республики, однако дискуссия уже не носит конфликтный оттенок. Наоборот, дискурс об экономической и политической независимости характеризуется своего рода двойственностью. С одной стороны, российская Инвестиционная программа рассматривается как главный фактор модернизации и укрепления юго-осетинской экономики и государственности. При этом экономическая самодостаточность подается как ключевой признак, отличающий настоящее суверенное государство[12]. С другой стороны, в контексте экономических и политических отношений с Россией образ Южной Осетии часто "десуверенизирован": во многих информационных сообщениях 2019 г. республика предстает в образе особого российского региона. Так, в прогнозах социально-экономических показателей РЮО ориентируется на соседнюю Республику Северная Осетия – Алания и другие регионы Северо-Кавказского федерального округа, а процесс делимитации и демаркации границы с Россией вызывает сожаление даже у президента Южной Осе-

[9] Мадина Козаева: Россия играет в жизни Республики Южная Осетия очень важную и позитивную роль // РЕС. 07.06.2010. https://cominf.org/node/11664834722.

[10] Минэкономразвития РЮО: "Фронт работ – огромный, но это и есть перспектива" // РЕС. 08.01.2010. https://cominf.org/node/1166482133.

[11] См. например: Инновации как образ будущего Южной Осетии // РЕС. 11.05.2010. https://cominf.org/node/1166483219; В Южной Осетии планируют выпуск светодиодных систем освещения // РЕС. 05.06.2010. https://cominf.org/node/1166483464; В Цхинвале прошел Круглый стол "Инвестиционный потенциал Южной Осетии" // РЕС. 06.05.2010. https://cominf.org/node/1166483165.

[12] Анатолий Бибилов: "2018 год ознаменовался для нашей республики достижениями в различных сферах" // РЕС. 27.03.2019. https://cominf.org/node/1166521713.

тии, который надеется, что она когда-нибудь “все-таки станет административной”[13].

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ ГЛАЗАМИ МЕСТНЫХ ЭКСПЕРТОВ

К 2020 г. корректировка всего спектра стратегических документов республики уже стояла в политической повестке дня, однако сложная эпидемиологическая обстановка так и не позволила продвинуться в решении этого вопроса. В том числе и поэтому обсуждение перспектив социально-экономического развития РЮО занимало центральное место в наших экспертных интервью. По мнению экспертов, реальное социально-экономическое положение Южной Осетии в действительности является гораздо более сложным, чем это представляют в официальных стратегических документах и медиа-дискурсе.

Большинство информантов отмечали, что стратегические планы развития не в полной мере учитывают небольшую численность населения (официально в Южной Осетии проживает 50 тыс. чел., однако по экспертным оценкам она значительно меньше – 35–45 тыс.), которая сама по себе ограничивает возможности для экономического развития. Действительно, современные исследования малых стран и карликовых государств, обладающих суверенитетом, убедительно доказывают, что экономическая жизнеспособность таких государств чрезвычайно ограничена и возможна только благодаря экономическому и военно-политическому сотрудничеству с крупными государствами (Sharman, 2017), которое часто принимает форму клиент-патронских отношений (Veenendaal, 2017).

Интервью показали, что хотя кадровая проблема в условиях высокой безработицы не рассматривается местными властями как серьезный вызов для экономического развития, представители бизнеса отмечают нехватку кадров. Соседние российские регионы выступают слишком сильным конкурентом для местного рынка труда (Новые ..., 2012). Более высокие зарплаты, различные социальные гарантии, а в перспективе и более высокая пенсия способствуют отъезду жителей трудоспособного возраста на заработки или постоянное место жительство в Россию. “Поствоенный синдром” также стал специфической проблемой для остающегося трудоспособного населения: не только герои войны за независимость, но даже и совсем молодые люди до сих пор считают непрестижным наемный труд.

“*Для местных жителей работа на частное лицо не в почете. Война закончилась, однако люди по-прежнему хотят прежде всего служить в вооруженных силах, особенно в российских, где выше зарплата. На худой конец люди готовы идти работать в полицию или в государственные органы. Люди разучились работать. Мои затраты на рабочую силу, как ни странно, выше, чем в Краснодарском крае России*” (октябрь 2020 г., управляющий частным предприятием российского происхождения).

Местные эксперты также полагают, что маленькая емкость внутреннего рынка остается одним из ключевых препятствий для развития экономики. Высокие цены и бедный товарный ассортимент вынуждают население переносить часть своего потребления на территорию России. Российские военные и пограничники лишь отчасти компенсируют выпадающий спрос со стороны местного населения, поскольку большая часть поставок необходимой для них продукции также поставляется напрямую из России. Тем не менее военные и их семьи создают дополнительный спрос на товары повседневного пользования, арендное жилье и др. Однако этот платежеспособный спрос становится одной из причин возникновения заметных перекосов в экономическом развитии и приводит к повышению цен на жилье и продукты питания.

Не оправдались надежды и на внешний спрос, который и сегодня видится единственным драйвером экономического развития в условиях низкой емкости внутреннего потребительского рынка. По мере углубления евразийской интеграции и запуска в 2015 г. ЕАЭС условия торгово-экономической деятельности с Россией значительно ухудшились (Egorova and Babin, 2015). По мнению представителей бизнеса и торгово-промышленной палаты РЮО, для малого и среднего бизнеса выход на единственно доступный российский рынок становился с каждым годом все более трудновыполнимой задачей. Этому способствовали строгие правила оформления грузов, перемещаемых через границу (фактически границу ЕАЭС), непризнанный статус РЮО другими участниками интеграционного объединения, а также неготовность предпринимательского сообщества Южной Осетии к применению норм таможенного кодекса ЕАЭС (в первую очередь, сертификации товаров, оформления деклараций на все товарные позиции).

“*Для рядового юго-осетинского предпринимателя выход на российский рынок практически невозможен: у него нет опыта оформления многочисленных документов, да и партии товаров очень малы. Выходом могло бы стать увеличение размера беспошлинного ввоза продукции в Россию и из России, но это, видимо, требует согласования с другими участниками ЕАЭС. Замкнутый круг!*” (член правления торгово-промышленной палаты РЮО).

[13]Бибилов высоко оценил работу Комиссии по делимитации и демаркации границы // РЕС. 16.05.2019. https://cominf.org/node/1166522651.

Непредвиденные сложности часто возникают и при ввозе продукции из России. Так, доставка высокотехнологичного оборудования, необходимого для диагностики и лечения COVID-19 (томографы, тест-системы, компьютеры и пр.), в 2020 г. затруднялась отсутствием разрешений иностранных производителей на их реэкспорт из России. Все это, по словам одного из экспертов, "требовало сложных политических решений, принимаемых властями двух стран в ручном режиме".

Остались нерешенными вопросы о финансовых взаиморасчетах между контрагентами во внутренней и внешней экономической деятельности, о развитии кредитования и инвестиционной деятельности. Признание Южной Осетии Россией позволило частично решить проблему внешних и внутренних расчетов. Специально созданный для этих целей Международный расчетный банк имеет офисы не только в столице Южной Осетии, но и в России. В 2016–2017 гг. эта организация открыла свои представительства также на территории не признанных на тот момент Донецкой и Луганской народных республик. Официальное признание этих политий юго-осетинскими властями позволило населению и предприятиям народных республик получить доступ к рассчетно-кассовому обслуживанию и вести бизнес с контрагентами на территории России. В свою очередь, юго-осетинские элиты получили возможность извлекать дополнительную выгоду, выступая посредниками при поставках сырья из России в ДНР на металлургические предприятия, автомобильные заправки и др.

Тем не менее, подобные схемы не способствовали привлечению инвестиций в экономику РЮО и развитию внутреннего кредитования. Частично эту лакуну позволило заполнить специально созданное в 2014 г. ООО "Инвестиционное агентство", реализовывавшее на территории РЮО: 1) проекты льготного кредитования на десятилетний срок по десять процентов годовых (программа "10-10-10"); 2) программу компенсации части понесенных затрат на закупку бизнесом техники российского производства; 3) программу бесплатного инфраструктурного обустройства территории для нужд инвесторов. В результате деятельности агентства открылось шесть предприятий, из них только три (производство минеральной воды "Эдис", ресторан "Vincenzo" и торговый центр в центре Цхинвала) продолжают свою работу. Остальные закрыты из-за проблем с поставками сырья (мясокомбинат "Растдон") или трудностей со сбытом собственной продукции (завод "Базальтовое волокно", ферма "Сады Ирыстон").

Небольшая часть информантов отметила, что большой проблемой остается барьерный характер государственной границы с Грузией (84% от общей протяженности государственной границы РЮО), отношения с которой враждебные и сведены к минимуму. Последний пограничный конфликт в районе села Уиста в августе 2019 г. стал поводом для закрытия государственной границы. Ситуация усугубилась с введением карантинных мер во время эпидемии коронавируса в 2020 г. Это стало настоящим вызовом для местного грузинского населения, которое после войны 2008 г. оставалось включенным в экономическую жизнь Грузии почти так же сильно, как юго-осетинское население в жизнь соседней России. Перепродажа дешевой и качественной продовольственной продукции и товаров повседневного спроса до 2019 г. была одной из основ трансграничного бизнеса многих местных грузин, а рестораны Ленингора пользовались популярностью даже у жителей Цхинвала. Пенсии, пособия и зарплаты, получаемые от властей Грузии, были и остаются значимым источником дохода для местных жителей.

"*Наши учителя и врачи, работавшие в местных учреждениях до 2008 г., продолжают и сегодня получать зарплату одновременно от грузинских и от юго-осетинских властей. Грузинская зарплата приходит на карточки, и сейчас люди потеряли возможность снимать эти деньги. Такая же ситуация у нас с пенсиями и различными пособиями. Трудно, когда граница закрыта*" (женщина, около 50 лет, Ленингор, октябрь 2020 г.).

В попытке адаптироваться местные жители придумали собственную систему наличных и безналичных расчетов, схематично изображенную на рис. 3. В первом случае (см. рис. 3а) покупатель из семьи А просит по телефону своего родственника в Грузии передать деньги родственникам продавца из семьи Б. При подтверждении передачи средств продавец из семьи Б передает покупателю товар. Такая схема используется для продажи товаров повседневного спроса. Во втором случае (см. рис. 3б), когда цель — покупка более дорогого товара, часто применяется более сложная схема. Покупатель из семьи А просит своего родственника 1, проживающего в Грузии, совершить денежный перевод своему родственнику 2, проживающему (работающему или учащемуся) в России и посещающему время от времени РЮО. Родственник 2 привозит деньги покупателю, и тот передает их продавцу из семьи Б.

Однако не только грузинское население надеется на смягчение пограничного режима с Грузией. Некоторые юго-осетинские эксперты также желают установления более тесных связей, но только при условии сохранения политического status quo.

"*Эргнетский рынок в конце 1990-х – начале 2000-х был одним из крупнейших рынков Закавказья. Там можно было купить все и продать все. Многие сде-*

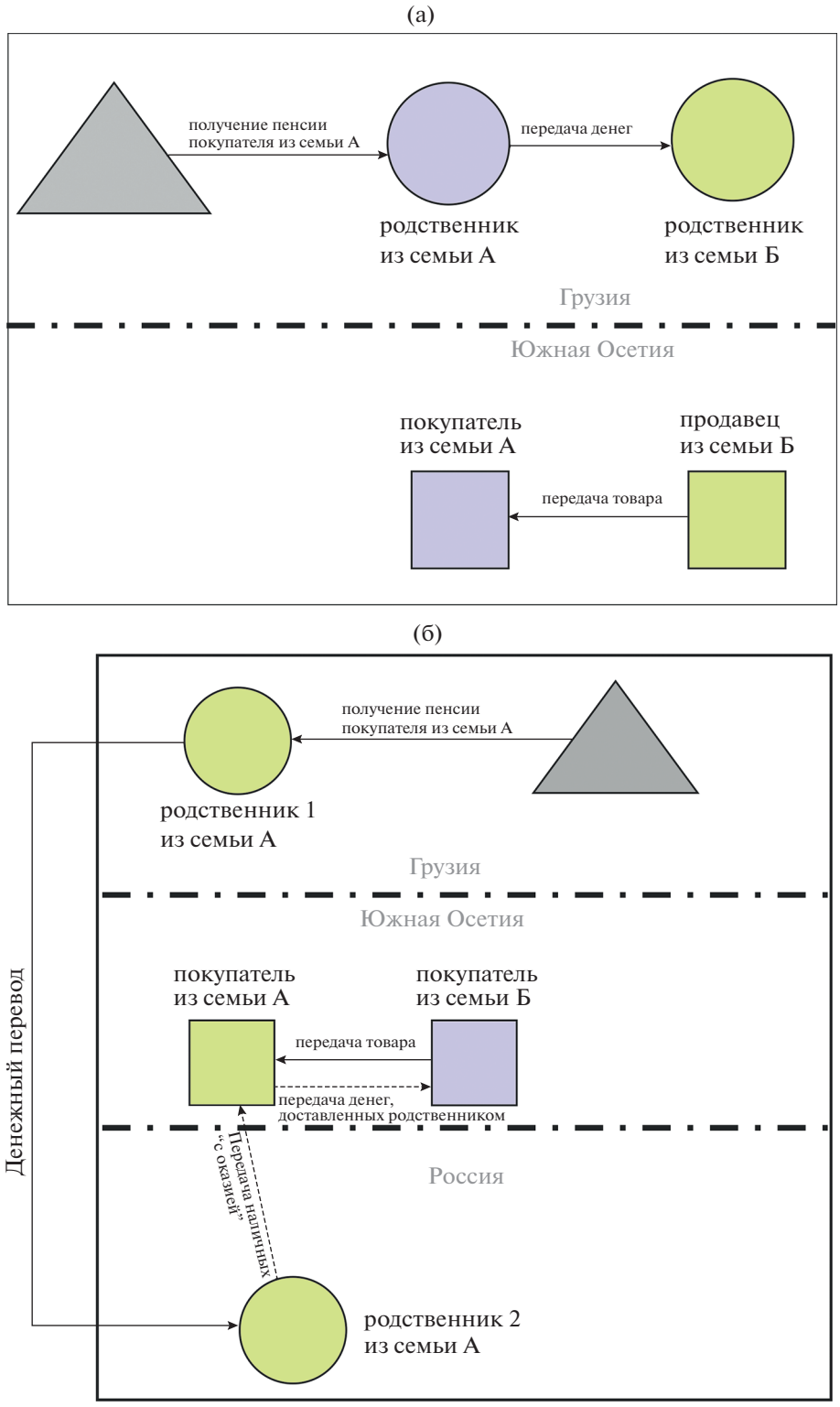

Рис. 3. Трансграничные системы расчетов между покупателями и продавцами Ленингорского района с участием родственников на территории Грузии и России: (а) покупка товаров повседневного спроса; (б) покупка товаров долговременного пользования.
Примечание: составлено авторами со слов информантов.

лали на этом огромные состояния, но многие и запутались, погрязли в коррупции, как Санакоев[14]*, который предал нас. Такая торговля – это большая возможность, но это и большие риски для независимости. Сейчас это невозможно по политическим соображениям*" (бывший сотрудник президентской администрации, октябрь 2020).

Более низкие цены в Грузии на большинство потребительских и промышленных товаров, более простая логистика их доставки, возможность пользоваться выгодами транзитного положения между Россией и Грузией выглядят привлекательной возможностью для развития собственной экономики. Однако большинство информантов полагает, что этой возможностью следует пожертвовать до тех пор, пока Грузия не признает независимость республики.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно концепции Н. Касперсен, обретение жизнеспособности непризнанными государствами – длительный процесс, полный противоречий между различными аспектами внутреннего и внешнего суверенитета. Экономика – одна из основ жизнеспособности этих образований. При этом ее значение меняется на каждом из этапов эволюции их государственности. На первом этапе (в случае РЮО – 1989–1994 гг.) экономика – ключевой ресурс для выживания и вооруженной борьбы с материнским государством. На втором этапе (1994–2008) – материальная база государственного строительства (институциализации непризнанного государства) и послевоенного восстановления. На третьем этапе (после 2008 г.) – один из ключевых "источников" внутренней и внешней легитимности национальных элит, позволяющий "новому государству" создавать и распределять общественные блага.

Масштабная помощь России позволила РЮО, несмотря на полное разрушение хозяйства во время горячих фаз конфликта, пройти все эти этапы удивительно быстро. Однако в результате сформировалась структурно слабая гиперсервисная экономика, ключевые отрасли которой зависят от государственного спроса и инвестиций. Они в свою очередь определяются размером прямой финансовой поддержки со стороны России (субсидий в бюджет, инвестиций на восстановление и др.). Поэтому РЮО хоть и опережает своих соседей по душевым доходам, но заметно отстает от них по душевым объемам ВВП, промышленного и сельскохозяйственного производства. Вместе с тем такая высокая зависимость от государства-патрона делает РЮО не исключительным феноменом, а достаточно типичным случаем в ряду других непризнанных государств.

Анализ дискурса СМИ и официальных документов РЮО показал устойчивую связь между восприятием роли экономики, степенью секьюритизации экономической повестки и уровнем развития государственности. Эта связь проявляется в снижении интереса к проблемам "жесткой" безопасности, вопросам послевоенного восстановления, и росте внимания к вызовам "мягкой безопасности" – экономической несостоятельности, проблемам и перспективам социально-экономического развития. Подтвердилось предположение о том, что на поздних стадиях развития государственности именно экономическая состоятельность оказывается ключевым аргументом для репрезентации НГ в качестве суверенного государства. Исследование показало, что этот образ складывается противоречиво. С одной стороны, развитая экономика провозглашается одним из ключевых атрибутов "нормального" государства, с другой – образ Южной Осетии "десуверенизирован" ее репрезентацией в качестве особого российского региона, зависимого от федеральных ассигнований и ориентированного на внутрироссийские социально-экономические цели и задачи развития. Интервью с экспертами также подтвердили, что в ряду других доводов в пользу вхождения в состав России экономическая несостоятельность РЮО – важнейший. Этот аргумент разделяют даже немногочисленные сторонники "реального" юго-осетинского суверенитета.

В медиа-дискурсе и стратегических документах игнорируется целый ряд особенностей, ограничивающих возможности социально-экономического развития республики. Как и многие другие непризнанные государства, РЮО отличается малочисленным населением, сложным транспортно-географическим и геополитическим положением. Эффекты малой страны здесь причудливым образом сочетаются с частично признанным статусом, ограничивая возможности для развития транспортных, торговых и финансовых связей. Пандемия COVID-19 (и связанное с этим временное закрытие границ РЮО) продемонстрировала уязвимость экономики РЮО, а также важную роль трансграничных практик местного населения (торговля, поездки и др.), которые, наряду с прямой и косвенной помощью России выступают важным фактором, позволяющим стабилизировать социально-экономическую ситуацию в республике.

[14]Д.И. Санакоев – первоначально юго-осетинский политический деятель, премьер-министр РЮО в июне–декабре 2001 г. С мая 2007 г. – глава временной административно-территориальной единицы, созданной по распоряжению президента Грузии М. Саакашвили. По версии нашего информанта, причиной "предательства" стал шантаж со стороны грузинских спецслужб по поводу нелегальных трансграничных торговых операций.

Случай РЮО подтверждает нашу гипотезу о том, что непризнанный (частично признанный) статус – это препятствие не само по себе, а прежде всего ограничение доступа на рынки и затрудненность финансовых и торговых транзакций. Трудности, создаваемые непризнанным статусом, вполне могут быть нивелированы государством-патроном и его союзниками. Однако евразийская интеграция стала скорее источником проблем для Южной Осетии, создав труднопреодолимые для местного бизнеса препятствия в торговле с Россией – единственной страной ЕАЭС, признающей РЮО в качестве суверенного государства.

Часть опрошенных нами экспертов полагают, что нормальные отношений с Грузией теоретически могли бы помочь достичь РЮО приемлемого уровня экономической состоятельности через получение возможности для сбыта собственной продукции и обслуживания транзитных потоков в Россию и другие страны региона. Однако такое развитие событий по-прежнему настороженно воспринимается не только политиками, но и большей частью осетинского общества, которая видит в этом угрозу суверенитету республики.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена в рамках проекта Российского научного фонда “Постсоветские непризнанные государства: факторы жизнеспособности и риски для России” № 19-17-00232. Трансграничные контрасты и градиенты были проанализированы в рамках Государственного задания Института географии РАН АААА-А19-119022190170-1 (FMGE-2019-0008).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят В.А. Колосова за ценные замечания и предложения, которые помогли значительно улучшить текст данной статьи, а также студентку МПГУ Н. Бирюкову за помощь в сборе первичной информации.

FUNDING

The study was carried out at the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences as part of the work on the RSF project no. 19-17-00232 “Post-Soviet Non-Recognized States: Factors of Viability and Risks for Russia.” Cross-border contrasts and gradients were analyzed within the framework of the state-ordered research theme of the Institute of Geography RAS (no. AAAA-A19-119022190170-1 (FMGE-2019-0008)).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to V.A. Kolosov for valuable comments and suggestions that significantly helped to improve the article text, as well as a student of Moscow State Pedagogical University N. Biryukova for collecting primary information.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анализ обстановки в зоне грузино-осетинского конфликта. Прогноз развития событий в Южной Осетии. 1992. Министерство обороны, 1992.

Арутюнов М.Г., Линькова В.В., Шейнис В.Л. Докл. записка народных депутатов Российской Федерации Президенту Российской Федерации Б.Н. Ельцину № 7-16/43-2052 от 02.09.1992. Министерство обороны, 1992.

Вендина О.И. и др. Украина в политическом кризисе: образ России как катализатор противоречий // Полис. Политические исследования. 2014. № 5. С. 50–67.

Голунов С.В., Зотова М.В. Въездной туризм в постсоветских де-факто государствах // Изв. РАН. Сер. геогр. 2021. № 5. С. 699–713.

Заяц Д.В. Республика Южная Осетия // География. 2004. № 28. https://geo.1sept.ru/article.php?ID=200402803

Заяц Д.В. Феномен непризнанных государств в современном мире // Географическая среда и живые системы. 2020. № 1. С. 53–69.

Ильин М.В., Мелешкина Е.Ю., Мельвиль А.Ю. Формирование новых государств: внешние и внутренние факторы консолидации // Полис. Политические исследования. 2010. № 3. С. 26–39.

Колосов В.А., Себенцов А.Б., Туров Н.Л. Неконтролируемые территории в современном мире: теория, генезис, типы, динамика // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2021. Т. 14. № 1. С. 23–51.

Маркедонов С.М. Де-факто государства: политический феномен постсоветского пространства // Вестн. РГГУ. 2018. № 1 (11). С. 24–40.

Новые независимые государства: сравнительные итоги социально-экономического развития. М.: Институт экономики РАН, 2012. 60 с.

Политика памяти в современной России и странах Восточной Европы. Акторы, институты, нарративы. СПб.: Изд-во Европейского ун-та в Санкт-Петербурге, 2020. 632 с.

Попов Ф.А. Дробление политического пространства мира: основные формы и современные тенденции // Региональные исследования. 2015. № 2. С. 64–73.

Себенцов А.Б., Колосов В.А. Феномен неконтролируемых территорий в современном мире // Полис. Политические исследования. 2012. № 2. С. 31–46.

Baarová B. South Ossetia Alania 10 Years since Gaining Partial International Recognition // Politické vedy. 2019. Vol. 22 (2). P. 159–188.

Blakkisrud H., Kolstø P. Dynamics of de facto statehood: The South Caucasian de facto states between secession and sovereignty // Southeast Europe and Black Sea Stud. 2012. Vol. 12 (2). P. 281–298.

Broers L. Recognizing politics in unrecognized states: 20 years of enquiry into the de facto states of the South Caucasus // Caucasus Survey. 2013. Vol. 1 (1). P. 59–74.

Broers L., Iskandaryan A., Minasyan S. Introduction: The unrecognized politics of de facto states in the post-Soviet space // Caucasus Survey. 2015. Vol. 3 (3). P. 187–194.

Buzan B., Wæver O., De Wilde J. Security: A new framework for analysis. Boulder: Lynne Rienner Publ., 1998. 239 p.

Caspersen N. Unrecognized States. The Struggle for Sovereignty in the Modern International System. UK: Polity, 2012. 224 p.

Champain P. et al. From War Economies to Peace Economies in the South Caucasus // International Alert. 2004. 244 p.

Egorova E., Babin I. Eurasian Economic Union and the difficulties of integration: The case of South Ossetia and Abkhazia // Connections. 2015. Vol. 14 (2). P. 87–98.

Elias R. et al. The politics of victimization: Victims, victimology, and human rights // N.Y.: Oxford Univ. Press, 1986. 395 p.

Gotsiridze R. Georgia: conflict regions and the economy // Central Asia and the Caucasus. 2004. Vol. 1 (25). P. 144–152.

Hoch T. Independence or Unification with a Patron State? Not Such Dichotomous Ideas as One Would Think: Evidence from South Ossetia // Stud. of Transition States and Societies. 2020. Vol. 12 (1). P. 68–89.

Kolstø P., Blakkisrud H. Living with non-recognition: State- and nation-building in South Caucasian quasi-states // Europe–Asia Stud. 2008. Vol. 60 (3). P. 483–509.

Kolstø P., Blakkisrud H. Separatism is the mother of terrorism In Unrecognized states in the international system / N. Caspersen, G. Stansfield (Eds.). UK: Routledge, 2010. 272 p.

Kupchan C. Independence for Kosovo // Foreign Affairs. 2005. Vol. 84 (6). P. 152–160.

Lamb R. Ungoverned Areas and Threats from Safe Havens. Final Report of the Ungoverned Areas Washington DC, 2008. 62 p.

Lynch D. Separatist states and post-Soviet conflicts // Int. Affairs. 2002. Vol. 78 (4). P. 831–848.

O'Loughlin J., Kolosov V. Building identities in post-Soviet 'de facto states': Cultural and political icons in Nagorno-Karabakh, South Ossetia, Transdniestria, and Abkhazia // Euras. Geogr. and Econ. 2017. Vol. 58 (6). P. 691–715.

O'Loughlin J., Kolossov V., Toal G. Inside the post-Soviet de facto states: A comparison of attitudes in Abkhazia, Nagorny Karabakh, South Ossetia and Transnistria // Euras. Geogr. and Econ. 2014. Vol. 55 (5). P. 423–456.

Pegg S. Twenty Years of de facto State Studies: Progress, Problems, and Prospects / Oxford Research Encyclopedia of Politics. 2017. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228637.013.516

Popescu N. et al. Outsourcing 'de facto statehood: Russia and the secessionist entities in Georgia and Moldova // CEPS Policy Briefs. 2006. Vol. 1 (12). P. 1–8.

Rabasa A. et al. Ungoverned territories: Understanding and reducing terrorism risks. Rand Corporation, 2007. 396 p.

Sharman J.C. Sovereignty at the Extremes: Micro-States in World Politics // Political Stud. 2017. Vol. 65 (3). P. 559–575.

Umland A. In Defense of Conspirology: A Rejoinder to Serhiy Kudelia's Anti-Political Analysis of the Hybrid War in Eastern Ukraine. New approaches to research and security in Eurasia (PONARS Eurasia), 2014. https://tinyurl.com/sjwv9sfe

Veenendaal W. Analyzing the Foreign Policy of Microstates: The Relevance of the International Patron-Client Model // Foreign Policy Analysis. 2017. Vol. 13 (3) P. 561–577.

Yemelianova G.M. Western academic discourse on the post-Soviet de facto state phenomenon // Caucasus Survey. 2015. Vol. 3 (3). P. 219–238.

Economic Development as a Challenge for "De Facto States": Post-Conflict Dynamics and Vision of Prospects in South Ossetia

A. B. Sebentsov[1, *], M. S. Karpenko[1], A. A. Gritsenko[1], and N. L. Turov[1]

[1]*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**e-mail: asebentsov@igras.ru*

The importance of economic factors in the emergence and existence of "de facto states" remains insufficiently studied and debatable. The article examines the case of the Republic of South Ossetia (RSO), one of the six unrecognized republics that emerged in the post-Soviet space. Based on the study of statistical data, secondary sources, and expert interviews with representatives of local authorities, business and the academic community, the authors analyze the structural shifts and the state of the economy of the RSO, views on the prospects of development in the context of state-building. It is shown that as a result of large-scale economic assistance from Russia, a structurally weak hyper-service economy has been formed, the key sectors of which depend on government demand and Russian investments. Limited economic self-sufficiency, trans-border settlement of Ossetians and Georgians, as well as numerous family ties contribute to the emergence of various cross-border practices (shuttle trade, smuggling, peculiar settlement systems) that reduce social tension. The case of the RSO confirms that the unrecognized status is not in itself a challenge for economic development. However, the lack of external legitimacy restricts access to markets, creates barriers for financial and trade transactions. As a result, Eurasian integration has become rather a source of problems for the RSO, creating obstacles that are difficult for local businesses to overcome in trade with Russia, the only EAEU country that recognizes the RSO as a sovereign state. As a result, RSO economic problems serve as a key argument for supporting the idea of the republic's accession to Russia.

Keywords: de facto states, South Ossetia, unrecognized states, separatism, secession, state building, economic development

REFERENCES

Analysis of the situation in the zone of the Georgian-Ossetian conflict. Forecast of developments in South Ossetia. Ministry of defense, 1992. (In Russ.).

Arutyunov M.G., Lin'kova V.V., Sheinis V.L. Memorandum of People's Deputies of the Russian Federation to the President of the Russian Federation B.N. Yeltsin No. 7-16 / 43-2052 dated 09/02/1992. Ministry of Defense, 1992. (In Russ.).

Baarová B. South Ossetia Alania 10 years since gaining partial international recognition. *Politické Vedy*, 2019, vol. 22 (2), pp. 159–188.

Blakkisrud H., Kolstø P. Dynamics of de facto statehood: The South Caucasian de facto states between secession and sovereignty. *Southeast Eur. and Black Sea Stud.*, 2012, vol. 12 (2), pp. 281–298.

Broers L. Recognizing politics in unrecognized states: 20 years of enquiry into the de facto states of the South Caucasus. *Caucasus Survey,* 2013, vol. 1 (1), pp. 59–74.

Broers L., Iskandaryan A., Minasyan S. Introduction: The unrecognized politics of de facto states in the post-Soviet space. *Caucasus Survey,* 2015, vol. 3 (3), pp. 187–194.

Buzan B., Wæver O., De Wilde J. *Security: A New Framework For Analysis.* Boulder: Lynne Rienner Publ., 1998. 239 p.

Caspersen N. *Unrecognized States. The Struggle for Sovereignty in the Modern International System*. UK: Polity, 2012. 224 p.

From War Economies to Peace Economies in the South Caucasus. Champain P. et al., Eds. Int. Alert, 2004. 244 p.

Egorova E., Babin I. Eurasian Economic Union and the difficulties of integration: The case of South Ossetia and Abkhazia. *Connections,* 2015, vol. 14 (2), pp. 87–98.

Elias R. et al. *The Politics of Victimization: Victims, Victimology, and Human Rights*. New York: Oxford Univ. Press, 1986. 395 p.

Golunov S.V., Zotova M.V. Inbound tourism in the post-Soviet de facto states. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2021, no. 5, pp. 699–713. (In Russ.).

Gotsiridze R. Georgia: conflict regions and the economy. *Central Asia and the Caucasus*, 2004, vol. 1 (25), pp. 144–152.

Hoch T. Independence or unification with a patron state? Not such dichotomous ideas as one would think: Evidence from South Ossetia. *Stud. of Trans. States and Soc.*, 2020, vol. 12 (1), pp. 68–89.

Il'in M.V., Meleshkina Ye.Yu., Mel'vil' A.Yu. Formation of new states: external and internal factors of consolidation. *Polis. Polit. Issled.*, 2010, no. 3, pp. 26–39. (In Russ.).

Kolosov V.A., Sebentsov A.B., Turov N.L. Uncontrolled territories in the modern world: theory, genesis, types, dynamics. *Kontury Global'nykh Transformatsii: Politika, Ekonomika, Pravo*, 2021, vol. 14, no. 1, pp. 23–51. (In Russ.).

Kolstø P., Blakkisrud H. Living with non-recognition: State- and nation-building in South Caucasian quasi-states. *Europe-Asia Stud.*, 2008, vol. 60 (3), pp. 483–509.

Kolstø P., Blakkisrud H. Separatism is the mother of terrorism. In *Unrecognized States in the International System*. Caspersen N., Stansfield G., Eds. UK: Routledge, 2010. 272 p.

Kupchan C. Independence for Kosovo. *Foreign Affairs*, 2005, vol. 84 (6), pp. 152–160.

Lamb R. *Ungoverned Areas and Threats from Safe Havens. Final Report of the Ungoverned Areas.* Washington DC, 2008.

Lynch D. Separatist states and post-Soviet conflicts. *Int. Affairs*, 2002, vol. 4, pp. 831–848.

Markedonov S.M. De facto states: a political phenomenon of the post-Soviet space. *Vestn. RGGU*, 2018, no. 1 (11), pp. 24–40. (In Russ.).

Vardomskii L. *Novye nezavisimye gosudarstva: sravnitel'nye itogi sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya* [New Independent States: Comparative Results of Social and Economic Development]. Moscow: Inst. Ekon. RAN, 2012. 60 p.

O'Loughlin J., Kolosov V. Building identities in post-Soviet 'de facto states': Cultural and political icons in Nagorno-Karabakh, South Ossetia, Transdniestria, and Abkhazia. *Eur. Geogr. Econ.*, 2017, vol. 58 (6), pp. 691–715.

O'Loughlin J., Kolossov V., Toal G. Inside the post-Soviet de facto states: A comparison of attitudes in Abkhazia, Nagorny Karabakh, South Ossetia and Transnistria. *Eur. Geogr. Econom.,* 2014, vol. 55 (5), pp. 423–456.

Pegg S. Twenty years of de facto state studies: progress, problems, and prospects. In *Oxford Research Encyclopedia of Politics*, 2017. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228637.013.516

Politika pamyati v sovremennoi Rossii i stranakh Vostochnoi Evropy. Aktory, instituty, narrativy [The Politics of Memory in Modern Russia and the Countries of Eastern Europe. Actors, Institutions, Narratives]. Anikin D.A. et al., Eds. St. Petersburg: Evrop. Univ., 2020. 632 p.

Popescu N. et al. Outsourcing 'de facto statehood: Russia and the secessionist entities in Georgia and Moldova. *CEPS Policy Briefs*, 2006, vol. 1 (12), pp. 1–8.

Popov F.A. Fragmentation of the political space of the world: basic forms and modern trends. *Reg. Issled.*, 2015, no. 2, pp. 64–73. (In Russ.).

Rabasa A. et al. *Ungoverned Territories: Understanding and Reducing Terrorism Risks.* Rand Corporation, 2007. 396 p.

Sebentsov A.B., Kolosov V.A. The phenomenon of uncontrolled territories in the modern world. *Polis. Polit. Issled.*, 2012, no. 2, pp. 31–46. (In Russ.).

Sharman J.C. Sovereignty at the Extremes: Micro-States in World Politics. *Polit. Stud.*, 2017, vol. 65 (3), pp. 559–575.

Umland A. *In Defense of Conspirology: A Rejoinder to Serhiy Kudelia's Anti-Political Analysis of the Hybrid War in Eastern Ukraine.* New Approaches to Research and Security in Eurasia (PONARS Eurasia), 2014. https://tinyurl.com/sjwv9sfe

Veenendaal W. Analyzing the foreign policy of microstates: the relevance of the international patron-client model. *Foreign Policy Anal.*, 2017, vol. 13 (3), pp. 561–577.

Vendina O.I. et al. Ukraine in a political crisis: the image of Russia as a catalyst for contradictions. *Polis. Polit. Issled.*, 2014, no. 5, pp. 50–67. (In Russ.).

Yemelianova G.M. Western academic discourse on the post-Soviet de facto state phenomenon. *Caucasus Survey*, 2015, vol. 3 (3), pp. 219–238.

Zayats D.V. Republic of South Ossetia. *Geografiya*, 2004, no. 28. (In Russ.). https://geo.1sept.ru/article.php?ID=200402803

Zayats D.V. The phenomenon of unrecognized states in the modern world. *Geogr. Sreda i Zhivye Sist.*, 2020, no. 1, pp. 53–69. (In Russ.).

EDN: NGOIRG
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 503–518

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА

УДК 910.1

МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ДАННЫХ МУНИЦИПАЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ НА ПРИМЕРЕ ВНУТРИГОРОДСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

© 2022 г. К. А. Страхов[a, b, *]

[a]*Институт географии РАН, Москва, Россия*
[b]*Фонд развития городского самоуправления "1870", Санкт-Петербург, Россия*
**e-mail: k-strakhov@yandex.ru*

Поступила в редакцию 17.11.2021 г.
После доработки 30.03.2022 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

В статье представлены методы реконструкции отсутствующих данных муниципальной статистики во внутригородском муниципальном образовании города федерального значения, которые использованы автором в ходе общественно-географического исследования Владимирского округа в Санкт-Петербурге в 2020 г. На примере округа автор оценивает полноту и качество муниципальной статистики в Санкт-Петербурге и приходит к выводу, что органы местного самоуправления не обладают достоверными статистическими данными, необходимыми для исполнения вопросов местного значения. В Базе данных показателей муниципальных образований Росстата непрерывно представлены за последнее десятилетие лишь 8 из 1400 показателей, многие отрывочно даны за 1–3 года, что препятствует ретроспективному анализу. Реконструкция является вынужденным шагом, обусловленным отсутствием, закрытостью или некорректностью данных статистического и ведомственного учета. Сравнивая государственную и ведомственную статистику, автор показывает, что различия в учете численности населении округа одномоментно достигали 9%, а в ретроспективе демонстрировали разнонаправленную динамику. С помощью реконструкции статистики уточнены численность населения (на основе данных учета водоснабжения), объем и отраслевая структура малого бизнеса и показатели автомобилизации населения (на основе налоговой статистики), дефицит парковочной инфраструктуры (на основе полевого наблюдения), охват населения муниципальными услугами (через оценку нагрузки на социальную инфраструктуру). Сделан вывод, что наиболее достоверны результаты реконструкции статистики на основе полевого обследования и анализа данных первичного учета, поскольку они обеспечены непосредственным визуальным или документарным контролем. В статье показано, что дефицит муниципальной статистики ведет к неэффективности деятельности органов местного самоуправления, которая не выявляется валовыми и удельными показателями, применяемыми для оценки эффективности управления в настоящее время.

Ключевые слова: муниципальная статистика, реконструкция данных, оценка эффективности, местное самоуправление, городской район, внутригородское муниципальное образование

DOI: 10.31857/S2587556622040100

ВВЕДЕНИЕ

В 2020 г. Фонд развития городского самоуправления "1870" по заказу местной администрации выполнил общественно-географическое исследование внутригородского муниципального образования (МО) Владимирский округ в Санкт-Петербурге, изданное затем отдельной книгой (Страхов и др., 2021). Исследование было вызвано к жизни сменой состава муниципальных органов на выборах осенью 2019 г.: вновь избранные руководители нуждались в актуальной информации об округе и наследии, оставленном предшественниками. Название книги "Владимирский округ со своей колокольни" отражает позицию исследователей – увидеть округ с точки зрения местного сообщества и в интересах местного самоуправления.

Комплексные исследования внутригородского муниципального образования города федерального значения предпринимались прежде, но носили скорее описательный характер [см. на примере столичной Пресни (Социально-экономическое ..., 1999)]. Особенностью настоящего исследования была потребность увязать анализ с вопросами местного значения и расходными обязательствами органов местного самоуправления (МСУ)[1] и предложить корректировку муниципальной социально-экономической политики.

Рис. 1. Количественная динамика Базы данных показателей муниципальных образований Петростата в отношении МО Владимирский округ (по данным на 1 июля 2021 г.), ед.
Составлено автором.

Для решения поставленных задач исследователями был разработан набор из 223 статистических показателей, еще 17 показателей были дополнительно предложены депутатами Муниципального совета и местной администрацией. По условиям технического задания горизонт исследования ограничен последним десятилетием (2010–2019), в случае отсутствия данных – глубиной имеющейся статистики. Такой подход обеспечил наиболее достижимую точность и репрезентативность результатов исследования, но оказался весьма трудным в реализации: сбор данных осуществлялся по крупицам, а в ряде случаев пришлось прибегнуть к реконструкции данных.

Цель настоящей статьи – описание и оценка методов реконструкции данных муниципальной статистики, примененных нами в исследовании внутригородского муниципального образования Санкт-Петербурга. Задачи включают общую оценку полноты и качества муниципальной статистики в городе федерального значения Санкт-Петербурге; выявление отсутствующих или противоречивых статистических данных о социально-экономическом развитии внутригородского муниципального образования Владимирский округ; презентацию примененных методов реконструкции статистических данных на примерах численности населения, структуры локальной экономики, автомобилизации, обеспеченности социальной и парковочной инфраструктурой; оценку достоверности и применимости полученных данных для анализа социально-экономического развития муниципалитета и оценки эффективности деятельности органов МСУ.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Отсутствие или низкое качество статистики в разрезе муниципальных образований неоднократно отмечались в работах экономико-географов в отношении социально-экономического развития городов (Зубаревич, 2010, 2013), территориальной структуры доходов и расходов федерального и региональных бюджетов (Кузнецова, 2019), транспорта (Крылов, 2017) и др. Проблему признают и специалисты по статистике, хотя называют различные причины сложившегося положения дел – от дефицита ресурсов, закрытости органов государственной власти друг от друга и МСУ, различия методик государственного и ведомственного учета (Леонов, 2015) до, на первый взгляд, экзотической, но интуитивно понятной зависимости качества собираемых данных от присутствия сильной личности среди руководителей муниципальных органов (Мокренский, 2018). Наиболее подробный анализ проблем качества муниципальной статистики дан О.А. Моляренко (2016, 2019), однако эмпирическая часть ее исследований не затрагивает внутригородские муниципальные образования.

В городе федерального значения ведение муниципальной статистики осложняется чересполосицей полномочий и ответственности органов государственной власти, МСУ и различных ведомств на одной территории: в административно-хозяйственном отношении внутригородское пространство представляет собой “лоскутное одеяло”.

Основной источник муниципальной статистики – База данных показателей муниципальных образований (БДПМО)[2] наполняется в Санкт-Петербурге крайне нестабильно. На графике, составленном автором по данным Петростата в отношении Владимирского округа, хорошо видно ежегодное изменение набора доступных показателей (рис. 1). Непрерывно представлены за последнее десятилетие лишь 8 показателей, многие отрывочно даны за 1–3 года, что препятствует ретроспективному анализу.

Из массива федеральных данных исследователям внутригородских муниципальных образований остается опираться на обширную налоговую статистику, слабо верифицируемую электоральную статистику ГАС “Выборы” и устаревшие данные Всероссийской переписи населения 2010 г.

[1] Перечень 52 вопросов местного значения: см. Устав внутригородского муниципального образования Санкт-Петербурга муниципальный округ Владимирский округ (статья 5). Перечень расходных обязательств с 2021 г. установлен законом: “О Перечне расходных обязательств внутригородских муниципальных образований Санкт-Петербурга, вытекающих из полномочий муниципальных образований по вопросам местного значения”. Закон Санкт-Петербурга от 18 декабря 2020 г. № 626-136.

[2] Здесь и далее: Петростат. Муниципальная статистика. https://petrostat.gks.ru/municipal_statistics (дата обращения 01.07.2021 г.).

Открытые данные Правительства Санкт-Петербурга и его подразделений, а также различных региональных организаций, как правило, не дифференцированы до муниципального уровня. Региональные власти ведут мониторинг социального и экономического развития внутригородских муниципальных образований и оценки эффективности органов МСУ[3], однако набор из 16 позиций весьма ограничен, а оценка по валовым и удельным показателям методически небезупречна, что будет показано далее.

На муниципальном уровне "организация в пределах ведения сбора статистических показателей, характеризующих состояние экономики и социальной сферы муниципального образования" отнесена к вопросам местного значения муниципалитетов, однако полномочие обусловлено "предоставлением указанных данных органам государственной власти в порядке, установленном Правительством Российской Федерации"[4], что зачастую трактуется как сбор данных лишь по запросу государственных органов. Фактически органы МСУ собирают собственные данные, как правило, лишь для отчетов о проделанной работе.

Поскольку открытые данные содержали лишь часть необходимой информации, нами были подготовлены и направлены через местную администрацию запросы в более чем 40 организаций, часть из которых предоставили ведомственную статистику. К сожалению, во многих случаях выяснилось, что адресаты не ведут учет необходимых сведений или отказываются предоставлять их по запросу органов МСУ, а в ряде случаев мы столкнулись с существенными расхождениями данных различных ведомств.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

При реконструкции данных муниципальной статистики объектом исследования являлись общественно-географические характеристики Владимирского округа. В настоящей статье в качестве конкретных объектов использованы численность населения, структура малого бизнеса, автомобилизация, обеспеченность парковочной и социальной инфраструктурами.

Владимирский округ расположен в центральной части Санкт-Петербурга, юго-восточнее пересечения Невского проспекта и набережной реки Фонтанки (рис. 2). По данным Петростата, численность населения Владимирского округа составляет 58.8 тыс. чел. (2020). Второй по людности в историческом центре (39-й в городе), округ охватывает довольно компактную территорию (2.43 км^2), что определяет высокую для центра плотность населения (24.2 тыс. чел./км^2 в 2020 г.). Центральное положение в городе обеспечивает относительно благополучную бюджетную ситуацию: среднегодовые исполненные доходы местного бюджета за 2011–2020 гг. составили 133 млн руб., расходы – 131 млн руб., округ не относился к числу дотационных. Работают представительный и исполнительный органы МСУ – Муниципальный совет из 20 депутатов и местная администрация.

МЕТОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Реконструкция статистики широко применяется в работах по исторической географии, истории, социологии, в частности методами разделения агрегированных данных (Саломатина, 2014), корреляционных плеяд (Дмитриева, 2002), сравнительным методом (Юмагузин, Винник, 2019). В социально-экономических исследованиях на городском и муниципальном уровнях исследователи стремятся преодолеть дефицит данных, применяя статистические методы: кластерный анализ (Солосина, 2018), корреляционно-регрессивный анализ (Моделирование ..., 2018; и др.), разработку нескольких альтернативных методов оценки недоступного показателя (Экономика ..., 2020), обращение к качественным экспертным оценкам (Доклад ..., 2020) и социологическим опросам (Социально-экономическое ..., 2018). В настоящей статье описание методов объединено с представлением и обсуждением результатов исследования, поскольку в каждом отдельном случае пришлось применить изрядную долю изобретательности, разрабатывая метод реконструкции, отталкиваясь от специфики доступных косвенных данных.

Численность населения. Низкое качество учета населения в России является общепризнанным, однако на муниципальном уровне ошибки статистики наиболее проблематичны, поскольку влияют на расчет нормативов минимальной бюджетной обеспеченности и оценку потребностей в муниципальных услугах.

"Оценка численности населения на 1 января текущего года" – один из 8 стабильных показателей БДПМО. Однако, как видно на графике (рис. 3), количественные показатели и даже динамика государственной статистики заметно расходятся с данными ведомственного учета организаций, обслуживающих местное сообщество: Жилищного комитета Санкт-Петербурга (обеспечивает со-

[3] "О мониторинге социального и экономического развития внутригородских муниципальных образований Санкт-Петербурга и оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления внутригородских муниципальных образований Санкт-Петербурга". Постановление Губернатора Санкт-Петербурга от 7 сентября 2015 г. № 61-пг.

[4] "Об организации местного самоуправления в Санкт-Петербурге". Закон Санкт-Петербурга от 23 сентября 2009 г. № 420-79.

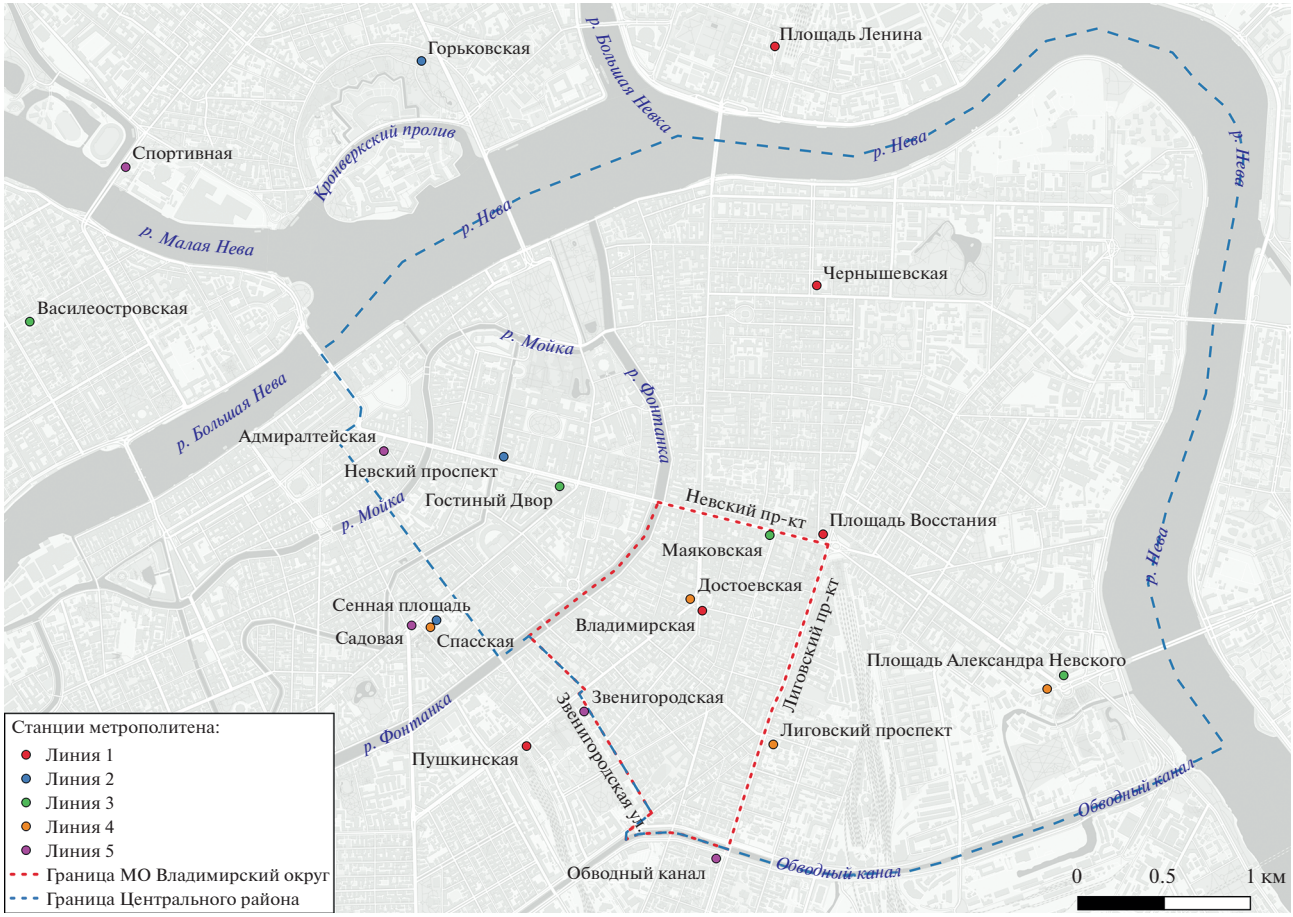

Рис. 2. МО Владимирский округ на карте центральной части Санкт-Петербурга.
Составлено И.В. Труфановым.

держание и ремонт жилого фонда)[5], отдела вселения и регистрационного учета граждан жилищного агентства Центрального района[6], городской поликлиники № 37[7], а также с электоральной статистикой ГАС "Выборы"[8]. Органы внутренних дел не предоставили данные по запросу местной администрации; собственного учета населения органы МСУ не ведут.

Разумеется, данные указанных ведомств имеют свою специфику и не могут сопоставляться буквально. Однако нельзя оставить без внимания, что одномоментно разброс данных из различных источников достигает 9%, а в ретроспективе государственная и ведомственная статистика демонстрировали буквально разнонаправленную динамику. По данным Петростата, численность населения округа за последнее десятилетие была подвержена сильным колебаниям (амплитуда в 3.5 тыс. чел., или 6%), при этом начальная и конечная точки отрезка (2010 и 2020 гг.) находятся в примерном равновесии. Колебания весьма чувствительного и самоорганизованного массива – контингента поликлиники были не столь существенными (амплитуда в 1.6 тыс. чел., или 2.9%).

К сожалению, для косвенной оценки нам не были доступны дорогостоящие большие данные, не удалось получить по запросу данные учета энергопотребления. Однако ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" предоставил сводные показания учета водоснабжения и водоотведения на территории муниципального образования за

[5] Технико-экономические паспорта многоквартирных жилых домов. Портал "Открытые данные Санкт-Петербурга". http://data.gov.spb.ru/opendata/7840013199-passports_-houses/ (дата обращения 13.05.2020 г.).

[6] Письмо СПб ГКУ "Жилищное агентство Центрального района Санкт-Петербурга", исх. № 13-2152/20 от 20.07.2020 г.

[7] Письмо отдела здравоохранения Администрации Центрального района, исх. № 12/04/662 от 12.08.2020 г.

[8] ГАС "Выборы". http://www.st-petersburg.vybory.izbirkom.ru/region/st-petersburg?action=show&vrn=4784017235553&region=78&prver=0&pronetvd=null (дата обращения 23.07.2020 г.).

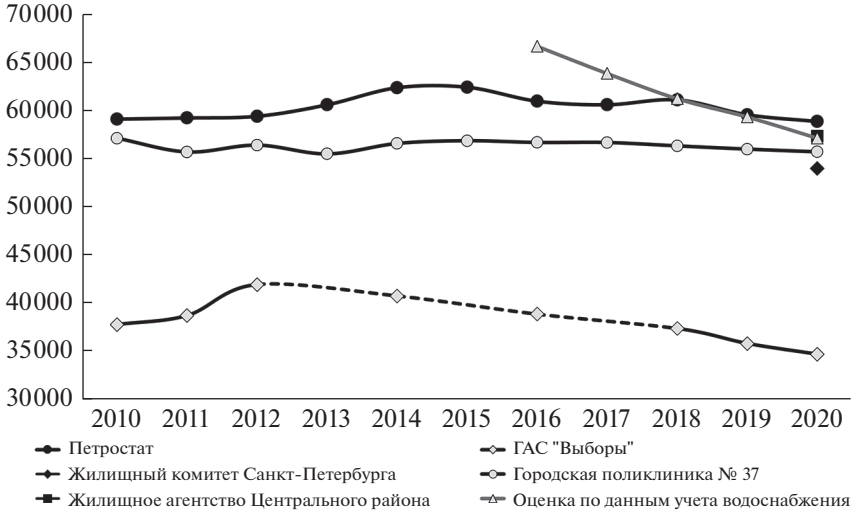

Рис. 3. Численность населения МО Владимирский округ по различным источникам, чел.
Источник: (Страхов и др., 2021).

2015–2020 гг. по группам потребителей[9]. Из массива были отфильтрованы показания по группе "Исполнители коммунальных услуг", включающие поставки управляющих компаний бытовым потребителям[10]. Норма расхода воды в жилых зданиях на одного жителя составляет 180 л в сутки в домах с местными водонагревателями и 210 л в сутки в домах с централизованным горячим водоснабжением[11]. Поскольку к последним на территории округа относятся лишь менее 4% жилых домов, для расчета численности населения был использован первый норматив с пересчетом показаний приборов учета из кубометров в литры (табл. 1).

Разумеется, формальность норматива потребления не может обеспечить такой строгой точности оценки численности населения, как представлено в табл. 1. Расчетные значения оказались сопоставимы с данными государственной и ведомственной статистики (особенно впечатлило почти буквальное совпадение расчета с оценкой Росстата в 2018–2019 гг. и данными регистрационного учета граждан в 2020 г.), но выявили более контрастную отрицательную динамику численности населения в последние годы.

Решение проблемы видится как в скорейшей интеграции ведомственных данных в едином федеральном регистре сведений о населении и предоставлении доступа к нему органам МСУ, так и в более широком привлечении органами государственной статистики косвенных данных для оценки численности населения в межпереписной период.

Малый бизнес. Достоверные знания о местной экономике – необходимая основа социально-экономического развития территории и качественного бюджетного прогнозирования. Для петербургских муниципалитетов наиболее важны сведения о субъектах малого бизнеса, поскольку их налоговые поступления долгие годы составляли базу доходов местных бюджетов. В 2020 г. 60% суммарных доходов местных бюджетов в Санкт-Петербурге обеспечивали три специальных налоговых режима: УСН (упрощенная система налогообложения) (40%), ЕНВД (единый налог на вмененный доход) (16%) и патентная система налогообложения (4%)[12]. Во Владимирском округе специальные режимы обеспечивали 3/4 доходов местного бюджета (42, 28 и 5% соответственно, 2020)[13]. Сложившаяся система представлялась логичной, поскольку мотивировала МСУ развивать ведущую силу местной экономики: содействие развитию малого бизнеса входит в число вопросов местного значения петербургских муниципалитетов. В результате изменения законодатель-

[9] Письмо Службы планирования и отчетности по реализации услуг филиала "Единый расчетный центр" ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" № б/н от 17.08.2020 г.

[10] В соответствии с законом все многоквартирные жилые дома были оборудованы коллективными (общедомовыми) приборами учета воды до 1 июля 2012 г.

[11] СП 30.13330.2016 "Внутренний водопровод и канализация зданий". Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (с изменениями).

[12] Рассчитано автором по данным Росказны: Консолидированные бюджеты субъектов Российской Федерации и бюджетов территориальных государственных внебюджетных фондов. https://roskazna.gov.ru/ispolnenie-byudzhetov/konsolidirovannye-byudzhety-subektov/ (дата обращения 10.06.2021 г.).

[13] Рассчитано автором по данным местной администрации: https://владимирскийокруг.рф/docs/ (дата обращения 19.06.2021 г.).

Таблица 1. Оценка численности населения МО Владимирский округ на основе данных учета водоснабжения

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Данные учета водоснабжения, л	4316117141	4133503245	3963894689	3841426848	3698910764
Оценка численности населения, чел.	66607	63789	61171	59281	57082

Источник: (Страхов и др., 2021).

ства в 2021 г. экономическая логика была нарушена: ведущим источником доходов местных бюджетов в Санкт-Петербурге стали безвозмездные перечисления из регионального бюджета (78%), некоторая заинтересованность в развитии местной экономики сохранилась лишь благодаря передаче муниципалитетам части доходов от НДФЛ.

Государственная статистика исчерпывается двумя показателями БДПМО по состоянию на 2015 г. – "Число субъектов малого и среднего предпринимательства в расчете на 10 тысяч человек населения" (1152.02 ед.) и "Доля среднесписочной численности работников (без внешних совместителей) малых и средних предпринимателей в среднесписочной численности работников (без внешних совместителей) всех предприятий и организаций" (51.6%), из которых арифметически рассчитываются число субъектов МСП – 7100 ед., количество занятых в них – 13.1 тыс. чел. и среднее число работников на субъект МСП – 1.85 чел.

Согласно налоговой статистике[14], в 2015 г. специальные налоговые режимы использовали 5307 налогоплательщиков (3632 организации и 1675 ИП): по этому признаку можно предположительно отнести их к малому бизнесу, выделив из общей структуры МСП. Произведение среднего числа работников в МСП на количество пользователей специальных налоговых режимов, сдавших ненулевую отчетность (4061), позволяет приблизительно оценить численность занятых в 7.5 тыс. чел., что вдвое ниже данных государственной статистики. Наконец, число плательщиков НДФЛ – ИП, глав КФХ, нотариусов и адвокатов составило 5302 чел. (2015). Учитывая городские условия и ограниченность числа нотариусов и адвокатов, можно предположить, что подавляющее большинство в данной группировке составляют индивидуальные предприниматели.

Из-за различий методики подсчета трудно выявить, насколько эти множества пересекаются между собой, но возможно оценить диапазон числа субъектов малого бизнеса от 7.1 тыс. (Петростат) до 8.9 тыс. (ФНС: все организации со специальным налоговым режимом + все ИП). По той же методике число работников малого бизнеса можно оценить в диапазоне от 9.0 тыс. чел. (ФНС: все организации со специальным налоговым режимом с ненулевой отчетностью + все ИП) до 13.1 тыс. чел. (Петростат).

Такие методы реконструкции данных муниципальной статистики дают весьма грубую оценку и требуют проверки, кроме того, данные БДПМО весьма устарели. Однако наши попытки получить более свежие и точные данные не увенчались успехом. Федеральная налоговая служба ведет Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства, но на запрос местной администрации сообщила, что предоставление сведений из него "законодательством не предусмотрено"[15], адресовав к реестру на своем официальном сайте. Доступный на сайте реестр не имеет муниципального деления и не содержит сведений о месте регистрации субъектов, что делает самостоятельную выборку данных невозможной.

В реконструкции данных Единого реестра в нашем случае помогло то обстоятельство, что Владимирский округ обслуживает налоговая инспекция, в ведении которой состоят всего два муниципалитета. Относительно небольшая людность соседнего МО № 78 (соотношение 1/5 к Владимирскому округу) позволяет предположить, что данные в большой степени репрезентативны для нашего округа. Парсинг данных Единого реестра позволил получить 3600 позиций по первым четырем цифрам ИНН (7840), соответствующим коду налоговой инспекции. Выборка очищена от 116 позиций, которые при проверке оказались зарегистрированы в других субъектах РФ, в отфильтрованном массиве остались 3484 субъекта МСП (3193 организация и 291 ИП). Приведение к пропорциям населения позволяет оценить число субъектов МСП на территории Владимирского округа в 2.8 тыс. ед. (2020), что в 2.5 раза меньше устаревших данных БДПМО.

Классификация массива по группировкам основного вида экономической деятельности позволяет установить отраслевую структуру МСП на территории, обслуживаемой налоговой инспекцией (табл. 2).

[14]Здесь и далее: Данные по формам статистической налоговой отчетности. https://www.nalog.gov.ru/rn78/related_activities/statistics_and_analytics/forms/ (дата обращения 20.06.2021 г.).

[15]Письмо УФНС России по Санкт-Петербургу исх. 02-25/41267 от 20.07.2020 г.

Таблица 2. Отраслевая структура малого бизнеса в МО Владимирский округ и МО № 78 (ИНН 7840) по основному виду экономической деятельности в укрупненной группировке

Код	Группировка видов экономической деятельности по ОКВЭД	Кол-во, ед.	Доля, %
	Организации		
46	Торговля оптовая, кроме оптовой торговли автотранспортными средствами и мотоциклами	557	17
56	Деятельность по предоставлению продуктов питания и напитков	270	8
68	Операции с недвижимым имуществом	238	7
41	Строительство зданий	202	6
47	Торговля розничная, кроме торговли автотранспортными средствами и мотоциклами	182	6
43	Работы строительные специализированные	156	5
69	Деятельность в области права и бухгалтерского учета	139	4
79	Деятельность туристических агентств и прочих организаций, предоставляющих услуги в сфере туризма	134	4
62	Разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги	99	3
...	Другие виды	Менее 99	38
	Индивидуальные предприниматели		
47	Торговля розничная, кроме торговли автотранспортными средствами и мотоциклами	51	18
49	Деятельность сухопутного и трубопроводного транспорта	24	8
46	Торговля оптовая, кроме оптовой торговли автотранспортными средствами и мотоциклами	20	7
62	Разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги	20	7
68	Операции с недвижимым имуществом	17	6
56	Деятельность по предоставлению продуктов питания и напитков	16	5
73	Деятельность рекламная и исследование конъюнктуры рынка	13	4
74	Деятельность профессиональная научная и техническая прочая	12	4
90	Деятельность творческая, деятельность в области искусства и организации развлечений	11	4
96	Деятельность по предоставлению прочих персональных услуг	11	4
43	Работы строительные специализированные	10	3
...	Другие виды	Менее 10	30

Источник: (Страхов и др., 2021).

Ценность полученных данных состоит в возможности таргетировать содействие развитию малого бизнеса, которое остается вопросом местного значения. Следует признать, что в предыдущие годы муниципалитет исполнял полномочие сугубо формально: ассигнования по соответствующей муниципальной программе составляли 15 тыс. руб. в год, из которых фактически не исполнено ни копейки. Абсурдными выглядели результаты самооценки, в которой местная администрация констатировала рост эффективности программы и рекомендовала продолжать ее исполнение. По итогам исследования муниципалитету рекомендовано коренным образом пересмотреть муниципальную программу: существенно увеличить ассигнования и предусмотреть конкретные меры поддержки для выявленных отраслей местной экономики.

Социальная инфраструктура. Данные БДПМО об обеспеченности населения округа социальной инфраструктурой ограничены всего двумя показателями: “Дошкольные образовательные организации” и “Число мест в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми” за 2009–2010 гг. Внутригородские муниципальные образования Санкт-Петербурга не отвечают за непосредственное оказание социальных услуг (образования, здравоохранения, социальной защиты и т.д.) и реализуют лишь отдельные мероприятия в сотрудничестве с расположенными на их территории государственными учреждениями социальной ин-

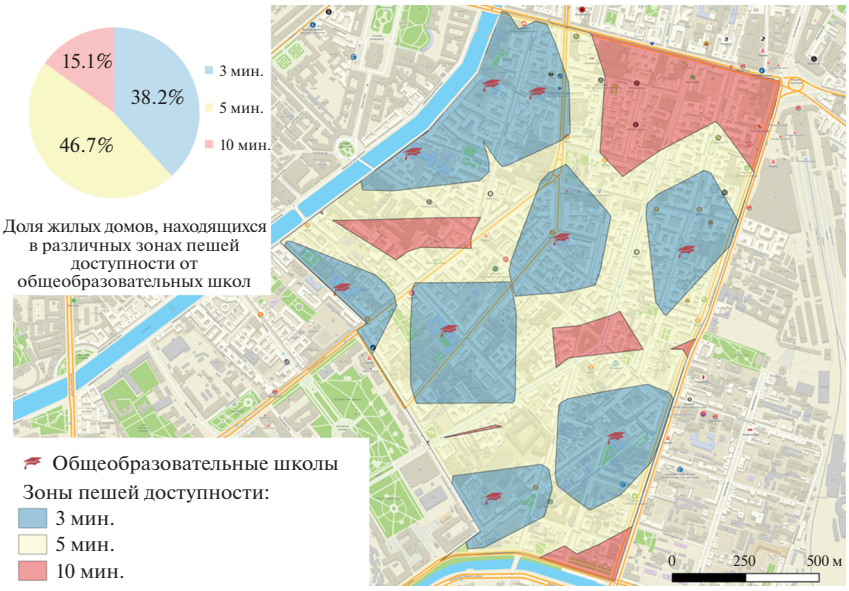

Рис. 4. Пешеходная доступность общеобразовательных школ МО Владимирский округ, 2020.
Источник: (Страхов и др., 2021).

фраструктуры (организация досуга, местных праздников, военно-патриотического воспитания и т.д.). Социальная инфраструктура выступает как бы проводником для обеспечения местного сообщества муниципальными услугами и мероприятиями, поэтому оценка проведена нами по двум критериям: пешеходной доступности и охвату соответствующими учреждениями целевой группы местного сообщества. Пешеходная доступность выявлена традиционным методом изохрон, на картосхеме она показана для общеобразовательных школ (рис. 4).

Хотя на северо-востоке наблюдается дефицитная зона, сеть школ обладает высокой плотностью и пригодна для наибольшего территориального охвата местного сообщества муниципальными мероприятиями. Библиотеки, подростковые клубы, учреждения здравоохранения образуют более обширные дефицитные зоны, поэтому работа на их базе может быть ориентирована на специализированные задачи или отдельные части округа.

Социальное учреждение рассматривается не только как помещение, но как непосредственный инструмент взаимодействия муниципалитета с соответствующей целевой группой местного сообщества: школьниками, подростками, пенсионерами и т.д. Для определения охвата социальными учреждениями целевых групп местного сообщества нам также пришлось прибегнуть к реконструкции данных. Данные о контингенте были собраны из публичных отчетов социальных учреждений, размещенных на их официальных сайтах, а в случае отсутствия таковых – путем запроса в самом учреждении. В отсутствие более актуальных данных численность целевой группы оценена по возрастной структуре населения, рассчитанной как экстраполяция пропорций, выявленных Всероссийской переписью населения 2010 г., к людности на 2020 г. В качестве расчетных возрастных страт целевых групп приняты максимально возможная (max) в соответствии с нормативными документами и минимально необходимая (min), рассчитанная автором. Например, для яслей и детских садов максимально возможной принята совокупная численность детей в возрасте от 0 до 8 лет, минимально необходимая – в возрасте с 3 до 7 лет. Результаты реконструкции данных представлены в табл. 3.

Такой метод реконструкции данных позволил сделать вывод о неэффективности ряда существующих практик работы муниципалитета. Например, работа с детьми и подростками через школы оставляет без муниципальных услуг около 40% жителей школьного возраста, наблюдается заметное сокращение охвата целевой группы по ступеням: от 3/4 в начальной школе до почти 1/4 среди выпускников. Муниципалитету рекомендовано найти новые формы работы с целевой группой через внешкольные события по месту жительства.

Автомобилизация. Статистика автомобилизации необходима для развития транспортной инфраструктуры, а также позволяет, на наш взгляд, сделать некоторые выводы о материальном положении местного сообщества. БДПМО соответствующего показателя не содержит, а ГИБДД в ответ на запрос местной администрации отказалась предоставить данные о зарегистрированных автомобилях, так как “в действующем программ-

Таблица 3. Расчет обеспеченности жителей МО Владимирский округ учреждениями социальной инфраструктуры по состоянию на 1 августа 2020 г.

№ п/п	Тип учреждения	Количество учреждений, ед.	Количество площадок, ед.	Фактическая численность пользователей, чел.	Возрастная страта, лет	Численность целевой группы местного сообщества, чел.	Показатель обеспеченности, %
1	Дошкольные учреждения	16	30	1936	max 0–8 min 3–7	4115 2310	47.0 83.8
2	Общеобразовательные школы, из них:	8	9	3306	max 6.5–8–19 min 7–18	6058 5262	54.6 62.8
2.1	Начальное образование			1507	max 6–12 min 7–11	2884 1999	52.3 75.4
2.2	Общее образование			*1343*	max 10–17 min 11–16	3448 2523	38.9 53.2
2.3	Среднее образование			*435*	max 15–19 min 16–18	2706 1508	16.1 28.8
3	Подростково-молодежные клубы	11	17	754	14–30	14643	5.1
4	Дома детского творчества	2	2	2569	6–18	5729	44.8
5	Поликлиники взрослые	1	1	49034	18+	50874	96.4
6	Поликлиники детские	1	1	6634	0–17	7939	83.6
7	Библиотеки взрослые	3	3	9599	14+	52726	18.2
8	Библиотеки детские	1	1	3083	0–18	8512	36.2

Источник: (Страхов и др., 2021).

ном обеспечении Госавтоинспекции ⟨...⟩ не предусмотрена возможность выбора транспортных средств ⟨...⟩ по признаку территориальных муниципальных образований"[16]. Несмотря на это, данные об автомобилизации были извлечены нами из отчетности по транспортному налогу, опубликованной ФНС России. Эти данные релевантны для муниципальной статистики, поскольку налог уплачивается по месту нахождения транспортных средств, которым закон признает место нахождения организации (ее обособленного подразделения) или место жительства (место пребывания) физического лица[17]. Всего на территории Владимирского округа зарегистрировано 20714 транспортных средств[18], из которых 15478 легковых автомобилей (порядка 85%) принадлежат гражданам, остальные юридическим лицам. По нашим расчетам, автомобилизация населения округа плавно снижается с 303 (2012) до 259 (2019) наземных транспортных средств на 1000 чел., расчет исключительно по легковым автомобилям сокращает показатель до 233 на 1000 чел. (2019), что заметно ниже средних значений по России (315) и Санкт-Петербургу (304)[19].

Данные налоговой статистики о мощности транспортных средств позволяют произвести косвенную оценку материального положения жителей округа в сравнении с данными по Санкт-Петербургу в целом (рис. 5). В оценке мы исходим из предположения, что мощность двигателя связана со стоимостью приобретения и содержания автомобиля, следовательно, материальными возможностями собственника.

Представленная на диаграмме динамика количества автомобилей в собственности граждан позволяет сделать вывод о стабильности средней и высшей имущественных групп (число автомобилей в них за 8 лет изменилось незначительно) и существенном (на 53%) сокращении низшей группы. Наряду со снижением общего числа плательщиков транспортного налога за тот же период на 45% динамика может свидетельствовать об

[16]Письмо УГИБДД ГУ МВД России по Санкт-Петербургу и Ленинградской области исх. № 12/р-17901 от 02.07.2020 г.

[17]Налоговый кодекс Российской Федерации (подпункт 2 пункта 5 статьи 83).

[18]За исключением других самоходных транспортных средств, машин и механизмов на пневматическом и гусеничном ходу.

[19]Число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения по субъектам Российской Федерации. https://rosstat.gov.ru/folder/23455 (дата обращения 19.06.2021 г.).

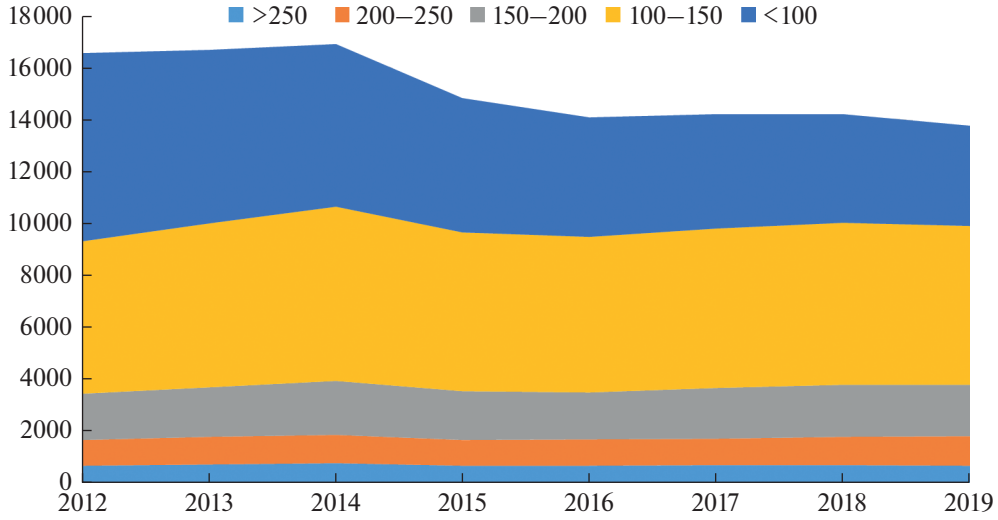

Рис. 5. Динамика количества легковых автомобилей в собственности физических лиц, зарегистрированных на территории МО Владимирский округ, по мощности двигателя (в лошадиных силах) в 2012–2019 гг., ед.
Источник: (Страхов и др., 2021).

ухудшении материального положения местного сообщества в целом. Кроме того, в округе наблюдается более контрастное социальное расслоение: доли владельцев наименее (до 100 л.с.) и наиболее (свыше 250 л.с.) мощных транспортных средств превышают аналогичные среднегородские показатели в совокупности на 7.6%.

Парковочная инфраструктура. Органы МСУ в Санкт-Петербурге отвечают за организацию парковочных мест на внутридворовых территориях, однако каких-либо данных, необходимых для обеспечения этих полномочий БДПМО не содержит.

Расчеты по данным сервиса 2GIS, верифицированные полевыми наблюдениями, позволили установить, что парковка занимает 20.8 тыс. пог. м. улично-дорожной сети (УДС), на которых организовано 4483 парковочных места, из них 3965 параллельно тротуару и 518 “елочкой”.

Агрегированные данные о парковочных местах на внутридворовых территориях отсутствуют, поэтому потребовалась их реконструкция полевыми методами. Методика обследования включала обход дворов многоквартирных жилых домов в будни в вечернее время и дворов нежилой застройки в будни в рабочее время. При обследовании визуально оценивалось максимально возможное количество парковочных мест для одновременного использования при условии, что все машины смогут беспрепятственно выехать из двора, и фиксировалось фактическое количество машин, стоящих во дворе в момент посещения. В результате измерений выведена расчетная формула:

$$k = \frac{v}{p} \times 100,$$

где k – коэффициент запаркованности двора, v – наблюдаемое количество автомашин, p – максимально возможное количество парковочных мест для одновременного использования.

Всего исследована 591 физически доступная внутридворовая территория, выявлено 5707 парковочных мест. По нашим расчетам средний коэффициент запаркованности дворов во Владимирском округе составляет 0.5. Однако выявлены 12 дворов с коэффициентом выше единицы (показатели от 1.03 до 2.33). В большинстве случаев это малые дворы-колодцы, где размещены менее 10 автомобилей. Этот феномен, вероятно, объясняется действием механизмов низового самоуправления, позволяющим автовладельцам координировать усилия при использовании дефицитного пространства. К сожалению, такое самоуправление остается стихийным: лишь в одном из 12 дворов объединение собственников жилья зарегистрировало право на земельный участок, используемый жителями для парковки.

Пространственная организация парковочной инфраструктуры на улично-дорожной сети (рис. 6а) и внутридворовых территориях (рис. 6б) схожа и взаимообусловлена: внешние парковки подчинены общегородским функциям, обслуживая Невский пр., Владимирскую пл. и ул. Рубинштейна; внутридворовые парковки слабо связаны с локальной системой расселения и в основном компенсируют дефицит мест на УДС. Территориальное распределение дворов с разной степенью запаркованности (рис. 6в) более дробно повторяет картину плотности населения (рис. 6г).

Постановлением Правительства Санкт-Петербурга в 2022 г. предусмотрено включение тер-

Рис. 6. Пространственная организация парковочной инфраструктуры (а–в) и плотность населения (г).
Источник: (Страхов и др., 2021).

ритории Владимирского округа в платную парковочную зону с правом льготной оплаты или бесплатного пользования для местных жителей. Наши расчеты показывают, что массив частного автотранспорта жителей округа в 3.5 раза превышает емкость парковочной инфраструктуры УДС и в 1.5 раза – суммарную емкость УДС и внутридворовых территорий. Таким образом, введение зоны платной парковки не решит поставленных задач без дополнительных мер по развитию парковочной инфраструктуры.

Примененный метод представляется наиболее точным, поскольку данные собраны в результате полевого наблюдения на местности. Визуальная оценка повышает точность данных по сравнению с аналогичным геоинформационным исследованием, позволяя учесть конкретные местные условия и объекты, нераспознаваемые инструментами ГИС.

Оценка эффективности органов МСУ. БДПМО содержит раздел “Показатели для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов”. Из 100 заявленных показателей для Владимирского округа доступны только 6 (в том числе такой экзотический как “Доля прибыльных сельскохозяйственных организаций” со значением 50% в 2020 г.), лишь один показатель (“Среднегодовая численность постоянного населения”) имеет временной ряд более одного года. В отсутствие данных Правительство Санкт-Петербурга оценивает эффективность органов МСУ по 16 собственным валовым и удельным показателям, связанным с объемом бюджетных ассигнований, количеством проведенных мероприятий, числом их участников[20], по существу, отражающим, не эффективность, а активность муниципалитетов. Отсутствие муниципальной статистики эффективности представляется существенной проблемой, поскольку не позволяет измерить воздействие реализованных муниципалитетом мер на ситуацию в округе. Преодолевая это искажение, мы стремились деконструировать сущность каждого вопроса местного значения и реконструировать

[20]Там же.

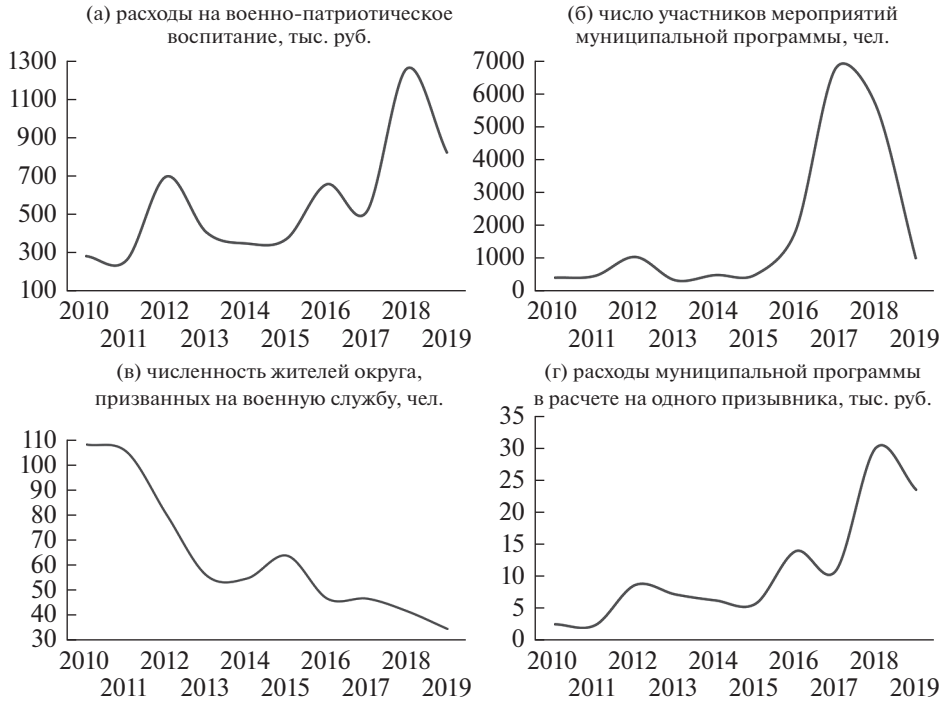

Рис. 7. Динамика показателей эффективности муниципальной программы по военно-патриотическому воспитанию граждан, 2010–2019 гг.
Составлено автором.

статистические данные, обнаруживающие конкретные результаты его исполнения.

Примером такого подхода является оценка эффективности исполнения вопроса местного значения "проведение работ по военно-патриотическому воспитанию граждан". Правительство Санкт-Петербурга оценивает эффективность его выполнения показателем удельного веса населения МО, принявшего участие в военно-патриотических мероприятиях. Следуя этой логике, ожидаемые конечные результаты муниципальной программы "Военно-патриотическое воспитание граждан" сформулированы в неизмеримых категориях ("рост патриотического сознания граждан, возрождение духовных ценностей"), а целевым индикатором признана удельная посещаемость мероприятий гражданами "в возрасте от 8 до 70 лет"[21]. Местная администрация ежегодно оценивала программу как эффективную и рекомендовала продолжать ее исполнение.

Деконструкция вопроса местного значения приводит к норме Федерального закона[22], которой военно-патриотическое воспитание граждан определено как "форма обязательной и добровольной подготовки гражданина к военной службе". Таким образом, законом строго определена цель управленческого воздействия и целевая группа – граждане, готовящиеся к военной службе, которые приняты нами за основу для реконструкции статистических данных.

По данным ВПН в 2010 г. на территории округа проживало 4.1 тыс. мужчин призывного возраста (18–26 лет) и 2.6 тыс. мальчиков школьного возраста (6–17 лет). Сколько из них были призваны на военную службу и нуждались в подготовке к ней? По закону призывные комиссии формируются в границах муниципальных образований под председательством глав местных администраций, однако, как выяснилось, фактически учет призывников в Санкт-Петербурге ведется лишь по административным районам. Опираясь на доброжелательные отношения местной администрации и военного комиссариата Центрального района, удалось использовать наиболее точный метод реконструкции данных – военкомат самостоятельно выполнил выборку в отношении муниципалитета по архивным данным первичного учета[23].

Как показано на графиках рис. 7, рост расходов и количества участников муниципальной

[21] Муниципальная программа "Военно-патриотическое воспитание граждан": приложение № 2 к Постановлению Местной Администрации МО Владимирский округ от 30 декабря 2019 г. № 02-03/536.

[22] "О воинской обязанности и военной службе". Федеральный закон от 28 марта 1998 г. № 53-ФЗ (раздел III).

программы по военно-патриотическому воспитанию граждан происходили на фоне лавинообразного сокращения призыва в Вооруженные силы (в 3.2 раза за десятилетие) и роста расходов в расчете на одного призывника в 9 раз. Мероприятия программы были слабо связаны с целевой группой или охватывали ее незначительную часть (например, одна из мер программы – вручение смартфонов в разные годы охватывала от 4 до 8% призывников). В таких условиях не приходится говорить об эффективности бюджетных расходов и управленческого воздействия. Таким образом, реконструкция статистической оценки эффективности органов МСУ требует деконструкции целей управленческого воздействия, предусмотренного вопросом местного значения, и взаимной увязки количественного целевого показателя с расходами на его достижение. В приведенном случае органам МСУ рекомендовано пересмотреть муниципальную программу: не подменять конкретно определенное полномочие массовой милитаризацией населения и сосредоточить усилия на допризывной подготовке граждан, готовящихся к военной службе.

ВЫВОДЫ

Органы МСУ в Санкт-Петербурге не обладают достоверными статистическими данными, необходимыми для исполнения вопросов местного значения (такими как численность населения, структура малого бизнеса, обеспеченность инфраструктурой и т.д.). БДПМО Петростата нестабильна по объему показателей и не позволяет проследить социально-экономическое развитие муниципалитета даже в краткосрочной ретроспективе. Отсутствие данных ведет к неэффективности деятельности органов МСУ, которая не выявляется валовыми и удельными показателями, применяемыми для оценки региональными властями.

Доступ органов МСУ к ведомственной статистике сокращается по иерархическому принципу: на локальном уровне не было ни одного случая отказа в предоставлении данных по запросу местной администрации независимо от подчиненности организации, движение вверх по иерархическим уровням (районный, городской, федеральный) мультиплицировало случаи отказов.

Преодоление острого дефицита данных видится в обязательной увязке БДПМО с вопросами местного значения конкретного типа муниципалитетов, а также обязательным дроблением ведомственной статистики до муниципального уровня и ее публикации в составе ведомственных открытых данных в тех случаях, когда законом предусмотрено участие органов МСУ в решении соответствующего вопроса. В ряде случаев, наоборот, представляется разумным освободить МСУ от обязанностей и расходных обязательств, не обеспеченных данными. Так, органы МСУ в Санкт-Петербурге наделены рядом вопросов местного значения и расходными обязательствами в правоохранительной сфере (участие в профилактике правонарушений, незаконного потребления наркотиков, терроризма и экстремизма). Однако данные по ним недоступны: “формирование статистической отчетности на уровне муниципальных образований Санкт-Петербурга действующими нормативно-правовыми актами, регулирующими деятельность органов внутренних дел, не предусмотрено”[24], а сведения о проявлениях терроризма и экстремизма и вовсе “составляют государственную тайну”[25], что аннигилирует эффективность принимаемых мер и обязательных расходов местных бюджетов.

Реконструкция муниципальной статистики – это вынужденный шаг, обусловленный отсутствием или закрытостью необходимых данных. Методы реконструкции включают анализ на основе сравнения данных государственной статистики с доступными ведомственными данными, экстраполяцию ретроспективных данных, агрегацию данных по косвенным признакам, приведение данных из альтернативных источников, полевое обследование, систематизацию на основе данных первичного учета. Наиболее достоверными представляются данные, собранные двумя последними способами, поскольку они обеспечены непосредственным (визуальным или документарным) контролем. Среди открытых данных более убедительны данные автоматизированной и обеспеченной персонализированным учетом налоговой статистики, а также данные ведомственного учета организаций с обязательной публичной отчетностью. Наибольшие сомнения вызывают расчеты на основе ведомственной статистики организаций, получающих бюджетные средства по подушевому принципу и не ведущих исчерпывающей публичной отчетности (например, жилищных служб), поскольку они материально заинтересованы в завышении подушевых показателей. Расчеты на основе противоречивых данных являются наиболее грубыми и могут рассматриваться только для оценки диапазона.

Представленные в настоящей статье методы реконструкции данных муниципальной стати-

[23]Письмо Военного комиссариата Центрального района Санкт-Петербурга, исх. № 2/1749 от 15.10.2020 г.

[24]Письмо УМВД России по Центральному району Санкт-Петербурга, исх. № 79/9498 от 16.07.2020 г.

[25]Письмо УФСБ России по Санкт-Петербургу и Ленинградской области, исх. № 31/305 от 21.07.2020 г.

стики разработаны для внутригородского муниципального образования Санкт-Петербурга, однако могут быть применимы и для других типов муниципальных образований во взаимосвязи с их вопросами местного значения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор благодарит Ивана Викторовича Труфанова и Никиту Константиновича Рудакова, материалы которых использованы в настоящей статье, а также главу муниципального образования Владимирский округ Дениса Викторовича Тихоненко, главу местной администрации Павла Геннадьевича Небензю и их сотрудников за помощь в организации и проведении исследования.

ACKNOWLEDGMENTS

The author thanks Ivan V. Trufanov and Nikita K. Rudakov, whose materials are used in this article, as well as Denis V. Tikhonenko, the head of the municipality of Vladimirsky Okrug, Pavel G. Nebenzya, the head of the local administration, and their staff for active support for the study.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дмитриева В.А. Применение методов математической статистики при реконструкции социально-экономического состояния городских поселений Украины в середине 1920-х гг. // История и компьютер. 2002. № 30. С. 60.

Доклад о состоянии местного самоуправления в Российской Федерации: участие органов местного самоуправления в реализации национальных проектов / под ред. К.А. Ивановой. М.: Проспект, 2020. 456 с.

Зубаревич Н.В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация. М.: Независимый ин-т социальной политики, 2010. 160 с.

Зубаревич Н.В. Крупные города России: лидеры и аутсайдеры // Демоскоп Weekly. № 551-552. 15–28 апреля 2013 г. http://www.demoscope.ru/weekly/2013/0551/demoscope551.pdf (дата обращения 20.06.2021 г.).

Крылов П.М. О проблеме использования государственной и муниципальной статистики транспорта для целей территориального планирования // Статистические методы исследования социально-экономических и экологических проблем региона / отв. ред. Г.Л. Попова. Тамбов: Изд-во ГБОУ ВО “ТГГУ”, 2017. С. 66–71.

Кузнецова О.В. Стратегия пространственного развития Российской Федерации: иллюзия решений и реальность проблем // Пространственная экономика. 2019. Т. 15. № 4. С. 107–125.

Леонов С.Н. Становление муниципальной статистики, ее современное состояние и соответствие потребностям исследования региональной экономики // Вестн. Томск. гос. ун-та. 2015. № 400. С. 223–230.

Моделирование и среднесрочное прогнозирование основных показателей дифференциации населения Санкт-Петербурга по доходам: экспресс-анализ. СПб.: СПб ИАЦ, 2018.

Мокренский Д.Н. Муниципальная статистика: возможности и ограничения для регионального социально-экономического анализа // Вопросы статистики. 2018. № 25 (7). С. 49–61.

Моляренко О.А. Формальные и неформальные отношения в информационном обеспечении органов местного самоуправления: Дисс. ... канд. соц. наук. Хабаровск: НИУ ВШЭ, Тихоокеанский гос. ун-т, 2016. 227 с.

Моляренко О.А. Формирование государственной статистики: “взгляд снизу” // ЭКО. 2019. № 10. С. 8–34.

Саломатина С.А. Реконструкция данных в исторической статистике: отделения коммерческих банков в Российской империи в 1897 г. // Вестн. Перм. ун-та. История. 2014. № 3 (26). С. 87–98.

Солосина М.И. Стратегическое планирование на муниципальном уровне: процесс, инструментарий анализа и организационные механизмы. Дисс. ... канд. экон. наук. Воронеж: ФГБОУ ВО “ВГУ”, 2018. 272 с.

Социально-экономическое развитие района в Москве / под ред. В.К. Папенова, А.П. Сысоева. М.: Изд-во МГУ, 1999. 144 с.

Социально-экономическое развитие Центрального района в оценках жителей: 2018 г. СПб.: СПб ИАЦ, 2018.

Страхов К.А., Труфанов И.В., Рудаков Н.К., Фролов Г.А. Владимирский округ со своей колокольни. Опыт социально-экономического исследования внутригородского муниципального образования Санкт-Петербурга. СПб.: Фонд 1870, 2021. 304 с.

Экономика российских городов и городских агломераций. Вып. 4: Новые подходы к оценке валового городского продукта и его структуры. М.: Институт экономики города, 2020. 23 с.

Юмагузин В.В., Винник М.В. Оценка реального уровня убийств и самоубийств в регионах России // Социологические исследования. 2019. № 1. С. 116–126.

Methods for the Reconstruction of Municipal Statistics Data: Case Study of the Intracity Municipal District in St. Petersburg

K. A. Strakhov[1, 2, *]

[1]*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*
[2]*City Self-governance Development Foundation "1870", St. Petersburg, Russia*
**e-mail: k-strakhov@yandex.ru*

The article presents methods of municipal statistics missing data reconstruction based on indirect data in federal city's intracity municipal district. The author used presented methods in course of Vladimirsky Okrug in St. Petersburg sociogeographical study in 2020. Using the Vladimirsky Okrug example, the author evaluates the completeness and quality of municipal statistics in St. Petersburg and concludes that local self-government bodies did not have reliable statistical data necessary for the local issues implementation. Only 8 out of 1400 indicators are continuously presented in the Indicators of Municipalities Database of Rosstat for the last decade, many are fragmentary for 1–3 years, which hinders retrospective analysis. Reconstruction is a forced step due to the lack, closeness, or incorrectness of statistical and departmental accounting data. Comparing the state and departmental statistics the author shows differences in the population accounting district up to 9% in the moment and showed multidirectional dynamics in retrospect. Statistics reconstruction allowed to clarified the population number (based on water supply accounting data), the small businesses amount and their (sectoral structure, and the motorization indicators of the population (based on tax statistics), the parking infrastructure shortage (based on field observation), and the population coverage with municipal services (through an assessment of the social infrastructure load). The author concludes that the most reliable results of the statistics reconstruction are based on a field survey and primary accounting data analysis, since they are provided by direct visual or documentary control. The article shows that the lack of municipal statistics leads to inefficiency in the local self-government bodies activities.

Keywords: municipal statistics, data reconstruction, performance assessment, local self-government, intracity district, intracity municipality

REFERENCES

Dmitrieva V.A. Mathematical statistics methods application in the reconstruction of the socio-economic state of Ukraine urban settlements in the mid-1920s. *Istoriya i Komp'yuter*, 2002, no. 30, pp. 60. (In Russ.).

Doklad o sostoyanii mestnogo samoupravleniya v Rossiiskoi Federatsii: uchastie organov mestnogo samoupravleniya v realizatsii natsional'nykh proektov [Report on the State of Local Self-Government in the Russian Federation: Local Self-Government Bodies Participation in the National Projects Implementation]. Ivanova K.A., Ed. Moscow: Prospect Publ., 2020. 456 p.

Ekonomika rossiiskikh gorodov i gorodskikh aglomeratsii [Economy of Russian Cities and Urban Agglomerations] Vol. 4: *Novye podkhody k otsenke valovogo gorodskogo produkta i ego struktury* [New Approaches to Assessing the Gross Urban Product and Its Structure]. Moscow: Inst. Ekon. Goroda, 2020. 23 p.

Krylov P.M. On the problem of using state and municipal statistics of transport for the purposes of territorial planning. In *Statisticheskie metody issledovaniya sotsial'no-ekonomicheskikh i ekologicheskikh problem regiona* [Statistical Methods for Studying the Socioeconomic and Environmental Problems of the Region]. Popova G.L., Ed. Tambov: GBOU VO "TGGU", 2017, pp. 66–71. (In Russ.).

Kuznetsova O.V. Problems of elaboration of Spatial development strategy of the Russian Federation. *Prostranstvennaya Ekon.*, 2019, vol. 15, no. 4, pp. 107–125. (In Russ.). https://doi.org/10.14530/se.2019.4.107-125

Leonov S.N. Formation of municipal statistics, its modern condition and conformity to the requirements of regional economy research. *Vestn. Tomsk. Gos. Univ.*, 2015, no. 400, pp. 223–230. (In Russ.). https://doi.org/10.17223/15617793/400/36

Modelirovanie i srednesrochnoe prognozirovanie osnovnykh pokazatelei differentsiatsii naseleniya Sankt-Peterburga po dokhodam: ekspress-analiz [The Modeling and Mid-Term Forecasting of Population Differentiation Main Indicators by Income: Express Analysis]. St. Peterburg: SPb IATs, 2018.

Mokrenskii D.N. Municipal statistics: opportunities and constraints for regional socioeconomic analysis. *Vopr. Statistiki*, 2018, no. 25 (7), pp. 49–61. (In Russ.).

Molyarenko O.A. Formal and informal relationships in the information support of local self-government. *Cand. Sci. (Soc.) Dissertation*. Khabarovsk: HSE Univ., 2016. 227 p.

Molyarenko O.A. Generating state statistics: a view from "bellow." *EKO*, 2019, no. 10, pp. 8–34. (In Russ.). https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2019-10-8-34

Salomatina S.A. Data reconstruction in historical statistics: commercial banks branches of the Russian Empire in 1897. *Vestn. Perm. Univ., Istoriya*, 2014, no. 3 (26), pp. 87–98. (In Russ.).

Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Tsentral'nogo raiona v otsenkakh zhitelei [Socio-Economic Development of the Central District in the Assessments of Residents]. St. Petersburg: SPb IATs, 2018.

Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie raiona v Moskve [Socio-economic Development of the District in Moscow]. Papenov V.K., Sysoev A.P., Eds. Moscow: MGU, 1999. 144 p.

Solosina M.I. Strategic planning at the municipal level: process, analysis tools and organizational mechanisms. *Cand. Sci. (Econ.) Dissertation*. Voronezh: Voronezh State Univ., 2018. 272 p.

Strakhov K.A., Trufanov I.V., Rudakov N.K., Frolov G.A. *Vladimirskii Okrug so svoei kolokol'ni. Opyt obshchestvenno-geograficheskogo issledovaniya vnutrigorodskogo munitsipal'nogo obrazovaniya krupneishego goroda* [Vladimirsky District through Our Lens: The Socio-Geographical Research of the St. Petersburg`s Intracity Municipal District]. St. Peterburg: 1870 Foundation, 2020. 279 p.

Yumaguzin V.V., Vinnik M.V. Assessment of the real rates of homicides and suicides in the regions of Russia. *Sotsiol. Issled.*, 2019, no. 1, pp. 116–126. (In Russ.). https://doi.org/10.31857/S013216250003753-1

Zubarevich N.V. *Regiony Rossii: neravenstvo, krizis, modernizatsiya* [Regions of Russia: Inequality, Crisis, Modernization]. Moscow: Nezavisimii Inst. Sotsial'noi Politiki, 2010. 160 p.

Zubarevich N. V. *Krupnye goroda Rossii: lidery i autsaidery* [Large Cities of Russia: Leaders and Outsiders]. Demoskop Weekly, 2013, no. 551-552. April, 15–28. http://www.demoscope.ru/weekly/2013/0551/demoscope551.pdf

EDN: OSBAAF
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 519–527

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 004.942:631.433.3

ОЦЕНКА ДЫХАНИЯ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ РАЙХА–ХАШИМОТО: ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ И ПРОГНОЗ

© 2022 г. О. Э. Суховеева[a], *, Д. В. Карелин[a]

[a] *Институт географии РАН, Москва, Россия*

**e-mail: olgasukhoveeva@gmail.com*

Поступила в редакцию 09.12.2021 г.
После доработки 11.02.2022 г.
Принята к публикации 12.02.2022 г.

Дыхание, или эмиссия CO_2 из почвы, является наиболее мощным исходящим потоком углерода в наземных экосистемах, что выводит его точную оценку и прогноз в разряд важнейших биосферных задач. Среди множества регрессионных моделей, оценивающих дыхание почвы, нами была выбрана относительно простая и широко распространенная модель T&P (Райха–Хашимото). Модель была применена для описания имеющихся многолетних рядов наблюдений за эмиссией CO_2 в экосистемах южной тайги и лесостепи Европейской территории России. Объектами исследования выступали местные биотопы: луговая степь, молодая залежь и ясеневый лес на типичных черноземах в Курской области; еловый лес и участки распада елового древостоя на дерново-подзолах, а также верховое болото на торфяных болотных почвах – в Новгородской области. По результатам параметризации уровни дыхания почвы при 0°C были увеличены в 1.06–1.54 раза по сравнению с исходными значениями модели, степенные коэффициенты температурной функции – в 1.04–1.41 раза, тогда как коэффициенты зависимости от осадков были изменены для обеих природных подзон в 0.87–0.99 раза. Скорректированные версии модели показали хорошую сходимость с результатами полевых измерений. Согласно прогнозу, при сохранении современного темпа роста температуры воздуха и текущего количества осадков эмиссия CO_2 из дерново-подзолов Новгородской области усилится на 1.4–2.2% за 10 лет, тогда как дыхание типичных черноземов в Курской области увеличится на 0.3–3.8%. Модель демонстрирует хорошую пластичность применительно к зональным типам почв и конкретным экосистемам и наилучшим образом подходит для описания среднегодовых величин почвенной эмиссии CO_2 как при ее многолетнем прогнозе, так и при ретроспективном анализе.

Ключевые слова: дерново-подзолы, изменение климата, обратная задача моделирования, типичные черноземы, эмиссия CO_2 из почвы

DOI: 10.31857/S2587556622030153

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Дыхание почвы (эмиссия CO_2 из почвы) – главная составляющая потока углерода из наземных экосистем в атмосферу, вклад которой в ходе современного потепления возрастает (Bond-Lamberty and Thomson, 2010), что выводит его точную оценку и прогноз в разряд важнейших биосферных задач. Для этого необходима простая модель, использующая климатические показатели, применимая для значительных площадей суши и длительных промежутков времени.

При математическом описании природных процессов особенно важна параметризация уравнений, направленная на уточнение их коэффициентов в соответствии с особенностями отдельных экосистем. Подобные ситуации называются обратными задачами моделирования, когда параметры модели корректируются путем сопоставления результатов расчетов с наблюдаемыми данными. Другими словами, это поиск неизвестных величин коэффициентов по известным следствиям, в результате чего уточняются константы в правой части уравнений (Цей, Шумафов, 2008). Это представляется особенно важным при описании биогеохимических циклов, поскольку дает полезную информацию о чувствительности переменных и согласованности региональных моделей со сценариями глобальных климатических изменений и выбросов парниковых газов в пространстве и времени (Ruane and McDermid, 2017).

Такая параметризация рассмотрена нами на примере регрессионной модели T&P (temperature and precipitations), оценивающей дыхание почвы, обусловленное климатом. Исходная версия T&P была разработана Райхом в конце XX в. (Raich and Potter, 1995). Несмотря на то, что это одна из самых простых моделей, описывающих компоненты цикла углерода в наземных экосистемах, она

позволяет определить влияние внутригодовых колебаний гидротермических параметров на глобальные потоки CO_2 из почвы в атмосферу с суточным интервалом. Для зоны умеренного климата результаты соответствуют сезонному ходу температуры с одним максимумом, а пространственное распределение почвенного дыхания соответствует распространению осадков (Raich et al., 2002).

Среди несомненных преимуществ модели следует указать легкость расчетов, а также доступность необходимых входных данных, поскольку она содержит всего две переменных – среднемесячную температуру воздуха и количество осадков. Действительно, многими исследователями подтверждается, что динамика потоков углерода в почве в достаточной степени может быть объяснена этими двумя факторами, а также географическим положением участка (Chen et al., 2020).

С другой стороны, модель Райха не учитывает влияние растительности, зональных особенностей почвенного покрова, водного режима и других характеристик биоценозов. Также важно отметить, что она не разделяет эмиссию CO_2 из почвы на микробное и корневое дыхание, хотя вклад их в суммарный поток будет отличаться в зависимости от сезона и типа экосистемы (Hanson et al., 2000). В связи с этим многими авторами предлагалось включить в нее дополнительные параметры, например, индекс площади листовой поверхности (Reichstein et al., 2003) или содержание почвенного органического углерода (Chen et al., 2010). Также отмечено, что модель не учитывает накопление влаги в почве за счет осадков в предыдущие месяцы, и это, вероятно, является основной причиной возникающих погрешностей (Reichstein et al., 2003). На основе этого Хашимото с соавт. было проведено усовершенствование модели, заключающееся во внедрении в нее дополнительных поправочных коэффициентов для температуры и осадков (Hashimoto et al., 2015). Именно эта версия модели была выбрана нами для параметризации.

Цель работы состояла в настройке параметров модели Райха–Хашимото для существенно различающихся по структуре растительности, типам почвы и климату природных зон и местных экосистем, а также прогнозе отклика дыхания почвы в них на потепление климата.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исходное уравнение модели содержало три константы:

$$R_S = Fe^{QT}\frac{P}{K+P}\ (\text{Raich and Potter, 1995}). \qquad (1)$$

В ходе дальнейшего усовершенствования (Hashimoto et al., 2015) оно приобрело вид:

$$R_S = Fe^{(aT - bT^2)}\frac{\alpha P + (1-\alpha)P_{m-1}}{K + \alpha P + (1-\alpha)P_{m-1}}, \qquad (2)$$

где R_S – дыхание почвы, г С м$^{-2}$ сут$^{-1}$, F – дыхание почвы при 0°С в отсутствие ограничения по увлажнению, г С м$^{-2}$ сут$^{-1}$, Q – коэффициент экспоненциальной зависимости дыхания почвы от температуры, °С$^{-1}$, a (°С$^{-1}$) и b (°С$^{-2}$) – параметры температурной функции, K – константа полунасыщения гиперболической зависимости дыхания почвы от количества осадков за месяц, см, α – параметр функции осадков, T – среднемесячная температура воздуха, °С, P – сумма осадков за месяц, см, P_{m-1} – сумма осадков за предыдущий месяц, см.

Оптимизацию констант модели, а именно F, a, b, K, α осуществляли через пакет анализа “Поиск решения” в MS Excel.

Объектами исследования служили два экспериментальных участка, расположенные на Европейской территории России (табл. 1): Курская биосферная станция Института географии РАН и Полигон “лог Таежный” Валдайского филиала Государственного гидрологического института Росгидромета РФ, где заложены площадки длительного мониторинга эмиссии CO_2 из почвы. Измерения проводились полевыми газоанализаторами круглогодично, с околомесячными интервалами, методом закрытых камер на постоянных точках в 10-кратной повторности. Подробно методика измерений была неоднократно описана в наших более ранних публикациях (Алферов и др., 2017; Карелин и др., 2019; Karelin et al., 2021).

Для оценки адекватности внесенных в модель изменений применяли коэффициент эффективности Нэша–Сатклиффа (параметризация проведена корректно, если $NS > 0$, особенно успешными считаются случаи, когда $NS > 0.5$), коэффициент несоответствия Тейла (расчетные значения идентичны измеренным, если $T < 0.30$) и коэффициент корреляции Пирсона (r_p).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты параметризации представлены в табл. 2. Для всех локальных экосистем значения коэффициента F, соответствующего дыханию почвы при 0°С, увеличились: для лесостепной подзоны в 1.13–1.54 раза, для южной тайги в 1.07–1.17. Это закономерно, поскольку абсолютные значения эмиссия CO_2 из черноземов выше, чем из дерново-подзолов.

Вместо стандартной температурной зависимости, выраженной через Q_{10}, в версии Хашимото (уравнение 2) в степени экспоненты стоит уравнение параболы, включающее два коэффициен-

Таблица 1. Объекты исследования

Объект	Курская биосферная станция Института географии РАН	Полигон “лог Таежный” Валдайского филиала Государственного гидрологического института
Местонахождение	Курская обл., Медвенский р-н	Новгородская обл., Валдайский р-н
Биотопы	Степь (участок некосимой луговой степи возрастом более 70 лет, 10 точек); молодая залежь (с 2017 г., 10 точек); ясеневый лес (10 точек)	Еловый лес (31 точка); участки распада древостоя в результате ветровалов (16 точек); верховое болото (3 точки)
Природная подзона	Лесостепь	Южная тайга
Тип почвы	*Haplic Chernozem (Loamic*, *Pachic)*, (типичный чернозем)	Еловый лес: *Stagnic Albic Podzol (Arenic*, *Ruptic*) (дерново-подзол контактно-осветленный); верховое болото: *Dystric Fibric Histosol* (торфяная олиготрофная почва)
Период наблюдений за эмиссией CO_2	2017–2021 гг.	2014–2021 гг.
Продолжительность ряда наблюдений	32 среднемесячных значения	42 среднемесячных значения
Среднегодовая температура воздуха, °C*	7.2 ± 0.9 (1990–2020 гг.)	5.0 ± 0.8 (1990–2020 гг.)
Среднегодовое количество осадков, мм*	634 ± 103 (1990–2020 гг.)	839 ± 141 (2009–2020 гг.)
Метеоданные	Метеостанция Davis Instruments Vantage Pro 2 с калькулятором web-iu-meteo-tools (http://igras-tools.ru/)	Метеостанция Росгидромета РФ №580330 (г. Валдай)

Примечание. * Для температур воздуха и сумм осадков приведены средние и их стандартные ошибки за периоды, по которым рассчитывались тренды.

Таблица 2. Результаты параметризации модели

Коэффициент	Исходное значение	Скорректированные значения					
		Курская биосферная станция			Полигон “лог Таежный”		
		степь	молодая залежь	ясеневый лес	еловый лес	участки распада древостоя	болото
F	1.76	2.16	2.71	1.99	1.89	2.06	1.67
a	0.049	0.057	0.069	0.053	0.051	0.054	0.048
b	0.00060	0.00058	0.00056	0.00059	0.00060	0.00059	0.00060
K	1.46	1.39	1.27	1.42	1.44	1.42	1.46
α	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47

та. Старшие коэффициенты по сравнению с базовой версией были значительно уменьшены для Курской области (b = 0.053–0.069) и остались практически неизменными для Новгородской (b = 0.048–0.054). Второй коэффициент параболы a был увеличен как для лесостепи (в 1.08–1.41 раз), так и для южной тайги (в 1.04–1.10 раз).

Блок влияния увлажнения на дыхание почвы в модификации Хашимото также содержит две константы, и если значения коэффициента зависимости от количества осадков K были несколько уменьшены по отношению к исходному: в 0.87–0.97 раз для лесостепи и 0.97–0.99 раз для южной тайги, то параметр α остался без изменения для всех шести местных экосистем.

Обособленно выглядят лишь результаты моделирования эмиссии CO_2 из верхового болота в южнотаежной подзоне: коэффициент дыхания

Таблица 3. Статистическая проверка результатов параметризации модели

Показатель	Курская биосферная станция			Полигон “лог Таежный”		
	степь	молодая залежь	ясеневый лес	еловый лес	участки распада древостоя	болото
Измеренные *in situ* среднегодовые значения почвенной эмиссии, г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$	3.330 ± 1.986	5.084 ± 3.067	2.930 ± 2.202	2.676 ± 1.724	3.027 ± 1.983	2.296 ± 1.847
Смоделированные среднегодовые значения почвенной эмиссии до параметризации, г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$		1.424 ± 0.275			2.372 ± 0.575	
Смоделированные среднегодовые значения почвенной эмиссии после параметризации, г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$	3.238 ± 1.138	5.083 ± 2.102	2.828 ± 0.946	2.620 ± 0.658	2.980 ± 0.785	2.249 ± 0.532
Коэффициент Нэша–Сатклиффа, NS	0.639	0.704	0.234	0.364	0.364	0.124
Коэффициент Тейла, T	0.160	0.144	0.285	0.231	0.234	0.326
Коэффициент корреляции, r_p ($p < 0.05$)	0.856	0.856	0.490	0.669	0.659	0.361

почвы при 0°C был в этом случае уменьшен, тогда как все остальные показатели остались без изменения. Наиболее очевидным объяснением является обводненность слоя торфа, что приводит к подавлению как продукции, так и транспорта CO_2.

Исходная версия модели существенно занижает средние величины дыхания почвы для всех исследуемых экосистем, поэтому необходимость коррекции модели по полевым значениям самоочевидна. Согласно статистическим критериям, параметризация была успешно выполнена для всех экосистем (табл. 3). Величины коэффициентов свидетельствуют о хорошей сходимости измеренных и смоделированных величин. Также это наглядно представлено на рис. 1 и 2.

Скорректированная модель может выполнять не только описательную, но и прогностическую функцию, в частности предсказывать отклик дыхания почвы на повышение температуры. Согласно нашим расчетам на основе данных архива ВНИИГМИ-МЦД по метеостанции г. Курск (№ 34009), за последние 30 лет (1991–2020 гг.) среднегодовая температура воздуха в этом районе составила 7.1 ± 0.9°C, при этом наблюдается выраженное потепление, которое происходит со скоростью 0.71°C/10 лет, т.е. каждое десятилетие температура повышается на 10.0%.

Рис. 1. Результаты применения параметризированной модели к описанию дыхания почвы (г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$) в биотопах лесостепи в Курской области: (а) – для луговой степи, (б) – для молодой залежи, (в) – для ясеневого леса.

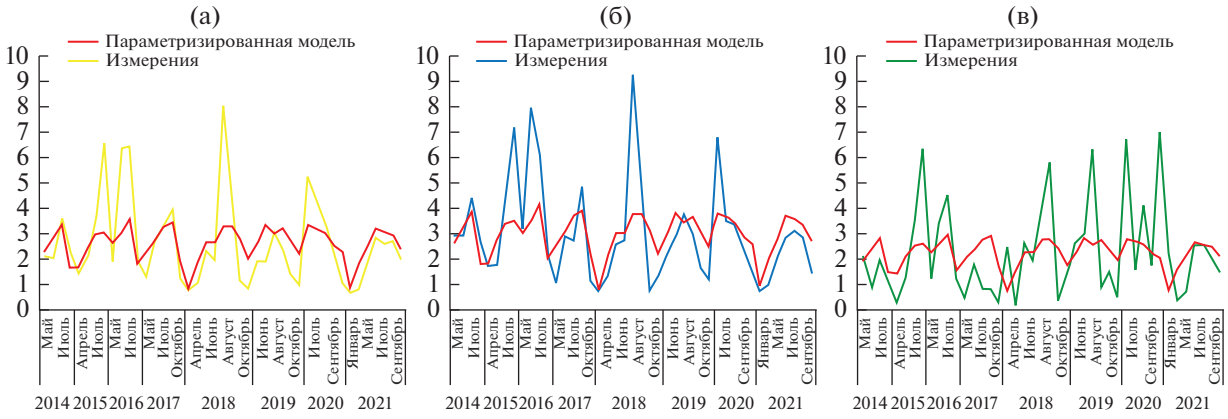

Рис. 2. Результаты применения параметризированной модели к описанию дыхания почвы (г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$) в биотопах южной тайги в Новгородской области: (а) – для елового леса, (б) – для участков распада древостоя, (в) – для верхового болота.

Доступный ряд данных по метеостанции г. Валдай (№ 580330) состоит из двух периодов: 1990–2000 и 2009–2020 гг., что, тем не менее, позволяет оценить характер изменения температуры воздуха в этом районе Новгородской области: при среднегодовой температуре 5.0 ± 0.8°C положительный тренд за эти периоды составил 0.64°C/10 лет, т.е. 12.7%.

Полученные данные позволяют сделать прогноз, согласно которому при сохранении текущего количества осадков и темпов потепления в Курской области дыхание типичных черноземов за 10 лет увеличится на 3.8% под залежами, на 1.0% под степной растительностью и на 0.3% в ясеневом лесу. Аналогично, в Новгородской области рост температуры воздуха на фоне достаточного увлажнения приведет к усилению эмиссии CO_2 из дерново-подзолов в точках распада древостоя на 2.2%, под ельниками на 1.9%, из верховых болот на 1.4% за 10 лет.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сравним результаты решения обратной задачи моделирования, полученные в нашей работе, с параметризацией той же модели, проведенной другими исследователями.

В нашем исследовании значения дыхания почвы при 0°C оказались увеличены относительно исходной величины (F = 1.76 г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$) и находились в интервалах 1.99–2.71 г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$ для исследованных экосистем в Курской области и 1.67–1.89 г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$ для экосистем в Новгородской области. Сходные значения этот коэффициент принимал для луговых экосистем на серых лесных почвах: 1.687–1.843 г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$ (Golubyatnikov et al., 2020). Для смешанного леса на дерново-подзолистых почвах эти коэффициенты, напротив, были значительно уменьшены и составляли 0.961–1.162 г С $м^{-2}$ $сут^{-1}$ (Курганова и др., 2019). При этом уменьшение расчетной величины константы было связано, по мнению авторов, с усилением засушливости климата в регионе исследования, что признается основной причиной наблюдаемого снижения потоков CO_2 из почвы.

Поскольку константа полунасыщения K стоит в знаменателе (уравнения 1, 2), очевидно, что интенсивность эмиссии CO_2 из почвы обратно пропорциональна ее величине, что и наблюдается в действительности. Так, в Курской области, расположенной в зоне неустойчивого увлажнения (Смольянинов, Стародубцев, 2011), параметризованная константа зависимости дыхания почвы от количества осадков оказалась ниже (K = 1.27–1.42 см), чем в Новгородской области (K = 1.42–1.46 см), где увлажнение избыточное (Андреева и др., 2009). Для смешанного леса в Московской области эти коэффициенты были близки к южнотаежным из нашей работы и составляли 1.496–1.501 см (Курганова и др., 2019), тогда как для луговых экосистем на серых лесных почвах они были значительно выше: 2.203–2.745 см (Golubyatnikov et al., 2020).

Оба коэффициента в уравнении температурной функции были увеличены (важно обратить внимание, что коэффициент b стоит в формуле со знаком “минус”, поэтому его уменьшение по модулю означает фактическое увеличение показателя степени), причем для экосистем лесостепи в большей степени, чем для южной тайги. Однако не следует полагать, что подобная тенденция вступает в противоречие с известной широтно-географической закономерностью, согласно которой значение Q_{10} имеет тенденцию к росту с увеличением широты, что означает усиление тем-

пературной чувствительности дыхания почвы к северу (Zhou et al., 2009). Это связано с тем, что в модели Хашимото показатель степени представляет собой обратную параболу, отражающую пик дыхания почвы при оптимуме температуры окружающей среды.

Нельзя забывать, что показатели температуры и влажности почвы, особенности землепользования, а также их влияние на эмиссию CO_2 неразрывно связаны между собой. Так, в общем случае величина Q_{10} возрастает в ряду пашни < луга < леса, но с ростом влажности этот показатель увеличивается на пахотных землях, и уменьшается в лесах (Meyer et al., 2018).

В нашем исследовании, после параметризации, модель лишь на 2–3% занижает среднегодовые значения дыхания почвы, оцениваемые *in situ* во всех шести экосистемах. Это подтверждает возможность использования параметризированных версий модели, прежде всего, для оценки среднегодовой почвенной эмиссии CO_2 в местных экосистемах. Противоположная ситуация, а именно небольшое завышение оценок эмиссии CO_2 на 4.5–6.7%, наблюдалась при настройке модели для дерново-подзолистых почв под смешанными лесами в Московской области (Курганова и др., 2019).

По нашим данным, в лесостепной подзоне скорректированная модель описывала 73% дисперсии дыхания типичного чернозема под степной и залежной растительностью и 24% дисперсии под ясеневым лесом, а в южнотаежной подзоне – 45% дисперсии дыхания дерново-подзолов в еловом лесу, 43% на участках распада древостоя и 13% на верховых болотах. Такие оценки можно считать достаточно хорошими, поскольку на глобальном массиве данных, как в исходном, так и в параметризованном варианте модель объясняла не более 25% пространственной и временной вариабельности дыхания почвы (Reichstein et al., 2003). Тем не менее, в отдельных случаях объясняемая моделью дисперсия дыхания почв за год может быть более высокой: 31% для лесов, 41% для пашен и 57% для сенокосов (Chen et al., 2010).

Согласно составленному нами прогнозу, в ответ на повышение температуры воздуха эмиссия CO_2 из почвы должна усилиться, причем преимущественно – в южной тайге. Другие исследователи на примере Московской области, напротив, прогнозируют отрицательные тренды дыхания в лесном и луговом ценозах, что сопряжено с засухами и дефицитом осадков в весенний и летний периоды, а также холодными зимами (Курганова и др., 2020). Тем не менее наш вывод согласуется как с отсутствием выраженных трендов к изменению осадков в районах исследований, так и с тенденциями к различной реакции почвенного дыхания на повышение глобальной температуры, когда в южных регионах происходит снижение чувствительности к температуре, а в бореальных лесах ожидается более сильный отклик на эти изменения (Carey et al., 2016).

По результатам нашей работы общую применимость модели Райха–Хашимото следует характеризовать как высокую в отношении оценки среднегодового уровня дыхания почвы и удовлетворительную при описании его внутригодовой динамики. С учетом этого, модель может быть рекомендована в качестве самостоятельного расчетного инструмента для оценки дыхания почвы. Модель пластично настраивается как на зональные условия, так и на структурно-функциональные особенности местных экосистем и может достаточно точно давать прогноз или ретроспективные оценки после ее настройки на основе многолетних рядов наблюдений.

Использованные нами временные ряды полевых наблюдений, составляющие 32–42 серии по 10 точек измерений за 5–8 лет, оказались достаточными для обратной настройки модели Райха–Хашимото на характеристики отдельных экосистем, что можно считать, в данном случае, одновременно оценкой минимально необходимого для такой процедуры объема полевых данных. Исходя из низких показателей эффективности параметризации для болотной экосистемы, характеризующейся всего тремя точками измерений в каждой серии, можно сделать вывод, что такого количества точек недостаточно и каждая серия должна содержать не менее 10 точек.

ВЫВОДЫ

Методом обратного моделирования модель Райха–Хашимото успешно параметризирована для условий южной тайги в Новгородской области и лесостепи в Курской области. Скорректированные версии модели показали хорошую сходимость с многолетними результатами измерений. По результатам настройки модели увеличены исходные значения дыхания почвы при 0°C и степенные коэффициенты температурной функции, тогда как константы зависимости от осадков оказались понижены для обеих природных подзон. Согласно прогнозу, составленному на основе параметризированных версий модели, при сохранении современного темпа роста температуры воздуха, эмиссия CO_2 из дерново-подзолов в Новгородской области увеличится на 1.4–2.2% за 10 лет, а из типичных черноземов в Курской области – на 0.3–3.8%.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Параметризация модели выполнена за счет средств гранта РНФ № 20-76-00023, измерения на Курской биосферной станции проводились в рамках темы гос-

задания ИГ РАН № FMGE-2019-0006, на Валдайском полигоне “лог Таежный” – темы № FMGE-2019-0007.

FUNDING

Parametrization of the model was supported by the Russian Science Foundation, project no. 20-76-00023; field measurements were carried out under the state-ordered research theme of the Institute of Geography RAS no. FMGE-2019-0006 at the Kursk Biosphere Station, and theme no. FMGE-2019-0007 at the Valdai polygon.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алферов А.М., Блинов В.Г., Гитарский М.Л., Грабар В.А., Замолодчиков Д.Г., Зинченко А.В., Иванова Н.П., Ивахов В.М., Карабань Р.Т., Карелин Д.В., Калюжный И.Л., Кашин Ф.В., Конюшков Д.Е., Коротков В.Н., Кровотынцев В.А., Марунич А.С., Парамонова Н.Н., Романовская А.А., Трунов А.А., Шилкин А.В., Юзбеков А.К. Мониторинг потоков парниковых газов в природных экосистемах / под ред. Д.Г. Замолодчикова, Д.В. Карелина, М.Л. Гитарского, В.Г. Блинова. Саратов: Амирит, 2017. 279 с.

Андреева Е.Н., Балун О.В., Журавлева О.С., Катаева О.А., Конечная Г.Ю., Крупкина Л.И., Юрова Э.А. Кадастр флоры Новгородской области. Великий Новгород: ЛЕМА, 2009. 276 с.

Карелин Д.В., Азовский А.И., Куманяев А.С., Замолодчиков Д.Г. Значение пространственного и временного масштаба при анализе факторов эмиссии CO_2 из почвы в лесах Валдайской возвышенности // Лесоведение. 2019. № 1. С. 29–37. https://doi.org/10.1134/S0024114819010078

Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Мякшина Т.Н., Сапронов Д.В., Ромашкин И.В., Жмурин В.А., Кудеяров В.Н. Натурная и модельная оценки дыхания лесной дерново-подзолистой почвы в Приокско-Террасном биосферном заповеднике // Лесоведение. 2019. № 5. С. 435–448. https://doi.org/10.1134/S002411481905005X

Курганова И.Н., Лопес Де Гереню В.О., Хорошаев Д.А., Мякшина Т.Н., Сапронов Д.В., Жмурин В.А., Кудеяров В.Н. Анализ многолетней динамики дыхания почв в лесном и луговом ценозах Приокско-Террасного биосферного заповедника в свете современных климатических трендов // Почвоведение. 2020. № 10. С. 1220–1236. https://doi.org/10.31857/S0032180X20100111

Смольянинов В.М., Стародубцев П.П. Комплексная мелиорация и орошение земель в Центрально-Черноземном регионе: состояние, условия развития. Воронеж: Истоки, 2011. 179 с.

Цей Р., Шумафов М.М. Математическое моделирование и обратные задачи // Вестн. Адыгейского гос. ун-та. Сер. 4: Естественно-математические и технические науки. 2008. № 4. С. 18–24.

Bond-Lamberty B., Thompson A. Temperature associated increases in the global soil respiration record // Nature. 2010. Vol. 464. P. 579–582. https://doi.org/10.5194/bg-7-1915-2010

Carey J.C., Tang J., Templer P.H. et al. Temperature response of soil respiration largely unaltered with experimental warming // PNAS. 2016. Vol. 113 (48). P. 13797–13802. https://doi.org/10.1073/pnas.1605365113

Chen S., Huang Y., Zou J., Shen Q., Hu Z., Qin Y., Chen H., Pan G. Modeling interannual variability of global soil respiration from climate and soil properties // Agricultural and Forest Meteorol. 2010. Vol. 150. Is. 4. P. 590–605. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.02.004

Chen S., Zou J., Hu Z., Lu Y. Temporal and spatial variations in the mean residence time of soil organic carbon and their relationship with climatic, soil and vegetation drivers // Global and Planetary Change. 2020. Vol. 195. Art. 103359. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103359

Golubyatnikov L.L., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O. Estimation of C–CO_2 balance of natural steppe ecosystems: Khakassia and Tuva (Eastern Siberia, Russia) case studies // IOP Conf. Series: Earth and Environ. Sci. 2020. Vol. 606. Art. 012013. https://doi.org/10.1088/1755-1315/606/1/012013

Hanson P.J., Edwards N.T., Garten C.T., Andrews J.A. Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: A review of methods and observations // Biogeochemistry. 2000. Vol. 48. Is. 1. P. 115–146. https://doi.org/10.1023/A:1006244819642

Hashimoto S., Carvalhais N., Ito A., Migliavacca M., Nishina K., Reichstein M. Global spatiotemporal distribution of soil respiration modeled using a global database // Biogeosciences. 2015. № 12. P. 4121–4132. https://doi.org/10.5194/bg-12-4121-2015

Karelin D.V., Zamolodchikov D.G., Shilkin A.V., Popov S.Yu., Kumanyaev A.S., Lopes de Gerenyu V.O., Tel'nova N.O., Gitarskiy M.L. The effect of tree mortality on CO_2 fluxes in an old-growth spruce forest // European J. Forest Res. 2021. Vol. 140 (2). P. 287–305. https://doi.org/10.1007/s10342-020-01330-3

Meyer N., Welp G., Amelung W. The temperature sensitivity (Q10) of soil respiration: Controlling factors and spatial prediction at regional scale based on environmental soil classes // Global Biogeochem. Cycles. 2018. Vol. 32. P. 306–323. https://doi.org/10.1002/ 2017GB005644

Raich J.W., Potter C.S. Global patterns of carbon dioxide emission from soils // Global Biogeochem. Cycles. 1995. Vol. 9. P. 23–36.

Raich J.W., Potter C.S., Bhagawati D. Interannual variability in global soil respiration, 1980–94 // Global Change Biol. 2002. Vol. 8. Is. 8. P. 800–812. https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00511.x

Reichstein M., Rey A., Freibauer A., Tenhunen J., Valentini R., Banza J., Casals P., Cheng Y., Grunzweig J.M., Irvine J., Joffre R., Law B.E., Loustau D., Miglietta F., Oechel W., Ourcival J.-M., Pereira J.S., Peressotti A., Ponti F., Qi Y., Rambal S., Rayment M., Romanya J., Rossi F., Tedeschi V., Tirone G., Xu M., Yakir D. Modeling temporal and large-scale spatial variability of soil respiration from soil water availability, temperature and vegetation productivity indices // Global Biogeochem. Cycles. 2003. Vol. 17 (4). Art. 1104. https://doi.org/10.1029/2003GB002035

Ruane A.C., McDermid S.P. Selection of a representative subset of global climate models that captures the profile of regional changes for integrated climate impacts assessment // Earth Perspectives. 2017. № 4. Art. 1. https://doi.org/10.1186/s40322-017-0036-4

Zhou T., Shi P., Hui D., Luo Y. Global pattern of temperature sensitivity of soil heterotrophic respiration (Q_{10}) and its implications for carbon-climate feedback // J. of Geophys. Res. 2009. № 114. Art. G02016. https://doi.org/10.1029/2008JG000850

Assessment of Soil Respiration with the Raich–Hashimoto Model: Parameterisation and Prediction

O. E. Sukhoveeva[1], * and D. V. Karelin[1]

[1]*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**e-mail: olgasukhoveeva@gmail.com*

Respiration or emission of CO_2 from soil is the most powerful outgoing flux of carbon in terrestrial ecosystems, which makes its accurate assessment and prediction one of the most important biospheric goals. Among the multitude of regression models evaluating soil respiration, we chose the accessible and widespread T&P (Raich–Hashimoto) model, which was applied to describe the available long-term series of observations of CO_2 emissions in ecosystems of the southern taiga and forest-steppe of the European part of Russia. The objects of the study were different local biotopes: meadow steppe, young fallow, and ash forest on typical chernozems of Kursk oblast, spruce forest, and its decay areas on sod-podzols, and peat bog soils in Novgorod oblast. According to the results of parameterization, the rates of soil respiration at 0°C were 1.06 to 1.54 times higher than the initial values of the Reich–Hashimoto model, the power coefficients of temperature function were 1.04 to 1.41 times greater, while the coefficients of dependence on precipitation were changed in 0.87 to 0.99 times for both geographic subzones. The corrected versions of the model showed good convergence with the results of field measurements in estimates of annual respiration rates. According to the predictions, under the current rate of increase of air temperature and the current precipitation, CO_2 emissions from sod-podzols in Novgorod oblast will increase by 1.4–2.9% over 10 years, while respiration of typical chernozems in Kursk oblast will increase by 0.3–3.8%. The model shows good plasticity with respect to zonal soil types and specific ecosystems, and it is suitable for long-term forecast and retrospective analysis of annual CO_2 soil efflux.

Keywords: sod-podzols, taiga, climate change, inverse modelling, typical chernozems, forest steppe, soil CO_2 efflux, Russia

REFERENCES

Alferov A.M., Blinov V.G., Gitarskii M.L, Grabar' V.A., Zamolodchikov D.G., Zinchenko A.V., Ivanova N.P., Ivakhov V.M., Karaban R.T., Karelin D.V., Kalyuzhnyi I.L., Kashin F.V., Konyushkov D.E., Korotkov V.N., Korotintsev V.A., Marunich A.S., Paramonova N.N., Romanovskaya A.A., Trunov A.A., Shilkin A.V., Yuzbekov A.K. *Monitoring potokov parnikovikh gazov v prirodnikh ekosistemakh* [Monitoring of Greenhouse Gas Fluxes in Natural Ecosystems]. Zamolodchikov D.G., Karelin D.V., Gitarskii M.L., Blinov V.G., Eds. Saratov: Amirit Publ., 2017. 279 p.

Andreeva E.N., Balun O.V., Zhuravleva O.S., Kataeva O.A., Konechnaya G.U., Krupkina L.I., Yurova E.A. *Kadastr flori Novgorodskoy oblasti* [Flora Cadaster of Novgorod Oblast]. Veliky Novgorod: Lema Publ., 2009. 276 p.

Bond-Lamberty B., Thompson A. Temperature associated increases in the global soil respiration record. *Nature*, 2010, vol. 464, pp. 579–582. https://doi.org/10.5194/bg-7-1915-2010

Carey J.C., Tang J., Templer P.H., et al. Temperature response of soil respiration largely unaltered with experimental warming. *PNAS*, 2016, vol. 113 (48), pp. 13797–13802. https://doi.org/10.1073/pnas.1605365113

Chen S., Huang Y., Zou J., Shen Q., Hu Z., Qin Y., Chen H., Pan G. Modeling interannual variability of global soil respiration from climate and soil properties. *Agric. For. Meteorol.*, 2010, vol. 150, no. 4, pp. 590–605. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.02.004

Chen S., Zou J., Hu Z., Lu Y. Temporal and spatial variations in the mean residence time of soil organic carbon and their relationship with climatic, soil and vegetation drivers. *Glob. Planet. Change*, 2020, vol. 195, 103359. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103359

Golubyatnikov L.L., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O. Estimation of C–CO_2 balance of natural steppe ecosystems: Khakassia and Tuva (Eastern Siberia, Russia) case studies. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2020, vol. 606, 012013. https://doi.org/10.1088/1755-1315/606/1/012013

Hanson P.J., Edwards N.T., Garten C.T., Andrews J.A. Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: A review of methods and observations. *Biogeochemistry*, 2000, vol. 48, no 1, pp. 115–146. https://doi.org/10.1023/A:1006244819642

Hashimoto S., Carvalhais N., Ito A., Migliavacca M., Nishina K., Reichstein M. Global spatiotemporal distribution of soil respiration modeled using a global database. *Biogeosciences*, 2015, vol. 12, pp. 4121–4132. https://doi.org/10.5194/bg-12-4121-2015

Karelin D.V., Azovskii A.I., Kumanyaev A.S., Zamolodchikov D.G. Role of spatial and temporal scales in factor studies of soil CO_2 fluxes in forests of Valdai Hills. *Lesovedenie*, 2019, no. 1, pp. 29–37. (In Russ.). https://doi.org/10.1134/S0024114819010078

Karelin D.V., Zamolodchikov D.G., Shilkin A.V., Popov S.Yu., Kumanyaev A.S., Lopes de Gerenyu V.O., Tel'nova N.O., Gitarskiy M.L. The effect of tree mortality on CO_2 fluxes in an old-growth spruce forest. *Eur. J. For. Res.*, 2021, vol. 140, no. 2, pp. 287–305. https://doi.org/10.1007/s10342-020-01330-3

Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Khoroshaev D.A., Myakshina T.N., Sapronov D.V., Zhmurin V.A., Kudeyarov V.N. Analysis of the long-term soil respiration dynamics in the forest and meadow cenoses of the Prioksko-Terrasny biosphere reserve in the perspective of current climate trends. *Eurasian Soil Sci.*, 2020, vol. 53, no. 10, pp. 1421–1436. https://doi.org/10.1134/S1064229320100117

Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Myakshina T.N., Sapronov D.V., Romashkin I.V., Zhmurin V.A., Kudeyarov V.N. Experimental and model estimates of respiration of the forest sod-podzolic soil in the Prioksko-Terrasny nature reserve. *Contemp. Prob. Ecol.*, 2020, vol. 13, pp. 813–824. https://doi.org/10.1134/S1995425520070057

Meyer N., Welp G., Amelung W. The temperature sensitivity (Q10) of soil respiration: Controlling factors and spatial prediction at regional scale based on environmental soil classes. *Glob. Biogeochem. Cycles*, 2018, vol. 32, pp. 306–323. https://doi.org/10.1002/ 2017GB005644

Raich J.W., Potter C.S. Global patterns of carbon dioxide emission from soils. *Glob. Biogeochem. Cycles*, 1995, vol. 9, pp. 23–36.

Raich J.W., Potter C.S., Bhagawati D. Interannual variability in global soil respiration, 1980–94. *Glob. Change Biol.*, 2002, vol. 8, no. 8, pp. 800–812. https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00511.x

Reichstein M., Rey A., Freibauer A., Tenhunen J., Valentini R., Banza J., Casals P., Cheng Y., Grunzweig J.M., Irvine J., Joffre R., Law B.E., Loustau D., Miglietta F., Oechel W., Ourcival J.-M., Pereira J.S., Peressotti A., Ponti F., Qi Y., Rambal S., Rayment M., Romanya J., Rossi F., Tedeschi V., Tirone G., Xu M., Yakir D. Modeling temporal and large-scale spatial variability of soil respiration from soil water availability, temperature and vegetation productivity indices. *Glob. Biogeochem. Cycles*, 2003, vol. 17 (4), 1104. https://doi.org/10.1029/2003GB002035

Ruane A.C., McDermid S.P. Selection of a representative subset of global climate models that captures the profile of regional changes for integrated climate impacts assessment. *Earth Perspectives*, 2017, vol. 4, 1. https://doi.org/10.1186/s40322-017-0036-4

Smol'yaninov V.M., Starodubtsev P.P. *Kompleksnaya melioratsiya i oroshenie zemel' v Tsentral'no-Chernozemnom regione: sostoyanie, usloviya razvitiya* [Complex Land Melioration and Irrigation in Central Chernozem Region: Status and Conditions for Development]. Voronezh: Istoki Publ., 2011. 179 p.

Tsei R., Shumafov M.M. Mathematical modelling and invers problems. *Vestn. Adyg. Gos. Univ., Ser. 4: Estestvenno-Matem. i Tekhn. Nauki,* 2008, no. 4, pp. 18–24. (In Russ.).

Zhou T., Shi P., Hui D., Luo Y. Global pattern of temperature sensitivity of soil heterotrophic respiration (Q_{10}) and its implications for carbon-climate feedback. *J. Geophys. Res.*, 2009, vol. 114, G02016. https://doi.org/10.1029/2008JG000850

EDN: ZBYFLO
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 528–546

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 551.583.13/551.583.2

ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ КОЛЕБАНИЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ДИАПАЗОНАХ ВНУТРИМЕСЯЧНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В 1970–2018 гг.

© 2022 г. Е. Д. Бабина[a, *], В. А. Семенов[a, b, **]

[a] *Институт географии РАН, Москва, Россия*

[b] *Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия*

**e-mail: babina@igras.ru*

***e-mail: vasemenov@mail.ru*

Поступила в редакцию 20.10.2021 г.
После доработки 11.02.2022 г.
Принята к публикации 12.02.2022 г.

Анализируются среднеквадратические отклонения (СКО) среднесуточной температуры воздуха в диапазоне – внутримесячном (до 30 сут), устойчивых погодных режимов (от 10 до 30 сут), в синоптическом (от 4 до 9 сут) и в межсуточном (меньше 3 сут) по данным станционных наблюдений на территории России в 1970–2018 гг. Получены оценки СКО для базового (1970–1999 гг.) и современного (2000–2018 гг.) климатических периодов, а также их изменений для всех сезонов. Изменения сравниваются с изменениями среднесезонной температуры воздуха. Для современного периода в большинстве регионов России характерно уменьшение изменчивости суточной температуры (как правило, на 10–20%) на фоне роста среднесезонной температуры. Наибольшее уменьшение (33–37%) получено весной и осенью в синоптическом диапазоне на Дальнем Востоке и юго-востоке Европейской территории России (ЕТР). Зимой наиболее значительное уменьшение (18–23%) изменчивости во всех диапазонах отмечается в центральных и северо-западных районах ЕТР, среднесезонная температура воздуха увеличилась зимой и осенью на севере ЕТР до 4–5°С. Увеличение изменчивости отмечается во все сезоны в южных районах России, зимой оно максимально (на 16%) в диапазоне устойчивых погодных режимов на юге Сибири (Алтайский край), максимальные изменения в остальные сезоны приходятся на межсуточный диапазон: весной на 20% и осенью на 17% на ЕТР (Татарстан, Тамбовская область), летом на 14% в Иркутской области. Таким образом, в целом, потепление на территории России в последние 50 лет сопровождается уменьшением внутримесячной изменчивости температурных аномалий.

Ключевые слова: изменчивость приземной температуры воздуха, изменения климата, синоптическая изменчивость, межсуточная изменчивость, территория России

DOI: 10.31857/S2587556622030049

ВВЕДЕНИЕ

Современные изменения климата характеризуются значительным ростом глобальной приземной температуры воздуха (ПТВ). Для территории России темп роста глобальной среднегодовой ПТВ за десятилетие в 1976–2018 гг. составил 0.47°С, самый быстрый рост (0.61°С за 10 лет) за этот период отмечается весной, наиболее интенсивное (1.2°С за 10 лет) потепление – на побережье Северного Ледовитого океана[1].

Помимо роста среднегодовой температуры происходящие изменения климата сопровождаются более частыми и интенсивными погодно-климатическими аномалиями (Бардин, Платова, 2013; Мохов, Семенов, 2016; Zhao et al., 2021). На большей части территории России в 1970–2015 гг. зимой отмечались рост повторяемости суточных экстремумов и уменьшение числа морозных дней (Титкова и др., 2018), уменьшение волн холода и повышение минимальных температур (Виноградова, 2018). В зимний и летний сезоны в 1976–2009 гг. увеличились пороги экстремальных положительных и отрицательных аномалий температуры (Бардин, Платова, 2013). В Причерноморском регионе в 1975–2014 гг. во все сезоны кроме зимы увеличилось число дней с экстремально высокими температурами и уменьшилось – с экстремально низкими, увеличилось число внутрисезонных аномалий температуры для всех сезонов, кроме зимнего (Коваленко и др., 2017). На побережье

[1] Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. М.: Росгидромет, 2019. 79 с.

Балтийского моря с середины XX в. повысилась среднегодовая температура воздуха и среднемесячная температура самого теплого месяца, минимум в годовом ходе температуры сместился на февраль (Стонт, Демидов, 2015). Наибольшее повышение среднесуточной температуры воздуха на территории России наблюдалось в холодный сезон[2]. Крупные региональные аномалии температуры воздуха связаны с блокирующими антициклонами (экстремальная жара на Европейской территории России [ЕТР] летом 2010 г., аномально холодная зима 2012 г. над Европой) (Мохов, Тимажев, 2015; Попова, 2014; Семенов и др., 2016; Шакина, Иванова, 2010). Возможное увеличение частоты и интенсивности положительных аномалий температуры при глобальном потеплении рассматривается в (Borodina et al., 2017), что согласуется с откликом атмосферной циркуляции на повышение температуры и с результатами модельных расчетов (Schar et al., 2004).

Серии численных экспериментов с атмосферными моделями для двух периодов 1979–1995 и 2002–2018 гг. показали хорошую воспроизводимость изменений летних экстремумов температур в средних широтах (Zhao et al., 2021). Сравнение модельных трендов и трендов, выявляемых по наблюдениям, за 1950–1995 гг. показывает, что учитывание в модели увеличения концентрации парниковых газов значительно улучшает воспроизведение изменений экстремумов температуры (Kiktev et al., 2003).

Согласно данным моделирования (Володин, Грицун, 2020) в более теплом климате его естественная изменчивость уменьшается, увеличивается частота экстремально теплых дней и уменьшаются частота экстремально холодных дней и суточная амплитуда (Meehl et al., 2000). Рост числа экстремальных погодных явлений приводит к изменениям в изменчивости температурных аномалий. На территории России летом температура самого жаркого месяца может расти быстрее, чем среднесезонная температура (Володин, Грицун, 2020). Модели прогнозируют уменьшение температурного контраста океан–суша в Северном полушарии зимой и увеличение летом, что может приводить к изменениям изменчивости (уменьшение зимой и увеличение летом), вследствие зональной адвекции (Holmes et al., 2016). Возможные изменения изменчивости среднесуточной температуры воздуха для Европы в летний период при различных сценариях изменения содержания парниковых газов в атмосфере приведены в (Fisher and Schär, 2009). Влияние глобального потепления на блокинговую активность и, соответственно, на изменчивость температуры в этом интервале рассматривается в (Lupo et al., 1997). Согласно модельным расчетам (Мохов, Тимажев, 2015; Семенов и др., 2014; Тищенко и др., 2013; Шукуров, Семенов, 2018), в Евро-Атлантическом регионе увеличится частота и интенсивность зимних и летних блокирований и, следовательно, произойдет увеличение изменчивости температуры воздуха в этом диапазоне, все же тенденции изменений по ансамблям климатических моделей характеризуются большой неопределенностью (Мохов, Тимажев, 2015; Woolings et al., 2014). Возможная роль долгопериодных колебаний климата в формировании аномально холодных зимних режимов отмечена в модельных экспериментах (Семенов и др., 2014).

Изменения климата Арктики – так называемое Арктическое усиление потепления – тесно связаны с изменчивостью температуры (Bekryaev et al., 2010). В усилении потепления здесь определяющую роль играет адвекция тепла по направлению к полюсу (Алексеев, 2014). При усилении переносов тепла контрасты приземной температуры воздуха уменьшаются, при ослаблении переносов – возрастают. Уменьшение меридиональных градиентов вследствие Арктического усиления потепления способствует уменьшению синоптической изменчивости температуры зимой в средних широтах Северного полушария (Schneider et al., 2015; Screen, 2014). Это подтверждается численными экспериментами с климатическими моделями (Screen et al., 2015; Ylhäisi and Räisänen, 2014).

Уменьшение межсуточной изменчивости зимой и увеличение летом в средних широтах Северного полушария получено в (Meehl et al., 2000). По данным (Груза, Ранькова, 2012) в 1951–1998 гг. в отдельных районах России и Канады в холодный период наблюдалось ослабление изменчивости среднемесячной приземной температуры воздуха. Внутрисезонная изменчивость для средних широт Евразии в летний сезон анализируется в (Cui et al., 2021).

Для большей части территории России в период 2000–2015 гг. зимой отмечается уменьшение межсуточной и синоптической изменчивости среднесуточной температуры воздуха, летом в западных районах и на юге Сибири изменчивость увеличилась (Бабина, Семенов, 2019). За последние 10 лет на побережье Балтийского моря (Стонт, Демидов, 2015) среднемесячная температура воздуха наиболее изменчива зимой и наименее изменчива в августе. Значительные изменения в межсуточной изменчивости минимальных и максимальных суточных температур за 1966–2015 гг. отмечены в Польше (Szyga-Pluta, 2021). В северо-восточном Китае в 1961–2012 гг. сезонные тренды изменчивости среднесуточной, минимальной и максимальной температур отрицательны во все

[2] Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1535 с.

сезоны кроме лета (Li et al., 2017). В Северном полушарии межсуточная изменчивость увеличилась в средних широтах летом и уменьшилась в высоких широтах в остальные сезоны (Wan et al., 2021). Уменьшение изменчивости в диапазоне нескольких суток и увеличение межгодовой изменчивости получено в (Gough and Shi, 2020).

Величина изменчивости температуры воздуха реалистично воспроизводится для современного климата ансамблем климатических моделей CMIP5 (Yeh et al., 2021). Увеличение межсуточной и межгодовой изменчивости прогнозируется летом в Центральной и Северной Европе в конце XXI в. (Cattiaux et al., 2015; Fischer et al., 2012; Fischer and Schär, 2009). Уменьшение изменчивости зимой в средних и высоких широтах Северного полушария получено по данным проекта CMIP3 (Ylhäisi and Räisänen, 2014). Модельные оценки воспроизведения изменчивости приведены также в (Cheung et al., 2017; Fredriksen and Rypdal, 2016). В модельных экспериментах для территории России удается воспроизвести существенную часть среднеквадратического отклонения (СКО) межгодовых изменений температуры приземного воздуха (Спорышев и др., 2012). Эксперименты с климатической моделью HadCM3 и моделью Гидрометцентра России за 1979–1998 гг. на воспроизведение изменчивости среднемесячной температуры приземного воздуха согласуется с данными наблюдений (Рубинштейн и др., 2004). Оценка воспроизведения ансамблем моделей частоты возникновения экстремумов сезонной температуры получена в (Weisheimer and Palmer, 2005). В (Киктев и др., 2021) рассмотрена пространственно-временная изменчивость экстремальных характеристик температурного режима и проведена инвентаризация экстремальных явлений за 1981–2019 гг. для Северного полушария.

В целом в оценке тенденций изменения СКО суточных аномалий ПТВ в последние десятилетия по данным наблюдений существует значительная неопределенность и остается актуальным вопрос о влиянии различных механизмов на изменчивость температуры воздуха.

Изменчивость суточной ПТВ имеет несколько характерных временных масштабов. Можно выделить межсуточный, синоптический диапазоны и диапазон устойчивых погодных режимов (УПР) (Груза, Ранькова, 2004; Mitchell, 1976). Важной характеристикой изменчивости температуры являются межсуточные изменения (<3 сут), связанные с физико-географическими условиями местности (неоднородностью подстилающей поверхности, наличием водоемов, снега или льда, а также с неоднородностью поступления радиации в атмосферу, облачностью и другими физическими процессами в атмосфере). Межсуточные изменения температуры являются хорошим показателем континентальности климата (Gough and Shi, 2020). Изменчивость, соответствующая синоптическим процессам (4–9 сут), связана с вихревой активностью атмосферы, атмосферной циркуляцией, в том числе с бризами, фронтами, конвективными процессами. Диапазон УПР выделен по длительности устойчивых погодных аномалий, часто связанных с формированием блокирующего антициклона, к этому диапазону относятся колебания температуры от 10 до 30 сут (Попова, 2014; Семенов и др., 2016; Шакин и др., 2010).

В качестве меры изменчивости разных метеорологических величин в большинстве работ используется дисперсия или среднее квадратическое отклонение (Груза, Ранькова, 2012; Рубинштейн и др., 2004).

Цель данной работы – анализ изменений параметров изменчивости в сравнении с изменениями среднесезонной температуры воздуха (СТВ) для всех сезонов с использованием разных интервалов и рядов анализируемых данных, актуализированных по 2018 г.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа использовались данные станционных наблюдений по среднесуточной приземной температуре воздуха на территории России из архива ВНИИГМИ-МЦД[3]. Метеостанции расположены на территории Российской Федерации между 30° в.д.–180° в.д. и 40° с.ш.–82° с.ш. Всего использованы данные 293 станций.

Анализировались данные по всем календарным сезонам – лета (июнь, июль, август), зимы (декабрь, январь, февраль), весны (март, апрель, май) и осени (сентябрь, октябрь, ноябрь) для периодов – 1970–1999 гг. (базовый период) и 2000–2018 гг. (современный период). Так как данные содержат пропуски, то отбирались метеостанции, где количество пропусков не превышало 3 за сезон, а количество сезонов с пропусками в рассматриваемый период не превышало 6 для базового периода и 3 для современного. Отсутствующие данные заполнялись с помощью линейной интерполяции.

Преобразование Фурье можно интерпретировать как прохождение исследуемого сигнала через набор фильтров. В ряде работ для выделения временных интервалов использовался фильтр Мураками (Логинов и др., 2017; Christoph et al., 1995) и полосовой частотный фильтр, основанный на нерекурсивном фильтре с конечной импульсной характеристикой (Логинов и др., 2017). В данной статье для оценок климатической изменчивости в исследуемых диапазонах использо-

[3] http://www.meteo.ru

вался линейный полосовой фильтр (Signal ..., 1993) на основе быстрого преобразования Фурье. Одним из его свойств является независимость амплитудного спектра от сдвига ряда по времени (Поляк, 1975). Влияние окон разного размера на представление сигнала в частотно-временной области преобразования Фурье исследовано в (Астахов и др., 2019). К недостаткам фильтра можно отнести также его зависимость от длины исходного ряда, при уменьшающейся ширине окна снижается его разрешение в частотной области (Поляк, 1975).

Перед фильтрацией из исходных временных рядов температуры удалялся среднеклиматический годовой ход. Полученные ряды, таким образом, для каждого сезона представляли собой "сцепленные" подряд значения аномалий среднесуточных температур за 30 лет для базового периода и 19 лет для современного. Фильтрация временного ряда за сезон проводилась отдельно для каждого из диапазонов: <30 сут (внутримесячный), <3 сут (межсуточный), 4–9 сут (синоптический), 10–30 сут (диапазон УПР). При фильтрации линейным полосовым фильтром для межсуточного диапазона исключались частоты от 4 до 30 сут, для синоптического – менее 3 и более 10 сут; для диапазона УПР– менее 9 и более 31 сут. Для внутримесячного диапазона – более 31 сут. Чувствительность результатов к выбору границ диапазонов рассмотрена в (Shneider et al., 2015).

В качестве меры изменчивости для отфильтрованных данных рассчитывалось среднее квадратическое отклонение. Для оценки значимости отличий оценок СКО использовался тест Фишера на отрицание гипотезы о равенстве дисперсий двух выборок с уровнем значимости 1%.

Изменчивость среднесуточной температуры воздуха за 1970–1999 гг. для межсуточного и внутримесячного диапазонов приведена на рис. 1, для синоптического и УПР диапазонов – на рис. 2. Изменение изменчивости для этих диапазонов в 2000–2018 гг. показано на рис. 3 и 4 соответственно.

На основе данных о среднемесячной температуре из архива CRU Ts[4] на широтно-долготной сетке с разрешением 0.5° × 0.5° рассчитывались разности среднесезонных температур (СТВ) S = = СТВ (2000–2018) – СТВ (1970–1999), которые затем сопоставлялись с изменениями изменчивости. На рис. 3 и 4 разности S показаны изолиниями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изменчивость температуры в базовый период 1970–1999 гг. СКО среднесуточной температуры воздуха за все сезоны для внутримесячного и межсуточного диапазонов представлены на рис. 1, для синоптического и УПР диапазонов – на рис. 2. СКО среднесуточной температуры воздуха во всех диапазонах максимально зимой и минимально летом. В межсуточном диапазоне изменчивость имеет самые низкие значения, во внутримесячном – самые высокие из всех анализируемых диапазонов. В синоптическом диапазоне изменчивость меньше примерно в два раза, в диапазоне УПР – в полтора раза, в межсуточном – в 3 раза, по сравнению с внутримесячным.

Изменчивость в целом возрастает с юга на север и с запада на восток. Самые высокие значения относятся к центральным и северо-восточным районам, самые низкие к западным и южным. Зимой максимумы приходятся на центральные районы Сибири – в синоптическом (4.6°С) и межсуточном (2.3°С) диапазонах на Красноярский край, во внутримесячном диапазоне (8.2°С) на Иркутскую область, в диапазоне УПР на Чукотку (6.3°С). Минимумы во всех диапазонах кроме УПР (1.4°С, Южно-Курильск) получены на о. Беринга (синоптический 1.0°С, межсуточный 0.5°С, внутримесячный 2.2°С). Летом во всех диапазонах изменчивость максимальна в Якутии (внутримесячный 4.1°С, межсуточный 1.0°С, синоптический 2.4°С, диапазон УПР 3.0°С) и минимальна (внутримесячный 0.6°С, межсуточный 0.1°С, синоптический 0.2°С, диапазон УПР 0.5°С) на о. Визе в Карском море.

Весной в синоптическом диапазоне изменчивость максимальна в ЯНАО (3.2°С), в остальных диапазонах максимумы приходятся на Красноярский край (внутримесячный 6.0°С, межсуточный 1.6°С, диапазон УПР 4.3°С). Минимумы изменчивости весной во внутримесячном (1.9°С) и синоптическом (0.9°С) диапазонах получены на Камчатке, в межсуточном (0.5°С) – в Ростовской области (Таганрог), в диапазоне УПР (0.9°С) – на Курильских островах. Осенью в диапазоне УПР максимум (4.1°С) приходится на Красноярский край, в других диапазонах – на Якутию (синоптический 3.5°С, межсуточный 1.7°С, внутримесячный 5.9°С). Минимумы во всех диапазонах (внутримесячный 1.5°С, межсуточный 0.4°С, синоптический 0.8°С, диапазон УПР 1.0°С) осенью относятся к о. Беринга.

Во внутримесячном диапазоне в переходные сезоны на западе (Калининградская, Новгородская области) и юге (Ростовская область, Республика Калмыкия) ЕТР изменчивость не превышает 2–3°С (табл. 1). На Урале и юге Западной Сибири (Республика Алтай, Кемеровская область) СКО увеличивается до 4.0–4.7°С. На северо-востоке России (Чукотка, Якутия) весной и осенью (см. рис. 1б, г) изменчивость достигает 5.0–5.9°С, в Забайкалье и на юге Дальнего Востока она снижается до 3.5–4.0°С (см. табл. 1). Зимой (см. рис. 1а) на Урале изменчивость составляет 5.0–6.0°С, на юге

[4] http://www.cru.uea.ac.uk

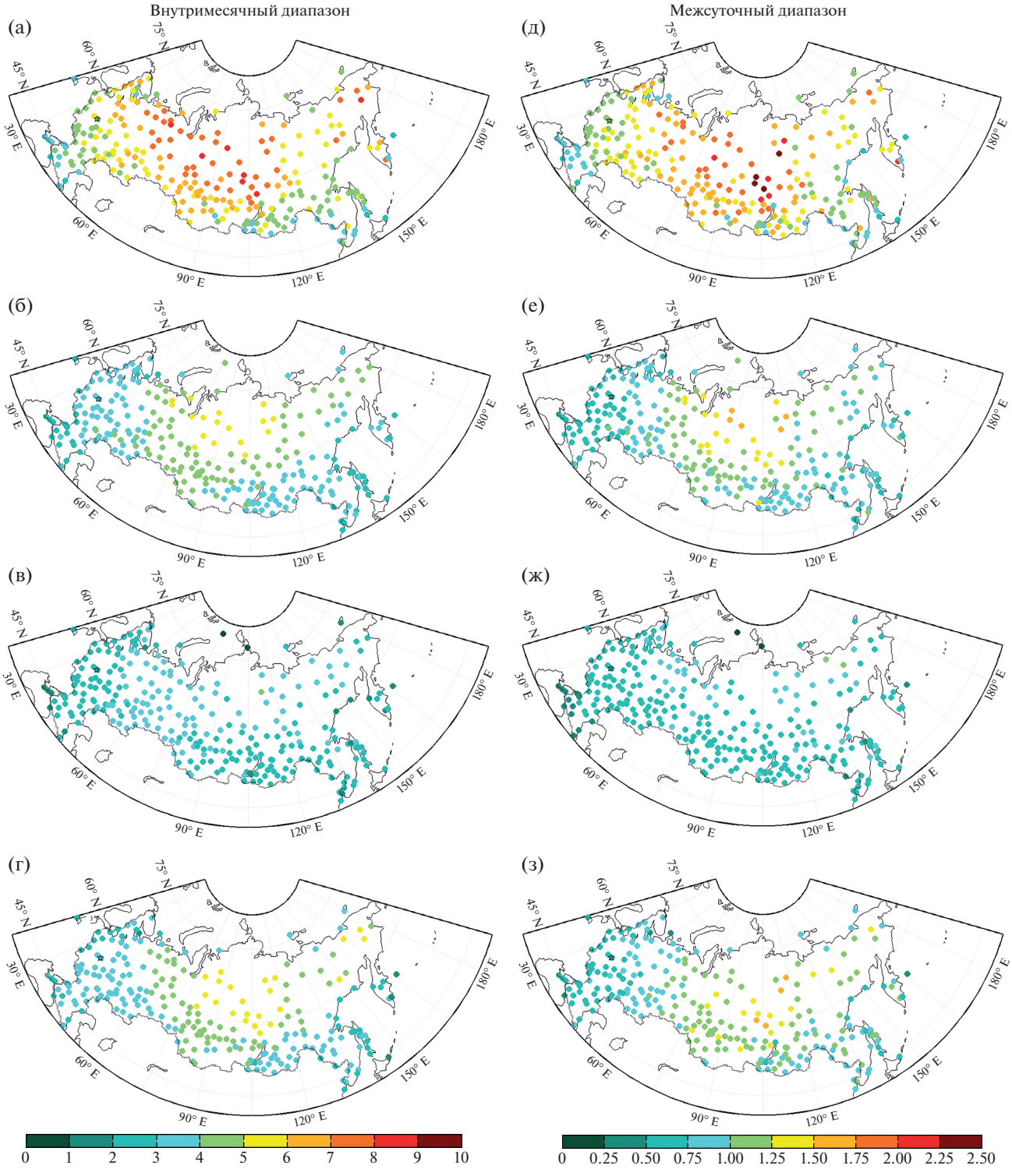

Рис. 1. Стандартное отклонение среднесуточной приземной температуры воздуха за 1970–1999 гг. во временных диапазонах изменчивости: <30 сут ((а) – зима, (б) – весна, (в) – лето, (г) – осень) и <3 сут ((д) – зима, (е) – весна, (ж) – лето, (з) – осень).

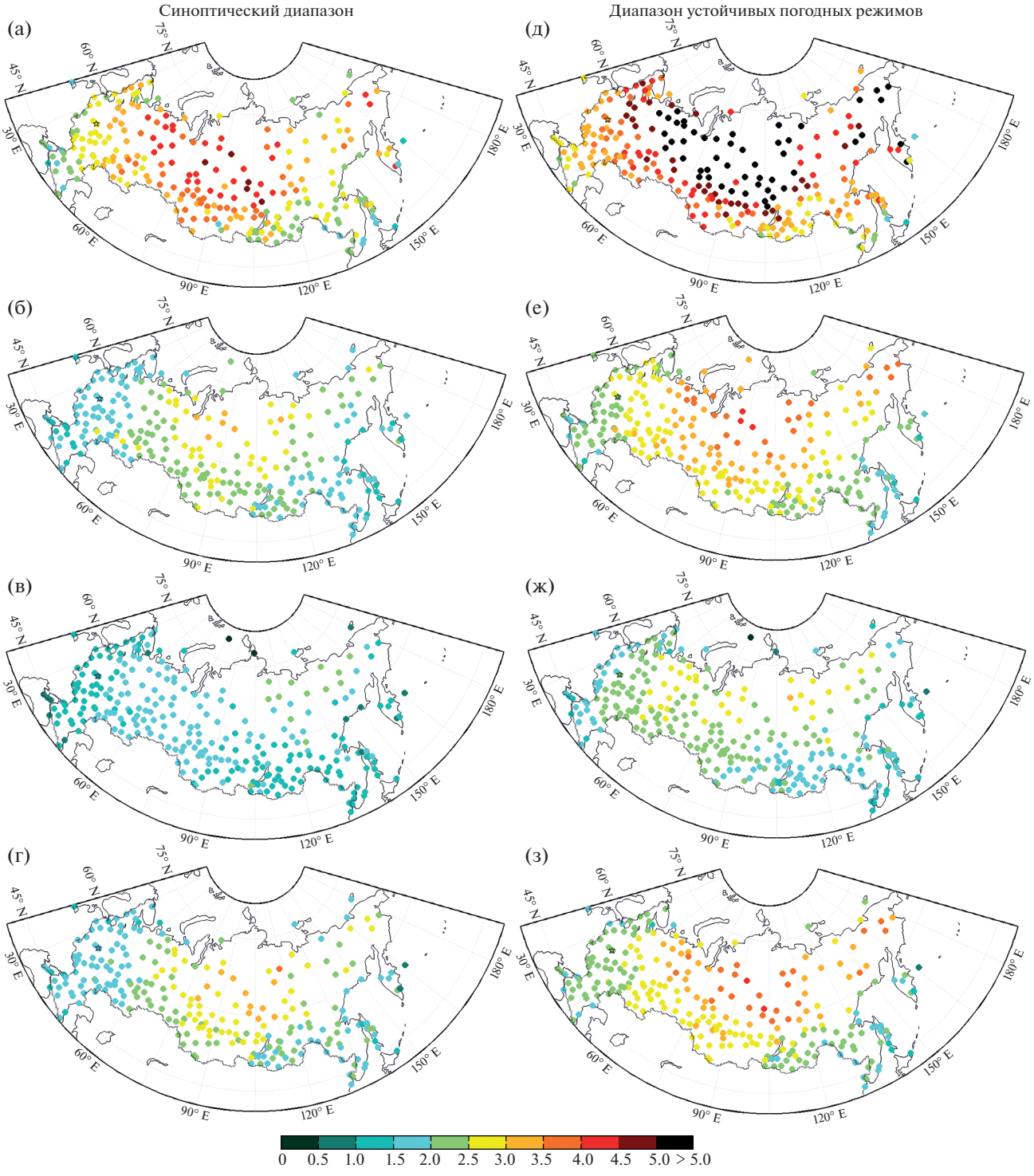

Рис. 2. Стандартное отклонение среднесуточной приземной температуры воздуха за 1970–1999 гг. во временных диапазонах изменчивости: 4–9 сут ((а) – зима, (б) – весна, (в) – лето, (г) – осень) и 10–30 сут ((д) – зима, (е) – весна, (ж) – лето, (з) – осень).

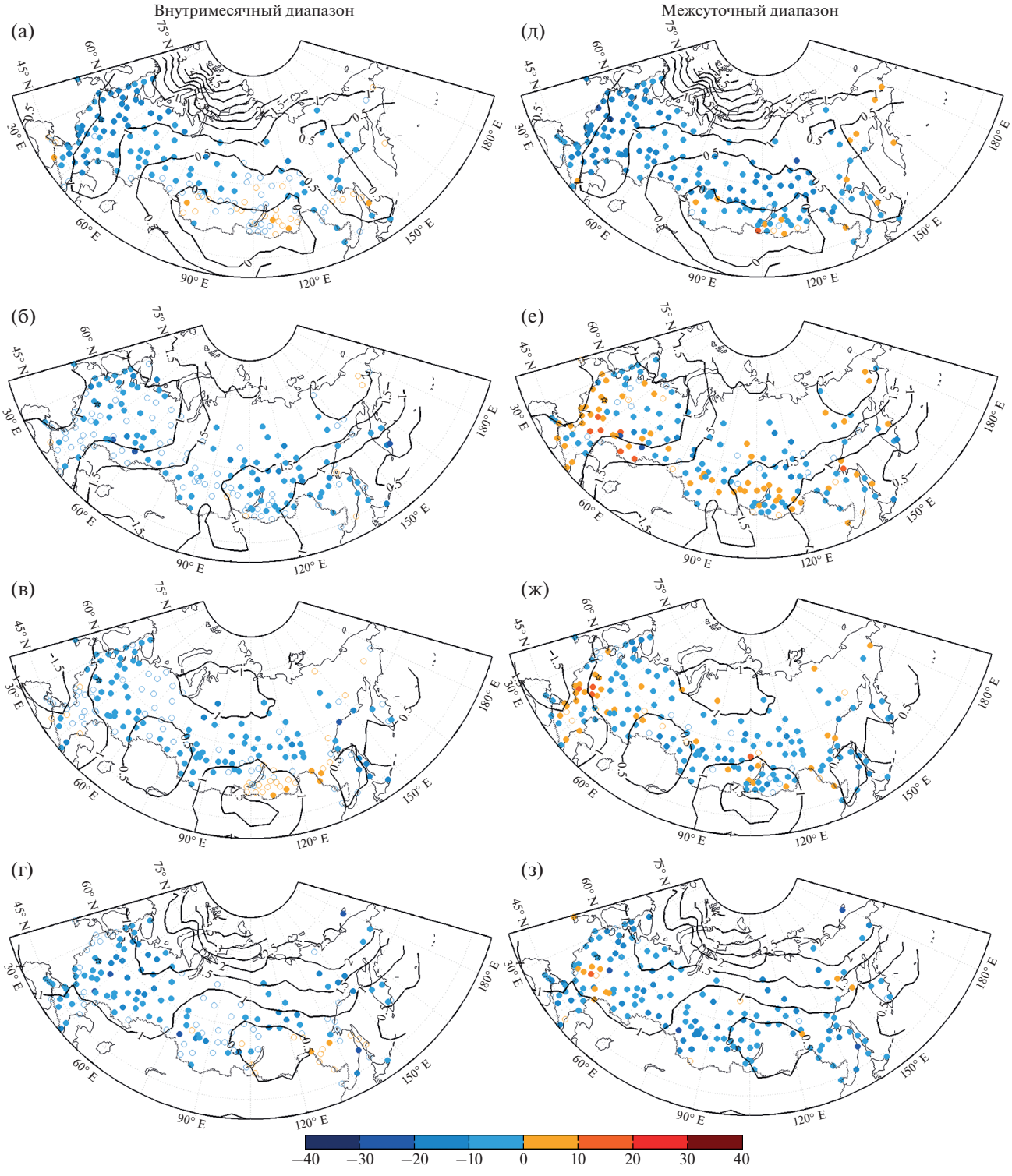

Рис. 3. Изменение (%) отношения стандартных отклонений R = ((std(2000–2018)/std(1970–1999))–1) × 100%) со степенью достоверности >0.9 (закрашенные кружочки) и <0.9 (незакрашенные кружочки) во временных диапазонах изменчивости: <30 сут ((а) – зима, (б) – весна, (в) – лето, (г) – осень) и <3 сут ((д) – зима, (е) – весна, (ж) – лето, (з) – осень). Изолиниями показана разность среднесезонных температур воздуха (°C) mean(2000–2018) – mean(1970–1999).

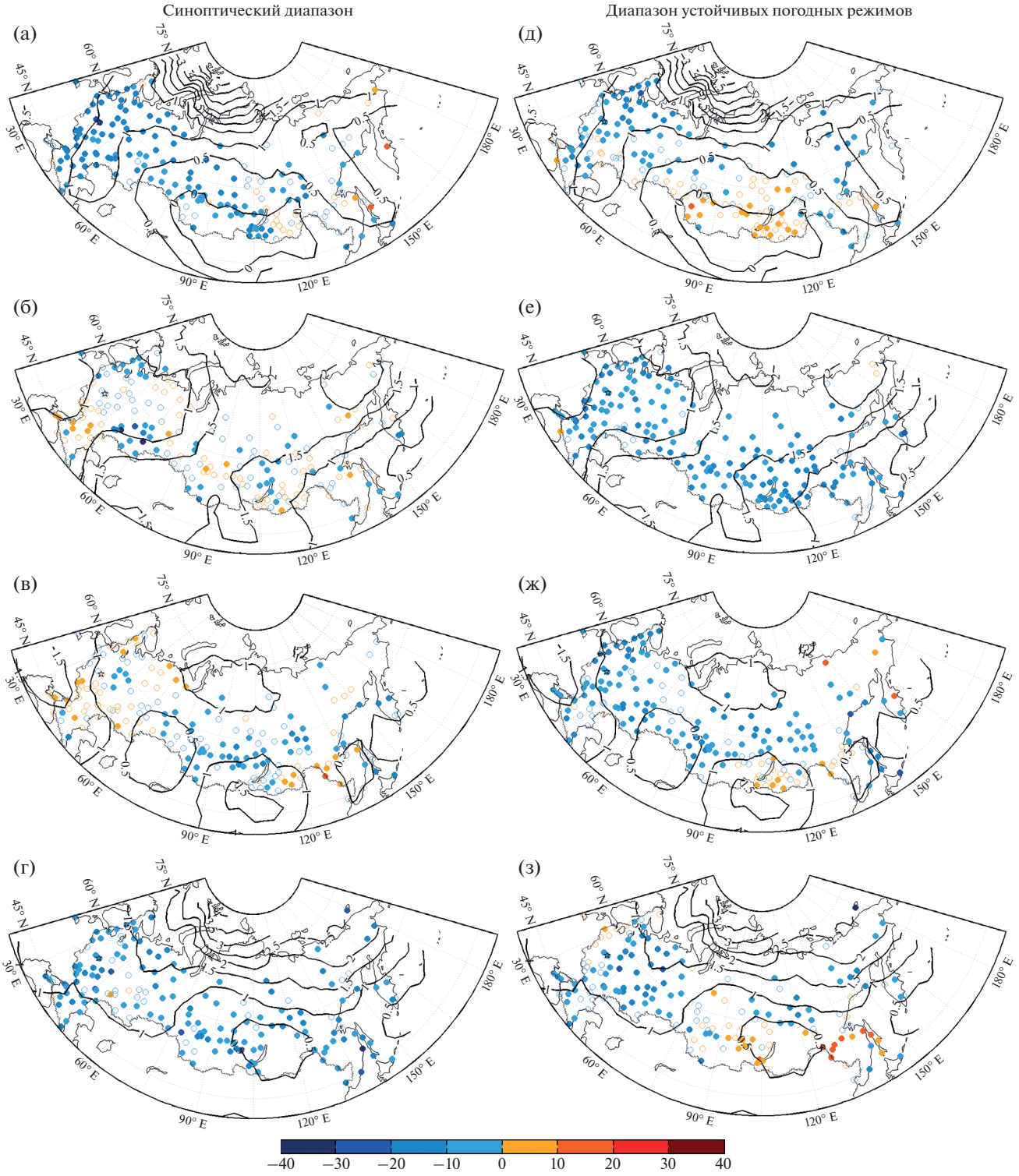

Рис. 4. Изменение (%) отношения стандартных отклонений R = ((std(2000–2018)/std(1970–1999))–1) × 100% со степенью достоверности >0.9 (закрашенные кружочки) и <0.9 (незакрашенные кружочки) во временных диапазонах изменчивости: 4–9 сут ((а) – зима, (б) – весна, (в) – лето, (г) – осень) и 10–30 сут ((д) – зима, (е) – весна, (ж) – лето, (з) – осень). Изолиниями показана разность среднесезонных температур воздуха (°C) mean(2000–2018) – mean(1970–1999).

Таблица 1. Значения СКО для внутримесячного и межсуточного диапазонов для базового (I) и современного (II) периодов (жирным выделены значимые значения)

Город	Координаты		Период	Диапазон							
				внутримесячный				межсуточный			
	с.ш.	в.д.		зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень
Калининград	54.7	20.6	I	**3.6**	**2.8**	**2.2**	**2.4**	**0.9**	0.6	**0.5**	0.6
			II	**3.3**	**2.7**	**2.0**	**2.4**	**0.7**	0.6	**0.5**	0.6
Санкт-Петербург	60.0	30.3	I	**4.5**	**3.1**	**2.4**	2.5	**1.1**	**0.7**	**0.5**	**0.6**
			II	**3.8**	**2.9**	**2.3**	2.5	**0.9**	**0.6**	**0.6**	**0.5**
Мурманск	69.0	33.1	I	**5.3**	3.2	**3.3**	**3.0**	**1.2**	**0.7**	**0.8**	0.8
			II	**4.6**	3.1	**3.1**	**2.9**	**1.1**	**0.7**	**0.7**	0.6
Симферополь	44.7	34.1	I	3.9	**2.9**	**1.9**	**3.1**	**0.9**	**0.6**	**0.4**	**0.6**
			II	4.0	**2.7**	**1.9**	**2.9**	**0.8**	**0.6**	**0.4**	**0.6**
Москва	55.8	37.6	I	**4.7**	**3.2**	**2.6**	**3.1**	**1.1**	**0.7**	**0.5**	**0.7**
			II	**4.0**	**3.1**	**2.5**	**2.8**	**0.9**	**0.7**	**0.5**	**0.7**
Ростов-на-Дону	47.3	39.8	I	**4.0**	2.7	2.3	**3.1**	**0.9**	**0.6**	**0.4**	**0.7**
			II	**3.6**	2.6	2.3	**2.9**	**0.8**	**0.6**	**0.5**	**0.6**
Сочи	43.6	39.8	I	**2.7**	**2.6**	1.5	2.4	0.6	**0.6**	**0.3**	0.5
			II	**2.9**	**2.7**	1.5	2.3	0.6	**0.7**	**0.3**	0.5
Кисловодск	43.9	42.7	I	**3.7**	3.0	**2.1**	**3.2**	**0.8**	**0.6**	**0.4**	**0.6**
			II	**3.4**	3.0	**1.9**	**2.9**	**0.8**	**0.6**	**0.4**	**0.6**
Нижний Новгород	56.3	44.0	I	**5.1**	**3.4**	**3.0**	**4.0**	**1.2**	**0.7**	**0.6**	**0.9**
			II	**4.4**	**3.2**	**2.8**	**3.0**	**1.0**	**0.7**	**0.6**	**0.7**
Волгоград	48.7	44.5	I	**4.3**	3.0	2.7	3.2	**1.1**	**0.7**	**0.6**	**0.7**
			II	**3.8**	3.0	2.7	3.1	**0.9**	**0.7**	**0.5**	**0.7**
Самара	53.3	50.2	I	**5.0**	**3.4**	**3.1**	**3.2**	**1.2**	**0.7**	**0.6**	**0.7**
			II	**4.4**	**3.2**	**2.9**	**3.2**	**1.0**	**0.7**	**0.5**	**0.7**
Пермь	58.0	56.3	I	**5.8**	**3.9**	**3.3**	**3.7**	**1.3**	**0.8**	**0.7**	**0.9**
			II	**5.4**	**3.6**	**3.0**	**3.3**	**1.1**	**0.8**	**0.6**	**0.8**
Екатеринбург	56.8	60.6	I	**5.2**	**4.0**	**3.4**	**3.8**	**1.1**	**0.8**	**0.6**	**0.8**
			II	**4.8**	**3.7**	**3.2**	**3.5**	**1.0**	**0.8**	**0.6**	**0.8**
Салехард	66.5	66.7	I	**7.4**	**4.8**	3.2	**4.6**	**1.7**	**1.2**	**0.7**	**1.1**
			II	**6.6**	**4.7**	3.1	**4.4**	**1.6**	**1.2**	**0.8**	**1.1**
Томск	56.5	84.9	I	**6.2**	4.0	**2.9**	**4.1**	**1.5**	**1.0**	**0.6**	**1.1**
			II	**5.9**	4.0	**2.7**	**3.9**	**1.4**	**1.0**	**0.6**	**0.9**
Красноярск	56.0	92.8	I	6.5	4.2	**2.9**	4.4	**1.5**	**1.0**	**0.6**	**1.1**
			II	6.3	4.1	**2.7**	4.4	**1.3**	**1.0**	**0.6**	**1.0**
Иркутск	52.3	104.4	I	4.8	**3.4**	2.4	3.5	**1.2**	**0.8**	**0.6**	**0.8**
			II	4.7	**3.3**	2.4	3.5	**1.0**	**0.8**	**0.6**	**0.8**
Благовещенск	50.3	127.5	I	3.6	3.1	**2.1**	**2.9**	**0.9**	**0.7**	0.6	**0.8**
			II	3.5	3.0	**2.3**	**3.0**	**0.9**	**0.7**	0.6	**0.7**
Южно-Курильск	44.0	145.9	I	**2.4**	**2.1**	**2.1**	**2.0**	**0.7**	**0.7**	**0.6**	**0.6**
			II	**2.1**	**1.8**	**1.7**	**1.9**	**0.6**	**0.6**	**0.5**	**0.6**
Анадырь	64.8	177.6	I	6.8	4.6	**2.4**	**4.1**	**1.3**	**0.9**	**0.6**	**1.0**
			II	6.8	4.6	**2.3**	**3.7**	**1.3**	**0.9**	**0.6**	**0.8**

Западной Сибири (Тюменская, Кемеровская, Томская области) – 6.4–7.2°С. В Забайкалье и на юге Дальнего Востока происходит снижение СКО до 3.3–6.1°С (см. табл. 1). Летом (см. рис. 1в) распределение СКО по территории России более равномерное, самые высокие значения (3.7–4.1°С) приходятся на Якутию, в центральных областях Сибири изменчивость не превышает 3.5°С, уменьшаясь в восточных районах ЕТР и на юге Западной Сибири до 3.0–3.3°С, в центральных районах ЕТР и в Забайкалье – до 2.4–2.7°С.

В межсуточном диапазоне летом (см. рис. 1ж) на большей части территории России значения СКО составляют 0.5–1.0°С, в северных районах (ЯНАО, Красноярский край, Чукотка) и на Урале изменчивость достигает 0.7–1.0°С, на юге Сибири снижается до 0.5–0.7°С. Зимой (см. рис. 1д) на Урале (Башкирия, Челябинская область) и в южных районах Сибири (Омская, Тюменская, Новосибирская области) изменчивость достигает 1.4–1.7°С, весной (см. рис. 1е) и осенью (см. рис. 1з) – 1.0–1.2°С. В западных и центральных районах ЕТР (Псковская, Нижегородская, Московская области) зимой СКО составляет 1.1–1.3°С, весной и осенью – 0.6–0.9°С (см. табл. 1). Весной и осенью (см. рис. 1е, з) в Забайкалье и на юге Дальнего Востока она снижается до 0.7–1.0°С, зимой – до 0.8–1.7°С.

В синоптическом диапазоне на большей части ЕТР весной и осенью (см. рис. 2б, г) изменчивость меняется от 1.5 до 2.0°С, зимой (см. рис. 2а) в центральных и южных районах она составляет 2.4–3.0°С, летом (см. рис. 2в) – 1.0–1.5°С. На востоке ЕТР (Пермский край, Удмуртия) зимой изменчивость достигает 3.0–3.7°С, весной и осенью – 2.0–3.0°С, летом – 1.7–1.9°С. В Предкавказье, Краснодарском крае, Крыму зимой изменчивость снижается до 2.0–2.3°С, на побережьях морей до 1.5–2.0°С. В Забайкалье (Читинская область, Тыва, Бурятия) и на юге Дальнего Востока (Амурская область) в переходные сезоны изменчивость составляет 2.0–2.3°С, летом – 1.3–1.7°С (табл. 2), зимой достигает 2.7–3.3°С. В юго-западных районах Сибири летом изменчивость имеет значения в диапазоне 1.6–1.9°С, весной и осенью – 2.2–2.8°С (см. табл. 2). Летом на побережьях морей и океанов изменчивость не превышает 0.6–0.9°С, весной и осенью – 1.0–1.5°С.

В диапазоне УПР зимой (см. рис. 2д) на северо-западе (Карелия, Вологодская область) и востоке (Пермский край, Удмуртия) ЕТР, а также на Урале (Челябинская и Свердловская области) и юге Западной Сибири (Кемеровская и Курганская области) изменчивость достигает 5.0°С, весной и осенью – 3.4°С (см. рис. 2е, з). В центральных районах ЕТР (Нижегородская и Московская области, Татарстан) изменчивость ниже – зимой 3.6–4.0°С, в переходные сезоны – 2.0–2.6°С, летом – 2.2–2.4°С. В западных (Брянская, Калининградская области) и южных (Ростовская и Астраханская области, Крым, Калмыкия) районах ЕТР летом (см. рис. 2ж) СКО снижается до 1.6–2.0°С, зимой – до 3.0–3.9°С, весной и осенью – до 1.7–2.5°С (см. табл. 2). На юге Восточной Сибири и Дальнего Востока весной и осенью (см. рис. 2е, з) изменчивость меняется от 2.1 до 2.9°С, летом – от 1.8 до 2.1°С, зимой в Хабаровском крае и на Сахалине она составляет 4.0–4.2°С. Наиболее низкие значения приходятся на прибрежные станции и острова (Калининградская область, Дагестан, Краснодарский край, Курильские острова): весной и осенью 1.0–2.0°С, зимой 1.4–3.0°С, летом 0.8–1.3°С (см. табл. 2).

Изменения СКО температуры в современный период 2000–2018 гг. Изменения (R) среднеквадратического отклонения температуры воздуха в 2000–2018 гг. ($СКО_{2000–2018}$) относительно соответствующих значений для 1970–1999 гг. ($СКО_{1970–1999}$) представлены на рис. 3 и 4. Показатель R рассчитывался по формуле $R = ((СКО_{2000–2018}/СКО_{1970–1999}) – 1) \times 100\%$. Разность среднесезонной температуры воздуха $S = СТВ_{2000–2018} – СТВ_{1970–1999}$ показана на рис. 3 и 4 изолиниями.

Осень. Осенью во внутримесячном диапазоне (см. рис. 3г) величина R меняется от –28 до 5%, в межсуточном (см. рис. 3з) от –29 до 17%, в синоптическом (см. рис. 4г) от –37 до 8%, в диапазоне УПР (см. рис. 4з) от –31 до 16%.

Среднесезонная температура воздуха увеличилась осенью на всей территории России. Разности СТВ увеличиваются с широтой, достигая над Баренцевым морем и на Земле Франца Иосифа 3.5–4.0°С. На ЕТР наиболее низкие значения увеличения СТВ (0.8–1.0°С) приходятся на прибрежные районы (Краснодарский край, Ростовская область) морей, где изменчивость среднесуточной температуры уменьшилась во всех диапазонах. Наибольшее уменьшение (–11...–17%) приходится на синоптический и межсуточный диапазоны. Во внутримесячном и УПР диапазонах изменения изменчивости в Нижнем Поволжье и на западе ЕТР статистически не значимы.

В центральных (Московская, Рязанская и Пензенская области) районах ЕТР разность СТВ увеличивается до 1.2–1.3°С, увеличение изменчивости в межсуточном диапазоне (17%) получено в Тамбовской области и в синоптическом (8%) – в Самарской. В Поволжье в синоптическом диапазоне изменчивость уменьшилась на 28–29% (Нижегородская, Саратовская области), в межсуточном и внутримесячном – на 19–26%, в диапазоне УПР – на 16–21%. На востоке (Пермский край, Башкирия) и северо-востоке (Вологодская область) ЕТР величина S составляет 1.2–1.4°С, изменчивость уменьшилась в диапазоне УПР и

Таблица 2. Значения СКО для синоптического диапазона и диапазона устойчивых погодных режимов для базового (I) и современного (II) периодов (жирным выделены значимые значения)

Город	Координаты		Период	Диапазон							
				синоптический				устойчивых погодных режимов			
	с.ш.	в.д.		зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень
Калининград	54.7	20.6	I	**1.9**	**1.5**	1.2	**1.3**	**2.7**	**2.2**	**1.6**	1.8
			II	**1.6**	**1.3**	1.1	**1.2**	**2.6**	**2.1**	**1.5**	1.8
Санкт-Петербург	60.0	30.3	I	**2.3**	**1.6**	1.3	**1.4**	**3.4**	**2.4**	**1.9**	1.8
			II	**1.9**	**1.5**	1.3	**1.3**	**2.9**	**2.2**	**1.7**	1.9
Мурманск	69.0	33.1	I	**2.8**	1.7	1.8	**1.7**	**4.0**	2.4	**2.4**	2.2
			II	**2.6**	1.7	1.9	**1.5**	**3.3**	2.3	**2.1**	2.2
Симферополь	44.7	34.1	I	2.1	1.6	1.0	**1.8**	3.0	**2.1**	**1.5**	**2.3**
			II	2.1	1.5	1.0	**1.6**	3.1	**2.0**	**1.4**	**2.1**
Москва	55.8	37.6	I	**2.6**	1.7	1.4	**1.7**	**3.4**	**2.5**	**2.0**	**2.2**
			II	**2.1**	1.6	1.4	**1.6**	**3.1**	**2.3**	**1.8**	**2.1**
Ростов-на-Дону	47.3	39.8	I	**2.2**	**1.4**	1.2	**1.7**	**3.0**	**2.0**	**1.8**	**2.3**
			II	**1.9**	**1.5**	1.2	**1.6**	**2.7**	**1.8**	**1.7**	**2.2**
Сочи	43.6	39.8	I	1.5	1.6	**0.8**	1.2	**2.0**	**1.8**	1.1	1.8
			II	1.5	1.6	**0.8**	1.2	**2.2**	**1.9**	1.1	1.8
Кисловодск	43.9	42.7	I	**2.0**	1.6	1.1	**1.7**	2.7	2.2	**1.6**	**2.4**
			II	**1.7**	1.7	1.1	**1.5**	2.6	2.2	**1.4**	**2.2**
Нижний Новгород	56.3	44.0	I	**2.9**	1.8	**1.5**	**2.3**	**3.6**	**2.6**	**2.3**	**2.7**
			II	**2.4**	1.7	**1.5**	**1.6**	**3.3**	**2.4**	**2.1**	**2.2**
Волгоград	48.7	44.5	I	**2.5**	**1.6**	1.4	**1.7**	**3.0**	**2.3**	2.1	2.4
			II	**2.1**	**1.7**	1.5	**1.6**	**2.9**	**2.1**	2.0	2.3
Самара	53.3	50.2	I	**2.8**	**1.9**	1.6	**1.7**	3.5	2.6	**2.4**	**2.4**
			II	**2.3**	**1.7**	1.6	**1.8**	3.3	2.5	**2.1**	**2.2**
Пермь	58.0	56.3	I	**3.2**	**2.1**	1.6	2.0	**4.2**	**2.9**	**2.6**	**2.8**
			II	**3.0**	**2.0**	1.6	1.9	**3.9**	**2.6**	**2.3**	**2.3**
Екатеринбург	56.8	60.6	I	**2.8**	**2.1**	1.7	2.1	**3.9**	**3.0**	**2.6**	**2.8**
			II	**2.6**	**2.0**	1.7	2.0	**3.6**	**2.7**	**2.4**	**2.5**
Салехард	66.5	66.7	I	**4.0**	2.7	**1.7**	**2.5**	**5.5**	**3.5**	**2.4**	3.3
			II	**3.3**	2.7	**1.8**	**2.3**	**5.1**	**3.2**	**2.2**	3.3
Томск	56.5	84.9	I	**3.6**	**2.3**	**1.6**	**2.4**	4.3	**2.9**	**2.2**	2.8
			II	**3.3**	**2.5**	**1.5**	**2.2**	4.2	**2.6**	**2.1**	2.7
Красноярск	56.0	92.8	I	**3.7**	2.5	**1.6**	**2.6**	4.7	**3.0**	**2.1**	**2.9**
			II	**3.4**	2.5	**1.5**	**2.5**	4.7	**2.7**	**2.0**	**3.1**
Иркутск	52.3	104.4	I	**2.7**	1.9	1.3	**2.2**	3.4	**2.5**	1.7	**2.3**
			II	**2.4**	1.9	1.3	**2.0**	3.5	**2.2**	1.8	**2.6**
Благовещенск	50.3	127.5	I	1.9	1.7	**1.1**	**1.7**	2.7	**2.2**	**1.5**	**1.9**
			II	1.9	1.8	**1.3**	**1.5**	2.5	**2.1**	**1.7**	**2.2**
Южно-Курильск	44.0	145.9	I	**1.5**	**1.2**	**1.1**	**1.3**	**1.4**	**1.3**	**1.5**	**1.1**
			II	**1.3**	**1.1**	**0.9**	**1.2**	**1.3**	**1.1**	**1.1**	**1.0**
Анадырь	64.8	177.6	I	**3.2**	2.1	1.4	**2.2**	5.5	3.8	**1.6**	**3.1**
			II	**3.5**	2.1	1.4	**2.0**	5.3	3.7	**1.5**	**2.8**

межсуточном на 15–17%, во внутримесячном – на 11–13%, в синоптическом – на 5–7% (для ряда станций юго-востока ЕТР они статистически не значимы).

На юге Западной Сибири разности СТВ уменьшаются до 0.8–1.1°С (Алтайский край, Кемеровская и Омская области). Уменьшение изменчивости в синоптическом и межсуточном диапазонах (Новосибирская область) достигает –27...–29%, во внутримесячном –22%, в диапазоне УПР –15%. Самые низкие значения S (0.3–0.5°С) получены на юго-востоке Сибири, где во всех диапазонах кроме УПР произошло уменьшение изменчивости, достигающее наибольших значений (–17...–20%) в синоптическом и межсуточном диапазонах в Иркутской области. Для большого количества станций в южных и центральных районах Сибири изменения изменчивости в УПР и внутримесячном диапазонах статистически не значимы.

Низкими значениями S (0.4–0.7°С) характеризуются прибрежные районы Дальнего Востока. В Хабаровском крае в синоптическом диапазоне получено наиболее значительное (–37%, Советская Гавань) уменьшение изменчивости среднесуточной температуры. В других диапазонах уменьшение составило –20...–24% в межсуточном и внутримесячном (Хабаровский край) и –10...–15% (Приморский край) в диапазоне УПР.

На севере (Архангельская и Мурманская области, Республика Коми) и северо-западе (Республика Карелия) ЕТР, в центральных (ХМАО) и северных (ЯНАО) районах Западной Сибири величина S достигает 1.4–1.6°С. На севере ЕТР во всех диапазонах изменчивость уменьшилась на 12–20%, на севере Западной Сибири уменьшение не превышает –5...–9%. В северо-восточных районах Сибири СТВ возросла на 1.5–2.5°С, на Таймыре на 3.5°С. Уменьшение изменчивости в межсуточном и синоптическом диапазонах составило –17...–20%, во внутримесячном (–28%) и диапазоне УПР (–31%) наибольшее уменьшение приходится на о. Врангеля.

В юго-восточных регионах Сибири и Дальнего Востока произошло увеличение изменчивости. В диапазоне УПР увеличение составило 13–16% в Хабаровском крае, Амурской области, на Сахалине и 6–10% на юге Красноярского края и Иркутской области. Незначительное увеличение (5–10%) приходится во внутримесячном диапазоне на Амурскую область. Увеличение статистически не значимо во внутримесячном и УПР диапазонах на побережье Охотского моря и во внутримесячном диапазоне – на о. Сахалин.

Зима. Зимой во внутримесячном диапазоне (см. рис. 3а) величина R меняется от –18 до 9%, в межсуточном (см. рис. 3 д) от –23 до 11%, в синоптическом (см. рис. 4а) от –21 до 13%, в диапазоне УПР (см. рис. 4д) от –21 до 16%.

На большей части территории России изменчивость среднесуточной температуры уменьшилась во всех диапазонах, а СТВ увеличилась. Увеличение разности СТВ происходит в северо-восточном и северо-западном направлениях с максимумом 4.5–5.0°С над Баренцевым морем. Во внутримесячном диапазоне уменьшение на 13–18% охватывает северные и северо-западные районы ЕТР и соответствует повышению СТВ на 1.2–1.5°С.

В межсуточном, синоптическом и УПР диапазонах наиболее значительное уменьшение изменчивости (на 17–21%) приходится на всю ЕТР (см. табл. 1, 2). На большей части ЕТР СТВ увеличилась на 1.0–1.2°С.

В западных районах (Смоленская, Псковская и Калининградская области), на побережьях Балтийского и Черного морей, в районе Кавказских Минеральных Вод разности СТВ снижаются до 0.5–0.9°С. Уменьшение изменчивости в Калининграде в межсуточном диапазоне достигает –20%, а в Краснодарском и Ставропольском краях не превышает –12...–15%. В юго-восточных районах ЕТР (Пермский край, Башкирия, Свердловская область) разности СТВ уменьшаются до 0.4–0.8°С, уменьшение изменчивости в межсуточном диапазоне снижается до –14... –16%, в синоптическом и внутримесячном до –10...–12%, в диапазоне УПР до –7...–8%. Для большинства станций во внутримесячном (Республика Крым) и синоптическом (Республика Крым, Саратовская, Тамбовская и Челябинская области) диапазонах увеличение изменчивости статистически не значимо. В Сочи зимой во внутримесячном и УПР диапазонах, в Махачкале в межсуточном диапазоне отмечается слабое увеличение изменчивости на 2–9%. Наибольшее уменьшение зимой (–23%) получено в межсуточном диапазоне в Смоленской области, в синоптическом (–21%) – в Московской области, во внутримесячном и УПР диапазонах – в Республике Карелия.

В Сибири в межсуточном и синоптическом диапазонах уменьшение изменчивости (на 10–16%) охватывает большинство регионов, в диапазоне УПР (на 5–13%) и внутримесячном (на 5–11%) – центральные и северные районы. Увеличение СТВ в Центральной Сибири составило 0.3–0.8°С (Иркутская область, ХМАО), в северных и северо-восточных районах (ЯНАО, Чукотка) 0.8–1.2°С. Наиболее значительное уменьшение изменчивости во всех диапазонах (–15...–20%) отмечается в Якутии (см. рис. 3, 4). На юге Сибири (Омская, Томская, Новосибирская и Читинская области, Алтайский край, Бурятия) зимой в современный период СТВ уменьшилась на 0.2–0.4°С. При этом во всех диапазонах кроме синоптического произошло увеличение изменчивости среднесуточной температуры на 8–16%. Макси-

мум (Алтайский край, 16%) получен в диапазоне УПР, в межсуточном диапазоне наибольшее увеличение (11%) относится к Бурятии. В синоптическом диапазоне в этом регионе изменчивость уменьшилась (на 5–16%).

Увеличение изменчивости в синоптическом диапазоне статистически не значимо в Забайкалье, во внутримесячном и УПР диапазонах – для отдельных станций в Южной Сибири и Приморском крае. Зимой на побережье Дальнего Востока отмечается увеличение среднесезонной температуры воздуха на 0.3–0.6°C (см. рис. 3, 4). Уменьшение изменчивости во всех диапазонах кроме внутримесячного достигает –13% (Приморский край, Магаданская и Амурская области), во внутримесячном –6...–10%. Наибольшее увеличение в синоптическом диапазоне (на 13%) приходится на Камчатку, во внутримесячном (на 9%) – на Сахалин.

Весна. Весной во внутримесячном диапазоне (см. рис. 3б) величина R меняется от –25 до 4%, в межсуточном (см. рис. 3е) от –25 до 20%, в синоптическом (см. рис. 4б) от –35 до 8%, в диапазоне УПР (см. рис. 4е) от –22 до 6%. На ЕТР самые низкие значения S величиной 0.6–0.7°C получены на северо-западе (Кировская и Вологодская области), в УПР диапазоне им соответствует уменьшение изменчивости среднесуточной температуры на 7–10%, во внутримесячном на 4–6%. В синоптическом диапазоне уменьшение для центральных и восточных районов ЕТР статистически не значимо.

Возрастая в северо-западном направлении, разность СТВ достигает в Псковской, Архангельской областях, Коми и Карелии 0.8–1.0°C, в НАО и Мурманской области – 1.1–1.2°C, над акваторией и островами Баренцева моря – 1.2–2.2°C. Наиболее значительное (на 12–18%) уменьшение изменчивости в этом регионе отмечается во всех диапазонах кроме синоптического. В межсуточном и синоптическом диапазонах отмечается незначительное (на 3–5%) увеличение изменчивости.

В юго-западных (Белгородская, Курская и Ростовская области) и западных (Смоленская и Калининградская области) районах ЕТР величина S возрастает до 1.0–1.1°C, уменьшение изменчивости максимально в УПР диапазоне (–8...–12%), в межсуточном и синоптическом диапазонах получено увеличение (5–13%) изменчивости (Ростовская, Тамбовская и Смоленская области). В синоптическом диапазоне увеличение для юго-западных и северо-восточных районов ЕТР статистически не значимо.

В районе Кавказских Минеральных Вод, Краснодарском крае, Республике Дагестан разность СТВ снижается до 0.7–0.9°C, во всех диапазонах кроме межсуточного изменчивость уменьшилась на 7–13% и увеличилась в межсуточном и УПР диапазонах на 6–10%. Во внутримесячном диапазоне статистически значимого увеличения не получено. В юго-восточных районах ЕТР (Астраханская, Оренбургская и Челябинская области, Башкирия) рост СТВ составил 1.1–1.3°C. Значительное уменьшение изменчивости в синоптическом диапазоне получено в Самарской (–35%) и Челябинской (–33%) областях. В межсуточном и внутримесячном диапазонах уменьшение на Южном Урале и в Поволжье достигает –20...–25%, в диапазоне УПР –16...–18%, максимальное уменьшение (на 25%) в этих диапазонах приходится на Челябинскую область. В межсуточном диапазоне на Южном Урале и в Нижнем Поволжье (Саратовская и Волгоградская области) увеличение изменчивости составляет 5–12%, в Татарстане увеличение максимально (20%).

Сибирь характеризуется высокими значениями разности СТВ. На большей части Западной Сибири (Курганская и Тюменская области, ЯНАО) величина S имеет значения 1.0–1.5°C, в юго-восточных районах (Томская и Новосибирская области, Алтайский край) и центральных районах (Красноярский край, Иркутская область) Восточной Сибири разности СТВ возрастают до 1.5–1.7°C. Уменьшение изменчивости в УПР диапазоне составляет –10...–14%, наибольшие значения (–14...–19%) получены в межсуточном диапазоне (Томская область), наименьшие –6...–8% во внутримесячном и синоптическом. В межсуточном и синоптическом диапазонах выявлено увеличение изменчивости до 7–8%. В центральных районах Сибири для многих станций во внутримесячном и синоптическом диапазонах уменьшение изменчивости статистически не значимо.

Наибольшие разности СТВ (1.8–2.2°C) приходятся на северо-восточные районы Сибири (Чукотка, Якутия, Магаданская область). В синоптическом диапазоне уменьшение изменчивости на побережьях Восточно-Сибирского и Охотского морей статистически не значимо. В Иркутской и Тюменской областях, Красноярском крае изменчивость уменьшилась в УПР диапазоне на 14...–16%, во внутримесячном на 8...–11%. Во всех диапазонах наиболее значительное (–15...–16%) уменьшение изменчивости произошло в Якутии. В межсуточном и синоптическом диапазонах на юге Красноярского края изменчивость увеличилась до 6–9%, во внутримесячном уменьшение не значимо для большого числа станций юга Красноярского края и Забайкалья.

В Забайкальском крае разности СТВ снижаются до 1.0–1.1°C, в Республике Бурятии и на юге Иркутской области до 1.2–1.3°C. Наибольшее уменьшение изменчивости приходится на диапазон УПР (–11...–14%). В межсуточном и синоптическом диапазонах отмечается увеличение из-

менчивости на 5–8%. Значительным уменьшением изменчивости (–16...–22%) во всех диапазонах характеризуется Дальний Восток (Камчатка, Сахалин). В диапазоне УПР наибольшее уменьшение (на 22%) получено на Камчатке (см. рис. 3, 4). На юге Дальнего Востока (Приморский край, Амурская область) S снижается до 0.6–0.7°C, постепенно увеличиваясь к северу до 0.8–1.4°C (Хабаровский край, Магаданская область). На 16% изменчивость увеличилась в межсуточном диапазоне в Хабаровском крае, на 8% в синоптическом в Магаданской области. На Чукотке во всех диапазонах кроме межсуточного значения изменчивости статистически не значимы.

Лето. Летом величина R во внутримесячном диапазоне (см. рис. 3в) изменяется от –24 до 10%, в межсуточном (см. рис. 3ж) от –19 до 14%, в синоптическом (см. рис. 4в) от –19 до 12%, в диапазоне УПР (см. рис. 4ж) –29 до 9%.

На большей части ЕТР рост СТВ имеет значения 0.8–1.0°C, уменьшение изменчивости наиболее значительно в межсуточном и УПР диапазонах (–11...–15%) и приходится на северные (Мурманская область, Республика Карелия) и северо-западные районы (Вологодская, Ленинградская и Новгородская области). Во внутримесячном диапазоне уменьшение составило –5...–7%, в синоптическом диапазоне в Карелии она увеличилась на 6%, а в юго-восточных районах ЕТР – уменьшилась в диапазоне УПР на 8–12%, в других диапазонах – на 4–9%.

Разность СТВ увеличивается в юго-западных и южных районах ЕТР и составляет 1.0–1.3°C в Воронежской, Тамбовской, Волгоградской областях, Ставропольском и Краснодарском краях, 1.4–1.6°C в Ростовской области и Крыму. В межсуточном диапазоне на 11–13% увеличилась изменчивость в Рязанской, Тамбовской и Ростовской областях, на 7–9% в Краснодарском крае, Курской и Белгородской областях. Увеличение межсуточной изменчивости летом в средних широтах Северного полушария подтверждается в (Holmes et al., 2016; Meehl et al., 2000; Wan et al., 2021). В синоптическом и внутримесячном диапазонах для многих станций на юге и северо-востоке ЕТР изменения изменчивости статистически не значимы. Также выявлено незначительное (<6%) увеличение изменчивости в синоптическом диапазоне в Крыму, Республике Калмыкии и Ростовской области. Уменьшение изменчивости максимально (–7...–10%) в УПР и внутримесячном диапазонах в Крыму и Ставропольском крае.

На Урале (Свердловская область) рост среднесезонных температур снижается до 0.5–0.6°C. В диапазоне УПР ему соответствует уменьшение изменчивости (Челябинская область) на 10–13%, в других диапазонах на 4–8%. Самые низкие (0.2–0.4°C) разности СТВ приходятся на юг Западной Сибири (Омская и Курганская области). В межсуточном и УПР диапазонах им соответствует уменьшение изменчивости на 10–15%, в синоптическом и внутримесячном на 5–9%. На юге Восточной Сибири (Республика Бурятия, Забайкальский край, Читинская область) разности СТВ имеют высокие значения (1.2–1.5°C), в Забайкалье отмечается увеличение изменчивости, во всех диапазонах кроме межсуточного оно достигает 6–9%. В межсуточном диапазоне наибольшее увеличение 14% приходится на Иркутскую область, в диапазоне УПР (12%) – на Якутию. Увеличение изменчивости в УПР и внутримесячном диапазонах для Забайкалья статистически не значимо. На побережьях и островах Карского моря (ЯНАО, север Красноярского края) величина S увеличивается до 1.1–1.2°C, во внутримесячом и УПР диапазонах изменчивость уменьшилась на 11–16%, в синоптическом до 8%, в межсуточном отмечается незначительное увеличение (2%).

В центральных (Якутия) и северо-восточных (Чукотка) районах Сибири рост СТВ в современный период составляет 0.7–1.0°C, в межсуточном, синоптическом и УПР диапазонах в Красноярском крае и Якутии изменчивость уменьшилась на 14–19%. На Чукотке уменьшение изменчивости во всех диапазонах незначительно (–4...–7%), в УПР диапазоне наблюдается ее увеличение до 7%. Во внутримесячном диапазоне на северо-востоке Сибири увеличение изменчивости статистически не значимо.

На юге Дальнего Востока (Хабаровский и Приморский края, Сахалин) разность СТВ уменьшается до 0.4–0.6°C. Наибольшее уменьшение в УПР (–29%) и синоптическом (–19%) диапазонах приходится на Хабаровский край и Сахалин (Южно-Курильск –23% и Невельск –14%), в межсуточном – на Красноярский край (–19%). Разность СТВ увеличивается с широтой, достигая в Магаданской области и на Камчатке 0.7–0.8°C. Во внутримесячном диапазоне наиболее значительное уменьшение изменчивости отмечается на побережье Тихого океана (Охотск –24%, Сахалин –13...–18%, Южно-Курильск –19%). Во всех диапазонах на юге Дальнего Востока (Амурская область) отмечается рост изменчивости, в синоптическом и внутримесячном диапазонах он составляет 12 и 10% соответственно, в диапазоне УПР 5–11%, в межсуточном <5%. В синоптическом диапазоне увеличение изменчивости на побережье Охотского моря статистически не значимо.

ВЫВОДЫ

В современный период (2000–2018 гг.) относительно предшествующих трех десятилетий в большинстве регионов России происходит уменьше-

ние изменчивости среднесуточной температуры (как правило, на 10–20%) во все сезоны на фоне повышения средней температуры. Наибольшее уменьшение (на 33–37%) отмечается весной и осенью в синоптическом диапазоне изменчивости на Дальнем Востоке и юго-востоке ЕТР. Зимой наиболее значительное уменьшение изменчивости (на 18–23%) во всех диапазонах отмечается в центральных и северо-западных районах ЕТР.

В южных районах ЕТР и Сибири зимой наблюдается увеличение (до 16%) изменчивости среднесуточной температуры. В другие сезоны оно отмечается главным образом в межсуточном диапазоне весной (на 20%) и осенью (на 17%) в отдельных регионах ЕТР (Республика Татарстан, Тамбовская область), летом – в Иркутской области (на 14%).

Увеличение изменчивости в межсуточном диапазоне в центральных районах ЕТР летом (12–13%) согласуется с исследованиями (Holmes et al., 2016; Meehl et al., 2000; Wan et al., 2021) об увеличении межсуточной изменчивости летом в средних широтах Северного полушария.

В целом, сравнение изменений СКО в различных диапазонах изменчивости и изменений средней температуры не выявило устойчивой связи между этими характеристиками. При общем снижении изменчивости температуры на территории России, следует отметить ее рост в диапазоне устойчивых погодных режимов зимой на фоне похолодания на юге Сибири. Это явление связано с более частым формированием зимних блокирующих антициклонов южнее Баренцева моря в начале XXI в. и адвекцией холодного арктического воздуха в этот регион, что связывается с реакцией атмосферной циркуляции на сокращение площади морских льдов в Баренцевом море.

Обнаруженное общее снижение изменчивости на территории России согласуется с тенденцией к уменьшению меридионального градиента температуры в средних широтах Северного полушария при глобальном потеплении и снижению интенсивности термической адвекции.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания Института географии РАН АААА-А19-119022190173-2 (FMGE-2019-0009).

FUNDING

The work was carried out within the framework of the state-ordered research theme of the Institute of Geography RAS AAAA-A19-119022190173-2 (FMGE-2019-0009).

Список литературы

Алексеев Г.В. Арктическое измерение глобального потепления // Лёд и Снег. 2014. Т. 54. № 2. С. 53–68.

Астахов Н.В., Башкиров А.В., Журилова О.Е., Макаров О.Ю. Частотно-временной анализ нестационарных сигналов методами вейвлет-преобразования и оконного преобразования Фурье // Радиотехника. 2019. № 6 (8). С. 109–112.

Бабина Е.Д., Семенов В.А. Внутримесячная изменчивость среднесуточной приземной температуры воздуха на территории России в период 1970–2015 гг. // Метеорология и гидрология. 2019. № 8. С. 21–33.

Бардин М.Ю., Платова Т.В. Изменения порогов экстремальных значений температур и осадков на территории России в период глобального потепления // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2013. № 25. С. 71–93.

Виноградова В.В. Зимние волны холода на территории России со второй половины XX века // Изв. РАН. Сер. геогр. 2018. № 3. С. 37–46.

Володин Е.М., Грицун А.С. Воспроизведение возможных будущих изменений климата в XXI веке с помощью модели климата INM-CM5 // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2020. Т. 56. № 3. С. 255–266.

Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С. 50–66.

Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. М.: ФГБУ “ВНИИГМИ-МЦД”, 2012. 193 с.

Киктев Д.Б., Круглова Е.Н., Куликова И.А., Муравьев А.В. Экстремальные метеорологические явления на сезонных и внутрисезонных интервалах времени в контексте изменения климата // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 1 (379). С. 36–57.

Коваленко О.Ю., Бардин М.Ю., Воскресенская Е.Н. Изменения характеристик экстремальности температуры воздуха в Причерноморском регионе и их изменчивость в связи с крупномасштабными климатическими процессами межгодового масштаба // Фундаментальная и прикладная климатология. 2017. № 2. С. 42–62.

Логинов С.В., Елисеев А.В., Мохов И.И. Влияние негауссовой статистики атмосферных переменных на экстремальные внутримесячные аномалии // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2017. Т. 53. № 3. С. 307–317.

Мохов И.И., Семенов В.А. Погодно-климатические аномалии в Российских регионах и их связь с глобальными изменениями климата // Метеорология и гидрология. 2016. № 2. С. 16–28.

Мохов И.И., Тимажев А.В. Модельные оценки возможных изменений атмосферных блокирований в северном полушарии при RCP-сценариях антропогенных воздействий // Доклады АН. 2015. Т. 460. № 2. С. 210–214.

Поляк И.И. Численные методы анализа наблюдений. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 212 с.

Попова В.В. Летнее потепление на Европейской территории России и экстремальная жара 2010 г. как проявление тенденций крупномасштабной атмосферной циркуляции в конце XX в. – начале XXI в. // Метеорология и гидрология. 2014. № 3. С. 37–49.

Рубинштейн К.Г., Оганесян В.В., Грачев Н.В. Воспроизведение приземной температуры воздуха и ее изменчивости // Метеорология и гидрология. 2004. № 12. С. 42–51.

Семенов В.А. Связь аномально холодных зимних режимов на территории России с уменьшением площади морских льдов в Баренцевом море // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2016. Т. 52. № 3. С. 257–266.

Семенов В.А., Шелехова Е.А., Мохов И.И. Влияние Атлантического долгопериодного колебания на формирование аномальных климатических режимов в регионах Северной Евразии по модельным расчетам // Доклады АН. 2014. Т. 459. № 6. С. 742–745.

Спорышев П.В., Катцов В.М., Матюгин В.А. Согласованность изменений температуры на территории России в ансамблевых модельных расчетах и данных наблюдений // Метеорология и гидрология. 2012. № 1. С. 5–20.

Стонт Ж.И., Демидов А.Н. Современные тенденции изменчивости температуры воздуха над акваторией юго-восточной Балтики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 2. С. 50–58.

Титкова Т.Б., Черенкова Е.А., Семенов В.А. Изменения зимних экстремальных температур и осадков на территории России в последние десятилетия и их региональные особенности // Лёд и Снег. 2018. № 4. С. 486–497.

Тищенко В.А., Хан В.М., Вильфанд Р.М., Рожет Е. Исследование развития атмосферных процессов блокирования и квазистационирования антициклонов в Атлантико-Европейском секторе // Метеорология и гидрология. 2013. № 7. С. 15–30.

Шакина Н.П., Иванова А.Р. Блокирующие антициклоны: современное состояние исследований и прогнозирования // Метеорология и гидрология. 2010. № 11. С. 5–18.

Шукуров К.А., Семенов В.А. Характеристики зимних аномалий приземной температуры в Москве в 1970–2016 гг. при сокращении площади морских льдов в Баренцевом море // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2018. Т. 54. № 1. С. 13–27.

Bekryaev R., Polyakov I., Alexeev V. Role of polar amplification in long-term surface air temperature variations and modern Arctic warming // J. Climate. 2010. Vol. 23. P. 3888–3906.

Borodina A., Fischer E.M., Knutti R. Potential to constrain projections of hot temperature extremes // J. Climate. 2017. Vol. 30. № 24. P. 9949–9964.

Cattiaux J., Douville H. et al. Projected increase in diurnal and interdiurnal variations of European summer temperatures // Geophys. Res. Lett. 2015. Vol. 42 (3). P. 899–907.

Cheung A., Mann M. et al. Comparison of low frequency internal climate variability in CMIP5 models and observations // J. Climate. 2017. № 30. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0712.1

Christoph M., Ulbrich U., Haak U. Faster determination of the intraseasonal variability of storm tracks using Murakami's recursive filter // Mon. Wea. Rev. 1995. Vol. 123. № 2. P. 578–581.

Cui J., Yang S., Li T. Intraseasonal Variability of Summertime Surface Air Temperature over Mid-High-Latitude Eurasia and Its Prediction Skill in S2S Models // J. Meteorol. Res. 2021. Vol. 35. P. 815–830.

Fischer E.M., Rajczak J.,Schär C. Changes in European summer temperature variability revisited // Geophys. Res. Lett. 2012. Vol. 39. P. 1–8.

Fischer E.M., Schär C. Future changes in daily summer temperature variability: driving processes and role for temperature extremes // Climate Dynam. 2009. Vol. 33. P. 917–935.

Fredriksen H.B., Rypdal K. Spectral characteristics of instrumental and climate model surface temperatures // J. Climate. 2016. Vol. 29. P. 1253–1268.

Gough W., Shi B. Impact of coastalization on day-to-day temperature variability along China's East Coast // J. Coastal Res. 2020. Vol. 36 (3). P. 451–456.

Guo F., Do V., Cooper R. et al. Trends of temperature variability: Which variability and what health implications? // Sci. of the Total Environ. 2021. Vol. 768, P. 144–487.

Holmes et al. Robust future changes in temperature variability under greenhouse gas forcing and relationship with thermal advection // J. Climate. 2016. Vol. 29. P. 2221–2236.

Kiktev D., Sexton D. et al. Comparison of Modeled and Observed Trends in Indices of Daily Climate Extremes // J. Climate. 2003. Vol. 16. P. 3560–3571.

Li S.F., Jiang D.B., Lian Y., Yao Y.X. Trends in day-to-day variability of surface air temperature in China during 1961–2012 // Atmos. Ocean. Sci. Lett. 2017. Vol. 10. № 2. P. 122–129.

Lupo A.R., Oglesby R.J., Mokhov I.I. Climatological features of blocking anticyclones: a study of Northern Hemisphere CCM1 model blocking events in present-day and double CO_2 concentration atmospheres // Climate Dynam. 1997. № 13. P. 181–195.

Meehl G., Zwiers F. et al. Trends in extreme weather and climate events: issues related to modeling extremes in projections of future climate change // Bull. Meteorol. Soc. 2000. Vol. 81. № 3. P. 427–436.

Mitchell J.M. An Overview of Climatic variability and its causal mechanisms // Quat. Res. 1976. Vol. 6. P. 481–493.

Schär C., Vidale P., Lüthi D., Frei C., Häberli C., Liniger M., Appenzeller C. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves // Nature. 2004. Vol. 427. P. 332–336.

Schneider T., Bischoff T., Płotka H. Physics of changes in synoptic midlatitude temperature variability // J. Climate. 2015. V. 28. P. 2312–2331.

Screen J.A. Arctic amplification decreases temperature variance in northern mid- to high-latitudes // Nature Clim. Change. 2014. Vol. 4. P. 577–582.

Screen J.A., Deser C., Sun L. Reduced risk of North American cold extremes due to continued Arctic sea ice loss // Bull. Amer. Meteor. Soc. 2015. Vol. 96. P. 1489–1503.

Signal Processing Toolbox User's Guide // Natick: The MathWorks, Inc. 1993. 658 p.

Szyga-Pluta K. Large day-to-day variability of extreme air temperatures in Poland and its dependency on atmospheric circulation // Atmosphere. 2021, Vol. 12. № 1. P. 80–100.

Wan H., Kirchmeier-Young M.C. et al. Human influence on daily temperature variability over land // Environ. Res. Lett. 2021. Vol. 16. № 9. 94026.

Weisheimer A., Palmer T.N. Changing frequency of occurrence of extreme seasonal temperature under global warming // Geophys. Res. Lett. 2005. Vol. 32. № 20. L20721.
https://doi.org/10.1029/2005GL023365

Woolings T., Masato G., Dunn-Sigouin E., Barnes E. Exploring recent trends in Northern Hemisphere blocking // Geoph. Res. Lett. 2014. Vol. 1. P. 1–15.

Yeh S.W., Hyun S.H., Park I.H., Zheng X.T. Surface temperature variability in climate models with large and small internal climate variability // Quart. J. Royal Meteorol. Soc. 2021. Vol. 147 (738). P. 3004–3016.

Ylhäisi J.S., Räisänen J. Twenty-first century changes in daily temperature variability in CMIP3 climate models // Int. J. Climatol. 2014. Vol. 34. P. 1414–1428.

Zhao S., Zhang J., Deng Y., Wang N. Understanding the Increasing Hot Extremes over the Northern Extratropics Using Community Atmosphere Model // Asia-Pacific J. Atmos Sci. 2021.
https://doi.org/10.1007/s13143-021-00264-z

Changes in Intensity of Daily Surface Air Temperature Variations in Different Intramonthly Variability Ranges from Russian Meteorological Stations in 1970–2018

E. D. Babina[1, *] and V. A. Semenov[1, 2, **]

[1] *Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[2] *Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**e-mail: babina@igras.ru*

***e-mail: vasemenov@ifaran.ru*

The variability of daily surface air temperature in Russia is investigated using meteorological station data for 1970–2018. Four variability ranges are analysed: intramonthly (<30 days), interdaily (<3 days), synoptic (4–9 days), and the range of persistent weather regimes (10–30 days). Standard deviations are estimated for the reference (1970–1999) and modern (2000–2018) climatic periods for all seasons. During the modern period, the variability of average daily surface air temperature decreases (in general by 10–20%) while the average seasonal temperature increases. The largest variability decrease (33–37%) is found in spring and autumn to the Far East and the southeastern part of European Russia. In the European North of Russia in winter and autumn, average mean seasonal temperature increased by 4–5°C. In winter, the largest decrease of temperature variability (18–23%) in all ranges is in central and north-western regions of the European Russia. The variability increase is revealed in the southern areas of Russia. In winter, the increase is the largest (16%) in the southern regions of Siberia in the range of persistent weather regimes. In other seasons, the increase of variability is found in the interdaily variability range in the European Russia in spring (20%) and autumn (17%), and the East Siberia in summer (14%). In general, there is a prevailing tendency towards a decrease of intramonthly surface air temperature variability in Russia for the last 50 years.

Keywords: surface air temperature variability, climate change, synoptic variability, interdaily variability, intramonthly variability, Russia

REFERENCES

Alekseev G.V. Arctic dimension of global warming. *Led i Sneg*, 2014, vol. 54, no. 2, pp. 53–68. (In Russ.).

Astakhov N.V., Bashkirov A.V., Zhurilova O.E., Makarov O.Yu. Time-frequency analysis, wavelet-transform, windowed fourier transform. *Radiotekhnika*, 2019, no. 6 (8), pp. 109–112. (In Russ.).

Babina E.D., Semenov V.A. Intramonthly variability of daily surface air temperature in Russia in 1970–2015. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2019, vol. 44, pp. 513–522.

Bardin M.Yu., Platova T.V. Changes in temperature and precipitation extreme thresholds in Russia during the period of global warming. *Probl. Ekol. Monitoringa i Model. Ekosist.*, 2013, no. 25, pp. 71–93. (In Russ.).

Barnes E.A., Dunn-Sigouin E., Masato G., Woollings T. Exploring recent trends in Northern Hemisphere blocking. *Geophys. Res. Lett.*, 2014, vol. 41, no. 2, pp. 638–644.

Bekryaev R.V., Polyakov I.V., Alexeev V.A. Role of polar amplification in long-term surface air temperature variations and modern Arctic warming. *J. Clim.*, 2010, vol. 23, no. 14, pp. 3888–3906.

Borodina A., Fischer E.M., Knutti R. Potential to constrain projections of hot temperature extremes. *J. Clim.*, 2017, vol. 30, no. 24, pp. 9949–9964.

Cattiaux J., Douville H., Schoetter R., Parey S., Yiou P. Projected increase in diurnal and interdiurnal variations of European summer temperatures. *Geophys. Res. Lett.,* 2015, vol. 42, no. 3, pp. 899–907.

Cheung A.H., Mann M.E., Steinman B.A., Frankcombe L.M., England M.H., Miller S.K. Comparison of low frequency internal climate variability in CMIP5 models and observations. *J. Clim.*, 2017, vol. 30, no. 12, pp. 4763–4776.

Christoph M., Ulbrich U., Haak U. Faster determination of the intraseasonal variability of storm tracks using Murakami's recursive filter. *Mon. Weather Rev.*, 1995, vol. 123, no. 2, pp. 578–581.

Cui J., Yang S., Li T. Intraseasonal variability of summertime surface air temperature over mid-high-latitude Eurasia and its prediction skill in S2S models. *J. Meteorol. Res.,* 2021, vol. 35, no. 5, pp. 815–830.

Fischer E.M., Rajczak J., Schär C. Changes in European summer temperature variability revisited. *Geophys. Res. Lett.*, 2012, vol. 39, no. 19, pp. 1–8. https://doi.org/10.1029/2012GL052730

Fisher E.M., Schär C. Future changes in daily summer temperature variability: driving processes and role for temperature extremes. *Clim. Dyn.*, 2009, vol. 33, no. 7, pp. 917–935.

Fredriksen H.B., Rypdal K. Spectral characteristics of instrumental and climate model surface temperatures. *J. Clim.*, 2016, vol. 29, pp. 1253–1268.

Gough W., Shi B. Impact of coastalization on day-to-day temperature variability along China's East Coast. *J. Coast. Res.,* 2020, vol. 36, no. 3, pp. 451–456.

Gruza G.V., Rankova E. Detection of changes in climate state, climate variability, and climate extremity. *Russ. Meteorol. Hydrol.,* 2005, no. 4, pp. 31–43.

Gruza G.V., Rankova E. *Nabludaemye i ozhidaemye izmeneniya klimata Rossii: temperatura vozdukha* [Observed and Expected Climate Changes over Russia: Surface Air Temperature]. Moscow: VNIIGMI-MTsD, 2012. 193 p.

Guo F., Do V., Cooper R., et al. Trends of temperature variability: Which variability and what health implications? *Sci. Total Environ.*, 2021, vol. 768, 144487.

Holmes C.R., Woollings T., Hawkins E., De Vries H. Robust future changes in temperature variability under greenhouse gas forcing and relationship with thermal advection. *J. Clim.*, 2016, vol. 29, no. 6, pp. 2221–2236.

Kiktev D., Sexton D.M., Alexander L., Folland C.K. Comparison of modeled and observed trends in indices of daily climate extremes. *J. Clim.,* 2003, vol. 16, pp. 3560–3571.

Kiktev D.B., Kruglova E.N., Kulikova E.A., Murav'ev A.V. Extreme weather events on seasonal and intraseasonal timescales in the context of climate change. *Gidrometerol. Issled. i Prognoz.*, 2021, no. 1 (379), pp. 36–57. (In Russ.).

Kovalenko O.Yu., Bardin M.Yu., Voskresenskaya E.N. Changes in characteristics of air temperature extremes over the Black Sea region and their variability associated with interannual large-scale climatic processes. *Fundam. i Priklandn. Climatol.*, 2017, no. 2, pp. 42–62. (In Russ.).

Li S.F., Jiang D.B., Lian Y., Yao Y.X. Trends in day-to-day variability of surface air temperature in China during 1961–2012. *Atmos. Ocean. Sci. Lett.,* 2017, vol. 10, no. 2, pp. 122–129.

Loginov S.V., Eliseev A.V., Mokhov I.I. Impact of non-gaussian statistics of atmospheric variables on extreme intramonth anomalies. *Izv., Atmos. Ocean. Phys.,* 2017, vol. 53, no. 3, pp. 269–278.

Lupo A.R., Oglesby R.J., Mokhov I.I. Climatological features of blocking anticyclones: a study of Northern Hemisphere CCM1 model blocking events in present-day and double CO_2 concentration atmospheres. *Clim. Dyn.*, 1997, vol. 13, pp. 181–195.

Meehl G.A., Zwiers F., Evans J., Knutson T., Mearns L., Whetton P. Trends in extreme weather and climate events: issues related to modeling extremes in projections of future climate change. *Bull. Am. Meteorol. Soc.,* 2000, vol. 81, no. 3, pp. 427–436.

Mitchell J.M. An overview of climatic variability and its causal mechanisms. *Quat. Res.*, 1976, vol. 6, no. 4, pp. 481–493.

Mokhov I.I., Semenov V.A. Weather and climate anomalies in Russian regions related to global climate change. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 84–92.

Mokhov I.I., Timazhev A.V. Model assessment of possible changes of atmospheric blockings in the Northern Hemisphere under RCP scenarios of anthropogenic forcings. *Dokl. Earth Sci.*, 2015, vol. 460, no. 1, pp. 63–67.

Polyak I.I. *Chislennye metody analiza nabludenii* [Numerical Methods of Observation Analysis]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1975. 212 p.

Popova V.V. Summertime warming in the European part of Russia and extreme heat in 2010 as manifestation of large-scale atmospheric circulation trends in the late 20th–early 21st centuries. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2014, vol. 39, no. 3, pp. 159–167.

Rubinshtein K.G., Oganesyan V.V., Grachev N.V. Simulation of surface air temperature and its variability. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2004, no. 12, pp. 30–37.

Schär C., Vidale P.L., Lüthi D., Frei C., Häberli C., Liniger M.A., Appenzeller C. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature,* 2004, vol. 427, pp. 332–336.

Schneider T., Bischoff T., Płotka H. Physics of changes in synoptic midlatitude temperature variability. *J. Clim.,* 2015, vol. 28, no. 6, pp. 2312–2331.

Screen J.A. Arctic amplification decreases temperature variance in northern mid- to high-latitudes. *Nat. Clim. Change*, 2014. vol. 4, no. 7, pp. 577–582.

Screen J.A., Deser C., Sun L. Reduced risk of North American cold extremes due to continued Arctic sea ice loss. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 2015, vol. 96, no. 9, pp. 1489–1503.

Semenov V.A. Link between anomalously cold winters in Russia and sea-ice decline in the Barents Sea. *Izv., Atmos. Ocean. Phys.,* 2016, vol. 52, no. 3, pp. 225–233.

Semenov V.A., Shelekhova E.A., Mokhov I.I., Zuev V.V., Koltermann K.P. Influence of the Atlantic multidecadal oscillation on setting anomalous climate regimes in Northern Eurasia based on model simulation. *Dokl. Earth Sci.*, 2014, vol. 459, no. 6, pp. 742–745.

Shakina N.P., Ivanova A.R. The blocking anticyclones: the state of studies and forecasting. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2010, vol. 35, no. 11, pp. 721–730.

Shukurov K.A., Semenov V.A. Characteristics of winter surface air temperature anomalies in Moscow in 1970–

2016 under conditions of reduced sea ice area in the Barents Sea. *Izv., Atmos. Ocean. Phys.,* 2018, vol. 54, no. 1, pp. 10–24.

Signal Processing Toolbox User's Guide. Natick: The MathWorks, Inc. 1993. 658 p.

Sporyshev P.V., Katsov V.M., Matyugin V.A. A correspondence between the model ensemble simulations and observations on the territory of Russia. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2012, vol. 37, no. 1, pp. 1–11.

Stont G.I., Demidov A.N. Variability of air temperature over the south-eastern Baltic Sea by OIFP D-6 Data (2004–2013). *Vestn. Mosk. Gos. Univ., Ser 5: Geogr.,* 2015, no. 2, pp. 50–58. (In Russ.).

Szyga-Pluta K. Large day-to-day variability of extreme air temperatures in Poland and its dependency on atmospheric circulation. *Atmosphere*, 2021, vol. 12, no. 1, pp. 80–100.

Tischenko V.A., Khan V.M., Vilfand R.M., Roget E. Studying the development of atmospheric processes associated with blocking and quasistationary anticyclones in the Atlantic European sector. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2013, vol. 38, no. 7, pp. 444–455.

Titkova T.B., Cherenkova E.A., Semenov V.A. Regional features of changes in winter extreme temperatures and precipitation in Russia in 1970–2015. *Led i Sneg*, 2018, no. 4, pp. 486–497. (In Russ.).

Vinogradova V.V. Cold waves in winter in Russia since the second half of the 20th century. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2018, no. 3, pp. 37–46. (In Russ.).

Volodin E.M., Gritsun A.S. Simulation of possible future climate changes in the 21st century in the INM-CM5 Climate model. *Izv., Atmos. Ocean. Phys.,* 2020, vol. 56, no. 3, pp. 218–228.

Wan H., Kirchmeier-Young M.C., Zhang X. Human influence on daily temperature variability over land. *Environ. Res. Lett.*, 2021, vol. 16, no. 9, 094026.

Weisheimer A., Palmer T.N. Changing frequency of occurrence of extreme seasonal temperature under global warming. *Geophys. Res. Lett.*, 2005, vol. 32, no. 20, L20721.
https://doi.org/10.1029/2005GL023365

Yeh S.W., Hyun S.H., Park I.H., Zheng X.T. Surface temperature variability in climate models with large and small internal climate variability. *Q. J. R. Meteorol. Soc.,* 2021, vol. 147, pp. 3004–3016.

Ylhäisi J.S., Räisänen J. Twenty-first century changes in daily temperature variability in CMIP3 climate models. *Int. J. Climatol.*, 2014, vol. 34, no. 5, pp. 1414–1428.

Zhao S., Zhang J., Deng Y., Wang N. Understanding the increasing hot extremes over the northern extratropics using community atmosphere model. *Asia-Pacific J. Atmos. Sci.,* 2021.
https://doi.org/10.1007/s13143-021-00264-z

EDN: GRYLSS
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 547–562

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 582.475.1:551.583.4(470.13)

ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНЫ (*Pinus sylvestris* L.) НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

© 2022 г. И. Н. Кутявин[a], *, А. В. Манов[a]

[a]*Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия*

**e-mail: kutjavin-ivan@rambler.ru*

Поступила в редакцию 26.07.2021 г.
После доработки 11.04.2022 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

В статье приводятся результаты исследований климатического сигнала в радиальном приросте сосны обыкновенной, растущей на автоморфных и гидроморфных почвах европейского Северо-Востока России (Республика Коми). На 7 участках, располагающихся в разных подзонах тайги, отобраны образцы древесины (керны и спилы) для построения древесно-кольцевых хронологий сосны, с целью выявления связи ее прироста с параметрами климата. По данным инструментальных метеонаблюдений на исследуемой территории с начала 70-х годов XX столетия отмечается тенденция повышения температуры воздуха и суммы осадков, которые в широтном и долготном градиенте проявляются неодинаково. Статистический анализ связи климат/прирост показал, что основным фактором роста сосны северной тайги и в районе Северного Предуралья выступает температура мая, а в средней и южной тайге – температуры июля. Для сосняков северной тайги выявлена достоверная отрицательная связь ширины годичных колец деревьев с осадками мая и июля. Анализ корреляции индексов прироста со среднемесячными температурами воздуха и суммами месячных осадков в плавающем окне в диапазоне 25 лет показал неустойчивый сигнал за вегетационный период. Отмечено, что за последние 30 лет на европейском Северо-Востоке происходит ослабление климатического сигнала в радиальном приросте древесины, что, видимо, определяется адаптационными способностями сосны к благоприятным термическим условиям. Корреляция взаимоотношений индексированных хронологий со скользящими пятнадцатидневными значениями климатических значений показала, что в условиях средней и южной тайги в начале вегетационного периода положительная связь радиального прироста с температурой воздуха, при ее ослаблении, сменяется на положительную связь с осадками. Однако, такая особенность в северной тайге не проявляется. Здесь в большей степени на прирост сосны положительное влияние оказывает температура воздуха.

Ключевые слова: Север, тайга, дендроклиматология, сосна обыкновенная, радиальный прирост, древесно-кольцевая хронология, климат

DOI: 10.31857/S2587556622040070

Динамические процессы в сосняках происходят под воздействием ряда факторов, основным из которых выступает климат (Frits, 1976; Nikolaev et al., 2009). Во второй половине XX и начале XXI вв. отмечаются значительные изменения климата Земли (Climate ..., 2014; Mc Bean et al., 2005; и др.). Они ведут к изменению продукционных процессов лесных экосистем (Kullman, 2005; Sumichrast et al., 2020). Выявлено, что аномально высокие температуры воздуха в отдельные годы приводят к снижению продуктивности и устойчивости лесных сообществ (Bastos et al., 2014). Современное состояние изученности лесов в условиях климатической нестабильности нуждается в проведении постоянного мониторинга и обновления данных дендроклиматического анализа (Бенькова и др., 2012; Ваганов и др., 1996; Кузнецова и др., 2020; Шиятов, 1986; Climate ..., 2013; Kullman, 2005; Nikolaev et al., 2009; и др.). Однако, большинство этих работ проведено в экстремальных для древесной растительности условиях, где климатический сигнал наиболее четко проявляется в приросте древесины. В сомкнутых естественно развивающихся древостоях рост деревьев лимитируется в большей степени орографическими и фитоценотическими факторами, чем климатическими (Комин, 1973; Малышева, Быков, 2011). По исследованиям лесов бореальной зоны (D'Arrigo et al., 2007), отмечено ослабевание положительной связи между температурой и ростом деревьев, это позволяет предположить, что температура превысила физиологический порог

и в дальнейшем усложнит выявление отклика на изменение климата.

Насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на территории Республики Коми занимают 7.1 млн га. Данный вид обладает высокой пластичностью, имеет широкий ареал (Рысин, Савельева, 2008). Массивы сосновых лесов приурочены в основном к боровым террасам крупных рек – Печоры, Вычегды, Мезени (Леса ..., 1999). На востоке республики в предгорьях Северного и на границе Приполярного Урала сосна формирует островные ареалы, произрастая на каменистых и торфяных почвах (Кутявин, 2018). На севере она заходит до полярного круга, достигая 66.5° с.ш. (Манов, 2014). Дендроклиматические исследования роста сосны на территории Республики Коми приведены в работах (Гурская и др., 2017; Манов, 2014; Drobyshev et al., 2004; Lopatin et al., 2008), но они носят локальный характер и не дают представления о закономерностях динамики ее прироста в связи с изменением климата в зональном аспекте.

Цель данной работы состоит в сравнительной оценке радиального прироста сосны обыкновенной с температурой воздуха и осадками на территории европейского Северо-Востока России, с учетом зональности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рельеф и климат. Климат территории европейского Северо-Востока России характеризуется относительной неоднородностью, что связано с ее большой (1300 км) широтной протяженностью и разнообразием орографических элементов, а также с делением на Русскую платформу и горы Уральской страны. Так, здесь выделяются 5 крупных элементов рельефа: (1) Вычегодско-Мезенская равнина, (2) отроги Северных Увалов, (3) полоса Тиманского кряжа, (4) Уральский хребет – Полярный, Приполярный и Северный Урал, (5) Печорская низменность. Высоты над ур. м. от равнин до вершин гор Урала варьируют в среднем от 100 до 1880 м.

Густая речная сеть, обширные заболоченные территории и преобладание осадков над испарением обуславливают повышенную влажность этой территории. Территория Республики Коми подвержена влиянию арктических и умеренно-холодных воздушных масс. Среднегодовая температура с юга на север понижается от +1 до –6...–7°С. Самый теплый месяц – июль, самый холодный – январь. Осадки варьируют в различных частях республики от 600 до 850 мм. В предгорьях и горах Урала их количество может превышать 1000 мм. Продолжительность вегетационного периода от крайне северной до южной тайги изменяется от 130 до 177 дней[1] (Атлас ..., 1997).

Методы. Дендроклиматический анализ радиального прироста деревьев сосны обыкновенной

[1] Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. Архангельская и Вологодская области, Коми АССР. Кн. 1. Л.: Гидрометиздат, 1989. Вып. 1. 484 с.

Таблица 1. Характеристика объектов исследования и статистические показатели древесно-кольцевых хронологий сосны

Район исследований	Условные обозначения района	Координаты точек	Метеостанция	Группа типов леса	*N*	*r*	Sens	Ar1
Инта	INT	66°04′26.6″ с.ш.; 59°57′00.2″ в.д.	Петрунь	Сфагновая	6	0.53	0.27	–0.040
Зеленоборск	ZLB	64°28′16.10″ с.ш.; 55°19′37.60″ в.д.	Ираель	Зеленомошная	34	0.58	0.22	0.060
Илыч	ILY	63°4′17.50″ с.ш.; 58°36′1.70″ в.д.	Троицко-Печорск	Сфагновая	9	0.54	0.25	0.060
Унья	UNA	61°32′31.03″ с.ш.; 58°12′32.70″ в.д.	Троицко-Печорск	Сфагновая	50	0.58	0.27	0.030
Печора	PECH	61°48′41.25″ с.ш.; 57°35′8.21″ в.д.	Троицко-Печорск	Зеленомошная, лишайниковая	120	0.60	0.27	–0.004
Сыктывкар	SYK	62°2′3.63″ с.ш.; 50°28′34.00″ в.д.	Сыктывкар	Лишайниковая	9	0.55	0.22	0.000
Койгородок	KOY	59°58′58.20″ с.ш.; 50°9′24.90″ в.д.	Объячево	Сфагновая	29	0.70	0.25	0.001

Примечание: *N* – количество индивидуальных хронологий, *r* – коэффициент корреляции между хронологиями, Sens – коэффициент чувствительности, Ar1 – автокорреляция первого порядка.

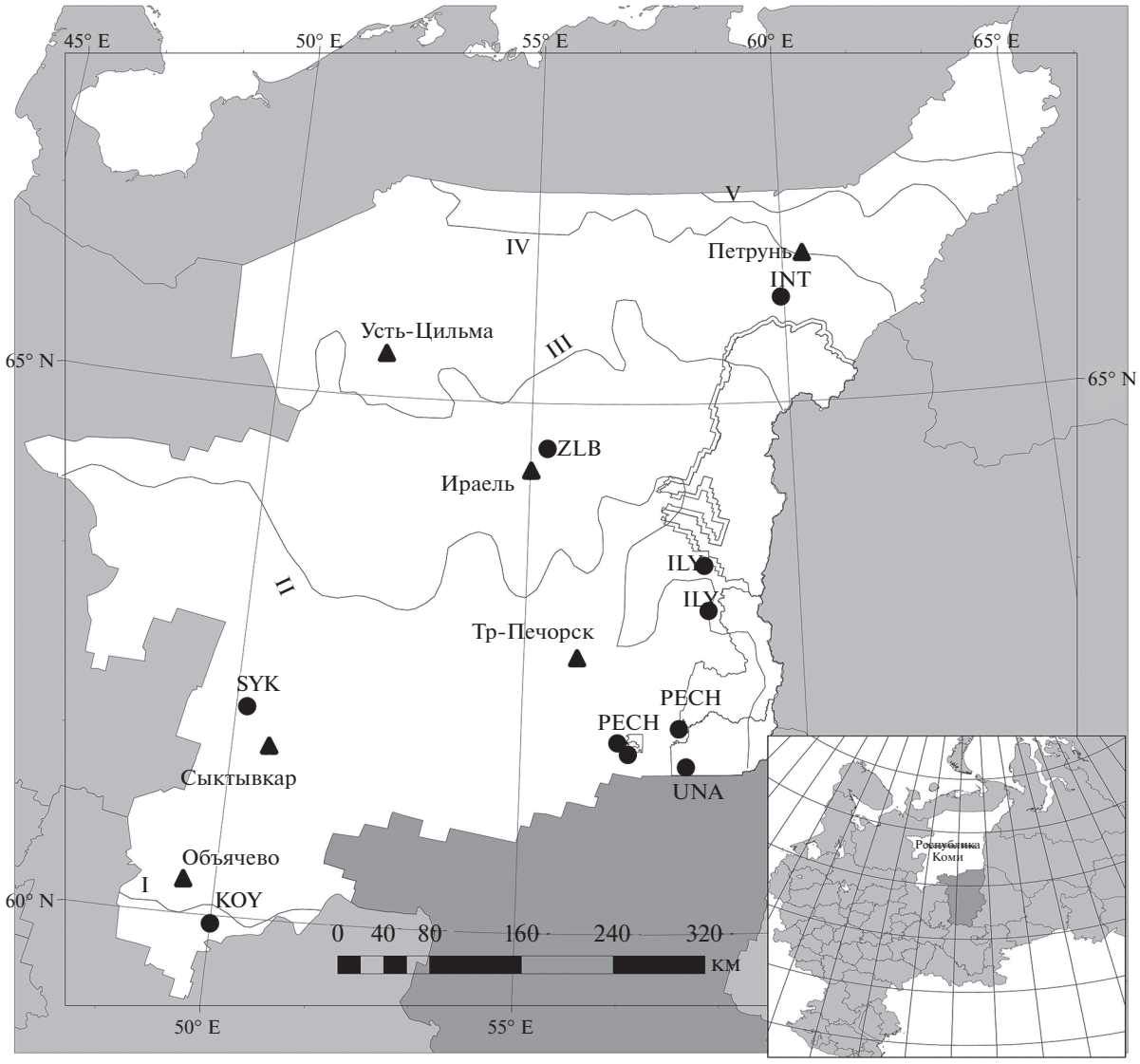

Рис. 1. Карта-схема расположения объектов исследования. Точки – районы отбора образцов древесины; треугольник – места расположения метеостанций; латинскими буквами указан код участков (см. расшифровку в табл. 1). Природные подзоны: I – южная тайга, II – средняя тайга, III – северная тайга, IV – крайнесеверная тайга, V – лесотундра, VI – тундра.

проведен в естественно развивающихся сосняках, расположенных на лесных стационарах Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Отбор образцов проведен с дендрохронологических участков, которым присвоен короткий буквенный код, в подзонах: крайне северной (INT), северной (ZLB, ILY), средней (UNA, PECH, SYK) и южной (KOY) тайги (рис. 1). Исследуемые сосновые фитоценозы развиваются на автоморфных подзолах, а также торфяных почвах и представлены лишайниковыми, зеленомошными и сфагновыми типами сообществ (табл. 1).

На каждом из участков сосняков отобраны с живой и мертвой древесины керны и спилы деревьев по методам, используемым в дендрохронологии (Frits, 1971; Niklasson and Drakenberg, 2001). Образцы древесины брались на высоте от 0.2 до 0.5 м от комля для получения максимального возрастного ряда хронологий. Всего проанализировано 700 образцов древесины, отобранных с деревьев возрастом 100 лет и больше. Посредством программы COFECHA (Holmes, 1983) из них выбраны 258 образцов сосны, пригодных для дендроклиматического анализа (см. табл. 1). Исключение значительного количества образцов из анализа обусловлено индивидуальностью радиального прироста деревьев в сомкнутых разновозрастных древостоях. В относительно благоприятных почвенно-климатических условиях, лимитирующих ширину годичных колец факторы, мы полагаем, что

они могут меняться под действием конкурентных взаимоотношений между деревьями, тем самым уменьшая влияние климатических условий на их прирост. Ширина годичных колец измерялась под бинокуляром с точностью 0.01 мм с использованием полуавтоматического прибора LINTAB V и компьютерной программы TSAP Win (Rinn, 1996). Для снижения искажений влияния возрастных изменений, межвидовой конкуренции, условий места произрастания сосны, а также исключения влияния внешних катастрофических факторов (пожары), для расчета индексов прироста временных рядов использовали метод кубического сглаживания сплайна с окном две трети длины ряда в программной среде *R* в пакете dplR (Bunn, 2008). В связи с высокой автокорреляцией ширины годичных колец отдельные ряды индексов прироста были "выбелены" с применением модели авторегрессии. Остаточные "выбеленные" индексы прироста объединялись в общий ряд путем расчета средних взвешенных значений с использованием пакета dplR.

Индексированные древесно-кольцевые хронологии, полученные для каждой точки, в некоторых случаях объединялись из нескольких участков мест отбора образцов в один. Так, точка PECH была объединена из 8 участков сосняков, произрастающих на автоморфных почвах в одну. Тем самым получена одна хорошая согласованная хронология сосны длительностью 195 лет (см. рис. 1, 3).

Оценку пригодности полученного дендрохронологического материала проводили с использованием таких показателей, как коэффициент корреляции Пирсона (*r*), средний коэффициент чувствительности (Sens) и автокорреляция первого порядка (Ar1), полученных в пакете dplR (см. табл. 1). За пороговую величину общего популяционного сигнала хронологии принято значение 0.85 (Wigley et al., 1984).

При помощи *bootstrap* метода с использованием программного пакета bootRes в среде R, была проведена оценка влияния климатических показателей на радиальный прирост сосны. Используемый метод ориентирован на получении значений коэффициентов множественной линейной регрессии климатических переменных каждого календарного месяца и их доверительный интервал (Zang and Biondi, 2013).

С целью выявления ключевых интервалов влияния на прирост сосны температуры воздуха и осадков использовался метод аналогии, предложенный В.Е. Беньковой с соавт. (2012). Для анализа рассчитаны корреляции индексов прироста со средней температурой и осадками в 15-дневном плавающем окне со сдвигом на 5 дней вперед. Рассматривается период с начала мая по конец сентября, в течение которого возможны существенные реакции формирования ширины годичного кольца на климатические показатели.

Для оценки связи древесно-кольцевых хронологий с климатом использовались суточные данные пяти метеостанций[2] с длительным периодом непрерывных наблюдений, наиболее близко расположенных от объектов исследования (см. табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамика многолетней среднегодовой температуры и суммы годовых осадков показывает выраженную тенденцию роста количества осадков и температуры воздуха на Северо-Востоке европейской части России. На территории Республики Коми среднегодовые значения метеопараметров имеют неоднородный характер (рис. 2). 70-летние метеонаблюдения на станции Петрунь (INT), располагающейся в подзоне крайне северной тайги, показывают увеличение осадков на 220 мм. Температура приземного слоя воздуха за этот период здесь по сравнению с другими местами изменилась незначительно (тренд составляет 0.3°C/10 лет). По данным метеостанции Ираель (ZLB), расположенной в северной тайге, за последние 60 лет сумма среднегодовых осадков поднялась на 100 мм, среднегодовая температура – на 1°C. По данным метеостанций Троицко-Печорск и Сыктывкар (средняя тайга), среднегодовое количество осадков в западной точке SYK возросло на 200, на юго-восточной точке – PECH на 250 мм. Температура воздуха повысилась на 1–1.5°C. Увеличение температуры на 2°C отмечается в южной тайге (метеостанция Объячево (KOY)). Сумма осадков здесь возрастает на 100 мм.

Полученные коэффициенты корреляции остаточных древесно-кольцевых хронологий сосны, изменяясь от 0.53 до 0.7, показывают значительную тесноту связи между индивидуальными сериями измерений (см. табл. 1). Показатель чувствительности близкий к 0.3 и выше этого значения свидетельствует о достоверном проявлении климатического сигнала древесно-кольцевых хронологий (Шиятов, 1986). Полученные коэффициенты чувствительности изменяются в пределах 0.22–0.27. Самый низкий показатель (0.22) выявлен в средней тайге на точке (SYK). Из отобранных на этой точке 120 образцов, синхронность в радиальном приросте показали только 9.

Проведенный бутстреп-анализ влияния температуры воздуха за вегетационный период текущего года на прирост древесины сосны показал положительную достоверную связь с температурами мая на точках северной тайги (ZLB) и территории Северного Приуралья (ILY, PECH и UNA) (рис. 4). На двух участках (SYK, KOY), располо-

[2] http://aisori-m.meteo.ru/waisori (дата обращения 20.01.2021).

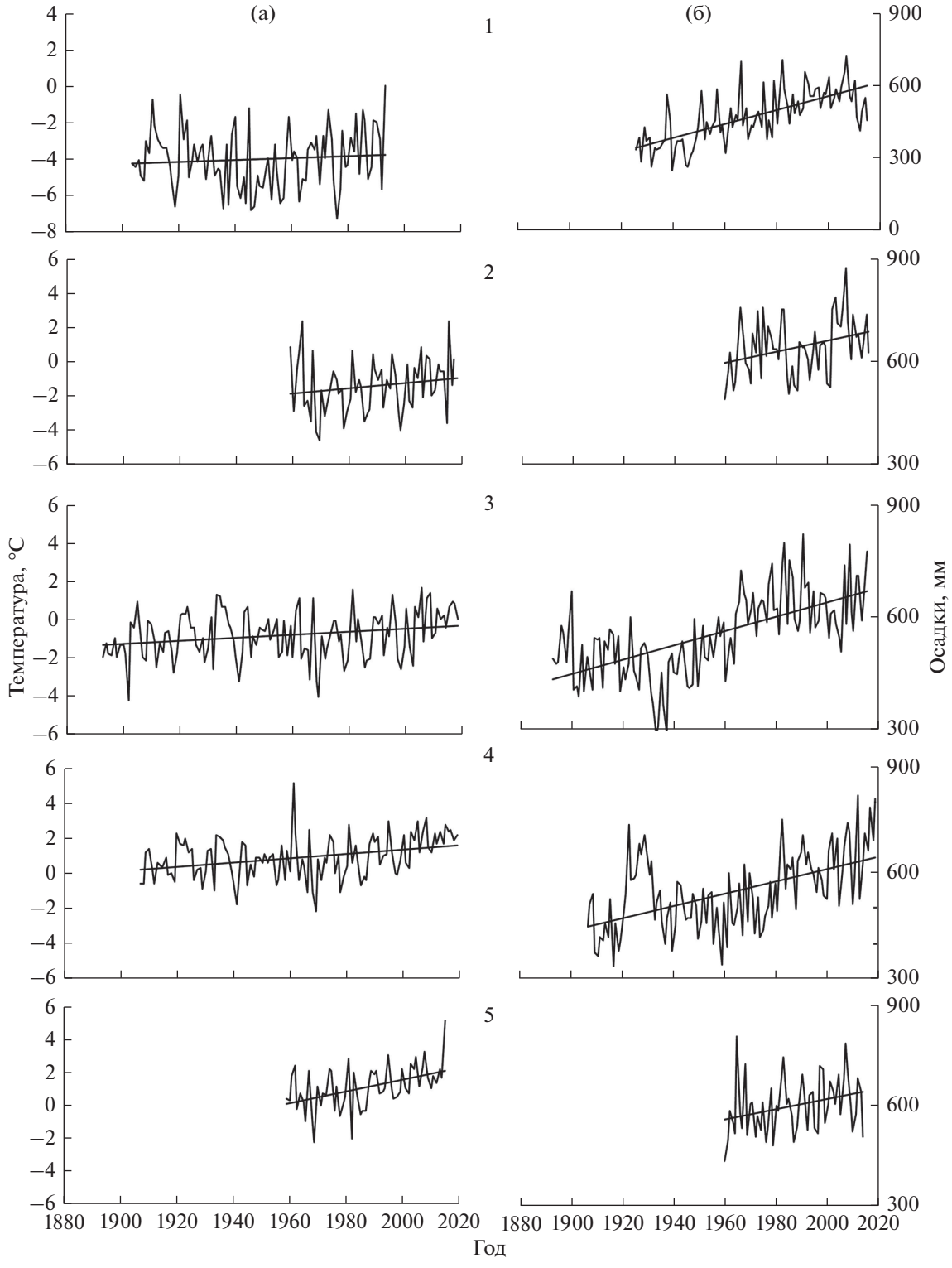

Рис. 2. Ход среднегодовой температуры воздуха (а) и суммы годовых осадков (б) по метеостанциям: 1 – Петрунь, 2 – Ираель, 3 – Троицко-Печорск, 4 – Сыктывкар, 5 – Объячево.

женных в южных районах республики, в течение рассматриваемого календарного периода проявляется положительная достоверная связь радиального прироста с температурой воздуха в июле. Наблюдения на самой северной точке (INT) показали отсутствие влияния температур на ради-

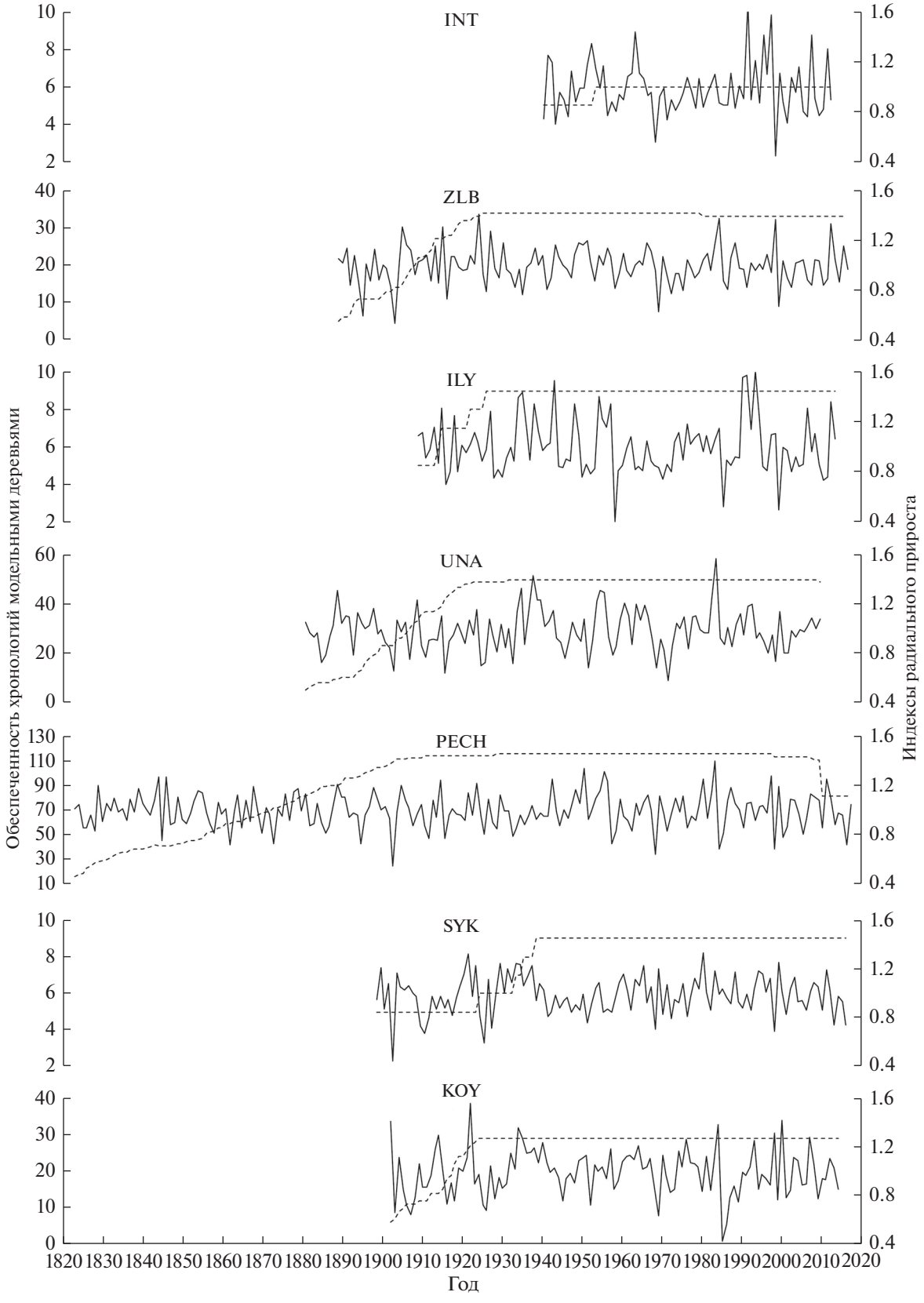

Рис. 3. Динамика индексированного радиального прироста сосны (коды участков см. в табл. 1).

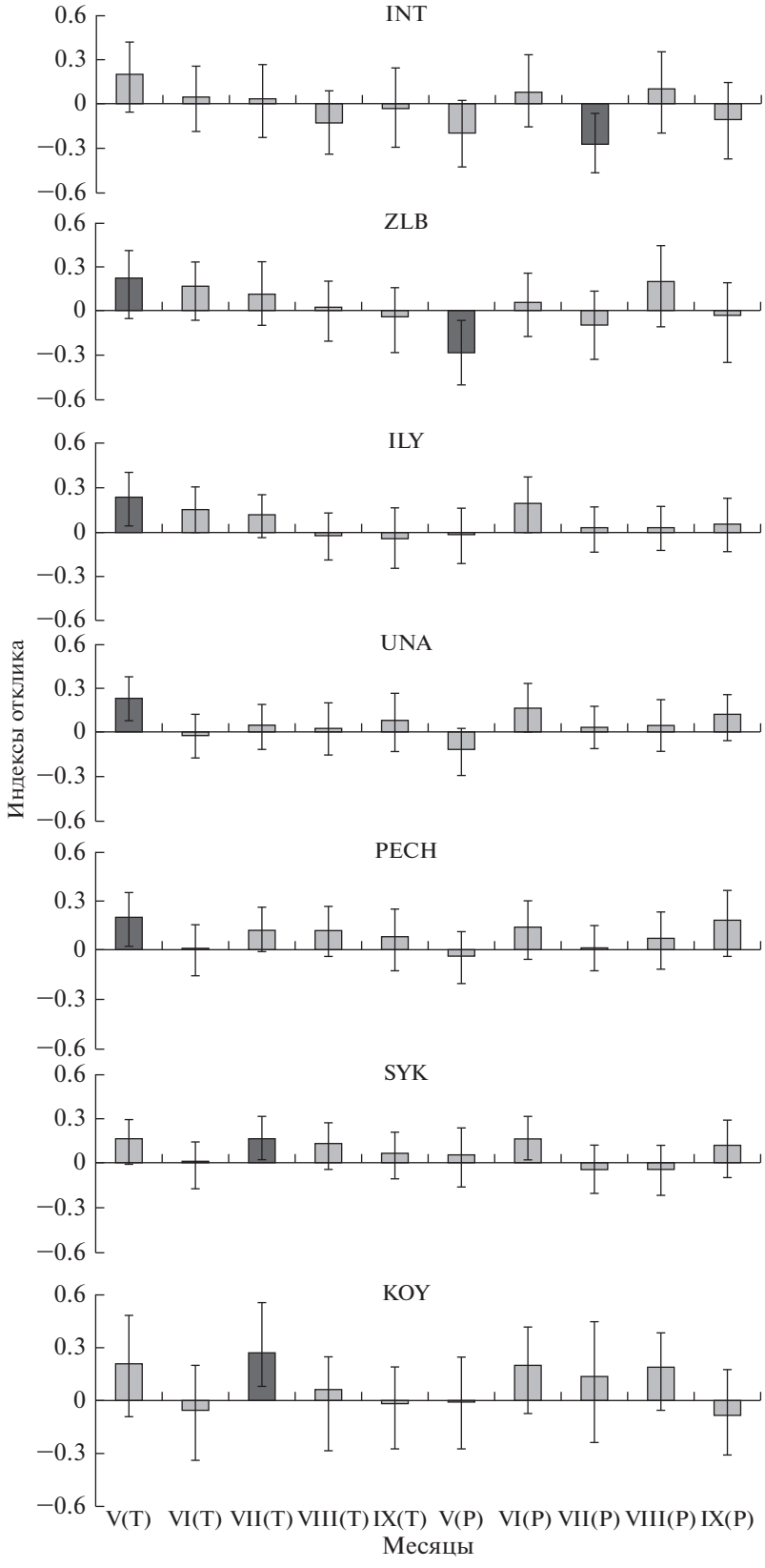

Рис. 4. Функции отклика индексов прироста сосны (регрессионные коэффициенты) со среднемесячными температурами воздуха (T) и суммами месячных осадков (P).
Примечание. Код участков см. в табл. 1. Темные столбики указывают на достоверные значения ($p \le 0.05$).

альный прирост в течение всего вегетационного периода. Его отрицательная связь со среднемесячными осадками отмечается на двух северных точках (INT, ZLB). В сосняках багульниковых, расположенных на территории крайне северной тайги (INT), отрицательное влияние осадков на рост деревьев по толщине проявляется в июле. В сосняках северной тайги (ZLB) такая связь проявляется в мае. В средней и южной тайге связь прироста деревьев сосны по радиусу с осадками отсутствует. Проведенный анализ связи прироста деревьев текущего года с температурой воздуха и осадков прошлого года показал отсутствие связи между этими показателями.

Отношения прирост/климат по длительным временным рядам вегетационного периода показывают нестабильность показателя за период наблюдений (рис. 5). За последние 30–40 лет почти во всех исследуемых сосняках прослеживается тенденция снижения отклика температуры и осадков в радиальном приросте сосны в период с мая по август. Преимущественно на всех исследуемых объектах за период наблюдений наиболее четко выражена взаимосвязь прироста деревьев по толщине с температурой мая, за исключением точки (SYK), где эта связь нестабильна и меняется от отрицательной до положительной. Температуры июня характеризуются слабым или отрицательным сигналом радиального прироста на всех участках. Положительная достоверная связь температур июля наблюдается только на точке ZLB северной тайги, тогда как на других участках эта связь слабая. В сфагновом сосняке южной точки (KOY) в 1988–2018 гг. наблюдается переход к отрицательному сигналу влияния на радиальный прирост сосны температур и осадков мая. В большинстве участков более четкий отклик прироста на температуру отмечается с 1920 по 1970 г.

Преимущественно во всех наблюдаемых участках в ширине годичных колец сосны отчетливо проявляется отрицательное влияние осадков в мае, что, вероятно, связано с негативным влиянием на рост, переувлажнением воздуха и почвы в сосняках. Другие месяцы вегетационного периода показывают нестабильную корреляцию радиального роста с температурами и осадками (см. рис. 5).

В отличие от стандартных функций отклика, анализ по 15-дневным скользящим функциям отражает более тесную связь индексов прироста по радиусу с температурой воздуха, позволяя точнее определить обратную достоверную связь с осадками (Бенькова и др., 2012). Построенные нами графики (рис. 6) позволили выявить закономерности прироста древесины в широтном градиенте. Положительное влияние температуры воздуха на радиальный прирост отмечается преимущественно на всех участках сосняков, проявляясь периодами: первый с начала мая и до конца июня, второй с конца июня до середины августа. Более высокая по продолжительности положительная связь температур мая и июня с приростом сосны отмечается в северной (ZLB, ILY), наименьшая в средней и южной тайге (PECH, KOY). В крайне северной тайге (INT) первый период наступает несколько позже и длится с 15 мая по 19 июня, второй – с 4 июля по 8 августа. В сосняках северной, средней и южной тайги первый период положительного влияния температуры начинается в первой декаде мая, заканчиваясь на точках ZLB – 24 июня, ILY – 14 июня, PECH – 30 мая, UNA и KOY – 4 июня. Второй период положительного влияния температуры воздуха на прирост годичных колец на точке ZLB длится с 4 июля по 8 августа, ILY – с 4 по 24 июля, UNA – с 30 июня по 19 июля, PECH – с 30 июня по 18 августа, KOY – с 20 июня по 13 августа.

Отрицательное влияние осадков на радиальный прирост по 15-дневным скользящим функциям выявлен в трех исследуемых регионах крайне северной тайги (INT) – с 10 мая по 4 июня, северной (ZLB) – с 5 по 30 мая и южной (KOY) – с 10 по 25 мая. Из рис. 6 видно, что на данных участках увеличение выпадения осадков в начале мая приводит к отрицательному влиянию их на прирост древесины. В южной тайге (KOY) отрицательный эффект влияния осадков на прирост длится порядка 15 дней, резко переходя в положительное влияние, длящееся с конца мая по 24 июня. Затем влияние осадков на прирост в этом районе носит переменное положительное влияние на протяжении всего периода вегетации. В условиях средней тайги на двух участках сосняков (ILY и UNA) на гидроморфных почвах не выявлено отрицательного воздействия осадков на радиальный прирост, показывая положительное влияние их с конца мая – начала июня по 24–29 июня. Близкие даты положительного влияния осадков на прирост отмечаются для сосняков на автоморфных почвах на участках PECH и SYK. На восточной точке участка PECH положительная связь осадков с приростом длится с 30 мая по 24 июня. Однако на западной точке участка SYK период положительного влияния осадков начинается на десять дней раньше, чем восточной и длится с 20 мая по 19 июня. Такая разница в приросте разных частях средней тайги связана с более ранним наступлением весны на точке SYK и более ранним наступлением фенологических дат роста в отличие от восточного участка PECH. Следует отметить, что проведенный анализ по 15-дневным скользящим функциям отклика индексов прироста по радиусу сосны показал значимость влияния температур на рост деревьев мая и начала июня. Затем значимые показатели температуры сменяются достоверными значениями осадков длительностью до 25 сут, после чего с середины

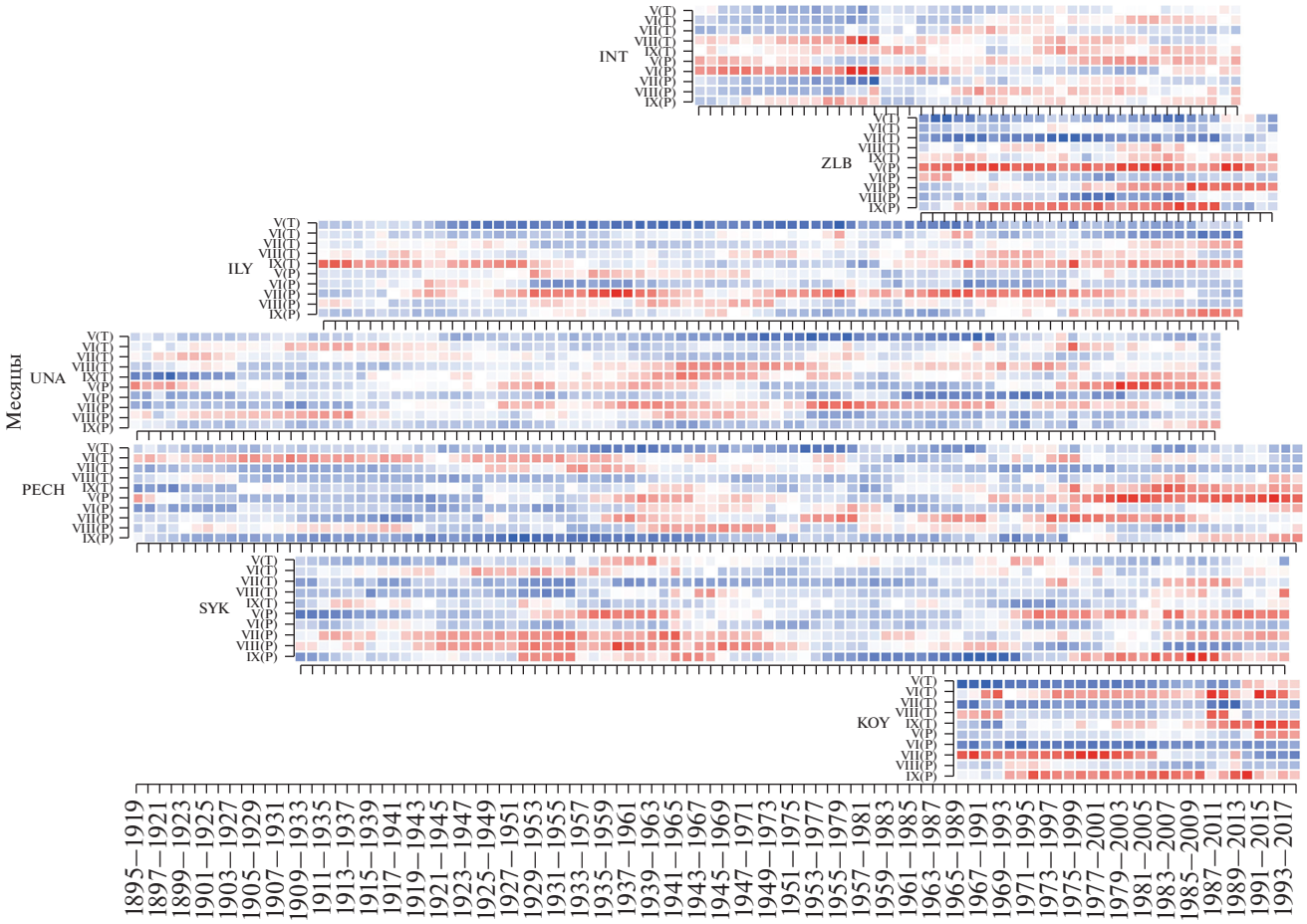

Рис. 5. Корреляция индексов прироста сосны со среднемесячными температурами воздуха (T) и суммой среднемесячных осадков (P) в "плавающем" окне по 25-летней ширине.
Примечание. Оттенки синего цвета указывают на положительные значения, красного – на отрицательные значения коэффициентов корреляции. Код участков см. в табл. 1.

лета они меняются обратно в зависимости от температуры воздуха.

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным фенологических наблюдений (Патов, 1981), в среднетаежном сосняке черничном Республики Коми, показано, что начало функционирования камбиальной части деревьев сосны зависит от суммы температур и среднесуточной температуры воздуха. Фаза активного роста стволовой древесины начинается при температуре воздуха 10–15°C, температуре верхних слоев почвы 8–11°C и наблюдается обычно с 10 по 20 июня.

Проведенное ранее нами исследование в сосняке лишайниковом в экотоне лес–тундра Республики Коми показало положительную связь хронологии сосны с температурой июня и июля, тогда как осадки не проявили значимого влияния (Манов, 2014). На границе крайне северной и северной тайги этого же региона в сосняках лишайниковых отмечен выраженный сигнал температуры на рост сосны, в период с июня по август (Гурская и др., 2017). В средней тайге в условиях Северного Приуралья оценка связи древесно-кольцевых хронологий сосны с климатом показала достоверное положительное влияние температуры июля на прирост, а также отсутствие сигнала с осадками (Drobyshev et al., 2004). В западной части средней тайги Республики Коми значимая статистически достоверная связь прироста сосны с температурой обнаружена в ноябре прошлого и мае текущего года (Lopatin et al., 2008). На основе анализа базы дендрохронологических данных (The International Tree-Ring Data Bank) на европейском Северо-Востоке России выявлен положительный достоверный сигнал прироста сосны с температурами июня и июля (Мацковский, Соломина, 2011). Авторы отмечают отсутствие связи прироста у сосны с климатическими условиями предыдущих лет, тогда как у лиственницы и ели они значимы. Результаты наших наблюдений

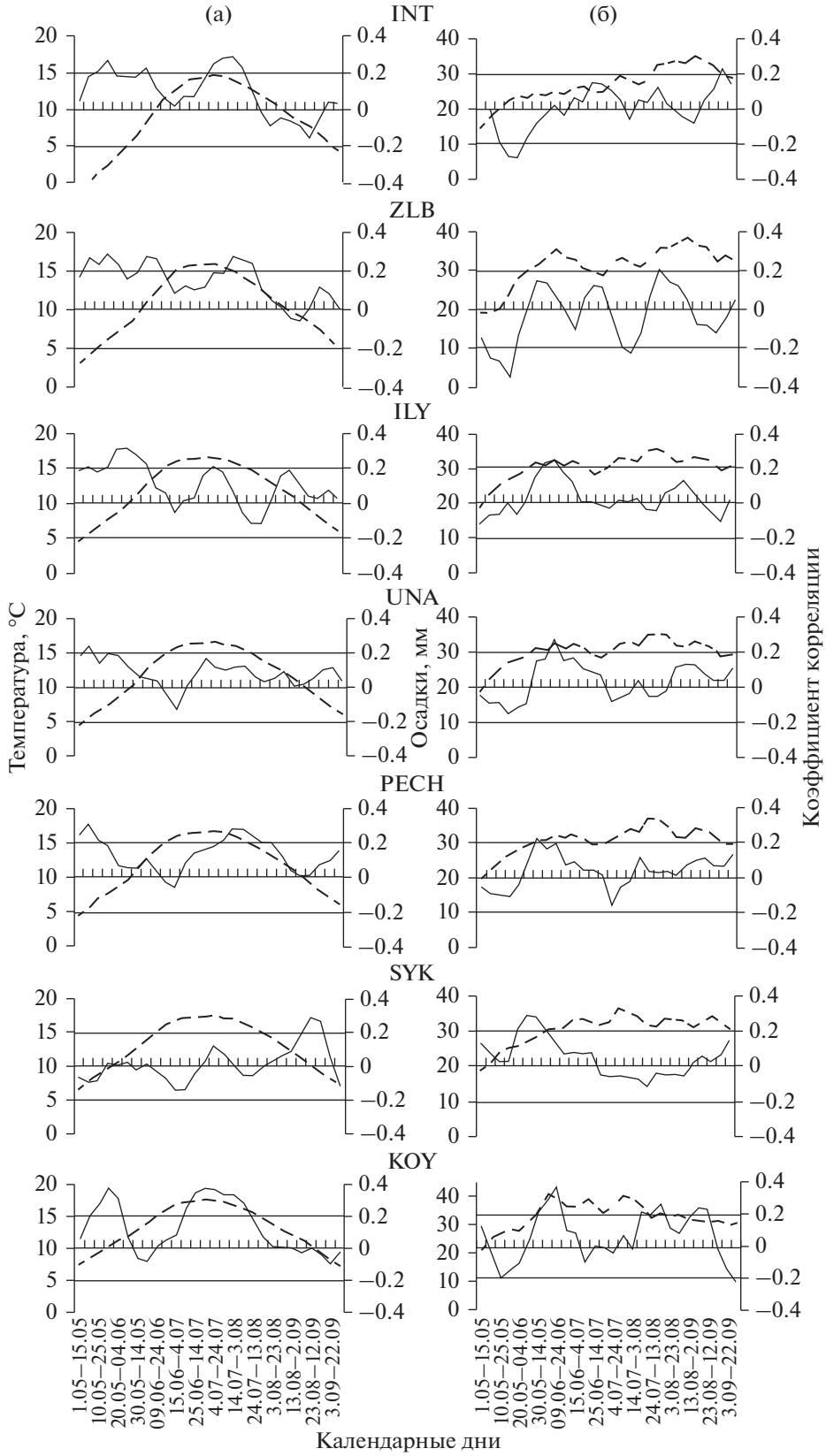

Рис. 6. Корреляция древесно-кольцевых хронологий сосны с температурой воздуха (а) и осадками (б) по 15-дневным скользящим функциям отклика с шагом 5 дней.
Примечание. Пунктирная линия – среднемноголетние значения температуры воздуха и осадков, сплошная – 15-дневные функции отклика. Код участков см. в табл. 1.

свидетельствуют о схожей реакции прироста сосны на температуру воздуха и осадки прошлого вегетационного периода. На участках северной тайги (ZLB) и Северного Приуралья на точках (ILY, UNA, PECH) на прирост сосны оказали положительное влияние температуры мая. Значимый отклик температур июня на прирост сосны наблюдается в средней тайге в сосняках на западе республики (SYK) и южной тайги (KOY). Мы предполагаем, что выявленное нами в сосняках северной и средней тайги (Северное Приуралье) положительное влияние на прирост сосны майских температур проявляется в связи с улучшением в этом месяце погодных условий, вследствие чего сигнал июньской температуры сместился на более ранние сроки.

Исследования радиального прироста хвойных видов вдоль уральского хребта показали положительное влияние майских и июльских температур только у сосны и лиственницы в условиях Южного Урала (Шиятов, Мазепа, 1992). Дендроклиматический анализ сосны обыкновенной в центральной Якутии (Nikolaev et al., 2009), выявил достоверную положительную связь прироста с температурой воздуха апреля и мая, после с июня по август эта связь отрицательная. Авторы отмечают, что такие закономерности связаны с небольшим выпадением снега в зимний период, и, как следствие, более ранним оттаиванием и прогреванием почвы.

Переувлажнение и низкие температуры почвы и воздуха в точке крайне северной тайги (INT) приводят к торможению разложения органического вещества и слабому поглощению деревьями элементов питания. Все эти сложившиеся условия, вероятно, приводят к отсутствию связи функций отклика радиального прироста с месячной температурой воздуха и осадками текущего года на данном участке (см. рис. 4). По данным исследований Е.А. Ваганова и А.В. Качева (1992), в заболоченных сосняках Западной Сибири в условиях замедленного разложения органического вещества в гидроморфных и полугидроморфных почвах, связь прироста сосны с климатическими факторами проявляется только на 4–5 год.

Анализ временной динамики сигнала температура/осадки с радиальным приростом за вегетационный период в условиях европейского Северо-Востока показал относительно неустойчивую связь между этими показателями (см. рис. 5). В большинстве исследованных сосняков прослеживается тенденция снижения климатического отклика в приросте деревьев. Эта закономерность может быть связана с адаптационными способностями деревьев к повышению температуры и как следствие снижением реакции на улучшение климатических условий (Briffa et al., 1998; D'Arrigo et al., 2007).

Исследования в Урало-Сибирской Субарктике (Ваганова и др., 1996) показали, что с потеплением климата в начале XX в. прирост деревьев был наиболее синхронным с температурами воздуха, тогда как в конце века эта связь проявлялась наиболее слабо. С потеплением климата и повышенной концентрацией CO_2 в атмосфере происходит увеличение прироста, затем эта реакция ослабевает, и деревья начинают больше реагировать на эдафические факторы (Максимова, Койте, 1999). Исследования реакции прироста на повышение температуры и на засуху у ели, сосны и дуба в центральной Европе показали, что сосна относительно быстро адаптируется к стрессовым условиям засухи и высоких температур в отличие от ели и дуба (Zang et al., 2012).

Скользящие 15-дневные функции отклика индексов радиального прироста сосны показали отсутствие связи температур с радиальным приростом с мая по август и ее положительным проявлением только с 23 августа по 22 сентября в сосняках на точке SYK (см. рис. 6). Возможно, одна из причин отсутствия этой связи в начальный период вегетации и ее проявление в конце лета, по-видимому, связана с межвидовой конкуренцией. Так, при анализе в полученных хронологиях отмечалось достаточно высокое содержание "шумов", связанных с не климатическими факторами. Во-первых, это подтверждает один из самых низких коэффициентов чувствительности (0.22) на этой точке (см. табл. 1). Во-вторых, деревья сосны на точке SYK не испытывают дефицита тепла в начале вегетации. Положительное влияние температур на прирост в августе–сентябре на этом участке, возможно, связано с формированием поздней древесины. Исследования подзолистых почв среднетаежного сосняка на точке SYK показали, что песчаные почвы, занятые сосновыми насаждениями, прогреваются быстрее в начале вегетационного периода, чем почвы северо-таежных сосняков и способны длительное время сохранять высокие температуры (+8°C) на глубине до 1.5 м (Верхоланцева, 1972).

В образовании органического вещества в древостоях большую роль выполняет фактор влаги (Бобкова, 1987; Frits, 1976; Nikolaev et al., 2009; Zang et al., 2012). Согласно исследованиям (Бобкова, 1987), в лишайниковых сосняках северной тайги в верхних горизонтах почвы запасы влаги были несколько ниже, чем в сосняках зеленомошных, однако в течение всей вегетации были довольно благоприятны для жизнедеятельности растений. На двух участках в сосняках крайне северной (INT) и северной (ZLB) тайги, переувлажнение почвы и ее низкие температуры отрицательно сказывались на радиальном приросте. На протяжении всего вегетационного периода связь осадков с приростом сосны нестабильна. В среднетаежных лишайниковых и черничных сосняках

водный режим почв менее благоприятен для роста растений, чем в северо-таежных тех же типов. Выявлено, что в относительно засушливые годы запас влаги в этих сосняках может быть представлен в доступной форме, в лишайниковых типах в засушливые периоды влажность почвы опускается до “влажности завядания” (Верхоланцева, 1972). Значимость влаги для радиального прироста у сосны хорошо прослеживается с конца мая по июнь на 2-х точках среднетаежных сосняков (PECH, SYK). В этот период отмечается активное развитие камбия и начало формирования древесины (Патов, 1981).

Сосняки, развивающихся на полугидроморфных, гидроморфных почвах, в течение большей части вегетационного периода находятся в состоянии периодического переувлажнения и, как следствие, в них ухудшается аэрация корнеобитаемого слоя. Следует также учесть, что в летние периоды в сфагновых типах сосняков верхний торфянистый слой почвы прогревается быстро и способен пересыхать, что, в свою очередь, может привести к дефициту влаги (Бобкова, 1987). Немаловажную роль здесь играет разреженность древесного яруса и как следствие наибольшее поступление на поверхность почвы солнечной радиации (Алексеев, 1975). Увеличение температуры воздуха приводит к потере влаги в почве, тем самым ухудшается гидротермический режим почв и возникает тепловой стресс деревьев (Bjoklund et al., 2017; Frits, 1976). Почти в течение всего июня положительное влияние осадков прослеживается на трех точках сфагновых сосняков (ILY, UNA, KOY). Затем на двух северных точках UNA и ILY эта связь пропадает, тогда как на южной точке (KOY) она проявляется периодически до самого конца лета. Следует отметить, что преимущественно на всех исследуемых точках, при снижении значимых показателей температуры на прирост по толщине сменяется положительными достоверными значениями осадков (см. рис. 6). Вероятно, это связано с высокими температурами июня и июля в средней и южной тайге, приводящими к высыханию верхних горизонтов почв, что влияет на положительную связь влаги в почве. Проведенные исследования динамики ширины годичных колец с климатом в сосняках чернично-сфагновых Западной Сибири (Глебов, Литвененко, 1976), выявили, что более интенсивный рост по толщине у сосны в этих сообществах проявляется при повышенных температуре и осадках. Тогда как при одинаковых суммах температур с повышением или понижением суммы осадков в отличие от нормы прирост древесины возрастает. Авторы объясняют такие климатические колебания изменчивостью уровня воды в почве сфагновых сосняков – со снижением количества осадков повышается переменчивость уровня воды, с повышением – проточность воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Древесно-кольцевые хронологии сосны на европейском Северо-Востоке России в зональном аспекте характеризуются неоднородностью климатического отклика. Основными факторами, определяющими рост сосны, выступают температуры мая на территории северной тайги и северного Предуралья, температуры июля – в центральной части средней тайги и юге. На северной границе леса рост сосны лимитирован июльскими температурами лишь на относительно хорошо прогреваемых песчаных почвах (Манов, 2014). Отрицательная связь радиального прироста с осадками мая и июля проявляется только в северных районах исследуемого региона. Корреляция индексов прироста сосны со среднемесячной температурой воздуха и суммами месячных осадков показала ослабевание сигнала прироста сосны с конца XX столетия по настоящее время. Такую тенденцию, видимо, следует объяснить адаптивными способностями сосны к благоприятным термическим условиям, сложившимися на исследуемой территории в связи с происходящим изменением климата. Скользящие 15-дневные функции отклика прирост/климат показали, что в течение всего вегетационного периода при ослабевании положительного влияния температуры на прирост, сменяется положительным достоверным влиянием на него осадков. Однако эта тенденция проявляется только на территории средней и южной тайги, в северных районах положительное влияние на прирост лимитируется только положительными значениями температуры воздуха и отрицательным влиянием осадков.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН от 10.12.2017 г., гос. регистрации № 1021051101417-8-1.6.19.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность д.б.н. К.С. Бобковой за всестороннюю помощь при подготовке данной статьи.

FUNDING

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, state registration no. 1021051101417-8-1.6.19.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Dr. Biol. Sciences K.S. Bobkova for comprehensive assistance in the preparation of this article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев В.А. Световой режим леса. Л., 1975. 225 с.

Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М.: Дрофа; ДиК, 1997. 116 с.

Бенькова В.Е., Шашкин А.В., Наурзбаев М.М., Прокушкин А.С., Симанько В.В. Значение микроэкологических условий роста лиственницы Гмелина в экотоне верхней границы леса на полуострове Таймыр // Лесоведение. 2012. № 5. С. 59–70.

Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов Европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1987. 156 с.

Ваганов Е.А., Качев А.В. Дендроклиматический анализ в лесоболотных фитоценозах Томской Области // Лесоведение. 1992. С. 3–10.

Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1996. 246 с.

Верхоланцева Л.А. Водно-физические свойства почв сосняков-зеленомошников // Вопросы экологии сосняков Севера (Тр. Коми филиала АН СССР). Сыктывкар, 1972. С. 42–51.

Глебов Ф.З., Литвененко В.И. Динамика ширины годичных колец в связи с метеорологическими показателями в различных типах болотных лесов // Лесоведение. 1976. № 4. С. 56–62.

Гурская М.А., Кукарских В.В., Ланге Е. Реконструкция температуры летних месяцев на основе годичных колец сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., произрастающей в бассейне р. Печора // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 6. С. 132–146.

Комин Г.Е. Влияние климатических и фитоценотических факторов на прирост деревьев в древостоях // Экология. 1973. № 1. С. 74–83.

Кузнецова В.В., Чернокульский А.В., Козлов Ф.А., Кухта А.Е. Связь линейного и радиального прироста сосны обыкновенной с осадками разного генезиса в лесах Керженского заповедника // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020. № 1. С. 93–102.

Кутявин И.Н. Сосновые леса Северного Приуралья: строение, рост, продуктивность. Сыктывкар: ИБ Коми НЦ УрО РАН, 2018. 176 с.

Леса Республики Коми / отв. ред. Г.К. Козубов, А.И. Таскаев. М.: ДИК, 1999. 332 с.

Малышева Н.В., Быков Н.И. Дендроклиматический анализ ленточных боров западной Сибири // Изв. РАН. Сер. геогр. 2011. № 6. С. 68–77.

Максимов Т.Х., Койке Т. Физиологические аспекты адаптации хвойных и лиственных пород деревьев якутской и японской популяции при возможном потеплении климата / Физиология растений – наука 3-го тысячелетия: Тез. докл. 4-го съезда о-ва физиологов раст. России. М., 1999. Т. 1. С. 412–413.

Манов А.В. Радиальный прирост сосны обыкновенной в островном массиве бора лишайникового Печорского заполярья // Изв. Коми науч. центра УрО РАН. 2014. Вып. 4 (20). С. 43–49.

Мацковский В.В., Соломина О.Н. Климатический сигнал в ширине годичных колец хвойных деревьев на севере и в центре Европейской России // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, 2011. Т. XXIV. С. 256–270.

Патов А.И. Сезонная динамика прироста сосново-елового древостоя средней подзоны тайги // Проблемы ботаники на Европейском Северо-Востоке РСФСР. Сыктывкар, 1981. С. 38–44.

Рысин Л.П., Савельева Л.И. Сосновые леса России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 289 с.

Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986. 136 с.

Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Влияние климатических факторов на радиальный прирост деревьев в высокогорьях Урала // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. С. 125–134.

Bastos A., Gouvenia C.V., Trigo R.M. Analyzing the spatio-temporal impacts of the 2003 and 2010 extreme heatwaves on plant productivity in Europe // Biogeosciences. 2014. Vol. 11. № 13. P. 3421–3435. https://doi.org/10.5194/bg-11-3421-2014

Bjoklund J., Seftigen K., Schwrngruber F., Fonti P., von Arx G., Bryukhanova M.V., Cuny H.E., Carrer M., Castaneri D., Frank D. Cell size and wall dimensions drive distinct variability of early wood and late wood density in Northern Hemispere conifers // New Physiologist. 2017. P. 1–13.

Briffa K.F., Schweingruber F., Jones P., Osborn T.J., Shiyatov S.G., Vaganov E.A. Reduced sensitivity of recent tree-growth to temperature at high northern latitudes // Nature. 1998. Vol. 391. № 12. P. 678–682.

Briffa K.R., Osborn T.J., Schweingruber F.H., Harris I.C., Jones P.D., Shiyatov S.G., Vaganov E.A. Tree-ring width and density data around the Northern Hemisphere: P. 1, local and regional climate signals // The Holocene. 2002. Vol. 12. № 6. P. 737–757.

Bunn A.G. A dendrochronology program library in R (dplR) // Dendrochronologia. 2008. № 26. P. 115–124.

Climate Change 2013 – The Physical Science Basis Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Atmosphere and Surface Publisher: Cambridge Univ. Press, 2014. P. 159–254.

D'Arrigo R., Wilson R., Liepert B., Cherubini P. On the "Divergence Problem" in Northern Forests: a review of the tree-ring evidence and possible causes // Global Planet Change. 2007. Vol. 60 (3–4). P. 289–305.

Drobyshev I., Niklasson M., Angelstam P. Contrasting tree-ring data with fire record in a pine-dominated landscape in the Komi Republic (Eastern European Rus-

sia): recovering a common climate signal // Silva Fennica. 2004. Vol. 38 (1). P. 43–53.

Fritts H.C. Dendroclimatology and dendroecology // Quat. Res. 1971. № 4. P. 419–449.

Fritts H.C. Tree-ring and climate. London; N.Y.; San Francisco: Acad. Press, 1976. 576 p.

Grissino-Mayer H.D. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA // Tree-Ring Res. 2001. № 57. P. 205–221.

Holmes R.L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement // Tree-Ring Bul. 1983. Vol. 44. P. 69–75.

Kullman L. Pine (*Pinus sylvestris*) treeline dynamics during the past millennium – a population study in west-central Sweden // Ann. Bot. Fennici. 2005. Vol. 42. P. 95–106.

Lopatin E., Kolström T., Spiecher H. Impact of climate change on radial growth of Siberian spruce and Scots pine in North-western Russia // iForest. 2008. № 1. P. 13–21.
https://doi.org/10.3832/ifor0447-0010013

Mc Bean G., Alekseev G., Chen D et al. Arctic climate: past and present. Arctic Climate Impacts Assessment (ACIA). Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2005. P. 21–60.

Niklasson M., Drakenberg B. A 600-year tree-ring fire history from Norra Kvills National Park, southern Sweden: implications for conservation strategies in the hemiboreal zone // Biol. Conservation. 2001. Vol. 101. P. 63–71.

Nikolaev A.N., Fedorov P.P., Desyatkin A.R. Influence of climate and soil hydrothermal regime on radial growth of *Larix cajanderi* and *Pinus sylvestris* in Central Yakutia, Russia // Scandinavian J. of Forest Res. 2009. Vol. 24:3. P. 217–226.

Rinn F. Tsap version 3.5. Reference Manual. Computer program for tree-ring analysis and presentation. Helenberg, Germany, Frank Rinn, 1996. 264 p.

Sumichrast L., Vencurik J., Pittner J., Kucbel S. The long-term dynamics of the old-growth structure in the National Nature Reserve Badinsky prales // J. of Forest Sci. 2020. Vol. 66 (12). P. 501–510.
https://doi.org/10.17221/139/2020-JFS

Wigley T.M.L., Brifa K.R., Jones P.D. On the average value of correlated time series, with applications in dendrochronology and hydrometeorology // J. Climate and Appl. Meteorol. 1984. Vol. 23. P. 201–213.

Zang C., Biondi F. Dendroclimatic calibration in R: The bootRes package for response and correlation function analysis // Dendrochronologia. 2013. № 31. P. 68–74.

Zang C., Pretzsch H., Rothe A. Size-dependent responses to summer drought in Scots pine, Norway spruce and common oak // Trees. 2012. Vol. 26. P. 557–569.

Dendroclimatic Analysis of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Radial Growth in the European North-East of Russia

I. N. Kutyavin[a], * and A. V. Manov[a]

[a] *Institute of Biology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia*

**e-mail: kutjavin-ivan@rambler.ru*

The study's results of the climatic signal with a radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on automorphic and hydromorphic soils of the European North-East of Russia (Komi Republic) are presented. Wood samples (cores and cuts) were taken from seven sites located in different subzones of the taiga. Based on these samples, tree-ring chronologies of pine were built, and the relationship between growth and climatic parameters (air temperature, climatic precipitation) was revealed. According to instrumental meteorological observations, in the study area, since the beginning of the 70s of the 20th century, there has been a tendency to an increase in air temperature and the amount of precipitation. In the latitudinal and longitudinal gradients, these indicators are manifested unequally. Analysis of the relationship between climate and growth showed that the main factor providing pine growth in the northern taiga subzone and in the Northern Urals is the temperature in May, and in the middle and southern taiga subzone—in July. In the pine forests of the extremely northern taiga, a reliable negative relationship was found between the width of tree rings and precipitation in May and July. An analysis of the correlation of pine growth indices with average monthly temperatures and the precipitation amount in a floating window in the range of 25 years showed an unstable signal for the growing season. It is noted that over the past 30 years in the European Northeast, there has been a weakening of the climatic signal with wood radial growth. The correlation of the relationship between indexed pine chronologies with sliding fifteen-day values of climatic indicators showed positive relationship between radial growth and air temperature. However, this relationship became insignificant in the middle and southern taiga at the beginning of the growing season. On the contrary, these values are replaced by precipitation. But, such a feature is not manifested in the subzones of the extreme and northern taiga. Here, to a greater extent, the only air temperature has a positive effect on pine growth.

Keywords: North, taiga, dendroclimatology, Scots pine, radial growth, tree-ring chronology, climate

REFERENCES

Alekseev V.A. *Svetovoi rezhim lesa* [Forest Light Mode]. Leningrad, 1975. 225 p.

Atlas po klimatu i gidrologii Respubliki Komi [Atlas on Climate and Hydrology of the Komi Republic]. Moscow: Drofa, DiK Publ., 1997. 116 p.

Bastos A., Gouvenia C. V., Trigo R.M. Analyzing the spatio-temporal impacts of the 2003 and 2010 extreme heatwaves on plant productivity in Europe. *Biogeosci.,* 2014, vol. 11, no. 13, pp. 3421–3435. https//doi.org/10.5194/bg-11-3421-2014

Ben'kova V.E., Shashkin A.V., Naurzbaev M.M., Prokushkin A.S., Siman'ko V.V. The importance of microecological conditions for growth of *Larix gmelinii* at the timberline on Taimyr Peninsula. *Lesovedenie*, 2012, no. 5, pp. 59–70. (In Russ.).

Bjoklund J., Seftigen K., Schwrngruber F., Fonti P., von Arx G., Bryukhanova M.V., Cuny H.E., Carrer M., Castaneri D., Frank D. Cell size and wall dimensions drive distinct variability of earlywood and latewood density in Northern Hemisphere conifers. *New Physiologist*, 2017, pp. 1–13.

Bobkova K.S. *Biologicheskaya produktivnost' khvoinykh lesov Evropeiskogo Severo-Vostoka* [Biological Productivity of Coniferous Forests in the European North-East]. Leningrad: Nauka Publ., 1987. 156 p.

Briffa K.F., Schweingruber F., Jones P., Osborn T.J., Shiyatov S.G., Vaganov E.A. Reduced sensitivity of recent tree-growth to temperature at high northern latitudes. *Nature*, 1998, vol. 391, no. 12, pp. 678–682.

Briffa K.R., Osborn T.J., Schweingruber F.H., Harris I.C., Jones P.D., Shiyatov S.G., Vaganov E.A. Tree-ring width and density data around the Northern Hemisphere: Part 1, local and regional climate signals. *The Holocene*, 2002, vol. 12, no. 6, pp. 737–757.

Bunn A.G. A dendrochronology program library in R. *Dendrochronologia*, 2008, no. 26, pp. 115–124.

Climate Change 2013 – The Physical Science Basis Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Atmosphere and Surface Publisher: Cambridge Univ. Press, 2014, pp. 159–254.

D'Arrigo R., Wilson R., Liepert B., Cherubini P. On the 'Divergence Problem' in Northern Forests: a review of the tree-ring evidence and possible causes. *Global Planet Change*, 2007, vol. 60 (3–4), pp. 289–305.

Drobyshev I., Niklasson M., Angelstam P. Contrasting tree-ring data with fire record in a pine-dominated landscape in the Komi Republic (Eastern European Russia): recovering a common climate signal. *Silva Fennica*, 2004, vol. 38 (1), pp. 43–53.

Fritts H.C. Dendroclimatology and dendroecology. *Quat. Res.*, 1971, no. 4, pp. 419–449.

Fritts H.C. *Tree-Ring and Climate*. London: Acad. Press, 1976. 576 p.

Glebov F.Z., Litvenenko V.I. Dynamics of tree ring width in relation to meteorological parameters in various types of wetland forests. *Lesovedenie*, 1976, no. 4, pp. 56–62. (In Russ.).

Grissino-Mayer H.D. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-Ring Res.*, 2001, no. 57, pp. 205–221.

Gurskaya M.A., Kukarskikh V.V. Lange E. Reconstruction of summer month temperatures based on scotch pine tree rinds (*Pinus sulvestris L.*) growing in the Pechora River basin. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2017, no. 6, pp. 132–146. (In Russ.).

Holmes R.L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bull.*, 1983, vol. 44, pp. 69–75.

Komin G.E. Influence of climatic and phytocenotic factors on the growth of trees in stands. *Ekologiya,* 1973, no. 1, pp. 74–83. (In Russ.).

Kullman L. Pine (*Pinus sylvestris*) treeline dynamics during the past millennium – a population study in west-central Sweden. *Ann. Bot. Fennici*., 2005, vol. 42, pp. 95–106.

Kutyavin I.N. *Sosnovye lesa Severnogo Priural'ya: stroenie, rost, produktivnost'* [Pine Forests of the Northern Cis-Urals: Structure, Growth, Productivity]. Syktyvkar: IB Komi NTs UrO RAN, 2018. 176 p. https//doi.org/10.31140/book-2018-02.

Kuznetsova V.V., Chernokul'skii A.V., Kozlov F.A, Kukhta A.E. The connection between Scots pine linear and radial increment with different genesis' precipitation in forests of the Kerzhenskiy reserve. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2020, no. 1, pp. 93–102. (In Russ.).

Lesa Respubliki Komi [Forests of Komi Republic]. Kozubov G.K., Taskaev A.I., Eds. Moscow: DIK Publ., 1999. 332 p.

Lopatin E., Kolström T., Spiecher H. Impact of climate change on radial growth of Siberian spruce and Scots pine in North-western. *iForest*, 2008, no. 1, pp. 13–21. https://doi.org/10.3832/ifor0447-0010013

Matskovskii V.V., Solomina O.N. Climate signal in the annual width of coniferous trees in the north and in the center of European Russia. *Probl. Ekol. Monitoringa i Modelirovaniya Ekosistem*, 2011, vol. 24, pp. 256–270. (In Russ.).

Maksimov T.H., Koike T. Physiological aspects of adaptation of coniferous and deciduous trees of the Yakut and Japanese populations with a possible warming of the climate In *Fiziologiya rastenii – nauka 3-go tysyacheletiya* [Plant Physiology - Science of the 3rd Millennium]. Moscow, 1999, vol. 1, pp. 412–413. (In Russ.).

Malysheva N.V., Bykov N.I. Dendroclimatic analysis of Western Siberia pine belt forests. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2011, no. 6, pp. 68–77. (In Russ.).

Manov A.V. Radial growth of Pinus sylvestris L. in the island massif of lichen pine forest in the Pechora polar regions. *Izv. Komi Nauchn. Tsentra UrO RAN*, 2014, vol. 4 (20), pp. 43–49. (In Russ.).

Mc Bean G., Alekseev G., Chen D. et al. Arctic climate: past and present. In *Arctic Climate Impacts Assessment,* Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2005, pp. 21–60.

Niklasson M., Drakenberg B.A. 600-year tree-ring fire history from Norra Kvills National Park, southern Sweden: implications for conservation strategies in the hemiboreal zone. *Biol. Conserv.,* 2001, vol. 101, pp. 63–71.

Nikolaev A.N., Fedorov P.P., Desyatkin A.R. Influence of climate and soil hydrothermal regime on radial growth

of *Larix cajanderi* and *Pinus sylvestris* in Central Yakutia, Russia. *Scandinavian J. of Forest Res.,* 2009, vol. 24 (3), pp. 217–226. https//doi.org/10.1080/02827580902971181

Patov A.I. Seasonal dynamics of growth of pine-spruce stand in the middle taiga subzone. In *Probl. botaniki na Evropeiskom Severo-Vostoke RSFSR* [Problems of Botany in the European North-East of the RSFSR]. Syktyvkar, 1981, pp. 38–44. (In Russ.).

Rinn F. *Tsap version 3.5. Reference Manual. Computer Program for Tree-Ring Analysis and Presentation*. Helenberg, Germany, Frank Rinn, 1996. 264 p.

Rysin L.P., Savel'eva L.I. *Sosnovye lesa Rossii* [Russian Pine Forests]. Moscow: KMK Publ., 2008. 289 p.

Shiyatov S.G. *Dendrokhronologiya verkhnei granitsy lesa na Urale* [Dendrochronology of the Upper Forest Boundary in the Urals]. Moscow: Nauka Publ., 1986. 136 p.

Shiyatov S.G., Mazepa V.S. The climatic factors influence on the trees radial growth in the high mountains of the Urals. In *Probl. ekol. monitoringa i modelirovaniya ekosistem* [Problems of Ecological Monitoring and Ecosystem Modeling]. St.Petersburg: Gidrometeoizdat Publ., 1992, pp. 125–134. (In Russ.).

Sumichrast L., Vencurik J., Pittner J., Kucbel S. The long-term dynamics of the old-growth structure in the National Nature Reserve Badinsky prales. *J. of Forest Sci.,* 2020, vol. 66 (12), pp. 501–510. https//doi.org/10.17221/139/2020-JFS

Vaganov E.A. Shiyatov S.G., Mazepa V.S. *Dendroklimaticheskie issledovaniya v Uralo-Sibirskoi Subarktike* [Dendroclimatic Studies in the Ural-Siberian Subarctic]. Novosibirsk: SO RAN, 1996. 246 p.

Vaganov E.A., Kachev A.V. Dendroclimatic analysis of pine growth in forest-bog phitocoenoses of Tomsk province. *Lesovedenie*, 1992, no. 6, pp. 3–10. (In Russ.).

Verkholantseva L.A. Water-physical properties of soils of green moss pine forests. In *Vopr. ekol. sosnyakov Severa* [Ecological Issues of Pine Forests of the North]. Syktyvkar, 1972, pp. 42–51. (In Russ.).

Wigley T.M.L., Brifa K.R., Jones P.D. On the average value of correlated time series, with applications in dendrochronology and hydrometeorology. *J. Appl. Meteorol. Climatol.*, 1984, vol. 23, pp. 201–213.

Zang C., Biondi F. Dendroclimatic calibration in R: The bootRes package for response and correlation function analysis. *Dendrochronologia*, 2013, no. 31, pp. 68–74.

Zang C., Pretzsch H., Rothe A. Size-dependent responses to summer drought in Scots pine, Norway spruce and common oak. *Trees,* 2012, vol. 26, pp. 557–569. https//doi.org/10.1007/s00468-011-0617-z

EDN: WTHYDR
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 563–577

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

УДК 551.89(571.63)

ЗАПИСЬ ИЗМЕНЕНИЙ УВЛАЖНЕНИЯ В РАЗРЕЗАХ ДОЛИННЫХ ТОРФЯНИКОВ НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

© 2022 г. Н. Г. Разжигаева[a], *, Т. А. Копотева[b], Т. Р. Макарова[a], Т. А. Гребенникова[a], М. С. Лящевская [a], Л. М. Мохова[a], Л. А. Ганзей[a], Е. П. Кудрявцева[a], А. М. Паничев[a], М. А. Климин[b], Х. А. Арсланов[c], Ф. Е. Максимов[c], А. Ю. Петров[c]

[a] *Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия*
[b] *Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия*
[c] *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*
**e-mail: nadyar@tigdvo.ru*

Поступила в редакцию 29.07.2020 г.
После доработки 08.04.2022 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

Комплексное изучение разрезов марей в бассейне р. Большая Уссурка (юг Дальнего Востока) позволило выделить климатические изменения за 2900 лет. Реконструкции основаны на данных ботанического, диатомового и спорово-пыльцевого анализов и радиоуглеродного датирования. Наиболее существенно менялась увлажненность. Установлены периоды продолжительных засух, совпадавшие с ослаблением летнего муссона. Выделен длительный сухой период 2900–1360 л. н. Сухие условия не исключали паводков, обусловленных залповыми осадками, вызванными прохождением тайфунов или глубоких циклонов. Влажными были малый оптимум голоцена и малый ледниковый период, характеризовавшиеся усилением циклогенеза. Отмечены кратковременные флуктуации увлажнения: засухи были около 530–460 л. н., условия стали более влажными около 400 л. н. и особенно около 330–260 л. н. Определены возрастные рамки периодов с разной паводковой активностью и проявлением палеопожаров. Проведена корреляция событий с данными по региону и глобальными событиями. Установлена разная реакция горных и болотных ландшафтов на короткопериодные климатические изменения. В лесной растительности существенно менялась роль кедра корейского, распространение которого контролировалось изменением гидроклиматических условий. Оптимальные условия для развития кедровников были 780–530 л. н. Участие кедра корейского сокращалось в сухие фазы и после пожаров. В малый ледниковый период была наиболее изменчивой и растительность марей. В разрезах зафиксированы современные антропогенные изменения ландшафтов. Показано, что в условиях антропогенного пресса существенно возрос масштаб паводков.

Ключевые слова: климатические изменения, паводки, летний муссон, циклогенез, ландшафты, пожары, поздний голоцен

DOI: 10.31857/S2587556622040082

ВВЕДЕНИЕ

Важной характеристикой палеоклимата на юге Дальнего Востока является оценка изменения количества атмосферных осадков, связанного с интенсивностью летнего муссона и активностью внетропического и тропического циклогенеза. За период инструментальных наблюдений факторы, контролирующие изменение атмосферных осадков, их связь с закономерностями атмосферной циркуляции хорошо изучены, сделан анализ трендов для разных временных масштабов (Пономарев и др., 2018). Распределение атмосферных осадков по сезонам во многом контролирует речной сток, закономерностям формирования которого уделяется большое внимание (Гарцман и др., 2015). В палеоаспекте проблема изменения увлажненности на юге Дальнего Востока является недостаточно изученной. Первые работы по изменению интенсивности летнего муссона в голоцене сделаны для Нижнего Приамурья (Базарова и др., 2018а) и о. Сахалин (Leipe et al., 2015). Данные, полученные при изучении стратиграфии торфяников в горных районах и разнофациальных отложений в бассейнах рр. Бикин, Уссури и Раздольная показали, что увлажненность за последние несколько тысяч лет менялась в широких пределах (Разжигаева и др., 2019б). На примере р. Бикин составлена первая геологическая летопись паводковой активности (Разжигаева и др., 2019а), получены первые данные по хронологии крупных паводков рек восточного макросклона Сихотэ-Алиня. Целью работы является выделе-

ние периодов с разной степенью увлажненности в бассейне р. Большая Уссурка, определение их хронологических границ и выявление реакции ландшафтов на эти изменения.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ

Река Большая Уссурка берет начало на западном склоне Сихотэ-Алиня, впадает в р. Уссури, длина составляет 440 км. В среднем и нижнем течении река выходит на Уссури-Ханкайскую равнину, в крупные паводки русло разливается до 300 м. Питание бассейна преимущественно дождевое, сток талых вод достигает 18%, доля подземных вод до 10%. С апреля по сентябрь проходит до 96% годового стока. Максимальный подъем воды 6.3 м зафиксирован в 1950 г. (www.Primpogoda.ru).

Водоразделами, отделяющими водосборные бассейны нижнего течения рр. Большая Уссурка, Бикин и Уссури, являются системы низкогорных хребтов (до 500 м). Поселок Глубинное расположен в бассейне р. Дальняя, долина которой лежит между хребтами с абсолютными отметками до 1390 м.

Климат континентальный с муссонными чертами. По данным метеостанции Дальнереченск, среднегодовая температура +2.2...+2.5°С, температура января –20.5°С, температура июля +21.2°С. Абсолютный максимум 36.8°С, минимум –42°С. Среднегодовое количество осадков 644 мм, в августе выпадает до 129 мм. Величина снежного покрова 25 см. Безморозный период длится 136–150 дней. Более суровые условия около пос. Глубинное, где среднегодовая температура –0.1°С, температура января –24.2°С, температура июля +20.3°С, разброс значений температур от –48 до +39°С. Осадков здесь выпадает 939 мм/год с максимумом в августе (173 мм). Величина снежного покрова 52 см. Безморозный период длится 120–142 дней (www.Primpogoda.ru).

Отроги Сихотэ-Алиня занимают кедрово-широколиственные леса с участием дуба, липы, ильма, клена, бархата, ясеня, маакии амурской, берез. В нижнем течении заметна роль вторичных дубовых лесов. Пояс темнохвойных лесов начинается с абсолютной высоты 600 м. Для долинных лесов характерны ильм, орех маньчжурский, тополь, осина. На пойме и речных террасах широко распространены луга и болота.

Модельным участком выбрана марь (4.7 × 2.5 км) около пос. Метеоритный. Здесь развит лес из лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi*). Подлесок включает березу овальнолистную (*Betula ovalifolia*), багульник болотный (*Ledum palustre* – 70%), голубику (*Vaccinium uliginosum* – 25%) и хамедафне болотную (*Chamaedaphne calyculata*). Травяной покров представлен осоками болотной и Миддендофа (*Carex limosa*, *C. middendorffii*), ирисом щетинистым (*Iris setosa*). Среди мхов преобладают сфагнумы бурый (*Sphagnum fuscum*) – 50% и красноватый (*S. rubellum*) – 30%, отмечаются также сфагнум магелланский (*S. magellanicum*), политрихум сжатый (*Polytrichum strictum*), аулакомний болотный (*Aulacomnium palustre*) и плеврозий Шребера (*Pleurozium schreberi*). Встречается лишайник *Cetraria laevigata*. По моховому покрову стелется клюква мелкоплодная (*Oxycoccus microcarpus*). Данный участок относится к лесным болотам (Прозоров, Попов, 1961). Около пос. Глубинное развиты лесные болота, представленные низко сомкнутым лиственничным лесом с березой белой. Кустарниковый ярус включает багульник, голубику, много клюквы мелкоплодной, среди трав – осок. Хорошо выражен моховой покров с преобладанием *Sphagnum fallax*, *S. magellanicum*. В нижнем течении большие пространства занимают болота с вейниково-осоковыми ассоциациями. Крупным массивом является торфяник “Звериный” (8.6 × 4.8 км), где велись разработки торфа. Обследован участок на первой надпойменной террасе р. Наумовки. Здесь развито вейниковое болото с березой овальнолистной, спиреей иволистной, ивой коротконожковой, отмечаются *Sphagnum inundatum*, *S. squarrosum*, *Calliergonella cuspidata*. Все торфяники маломощные и подвержены сезонному промерзанию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наиболее представительным является разрез “Метеоритный” (9117) (46°06.845′ с.ш., 134°37.344′ в.д., абс. высота 90 м), заложенный на террасе р. Шпальная-2 (рис. 1). Используются также данные по разрезам 12316 около пос. Глубинное (46°03.826′ с.ш., 135°22.506′ в.д., абс. высота 210 м) и 11115 в краевой части массива “Звериный” (45°48.781′ с.ш., 134°36.843′ в.д., абс. высота 117 м). Выполнены ботанический, диатомовый и спорово-пыльцевой анализы по стандартным методикам. В препаратах отмечалось наличие углей, зеленых водорослей, кладоцер и корненожек. Спорово-пыльцевая диаграмма построена в программе Tilia v. 2-0-41 (Grimm, 2004). Определена зольность торфа. Радиоуглеродное датирование проведено в ИНЗ СПбГУ (табл. 1). Калибровка радиоуглеродных дат сделана в программе OxCal 4.3 (Ramsey, 2017) с использованием калибровочной кривой “IntCal 13”. Хронология событий определялась путем интерполяции с учетом скоростей торфонакопления (рис. 2). Возрастные интервалы приведены в калиброванных значениях.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Возраст торфяников, скорости торфонакопления. Возраст торфяной залежи около пос. Метеоритный ~2880 л. н. (см. рис. 2). На начальном эта-

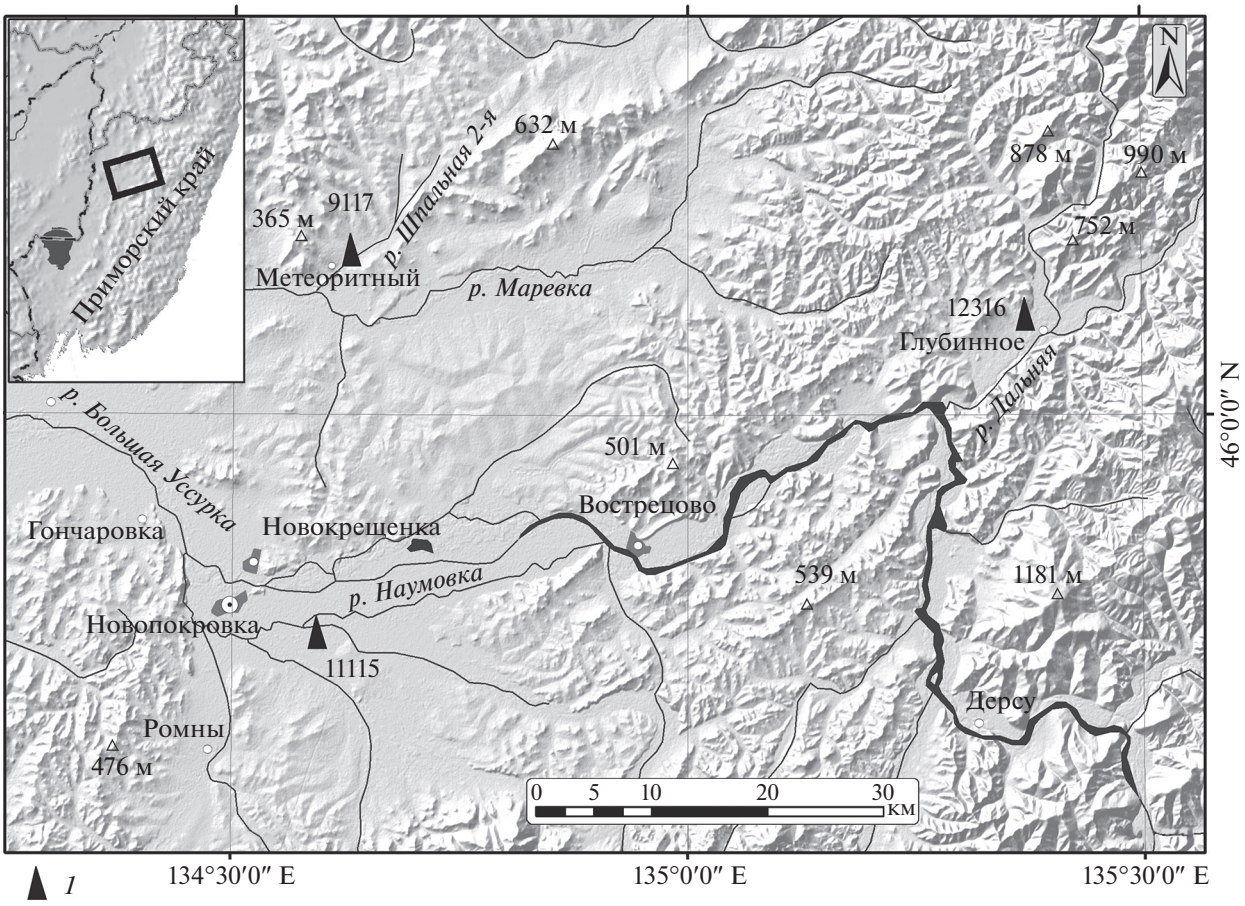

Рис. 1. Схема района работ. *1* – изученные разрезы: 9117 “Метеоритный”, 12316 “Глубинное”, 11115 “Звериный”.

пе торф накапливался медленно (0.23 мм/год), скорости увеличились ~1140 л. н. (0.42 мм/год) и особенно в последние 660 лет (0.76 мм/год). Временное разрешение реконструкций от 217 до 66 лет. Марь у пос. Глубинное образовалась ~1300 л. н., часть залежи была уничтожена в сильный пожар. Торф продолжал накапливаться во второй половине малого ледникового периода со скоростью ~0.9 мм/год. Временное разрешение реконструкций ~60 лет. Торфонакопление в обрамлении массива “Звериный” началось ~610 л. н. Скорости накопления составляли 0.52 мм/год, временное разрешение 102 года. В кровле выходит слой суглинка (8 см), отложенный, вероятно, во время тайфуна “Джуди” (1989 г.). Линзы суглинка (до 1 см) в дерне, скорее всего, следы паводка 2013 г.

Ботанический состав и зольность торфа. Около 2880–2670 л. н. на террасе р. Шпальная-2 шло заболачивание лиственнично-березового леса (см. рис. 2). В обилии росли багульники болотный и подбел, хамедафне, осоки, пушица. Моховой ярус был слабо развит (*Sphagnum magellanicum* и *S. cuspidatum*). Низинное болото развивалось (2670–1790 л. н.) в прохладных и относительно сухих условиях с частыми пожарами. Присутствовали зеленые мхи *Polytrichum strictum*, *P. commune* и *Aulacomnium palustre*. Среди кустарников преобладал багульник подбел. В травяном покрове было много осок, появился вейник. Количество терригенной примеси достигает 25%.

Около 1790 л. н. увлажненность мари начала увеличиваться, появились аир, тростник, клюква. В условиях похолодания и после серии пожаров распространение получила береза овальнолистная. Начал встречаться гипергидрофильный *Straminergon stramineum*, характерный для горных болот. Уровень грунтовых вод поднялся, условия стали слабо проточными. Древесный ярус постепенно деградировал. Зольность торфа снижается.

Развитие травяного болота с обилием пушицы стройной (*Eriophorum gracile*), осок, аира, рогоза, клюквы происходило ~1360–1020 л. н. в более теплых и влажных условиях. Была распространена *Carex schmidtii*, типичный компонент осоково-вейниковых кочкарников, выдерживающий затопление. Встречены раковинные амебы *Difflugia piriformis*, которые могли заноситься в паводки из водоемов со стоячей водой и обитать в мочажинах. Появление *Sphagnum fuscum* говорит о том,

Таблица 1. Список радиоуглеродных дат из разрезов торфяников в бассейне р. Большая Уссурка

Лабораторный номер	Номер образца	Интервал, м	Материал	Радиоуглеродный возраст, лет	Калиброванный возраст, кал. лет
Разрез "Метеоритный"					
ЛУ-8847	12/9117	0.55–0.60	Торф травяной	710 ± 70	660 ± 60
ЛУ-8848	16/9117	0.75–0.80	Торф травяной	1220 ± 90	1140 ± 90
ЛУ-8849	20/9117	0.95–1.00	Торф древесный	2030 ± 100	2010 ± 130
Разрез "Глубинное"					
ЛУ-8438	1/12316	0.25–0.30	Торф травяной	δ14C = 26.43 ± 1.08%	1959–1959 гг. (12.5%); 1961–1962 гг. (8.0%); 1979–1982 гг. (74.9%)
ЛУ-8439	2/12316	0.40–0.45	Торф осоковый	180 ± 70	170 ± 110 (<200)
ЛУ-8440	3/12316	0.45–0.50	Торф осоковый	400 ± 80	420 ± 80
ЛУ-8441	4/12316	0.50–0.55	Оторфованный суглинок	1380 ± 60	1300 ± 60
Разрез "Звериный"					
ЛУ-8029	1/11115	0.35–0.40	Торф травяной	630 ± 100	610 ± 70

что условия близки к переходной стадии. Частота пожаров сократилась.

Около 1020–660 л. н. большое развитие получил моховой ярус, представленный, в основном, *Sphagnum magellanicum*, вплоть до накопления магелланикового торфа (900–780 л. н.). Около 780 л. н. стал встречаться *S. fuscum*, типичный для олиготрофных болот. После сильных пожаров 1020–900 л. н. был распространен *Polytrichum commune*, в условиях большего обводнения – *Straminergon stramineum*. Наряду с осоками большую роль стали играть вейник, а с 780 л. н. манник. В обилии росли клюква, багульник, хамедафне. Появились дифлюгии, характерные для переходных торфов.

Около 660–590 л. н. существовало низинное травяное болото с осоками, вейником, ирисами, лобелией сидячелистной. Угнетенным стал кустарниковый ярус, представленный багульником. Болото зарастало лиственницей и березой ~590–460 л. н. В травяном ярусе было много вейника, встречался ирис. Росли типичные для лесных болот осока придатковая (*Carex appendiculata*), образующая крупные кочки, и вздутоносая (*C. rhynchophisa*), предпочитающая слабокислый (pH 5.5–6.5) субстрат. Было много кустарниковой березы и хамедафне. Регулярно проходили пожары.

Увеличение обводнения и более холодные условия ~460–330 л. н. привели к накоплению комплексного торфа. Большее развитие получили мхи с доминированием *Sphagnum magellanicum*, в обилии росла клюква, появился клубнекамыш Ягара (*Bolboschoenus yagara*), характерный для мелководных водоемов. Марь вступила в переходно-низинную стадию развития.

Сильное обводнение ~330–260 л. н. привело к образованию сфагновой топи. Наряду со *Sphagnum magellanicum* получили распространение *S. jensenii* и *S. lindbergii*, характерные для сильно обводненных мест и сплавин верховых болот. Водный режим был застойный, о чем свидетельствует участие *Straminergon stramineum*. Было много голубики и хамедафне. В травяном покрове появился хвощ зимующий (*Equisetum hyemale*), который может обитать в небольших озерках. Встречены кладоцеры *Pleuroxus aduncus*, занесенные из близлежащего озерка. Зольность торфа уменьшается.

С 260 л. н. марь вступила в переходную стадию. В моховом ярусе увеличивается доля *Sphagnum magellanicum*, сокращается участие *S. jensenii*. Хорошо был развит ярус из багульника, хамедафне, кустарниковой березы, стала распространена клюква. Травяной покров включал осоки шаровидную (*Carex globularis*), характерную для заболоченных лесов, и Миддендорфа, манник, тростник, вейник незамечаемый (*Calamagrostis neglecta*). Отмечено много микрофоссилий, характерных для мочажин верховых (*Hyalosphenia papilio*, *Callidina angusticollis*) и переходных (*Centropyxis aculeate*, *Difflugia*) болот. Очес представляет пирогенную смену мезотрофного болота. Зольность торфа минимальная для разреза.

Около пос. Глубинное накапливался осоковый торф (*Carex schmidttii)*, в обилии рос вейник, в кустарниковом ярусе преобладала береза овальнолистная, среди мхов – *Sphagnum cuspidatum*, был развит редкостойный лиственничник. Условия были прохладные, увлажнение – резко переменным. Марь постоянно подвергалась воздействию пожаров. Последние 200 лет пожары стали

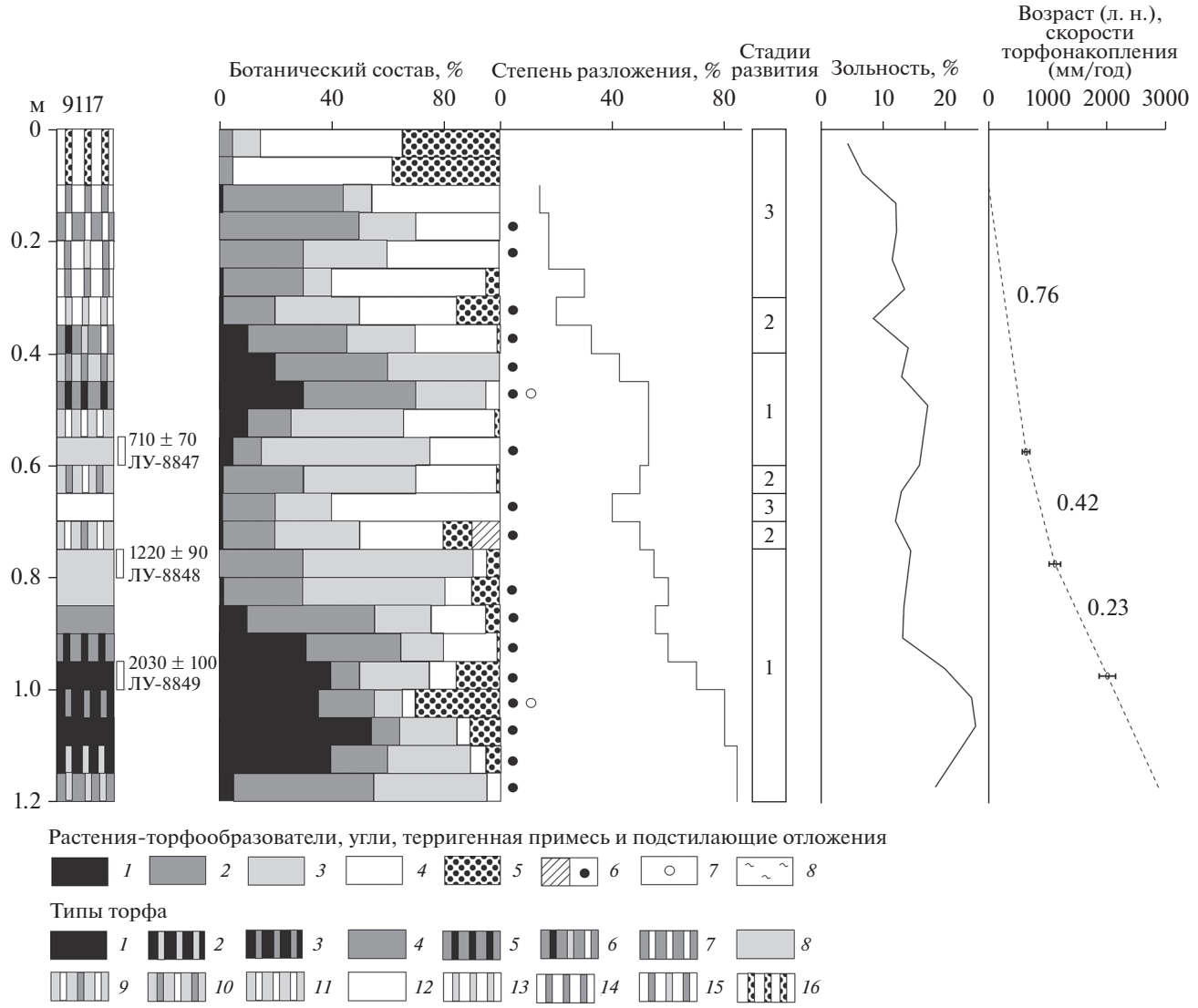

Рис. 2. Марь около пос. Метеоритный (бассейн р. Большая Уссурка): ботанический состав, степень разложения и зольность торфа, стадии развития мари, возрастная модель и скорости торфонакопления. Растения-торфообразователи, угли, терригенная примесь и подстилающие отложения: *1* – древесные, *2* – кустарники и кустарнички, *3* – травы, *4* – сфагновые мхи, *5* – зеленые мхи, *6* – угли, *7* – терригенные частицы; *8* – суглинок. Типы торфа: *1* – древесный, *2* – кустарниково-древесный, *3* – травяно-древесный, *4* – кустарниковый, *5* – древесно-кустарниковый, *6* – комплексный (древесно-травяно-сфагново-кустарниковый), *7* – сфагново-кустарничковый, *8* – травяной, *9* – кустарничково-сфагново-травяной, *10* – сфагново-кустарничково-травяной, *11* – сфагново-травяной, *12* – сфагновый (магелланикум-торф), *13* – травяно-сфагновый, *14* – кустарничково-сфагновый, *15* – травяно-кустарничково-сфагновый, *16* – политрихово-сфагновый. Стадии развития мари: 1 – низинная, 2 – переходно-низинная, 3 – переходная.

более редкими, наличие терригенной примести говорит о частых затоплениях. Среди трав появились пушица Шейхцера (*Eriophorum scheuchzeri*), ирис, кровохлебка мелкоцветковая (*Sanguisorba parviflora*), были распространены *Carex middendorfii*, *C. vesicaria*, *C. meyeriana*. В обилии встречены микроорганизмы, характерные для мочажин эвтрофных болот (*Hyalosphenia papilio*, *Arcella discoides*, *Nebela collearis*, *Ditrema flavum*, *Difflugia constricta*). Последние 30–40 лет питание стало более бедным, развитие получил моховой ярус (*S. magellanicum*, *S. fallax*) и клюква.

Диатомеи. В торфянике “Метеоритный” обнаружено 29 донных, 26 видов обрастания, 6 планктонных и временно планктонных диатомей. Выделяется 9 комплексов, фиксирующих разную степень увлажнения (рис. 3).

2880–2230 л. н. Преобладают ацидофильные виды рода *Eunotia* (до 65%), большинство населяют гигрофильные мхи. Доминируют *E. compacta*,

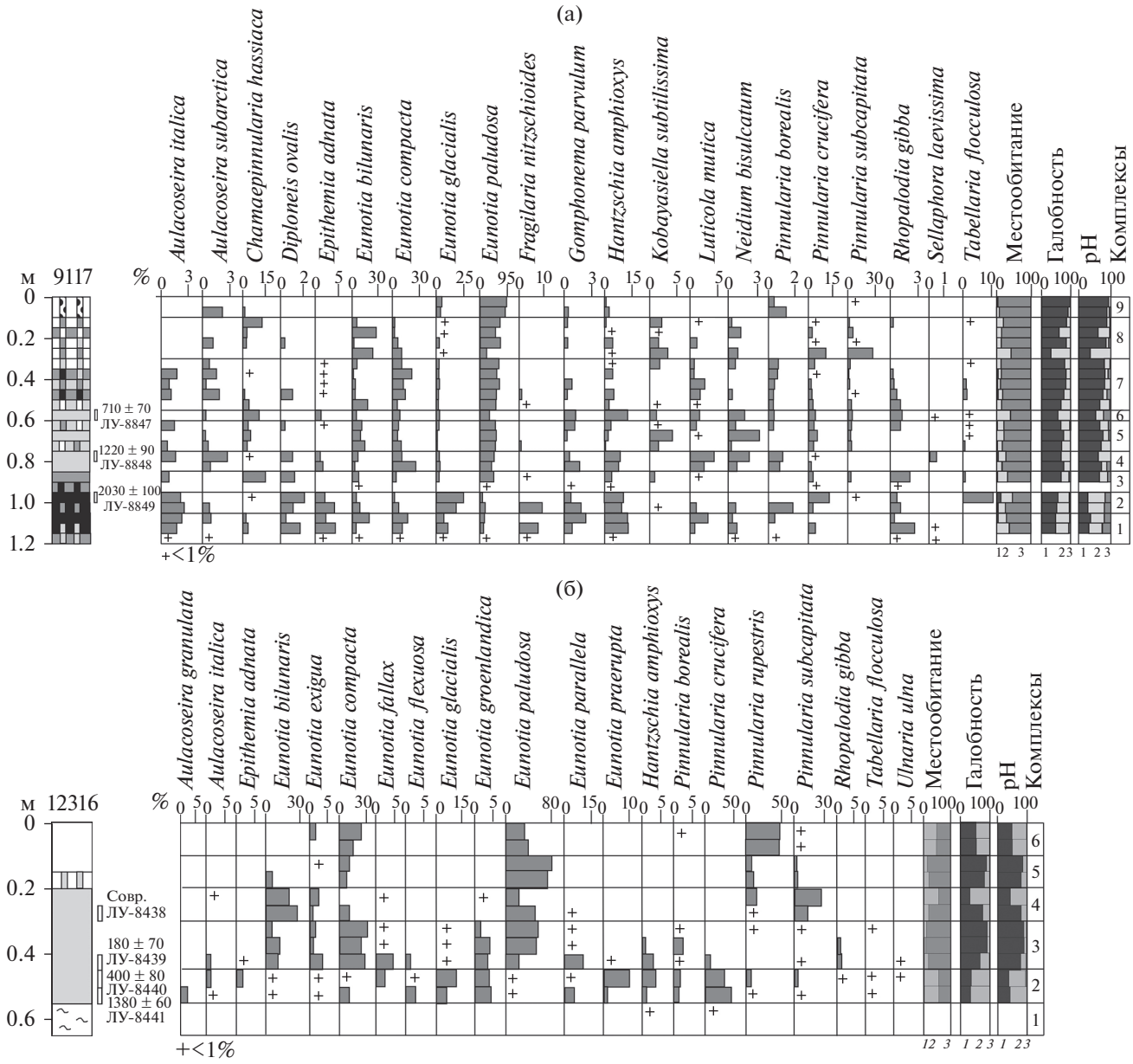

Рис. 3. Распределение диатомей в отложениях (а) разреза “Метеоритный” (9117) и (б) разреза “Глубинное” (12316). Экологические группы по местообитанию: *1* – планктонные, *2* – донные, *3* – обрастания; галобность: *1* – галофобы, *2* – индифференты, *3* – галофилы; pH: *1* – ацидофилы и ацидобионты, *2* – циркумнейтральные, *3* – алкалифилы и алкалибионты. Условные обозначения см. на рис. 2.

E. paludosa, толерантный к обезвоживанию (van Dam et al., 1994) и *E. glacialis*, типичный для холодных вод (Liu et al., 2011). Обилие почвенных *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica* свидетельствует о длительных сухих сезонах. О затоплении мари в паводки говорит присутствие озерно-реофильных планктонных *Aulacoseira italica*, *A. subarctica*, обрастателей *Cymbella aspera*, *Epithemia adnata*, *Fragilaria nitzschioides* и др. (до 31%). В верхней части возрастает содержание *Eunotia bilunaris*, обитающего в массе – в болотных водах, обогащенных органическим веществом (Liu et al., 2011).

2230–1790 л. н. Незначительно увеличилось увлажнение и снизились температуры. Обнаружены обычные для холодных регионов донный *Pinnularia crucifera* и временно планктонный ацидофил *Tabellaria flocculosa*. Содержание озерно-реофильных видов от подошвы к кровле слоя снижается от 25.6 до 14.4%, доля планктонных – от 4.1 до 2.2%.

1790–1360 л. н. Вспышку дает аэрофил *Chamaepinnularia hassiaca*, населяющий мхи и обитающий в сильно кислых условиях (Wetzel et al., 2013). Участие озерно-реофильных видов 7.7%, планктонных видов <1.7%.

1360–1020 л. н. Обилие *Hantzschia amphioxys* и *Luticola mutica* указывает на длительные сухие сезоны. Содержание озерно-реофильных диатомей достигает 14.1%, планктонных – 4.3%.

1020–660 л. н. Повышалась кислотность болотных вод: в доминанты входит гидрофильный *Eunotia bilunaris*, оптимально развивающийся при pH 5.45, присутствуют характерные для сильно кислых болот *Chamaepinnularia hassiaca*, *Pinnularia subcapitata* и развивающийся при pH 5.4 *Kobayasiella subtilissima* (Баринова и др., 2006). Участие озерно-реофильных видов ≤6.8%, планктонных видов <2%.

660–590 л. н. Высокое содержание *Hantzschia amphioxys* и *Chamaepinnularia hassiaca* свидетельствует о низкой степени увлажнения. Доля озерно-реофильных диатомей – 8.8%, планктонных – <0.8%.

590–260 л. н. Вспышка *Eunotia bilunaris* и присутствие *Pinnularia subcapitata*, *P. crucifera* указывает на повышение увлажнения 590–530 л. н. Увеличение роли *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica* показывает снижение увлажнения ~530–460 л. н. Выше вновь повышается участие *E. bilunaris*, *P. subcapitata*, *Kobayasiella subtilissima* и снижается доля почвенных видов, условия стали более влажными. Частые паводки зафиксированы ~530–460 и 400–340 л. н. – содержание озерно-реофильных диатомей достигает 8.4%, планктонных – 4.3%.

Последние 260 лет частая смена доминант обусловлена изменением увлажнения и кислотности. В нижней части доминируют *Pinnularia subcapitata*, *P. crucifera* и *Eunotia bilunaris*, увеличивается содержание *Kobayasiella subtilissima* и появляется характерный для сфагновых болот *E. parallela*. Условия были влажные, но влияние речных вод прекращалось. Выше по разрезу доминирует *E. paludosa*, обнаружены озерно-речные виды (2%). В интервале 0.15–0.20 м фиксируется увеличение кислотности, а в кровле растет содержание *Chamaepinnularia hassiaca*, практически исчезают озерно-реофильные виды. В очесе снижается видовое богатство (до 12 видов), планктонные виды присутствуют только в нижней части.

В торфянике “Глубинное” преобладают виды обрастаний (29), обнаружено 20 донных и 3 планктонных. Выделено 5 комплексов, отражающих стадии развития мари (см. рис. 3).

1) Умеренно обводненное моховое болото (1380 ± 60 л. н., 1300 ± 60 кал. л. н., ЛУ-8441). Доминируют *Pinnularia crucifera*, обитающий при средних и пониженных значениях pH и минерализации, и *Eunotia paludosa*. Субдоминанты *Eunotia parallela* и *E. glacialis* характерны для холодных болотных вод и pH 4.7–9.7 (Liu et al., 2011). *Aulacoseira italica*, *A. granulata* (2.1%) указывают на незначительное влияние проточных вод. Доля арктобореальных видов 4.1%.

2) Обводненное болото (400 ± 80 л. н., 420 ± ± 80 кал. л. н., ЛУ-8440). Доминируют *Pinnularia crucifera*, *Eunotia glacialis* и *E. praerupta*, населяющие водоемы, а также увлажняемые места и мхи (van Dam et al., 1994). Субдоминанты *P. rupestris* и *P. subcapitata* характерны для олиготрофных водоемов, богатых кислородом. На влияние проточных вод указывают *Aulacoseira italica*, *Ulnaria ulna*, *Rhopalodia gibba*, *Epithemia adnata* и др. (7.5%). Содержание арктобореальных диатомей 3.8%.

3) Моховое болото при незначительном снижении увлажненности (180 ± 70 л. н., <200 кал. л. н., ЛУ-8439). Уменьшается содержание донных видов (до 10%). Доминируют обитатели моховых болот *Eunotia paludosa*, *E. compacta*, *E. bilunaris*, *E. parallela*. Доля арктобореальных видов увеличивается до 5.8%, появляются *E. naegelii*, *E. nymanniana*, что свидетельствует о прохладных условиях. Содержание озерно-реофильных видов до 3.7%.

4) На мари появились поля открытой воды (вторая половина XX в.). Увеличилась доля донных видов (до 55%) и диатомей, развивающихся при pH близкой к нейтральной (до 54%) и средней степени минерализации (до 55%). Влияние проточных вод было незначительным.

5) Моховое болото в условиях низкой увлажненности. В очесе повышается участие гидрофильного донного *Pinnularia rupestris* – увеличилась обводненность болота. Влияние проточных вод незначительно – единично отмечен *Planothidium frequentissimum*.

Спорово-пыльцевой анализ. В разрезе “Метеоритный” выделено 6 палинозон и фаз развития растительности (рис. 4).

2880–1580 л. н. В низкогорье развиты кедрово-широколиственные и широколиственные леса (сумма пыльцы широколиственных до 41.6%) с преобладанием дуба монгольского и берез, с участием липы, кленов, в подлеске – с лещиной, калиной, бересклетом, лимонником и актинидией, в покрове – с папоротниками (Polypodiaceae, *Ophioglossum Botrychium lunaria*). На гарях развивались белоберезняки. В долинных лесах были распространены ильм, орех, ольха, на косах – ивняки. Найдена пыльца лиственницы. Верхние уровни рельефа были заняты ельниками. На песчаных берегах рос хвойник. Пыльца бука, граба и сосны густоцветковой занесена ветром с юга. Пыльца трав и кустарничков и споры отвечают растительности мари. В долине большие площади занимали полынно-разнотравные группировки.

1580–780 л. н. Лесная растительность стала более сомкнутой, резко увеличилось участие кедра

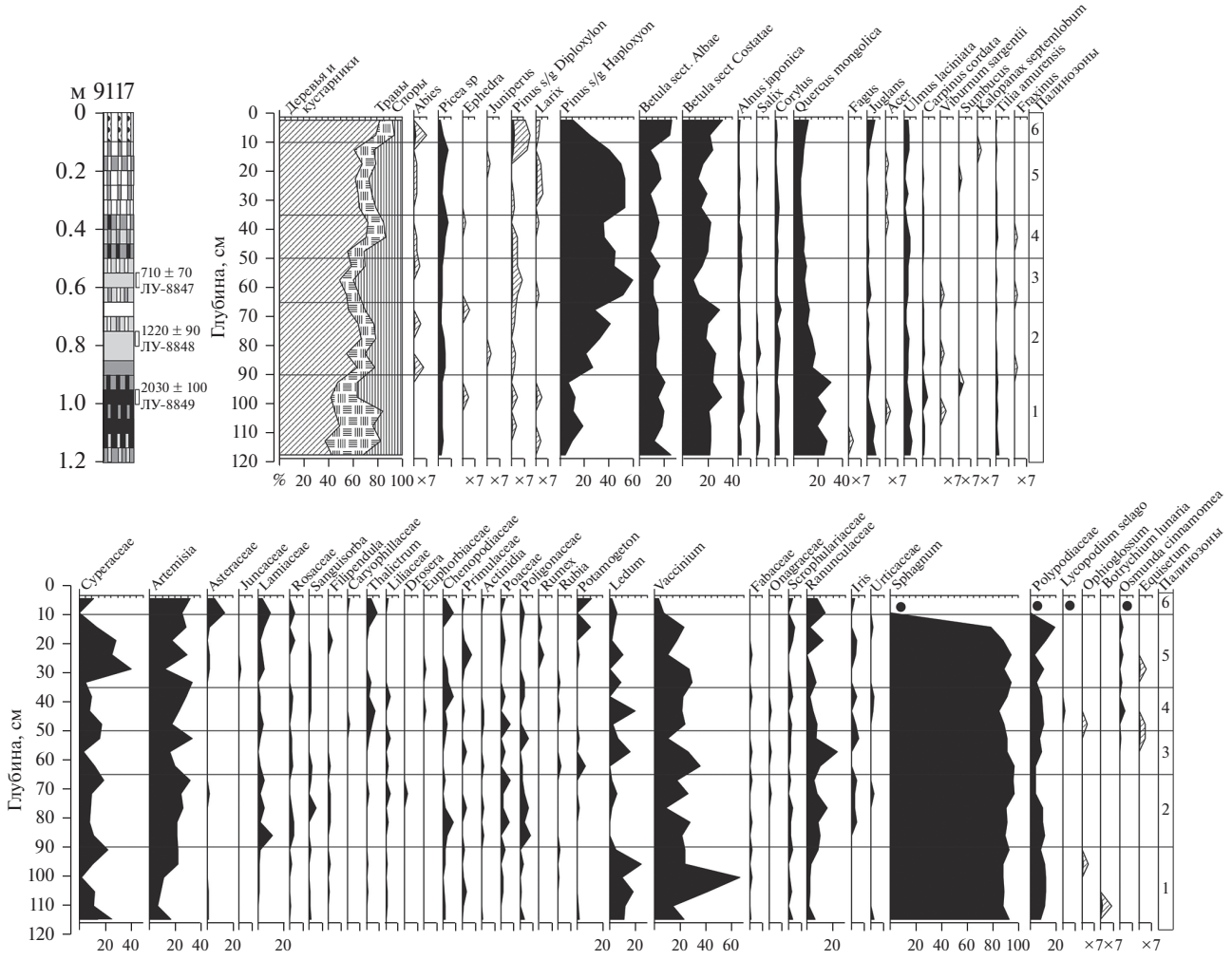

Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разреза “Метеоритный” (9117). Условные обозначения колонки см. на рис. 2.

корейского, особенно ~1020–900 л. н. Сократилась площадь белоберезняков. В темнохвойных лесах увеличилась роль пихты. На скалах рос можжевельник. Часть пыльцы трав отражает развитие группировок, предпочитающих увлажненные условия, часть – принесена с открытых пространств с юго-запада.

780–530 л. н. Резко возросло участие кедра корейского. Снизилось количество пыльцы широколиственных (<19.6%). В бассейне появились небольшие участки, занятые сосной густоцветковой. Уменьшилось содержание пыльцы полыни, маревых и других ксерофитных растений. Увеличивается доля пыльцы багульника, лютиковых. На мари были озерки, о чем свидетельствует появление пыльцы рдеста.

530–330 л. н. Участие кедра корейского уменьшалось, роль березы возрастала. В среднегорье расширился пояс темнохвойных лесов. Возможно, ель появилась и на низкогорных хребтах. На прирусловых песчаных участках мог расти хвойник. Сокращение доли пыльцы осоковых и пик пыльцы багульника отражают изменение структуры растительности зарастающей мари. На открытых пространствах большее развитие получили ксерофитные группировки.

330–100 л. н. Более широко распространился кедр корейский, роль которого постепенно начала снижаться, что связано с освоением района и вырубками. Более активный занос пыльцы сосны густоцветковой зафиксирован в конце фазы. В естественных сообществах бассейна доля ее в конце XIX – начале XX вв. была ничтожна – обнаружены лишь единичные деревья (Будищев, 2016). На мари получили развитие озерки с обилием рдеста.

Последние 100 лет. Зафиксировано резкое снижение содержания пыльцы кедра корейского, уничтоженного на больших пространствах. Рост доли пыльцы *Quercus* отвечает развитию вторичных дубняков.

Спорово-пыльцевые спектры из разреза “Звериный” позволяют выделить следующие фазы развития растительности:

Около 610 л. н. Палиноспектры из суглинка, образованного в паводок, отвечают развитию в долине еловых и кедрово-еловых лесов. Большая часть пыльцы принесена с верховий бассейна.

610–200 л. н. Развитие кедровых лесов с незначительным участием широколиственных (дуб, липа, лещина) и берез в долине и на отрогах. Минимум пыльцы широколиственных (1.2%) зафиксирован в торфе, образованном ~410–310 л. н. Роль берез и широколиственных несколько возрастала ~310–200 л. н. На пойме и террасах были развиты осоковые и осоково-сфагновые болота. Среди трав, характерных для увлажненных местообитаний (осоковые, лютиковые, кровохлебка), отмечена пыльца полыни, поступавшая из ксерофитных группировок.

200–100 л. н. В долине были кедровые леса с примесью широколиственных, увеличились площади, занятые елово-пихтовыми лесами в горах. Ближайшие мари зарастали багульником.

Последние 100 лет. Резко сократилась роль кедра корейского. На марях увеличилось количество березы овальнолистной, как следствие послепожарных сукцессий (Копотева, Купцова, 2011). Палиноспектры в инт. 0–0.10 м отвечают развитию вторичных дубняков (*Quercus* – до 10.6%). Стало больше березы белой, компонента вторичных березняков на гарях. В ближайших лесах много липы (*Tilia* – до 4%) – сейчас здесь расположена густая сеть пасек. Появилась пыльца жимолости, капустовых.

Палиноспектры из разреза “Глубинное” отражают развитие смешанных лесов с участием кедра корейского, ели, пихты с примесью берез с папоротниковым покровом. Характерно большее количество пыльцы темнохвойных, особенно ели, которая является одной из основных пород на хребтах. Во второй половине позднего голоцена и особенно в малом ледниковом периоде существенное развитие получала ель корейская (*Picea* sect. *Eupicea* – до 27.8%). Роль кедра корейского (*Pinus* s/g *Haploxylon* – до 34.6%) увеличивалась около 1300 л. н. С конца малого ледникового периода роль кедра корейского снижалась, возможно, за счет рубок. Увеличилась роль берез. В последние 170 лет большее распространение получают дуб, ильм, орех. Около 1300 л. н. на террасе начал развиваться лиственничник с осоками и вересковыми кустарниками. В малый ледниковый период на мари начал формироваться покров из сфагновых мхов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Несмотря на непродолжительный временной охват (~2900 лет), полученные результаты показывают, что ландшафты бассейна р. Большая Уссурка довольно существенно менялись и основным контролирующим фактором было изменение увлажнения (рис. 5).

Следует отметить, что данные биостратиграфических анализов по изменению увлажнения не всегда сопоставляются. Диатомовый комплекс представляет собой смесь видов – автохтонных, отражающих локальную ситуацию с резкой дифференциацией увлажнения по сезонам, и аллохтонных, перенесенных из других биотопов, количество которых в какой-то мере является показателем частоты наводнений. Более осредненную картину дает ботанический состав торфа, смены которого отражают многолетнюю перестройку болотных геосистем. И еще более генеральную картину развития ландшафтов бассейна можно восстановить по данным спорово-пыльцевого анализа. При интерпретации следует учитывать, что преобладающими направлениями ветра в нижнем течении являются западное и юго-западное, в результате чего шел перенос пыльцы, в том числе из ксерофитных кустарниково-травянистых группировок, развитых в долине и на открытых пространствах около р. Уссури. На формирование палиноспектров оказывали влияние ветровой и водный занос пыльцы не только из низкогорья, но и из более высоких поясов. При этом разрезы, отобранные в нижнем течении, расположены в 30 км от вершин высотой более 1000 м. В среднем течении хребты с таким абсолютными отметками находятся всего в 10 км от мари “Глубинное”, а ель встречается здесь в 4–5 км от мари на высоте около 500 м.

Данные о развитии мари около пос. Метеоритный позволяют выделить длительный сухой период 2900–1360 л. н. (см. рис. 5). Начало фазы совпадает с глобальным холодным событием (2800–2600 л. н.), которое в Азии сопровождалось усилением аридности (Борисова, 2014; Wanner et al., 2011). С 3740 до 1950 л. н. был ослаблен летний муссон, что нашло отражение в озерных записях северо-востока Китая (Chen et al., 2015; Li et al., 2011; Stebich et al., 2015). Во внутренних районах севера Китая на границе лесной и степной зон период интенсивных засух начался ~3600–3000 л. н., а особенно засушливые условия наблюдались 2970–1000 л. н. (Hao et al., 2014). Сухие условия в Нижнем Приамурье ~2570 кал. л. н. привели к формированию пограничного горизонта на верховых болотах (Базарова и др., 2018а). Тенденция к иссушению ~3100–2700 л. н. отмечена и для ряда болотных массивов Сихотэ-Алиня (Шкотовское, Сергиевское плато, ур. Мута, Шандуйские озера), особенно засушливые условия были

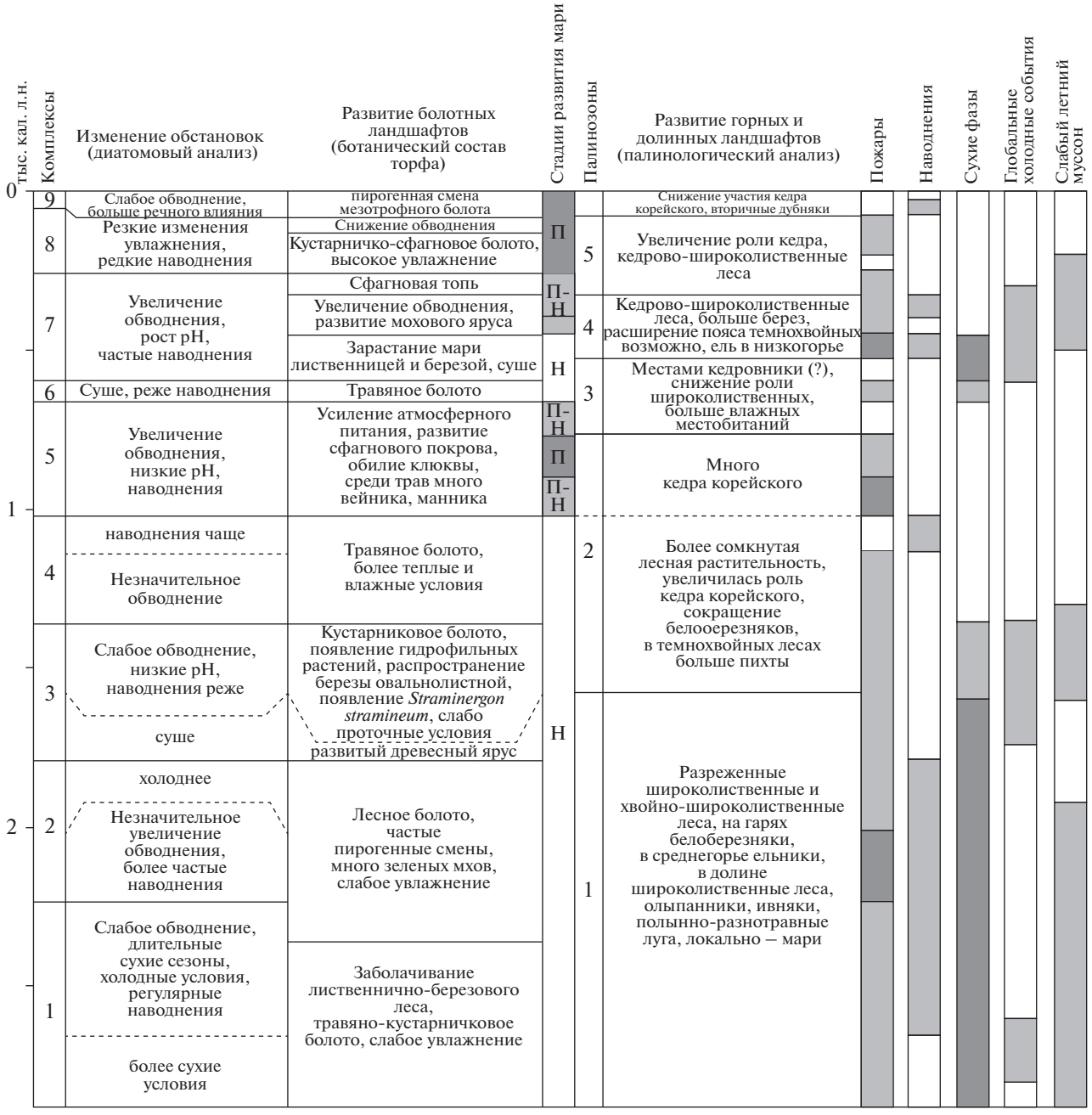

Рис. 5. Реконструкция палеогеографических условий в бассейне р. Большая Уссурка на основе данных по разрезу "Метеоритный" (9117), сопоставление с данными по глобальным холодным событиям (Wanner et al., 2011) и фазам ослабления летнего муссона (Базарова и др., 2018а; Chen et al., 2015; Li et al., 2011). Стадии развития мари: Н – низинная, П – переходная.

2700–2000 л. н. На Шуфанском плато длительная сухая фаза зафиксирована 3740–1075 л. н. (Razjigaeva et al., 2021). Снижение увлажнения отмечено и на Приханкайской равнине (Базарова и др., 2018б). В долине р. Раздольной на высокой пойме сформировалась хорошо выраженная палеопочва (Разжигаева и др., 2020). Окончание сухого периода в бассейне р. Большая Уссурка (см. рис. 5) близко по времени с глобальным холодным событием ~1750–1350 л. н. (Wanner et al., 2011) и фазой ослабления летнего муссона 1600–1300 л. н. (Li et al., 2011).

В условиях пониженного увлажнения около пос. Метеоритный существовало лесное болото с более сомкнутым по сравнению с современным древесным ярусом из лиственницы и березы белой. Марь подвергалась пожарам. Пирогенные смены приводили к широкому развитию багуль-

ника-подбела, пушицы и зеленых мхов *Polytrichum strictum*, *P. commune* и *Aulacomnium palustre* (Копотева, Купцова, 2011). Сильные пожары происходили ~2670–2010 л. н.

Длительный сухой период не был однородным. По данным диатомового анализа выделяется незначительное увеличение увлажнения ~2230–1790 л. н., начало которого отвечает теплому событию. Это подтверждает и увеличение содержания пыльцы широколиственных. Болотная растительность существенно не менялась. Влаголюбивые растения (аир, тростник, клюква), зеленый мох *Straminergon stramineum* появились на мари ~1790 л. н. и получили большее развитие с 1580 л. н. Древесный ярус стал более угнетенным, а кустарниковый получил большое развитие. Влажный период ~1510–1430 л. н. был выделен и в бассейне Нижнего Бикина (Разжигаева и др., 2019).

Состав диатомей ~1790–1580 л. н. отвечает сухим обстановкам. Вспышка развития аэрофила *Chamaepinnularia hassiaca*, характерного для высокогорных сфагновых болот в Монголии (абс. высота 1350 м) с температурой болотной воды 11–13°C и pH 5.5–5.6 (Куликовский, Дорофеюк, 2010), отвечает началу глобального холодного события 1750–1350 л. н. (Wanner et al., 2011). Около 1790 л. н. в условиях похолодания и после серии пожаров на мари стала распространена береза овальнолистная.

Сухие условия не исключали паводков, обусловленных залповыми осадками, вызванными прохождением тайфунов или глубоких циклонов. Информативным биоиндикатором паводков являются находки планктонных диатомей и реофилов на фоне преобладания видов, типичных для слабо увлажненных условий (*Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica*, *Pinnularia borealis*). Регулярные паводки проходили с 2670 л. н., а более частые ~2230–1790 л. н. в условиях незначительного потепления. Торф образованный ~2230–2010 л. н. содержит максимальное включение минеральной примеси. Находка в этом же интервале большого количества углей свидетельствует, что увлажнение в течение года резко менялось, и были длительные засушливые сезоны. Одним из признаков усиления циклогенеза являются находки пыльцы бука, граба, принесенной с юга. Повторяемость наводнений снизилась ~1790–1360 л. н., что сопоставляется с глобальным холодным событием (Wanner et al., 2011). В бассейне Бикина ~2240–1490 л. н. сильных паводков не наблюдалось (Разжигаева и др., 2019).

Ландшафты низкогорья в бассейне Большой Уссурки были более инертными к короткопериодным климатическим изменениям в сухую фазу. Здесь были распространены разреженные широколиственные и кедрово-широколиственные леса с большим участием широколиственных по сравнению с современной растительностью, вероятно, сохранившихся с оптимума голоцена. Около 2010–1790 л. н. граница ареала граба сердцелистного, вероятно, смещалась на север (*Carpinus* – 3.9%).

Начало обводнения мари около пос. Метеоритный ~1360 л. н. фиксирует смену климатических условий с засушливых на более влажные (см. рис. 5). Близкие ^{14}C-даты получены из основания торфяника “Глубинное” (см. табл. 1) и торфяной залежи на мари Сахалин в нижнем течении р. Бикин (1340 ± 40 л. н.; 1260 ± 40 кал. л. н., ЛУ-7566). Такие изменения хорошо совпадают с активизацией летнего муссона (Li et al., 2011). Для Японских островов усиление активности летнего муссона установлено ~1480–800 л. н. (van Soelen et al., 2016).

На мари около пос. Метеоритный в это время стали развиты кочкарники – среди торфообразующих растений в обилии появилась *Carex schmidtii*. Наличие биотопов с разным режимом увлажнения может объяснять сочетание биофоссилий, отражающих контрастные условия. Так, вид *Eunotia paludosa*, который хорошо переносит высыхание, мог в массе развиваться на кочках. Судя по увеличению содержания планктонных видов рода *Aulacoseira*, паводки стали чаще проходить ~1140 л. н. Близкие оценки (1260 л. н.) получены для бассейна Нижнего Бикина (Разжигаева и др., 2019).

Марь около пос. Метеоритный ~1020 л. н. превратилась в переходное кустарничково-сфагново-травяное болото с обилием клюквы. Это событие совпадает с началом малого оптимума голоцена, характеризовавшегося усилением циклогенеза и повторяемости тропических и внетропических циклонов, приносящих ливневые осадки (Разжигаева и др., 2019). Данные по югу Японских островов показывают, что ~1000 кал. л. н. увеличивалась частота прохождения и интенсивности палеотайфунов (Woodruff et al., 2009). Современным аналогом может служить сдвиг климатического режима на рубеже XX–XXI вв. в северо-западной Пацифике, который характеризуется увеличением меридионального переноса тепла и влаги, ростом интегрального содержания водяного пара в атмосфере, падением приземного атмосферного давления, усилением циклонической активности (Пономарев и др., 2018). Признаками сильных паводков в это время является присутствие озерно-реофильных диатомей в торфе (разрез “Метеоритный”). В бассейне р. Бикин частые сильные паводки происходили вплоть до 720 л. н. (Разжигаева и др., 2019). Повышение увлажнения не исключало прохождение пожаров в сухие сезоны. Крупные пожары, возможно, антропогенной природы на мари около пос. Метеоритный были ~1020–900 кал. л. н. В средние века долина была заселена, известно го-

родище XI в. около пос. Новопокровка (Хорев, 1978).

В малый ледниковый период отмечены кратковременные флуктуации увлажнения. Сухой период выделяется 660–590 л. н. Данные по торфянику "Звериный" также подтверждают снижение частоты паводков, торфонакопление здесь началось ~610 л. н. В бассейне р. Бикин похолодание и снижение увлажнения с отсутствием сильных паводков установлено ~725–645 л. н. (Разжигаева и др., 2019). Болото у пос. Метеоритный ~590–460 л. н. начало зарастать лиственницей и березой. Особенно длительные засухи были ~530–460 л. н. Более развитым стал и кустарниковый ярус. На мари был пожар. Вероятно, в этот период и выгорел торфяник "Глубинное". В то же время увеличение зольности торфа (до 17.4%) и повышенное содержание озерно-реофильных диатомей говорит о прохождении сильных паводков. Снижение увлажнения и паводковой активности ~550–490 л. н. установлено для бассейна Бикина (Разжигаева и др., 2019). За счет сокращения атмосферных осадков ~480 л. н. понизился уровень оз. Ханка (Микишин и др., 2007). На северо-востоке Китая ~500 кал. л. н. отмечено снижение активности летнего муссона (Li et al., 2011).

Условия стали более влажными ~400 л. н. и особенно ~330–260 л. н., когда марь у пос. Метеоритный превратилась в сфагновую топь, и появились участки открытой воды. На Корейском п-ове выделяется близкий по возрасту интервал (1620–1670 гг.), когда часто шли дожди, вызывавшие паводки. Это связывают с более интенсивным летним муссоном (Katsuki et al., 2016).

В целом, малый ледниковый период в бассейне Большая Уссурка был влажным. Данные хорошо согласуются с результатами, полученными по региону. В условиях активизации паводков шло накопление пойменных суглинков в бассейнах рек Приханкайской равнины (Базарова и др., 2018б), Раздольная и Бикин (Разжигаева и др., 2019, 2020). В это время было максимально обводнено палеоозеро Шуфанского плато (Razjigaeva et al., 2021). Частые наводнения отмечены на Корейском п-ове (Katsuki et al., 2016).

В условиях высокого антропогенного пресса паводковая активность в бассейне р. Большая Уссурка существенно возросла. Свидетельством может быть строение торфяника "Звериный", где слой суглинков обнаружен только в кровле разреза. Можно предположить, что сильных наводнений, подобных паводку в тайфун "Джуди", не было последние 610 лет.

В начале малого ледникового периода (780–530 л. н.) были оптимальные условия для развития кедровников. По-видимому, как и в настоящее время (Будзан и др., 2007), существовали влажные долинные кедровники с ясенем, а в низкогорье – разнокустарниковые с ребристой березой и лещинные с дубом и липой. В сухую фазу и после пожаров участие кедра сократилось, увеличилась роль берез. В долине появился хвойник. С 530 л. н. в горах большее распространение получила ель. В более влажных условиях ~330 л. н. кедр вновь стал распространен. Снижение его участия в современной растительности, зафиксированное в палиноспектрах, имеет антропогенную причину.

ВЫВОДЫ

Изучение торфяников бассейна р. Большая Уссурка показало, что в позднем голоцене климатические изменения были достаточно контрастными, особенно сильно изменялась увлажненность. Выделен период сильных засух (~2880–1360 л. н.), связанный с уменьшением интенсивности летнего муссона. Увлажнение увеличилось в малый оптимум голоцена. Влажным был и малый ледниковый период с кратковременным снижением увлажнения ~590–460 л. н. Выделены фазы с разной паводковой активностью, причем сильные наводнения проходили и в сухие периоды.

Климатические изменения приводили к существенным изменениям биотических компонентов ландшафтов. Наиболее чувствительными к изменениям природной среды были мари, особенно часто менявшие свой облик в малый ледниковый период. Горные ландшафты были более инерционными. Кедр корейский стал более распространен около 1580 л. н., в малый оптимум голоцена и малый ледниковый период. Одним из факторов изменения локальной растительности были пожары.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственных заданий ТИГ ДВО РАН № 122020900184-5 и ИВЭП ДВО РАН № 115040910002.

FUNDING

The work was carried out within the framework of state-ordered research themes of The Pacific Geographical Institute FEB RAS no. 122020900184-5 and the Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS no. 115040910002.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Базарова В.Б., Климин М.А., Копотева Т.А. Голоценовая динамика восточноазиатского муссона в Нижнем Приамурье (юг Дальнего Востока) // География и природные ресурсы. 2018а. № 3. С. 124–133.

Базарова В.Б., Лящевская М.С., Макарова Т.Р., Орлова Л.А. Обстановки осадконакопления на поймах рек Приханкайской равнины в среднем-позднем

голоцене (юг Дальнего Востока) // Тихоокеан. геол. 2018б. Т. 37. № 1. С. 94–105.

Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.

Борисова О.К. Ландшафтно-климатические изменения в голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 2. С. 5–20.

Будзан В.И., Будзан Д.В., Филипьев В.С. Динамика кедрово-широколиственных лесов Приморского края // Вестн. ДВО РАН. 2007. № 3. С. 60–64.

Будищев А.Ф. Описание лесов южной части Приморской области // Леса Дальнего Востока глазами первопроходцев. СПб.: Изд-во Д.Ф. Львов, 2016. С. 25–384.

Гарцман Б.И., Шамов В.В., Губарева Т.С. и др. Речные системы Дальнего Востока России: четверть века исследований. Владивосток: Дальнаука, 2015. 492 с.

Копотева Т.А., Купцова В.А. Пирогенный фактор на маревых болотах Приамурья // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2011. № 3. С. 37–41.

Куликовский М.С., Дорофеюк Н.И. Новые для флоры Монголии диатомовые водоросли // Новости систематики низших растений. 2010. Т. 44. С. 69–81.

Микишин Ю.А., Петренко Т.И., Попов А.Н., Орлова Л.А. Палеогеография озера Ханка в позднем голоцене // Науч. обозрение. 2007. № 2. С. 7–13.

Пономарев В.И., Дмитриева Е.В., Шкорба С.П., Карнаухов А.А. Изменение планетарного климатического режима на рубеже XX–XXI веков // Вестн. МГТУ. 2018. Т. 21. № 1. С. 160–169.

Прозоров Ю.С., Попов А.А. Основные типы болот и заболоченных лесов Приморского края // Вопр. лесоводства и лесоведения. 1961. Вып. 1. С. 146–162.

Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Копотева Т.А., Климин М.А., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Летопись речных паводков в предгорьях Сихотэ-Алиня за последние 2.2 тысячи лет // Изв. РАН. Сер. геогр. 2019. № 2. С. 85–99.

Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Корнюшенко Т.В., Ганзей К.С., Кудрявцева Е.П., Гридасова И.В., Клюев Н.А., Прокопец С.Д. Соотношение природных и антропогенных факторов в становлении ландшафтов бассейна реки Раздольная, Приморье // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020. Т. 84. № 2. С. 246–258.

Хорев В.А. Археологические памятники Приморского края. Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1978. 72 с.

Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M. Mid- to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China // Holocene. 2015. Vol. 25. P. 454–468.

Grimm E. Tilia software 2.0.2. Springfield: Illinois State Museum Research and Collection Center, 2004.

Hao Q., Liu H., Yin Y., Wang H., Feng M. Varied responses of forest at its distribution margin to Holocene monsoon development in northern China // Palaeogeog., Palaeoclimat., Palaeoecol. 2014. Vol. 409. P. 239–248.

Katsuki K., Yang D.Y., Seto K., Yasuhara M., Takata H., Otsuka M., Nakanishi T., Yoon Y., Um I.K., Cheung R.C.W., Khim B.K., Kashima K. Factors controlling typhoons and storm rain on the Korean Peninsula during the Little Ice Age // J. Paleolim. 2016. Vol. 55. P. 35–48.

Leipe C., Nakagawa T., Gotanda K., Müller S., Tarasov P. Late Quaternary vegetation and climate dynamics at the northern limit of the East Asian summer monsoon and its regional and global-scale controls // Quat. Sci. Rev. 2015. Vol. 116. P. 57–71.

Li C., Wu Ya., Hou X. Holocene vegetation and climate in Northeast China revealed from Jingbo Lake sediment // Quat. Int. 2011. Vol. 229. P. 67–73.

Liu Y., Wang Q., Fu C. Taxonomy and distribution of diatoms in the genus Eunotia from the Da'erbin Lake and Surrounding Bogs in the Great Xing'an Mountains, China // Nova Hedwigia. 2011. Vol. 92. P. 205–232.

Ramsey B.C. Methods for summarizing radiocarbon datasets // Radiocarbon. 2017. Vol. 59. P. 1809–1833.

Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A. et al. Holocene mountain landscape development and monsoon variation in the southernmost Russian Far East // Boreas. 2021. Vol. 50. № 4. P. 1043–1058.

Stebich M., Rehfeld K., Schlütz F. et al. Holocene vegetation and climate dynamic of NE China based on the pollen record from Sihailongwan Maar Lake // Quat. Sci. Rev. 2015. Vol. 124. P. 275–289.

van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // Neth. J. Aquatic Ecol. 1994. Vol. 28. P. 117–133.

van Soelen E.E., Ohkouchi N., Suga H., Damsté J.S.S., Reichart G-J. A late Holocene molecular hydrogen isotope record of the East Asian Summer Monsoon in Southwest Japan // Quat. Res. 2016. Vol. 86. P. 287–294.

Wanner H., Solomina O., Grosjean M. et al. Structure and origin of Holocene cold events // Quat. Sci. Rev. 2011. Vol. 30. P. 3109–3123.

Wetzel C.E., Martinez-Carreras N., Hlubiková D., Hoffmann L., Pfister L., Ector L. New combinations and type analysis of Chamaepinnularia species (Bacillariophyceae) from aerial habitats // Cryptogamie Algologie. 2013. Vol. 34. P. 149–168.

Woodruff J.D., Donnelly J.P., Okusu A. Exploring typhoon variability over the mid-to-late Holocene: evidence of extreme coastal flooding from Kamikoshiki, Japan // Quat. Sci. Rev. 2009. Vol. 29. P. 1774–1785.

Humidity Changes Record in Sections of Valley Peatbog in Far East's South

N. G. Razzhigaeva[1, *], T. A. Kopoteva[2], T. R. Makarova[1], T. A. Grebennikova[1], M. S. Lyashchevskaya[1], L. M. Mokhova[1], L. A. Ganzey[1], E. P. Kudryavtseva[1], A. M. Panichev[1], M. A. Klimin[2], Kh. A. Arslanov[3], F. E. Maksimov[3], and A. Yu. Petrov[3]

[1]Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

[2]Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, Khabarovsk, Russia

[3]St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

**e-mail: nadyar@tigdvo.ru*

Multiproxy study of the sections of mares in the Bolshaya Ussurka River Basin allowed highlighting climate changes over the past 2900 years. Reconstructions are based on data on botanical, diatoms, and pollen analyses and radiocarbon dating. Moisture content changed most significantly. The periods of prolonged droughts, which coincided with the weakening of the summer monsoon, were established. A long dry period began about 2900 yr BP and continued up to 1360 yr BP. Dry conditions did not exclude floods caused by strong rainfall caused by the passage of typhoons or deep cyclones. The Medieval Warm Period and Little Ice Age were humid and characterized by increased cyclogenesis. Short-term fluctuations in humidity were noted: droughts were about 530–460 yr BP, conditions became more humid about 400 yr BP and especially about 330–260 yr BP. The age ranges of periods with different flood activity and fires are determined. Correlation of events with data on the regional and global events is carried out. A different response of mountain and bog landscapes to short-period climatic changes has been established. In forest vegetation, the role of Korean pine changed significantly, the distribution of which controlled by changes in hydroclimatic conditions. Optimum environments for Korean pine forests' development were 780–530 yr BP. Role of Korean pine decreased during dry phases and after fires. The most variable vegetation of the mares was during the Little Ice Age. Modern anthropogenic changes in landscapes are also recorded in the sections. Scale of floods has significantly increased under human impact.

Keywords: climatic changes, floods, summer monsoon, cyclogeneses, landscapes, fires, late Holocene

REFERENCES

Bazarova V.B., Klimin M.A., Kopoteva T.A. Holocene dynamic of Eastern-Asia Monsoon in the Lower Amur area. *Geogr. Prir. Resur.*, 2018, vol. 39, no. 3, pp. 239–247. (In Russ.).

Bazarova V.B., Lyashchevskaya M.S., Makarova T.R., Orlova L.A. Environments of the middle-late Holocene sedimentation in the river flood-plains of the Prikhanka Plain (south Far East). *Tikhookean. Geol.,* 2018, vol. 37, no. 1, pp. 94–105. (In Russ.).

Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anissimova O.V. *Biorazznoobrazie vodoroslei-indikatorov okruzhayushchei sredy* [Diversity of Algal Indicators in Environmental Assessment]. Tel Aviv: Pilies Studio, 2006. 498 p.

Borisova O.K. Landscape-climatic changes in the Holocene. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2014, no. 2, pp. 5–20. (In Russ.).

Budzan V.I., Budzan D.V., Filip'ev V.S. Dynamics of Korean pine-broadleaved forests in Primorsky Krai. *Vestn. DVO RAN,* 2007, no. 3, pp. 60–64. (In Russ.).

Budishchev A.F. Description of the forests in the southern part of Primorsky region. In *Lesa Dal'nego Vostoka glazami pervoprokhodtsev* [Forest of Far East through the Eyes of Pioneers]. St. Petersburg: D.F. L'vov Publ., 2016, pp. 25–384. (In Russ.).

Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M. Mid- to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China. *Holocene*, 2015, vol. 25, pp. 454–468.

Gartsman B.I., Shamov V.V., Gubareva T.S. et al. *Rechnye sistemy Dal'nego Vostoka Rossii: chetvert' veka issledovanii* [River Systems of Pacific Russia: A Quarter Century of Research]. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2015. 492 p.

Grimm E. *Tilia software 2.0.2.* Springfield: Illinois State Museum Res. and Coll. Center, 2004.

Hao Q., Liu H., Yin Yi, H., Feng M. Varied responses of forest at its distribution margin to Holocene monsoon development in northern China. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 2014, vol. 409, pp. 239–248.

Katsuki K., Yang D.Y., Seto K., Yasuhara M., Takata H., Otsuka M., Nakanishi T., Yoon Y., Um I.K., Cheung R.C.W., Khim B.K., Kashima K. Factors controlling typhoons and storm rain on the Korean Peninsula during the Little Ice Age. *J. Paleolim.,* 2016, vol. 55, pp. 35–48.

Khorev V.A. *Arkheologicheskie pamyatniki Primorskogo kraya* [Archaeological Sites of Primorsky Krai]. Vladivostok: Dal'nevost. Kn. Publ., 1978. 72 p.

Kopoteva T.A., Kuptsova V. A. Fire in waterlogged open larch forests in the Amur River area. *Vestn. Severo-Vostochnogo Nauch. Tsentra DVO RAN*, 2011, no. 3, pp. 37–41. (In Russ.).

Kulikovskii M.S., Dorofeyuk N.I. New diatoms for the Mongolian flora. *Novosti Sistematiki Nizshikh Rastenii,* 2010, vol. 44, pp. 69–81. (In Russ.).

Leipe C., Nakagawa T., Gotanda K., Müller S., Tarasov P. Late Quaternary vegetation and climate dynamics at the northern limit of the East Asian summer monsoon

and its regional and global-scale controls. *Quat. Sci. Rev.,* 2015, vol. 116, pp. 57–71.

Li C., Wu Ya., Hou X. Holocene vegetation and climate in Northeast China revealed from Jingbo Lake sediment. *Quat. Int.,* 2011, vol. 229, pp. 67–73.

Liu Y., Wang Q., Fu C. Taxonomy and distribution of diatoms in the genus Eunotia from the Da'erbin Lake and Surrounding Bogs in the Great Xing'an Mountains, China. *Nova Hedwigia*, 2011, vol. 92, pp. 205–232.

Mikishin Yu.A., Petrenko T.I., Orlova L.A. Paleogeography of the Khanka Lake in late Holocene. *Nauchn. Obozr.,* 2007, no. 2, pp. 7–13. (In Russ.).

Ponomarev, V.I., Dmitrieva, E.V., Shkorba, S.P., Karnaukhov A.A., 2018. Change of the global climate regime at the turn of the XX–XXI centuries. *Vestn. MGTU,* 2018, vol. 21, no. 1, pp. 160–167. (In Russ.).

Prozorov Yu.S., Popov A.A. The main types of swamps and swampy forests of Primorsky krai. *Vopr. Lesovodstva i Lesovedeniya,* 1961, no. 1, pp, 146–162. (In Russ.).

Ramsey B.C. Methods for summarizing radiocarbon datasets. *Radiocarbon*, 2017, vol. 59, pp. 1809–1833.

Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Kopoteva T.A., Klimin M.A., Panichev A.M., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh. A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu. Paleoflood records within Sikhote-Alin foothills during last 2.2 ka. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2019, no. 2, pp. 85–99. (In Russ.).

Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kopoteva T.A., Kudryavtseva E.P., Belyanin P.S., Panichev A.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Sudin V.V., Klimin M.A., Kornyushenko T.V. Holocene mountain landscape development and monsoon variation in the southernmost Russian Far East. *Boreas*, 2021, vol. 50, no. 4, pp. 1043–1058.

Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Kornyushenko T.V., Ganzey K.S., Kudryavtseva E.P., Gridasova I.V., Klyuev N.A., Prokopets S.D. Interaction of natural and anthropogenic factors in landscape development of Razdolnaya River basin, Primorye. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2020, vol. 84, no. 2, pp. 246–258. (In Russ.).

Stebich M., Rehfeld K., Schlütz F. et al. Holocene vegetation and climate dynamic of NE China based on the pollen record from Sihailongwan Maar Lake. *Quat. Sci. Rev*., 2015, vol. 124, pp. 275–289.

van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. Aquatic Ecol.,* 1994, vol. 28, pp. 117–133.

van Soelen E.E., Ohkouchi N., Suga H., Damsté J.S.S., Reichart G-J. A late Holocene molecular hydrogen isotope record of the East Asian Summer Monsoon in Southwest Japan. *Quat. Res.*, 2016, vol. 86, pp. 287–294.

Wanner H., Solomina O., Grosjean M. et al. Structure and origin of Holocene cold events. *Quat. Sci. Rev*., 2011, vol. 30, pp. 3109–3123.

Wetzel C.E., Martinez-Carreras N., Hlubiková D., Hoffmann L., Pfister L., Ector L. New combinations and type analysis of Chamaepinnularia species (Bacillariophyceae) from aerial habitats. *Cryptogamie Algologie*, 2013, vol. 34, pp. 149–168.

Woodruff J.D., Donnelly J.P., Okusu A. Exploring typhoon variability over the mid-to-late Holocene: evidence of extreme coastal flooding from Kamikoshiki, Japan. *Quat. Sci. Rev.*, 2009, vol. 29, pp. 1774–1785.

EDN: WAXBJA
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 578–593

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 551.5(519.2+911.3+332)

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ: ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ПО РЕГИОНАМ РОССИИ

© 2022 г. В. В. Виноградова[a], *, Т. Л. Бородина[a], **

[a] *Институт географии РАН, Москва, Россия*

**e-mail: vvvinog@yandex.ru*

***e-mail: borodina@igras.ru*

Поступила в редакцию 17.11.2020 г.
После доработки 16.12.2021 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

Климатические условия воздействуют на население как непосредственно – через его здоровье, заболеваемость и смертность, так и опосредованно – через условия жизнедеятельности, и это воздействие крайне многообразно. В работе проведено ранжирование климатических факторов по тесноте связи с демографическими, социальными и экономическими показателями с использованием корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа за период 1995–2017 гг. на территориальном уровне регионов-субъектов РФ. Показано, что при помощи климатических факторов может быть описано от 21 до 52% дисперсии рассмотренных показателей, осредненных за исследуемый период по субъектам РФ. Для коэффициента миграционного прироста наиболее важны: продолжительность отопительного периода, междусуточные перепады температуры >|6|°С и сумма температур ниже 0°С. Зависимость общей заболеваемости от климатических факторов описывается на 42%. Вклад в регрессию таких климатических факторов, как давление (его среднеквадратическое отклонение) и продолжительность отопительного периода наиболее значителен. Продолжительность отопительного периода, продолжительность безморозного периода, сумма активных температур выше 10°С вносят наибольший вклад в дисперсию валового регионального продукта.

Ключевые слова: климатические факторы, коэффициент миграционного прироста, общая заболеваемость, корреляционный анализ, регрессионный анализ

DOI: 10.31857/S2587556622040124

ВВЕДЕНИЕ

Глобальное изменение климата увеличивает вероятность экстремальных погодных явлений и негативных экологических процессов во всем мире. В результате возможного повышения уровня моря и затопления прибрежных районов, нарушения муссонных систем и других режимов выпадения осадков, а также экстремальной засухи могут пострадать до 200 млн человек (Myers, 2002). В мировой литературе в анализе проблем, связанных с влиянием климатических условий на социально-экономические процессы, преобладают исследования (прежде всего на примере развивающихся стран), посвященные миграции различных групп населения из местностей, подвергшихся различным неблагоприятным климатическим явлениям (засуха, стихийные бедствия и т.п.) [см., например, (Kaczan and Orgill-Meyer, 2020)[1]]. Появилось такое понятие, как “экологические беженцы” (*environmental refugees*), которые не могут обеспечить себе надежное существование из-за засухи, эрозии почв, опустынивания, обезлесения и других экологических проблем, а также связанных с ними проблем демографического давления и глубокой нищеты и поэтому вынуждены мигрировать в другие регионы или страны (Myers, 2002).

Адаптационный потенциал России к изменению климата и его последствиям, обусловленный размерами ее территории, особенностями современного климата и его ожидаемых изменений, позволяет ей довольно хорошо приспосабливаться к сравнительно “медленным” изменениям климата и связанными с ними глобальным водному и продовольственному кризисам. Но существует “дефицит” адаптации к экстремальным погодно-климатическим воздействиям, рост ущерба от которых связан еще и с возрастающей уязвимостью инфраструктуры (степенью ее защищенности от различных внешних воздействий) (Доклад ...,

[1] См. также: Social dimensions of climate change, 2011. https://www.who.int/globalchange/mediacentre/events/2011/social-dimensions-of-climate-change.pdf.

2017). В связи с этим возрастает необходимость оценки степени воздействия климатических факторов на различные стороны жизнедеятельности человека и определение факторов, оказывающих на них существенное влияние.

Природно-климатические условия жизнедеятельности населения крайне разнообразны. В местностях с неблагоприятными климатическим условиями многие демографические и социальные показатели зачастую оказываются хуже, чем на территориях с более благоприятными условиями. При этом необходимо учитывать, что климатические условия воздействуют на население как непосредственно – через его здоровье, заболеваемость и смертность, так и опосредованно – через условия жизнедеятельности. Последние определяют, в частности, миграционное поведение населения, что в свою очередь влияет на его структуру на той или иной территории. В связи с этим важно определение тесноты связи демографических, социальных и экономических показателей с климатическими факторами.

Современные миграционные процессы усиливают концентрацию населения в ограниченном числе ареалов, а в пределах страны – в небольшом числе регионов. Миграции приводят также к изменению различных структур населения (половозрастной, семейной, по уровню образования, профессиональной, параметрам здоровья), которые не одинаково реагируют на те или иные климатические условия и по-разному адаптируются к климатическим изменениям. По результатам составленных типологий сочетания природно-климатических условий и демографических показателей по регионам России было выявлено практически полное совпадение качества демографической ситуации (т.е. сложившееся в данном регионе соотношение демографических процессов) и климатических условий в зонах с “крайними” значениями: наилучшие демографические показатели – в ареалах с наиболее благоприятными климатическими условиями, наихудшие – в ареалах с неблагоприятным климатом (Природно-климатические ..., 2018). Для анализа использовались группы показателей, связанные с жизнедеятельностью населения на определенной территории (демографические, социальные и экономические), и районирование России по природно-климатическим условиям жизни населения (Природно-климатические ..., 2018, с. 67). В России регионы с неблагоприятными климатическими условиями расположены в северной и северо-восточной частях страны. За период с начала 1990-х годов население Чукотского автономного округа и Магаданской области сократилось на 2/3, Камчатского края, Сахалинской и Мурманской областей, Республики Коми, Таймырского и Эвенкийского автономных округов[2] – примерно на 1/3. Произошло это прежде всего за счет миграционного оттока населения. В советский период в условиях плановой экономики в северных регионах развивались отрасли добывающей промышленности, туда массово переселялись люди (или их туда переселяли). На качество жизни тогда особого внимания не обращали. Можно сказать, что Север был “перенаселен”. Если бы экономика развивалась в рыночных условиях, а условиям жизни людей уделялось больше внимания, не возникло бы многих постоянных населенных пунктов в экстремально суровых климатических зонах (в том числе таких больших городов, как Норильск), а добыча сырья осуществлялась преимущественно вахтовым методом, при котором затраты на инфраструктуру существенно ниже, а среди населения преобладают лишь занятые непосредственно на производстве.

После распада Советского Союза и краха плановой экономики на Севере стали закрываться нерентабельные предприятия, а население стало массово оттуда уезжать, что приводило к ликвидации многих населенных пунктов, особенно небольших поселков при промышленных предприятиях (Litvinenko, 2012; Litvinenko and Kumo, 2017). При этом уезжали в основном те, кто ранее туда приехал на работу (пришлое население), а коренные жители, в основном представители коренных народностей Севера и Дальнего Востока, проживающие в сельской местности и занимающиеся традиционными видами хозяйственной деятельности, такими как оленеводство, животноводство, охота и рыболовство, если и переезжали, то в пределах своего региона (Litvinenko, 2012; Litvinenko and Kumo, 2017). Таким образом, миграционный отток из неблагоприятных в климатическом отношении регионов в значительно меньшей степени относится к сельскому населению, чем к городскому.

В современных условиях при освоении новых месторождений полезных ископаемых в местностях с неблагоприятными климатическими условиями возрастает роль занятости вахтовым методом, что формирует особые формы расселения (поселения, рассчитанные на временное пребывание лишь занятых в производственной деятельности). При этом сохраняется роль возвратной миграции (возвращение населения из районов Севера в места прежнего проживания и местности, более благоприятные по природным условиям), что приводит к оттоку населения и сжатию

[2] Ныне Таймырский Долгано-Ненецкий и Эвенкийский районы Красноярского края соответственно.

расселения. Связанность величины миграционного притока/оттока и климатических условий варьирует в зависимости от целей переезда. Наименее климатически зависимы переезды в поисках работы и из карьерных соображений: в таком случае помимо городов-миллионников и региональных центров притягательными могут быть, наряду с климатически благоприятными регионами, и северные, с суровым климатом, но с привлекательными местами приложения труда (Карачурина, Мкртчян, 2017).

В любом случае миграционные процессы ведут к фрагментации и поляризации социально-географического пространства как на уровне всей страны, так и в пределах регионов. Миграционный отток из большинства регионов приводит к тому, что численность населения там уменьшается, а качество населения ухудшается. Наблюдаются процессы постарения населения и ухудшения половозрастной структуры, низкий уровень рождаемости, высокая смертность, низкая продолжительность жизни. Происходит поляризация и основных компонентов социальной среды – таких как расселение, социальная сфера и сфера услуг (Бородина, Глезер, 2014). Население концентрируется во все меньшем количестве регионов, а внутри регионов – преимущественно в региональных центрах и окружающей их местности. Привлекательными для мигрантов являются столицы – Москва и Санкт-Петербург, Московская и Ленинградская области и очень ограниченный набор регионов: Краснодарский край, Республика Крым, Калининградская, Белгородская и Воронежская области. За Уралом миграционный прирост стабилен лишь в Тюменской и Новосибирской областях.

Заболеваемость населения, как общая, так и болезнями органов дыхания и болезнями системы кровообращения, в значительной степени связана с природно-климатическими условиями. Существенное воздействие на заболеваемость оказывают экстремально высокие и экстремально низкие температуры, а также резкие перепады температуры и атмосферного давления (Золотокрылин и др., 2018). Воздействие экстремальных температур на человека, его здоровье, различные отрасли хозяйства и природу трудно переоценить (Виноградова, 2014, 2017, 2018). Так, избыточные тепловые нагрузки вызывают психологический стресс, влияющий на производительность труда, могут вызывать увеличение конфликтов и рост числа насильственных преступлений (John and Cooper, 2004). Значительное число исследований в России и за рубежом посвящено изучению зависимости смертности от температуры воздуха, в частности от волн тепла (Ревич, 2011; Ревич, Шапошников, 2016; Ревич и др., 2013, 2015; Шапошников и др., 2013; Blazejczyk, 2000, 2009). Низкие температуры приводят к переохлаждению и могут вызывать рост заболеваемости и смертности. Так, Б.А. Ревичем и Д.А. Шапошниковым (2016) показано, что в северных городах волны холода (и особенно длинные, более 8 дней) оказывают сильное влияние на уровень смертности населения.

Влияние междусуточных перепадов температуры на здоровье, и в частности на течение сердечно-сосудистых заболеваний, отмечается в работах (Козловская и др., 2014; Русанов, 1973; Guo et al., 2011; Kysely et al., 2009; Rocklöv and Forsberg, 2008; Saez et al., 2000). В Центральной Европе зимой наблюдается рост сердечно-сосудистых заболеваний при междусуточных понижениях температуры на 4°C (Kysely et al., 2009). Число госпитализаций больных с диагнозом острый инфаркт миокарда связано с междусуточными перепадами температуры воздуха летом в Москве в 2009–2012 гг. (Козловская и др., 2014). Воздействие на течение сердечно-сосудистых заболеваний перепадов температуры воздуха и атмосферного давления показано в работах (Русанов, 1973; Basu and Samet, 2002; Danet et al., 1999; Hopstock et al., 2011; Kloner et al., 1999; Panagiotakos et al., 2004; Wasserman et al., 2014).

Работоспособность человека зависит от таких природных факторов, как высокие и низкие температуры, недостаток кислорода и понижение атмосферного давления. Под влиянием экстремальных температур нарушается тепловой баланс организма человека. Он поддерживается механизмом физиологической адаптации или акклиматизации к высоким (низким) температурам. Интенсивный период адаптации к тепловому стрессу у лиц, прибывших из средней полосы в полупустынные районы России, составляет около 5 дней, а нормализация физиологических функций наступает примерно через месяц. Полная адаптация к труду здесь возможна не менее чем через год. Процесс адаптации к труду в холодных условиях Севера удлиняется до 8 лет (Сизан, Хухлаев, 1992).

Значительное количество работ, показывающих воздействие различных климатических факторов на здоровье и работоспособность человека, оставляют открытым вопрос: насколько их комплексное воздействие может быть связано с заболеваемостью и какие из этих факторов являются наиболее важными.

Что касается взаимосвязи климатических факторов и развития экономики, то можно считать очевидным, что географические факторы, и прежде всего природно-климатические, влияют на специфику российской экономики. В основе концепции Ф. Хилл и К. Гэдди (Hill and Gaddy, 2003) лежит поиск взаимосвязей между природно-климатическими условиями России и ее экономическим развитием. Авторы считают, что огромные холодные пространства Сибири являются тяжелым бременем для отечественной эконо-

мики и сильно тормозят ее рост. Доказательство этого тезиса складывается из двух основных частей: 1) измерение российского холода; 2) оценка затрат экономики, связанных с влиянием холода. Действительно, в связи с суровым климатом и огромными расстояниями затраты на производство и жизнеобеспечение в Сибири выше, чем в европейской части России. Суровые климатические условия большинства регионов России, их континентальное положение (удаленность от морских портов) обусловливают необходимость выбора особых путей в организации экономики. Отмечалось, что в России из-за суровых природных условий значительно дороже, чем в Западной Европе, Америке, Юго-Восточной Азии, Австралии, строительство, энергообеспечение, одежда и питание (Зоркальцев, Хажеев, 2015). Расходы теплоэнергии и топлива на отопление не только зданий, но и на работающие машины и механизмы, на подогрев сырья, полуфабрикатов на различных производствах и даже на подогрев самого топлива перед его сжиганием во многих регионах России намного выше, чем в других странах. Наряду с этим многие авторы отмечают, что сила воздействия климата на хозяйство и жизнедеятельность исторически изменчива и зависит от уровня развития общества, от возможностей познания этого фактора и нейтрализации его негативного влияния [см., например, (Безруков, 2011; Пилясов, 2009)]. Во многих северных регионах преобладают высокодоходные сырьевые отрасли экономики, а в развитом индустриальном и постиндустриальном обществе непосредственная зависимость производственной деятельности и жизни людей от климатических условий существенно ослабевает.

Утверждение, что климатические условия оказывают влияние на демографические, социальные и экономические процессы кажется очевидным, но мера этого воздействия остается не совсем понятной. Поэтому исследовательской задачей, которую мы постарались решить в настоящей работе (пока весьма грубо, на региональном уровне), является количественная оценка вклада климатических факторов в дисперсию демографических, социальных и экономических показателей, а также определение климатических факторов, оказывающих наибольшее воздействие на показатели, описывающие различные стороны жизнедеятельности населения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Определение тесноты связи демографических, социальных и экономических показателей с климатическими факторами проведено на уровне регионов-субъектов РФ. Это обусловлено доступностью большой части статистических показателей только на региональном уровне. Из каждой группы показателей (демографических, социальных и экономических) был выбран один, который сравнивался с набором климатических факторов. Исследовались следующие показатели: коэффициент миграционного прироста (разность между числом прибывших на данную территорию и числом выбывших за пределы этой территории за год, отнесенная к среднегодовой численности населения) на 10000 человек населения (демографический); общая заболеваемость на 1000 человек населения, зарегистрированная у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни, заболеваемость на 1000 человек населения болезнями органов дыхания и болезнями системы кровообращения, которые анализировались отдельно (социальные); валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения (в рублях, до 1998 г. – в тыс. рублей) (экономический). В качестве социальных показателей выбраны медицинские показатели заболеваемости, поскольку уровень заболеваемости населения зависит не только от климатических условий, но и от уровня развития социальной инфраструктуры в регионе и других показателей, характеризующих условия и качество жизни населения. Источник данных – Федеральная служба государственной статистики (Росстат)[3].

Исследовалась теснота связи со следующими климатическими факторами: продолжительность безморозного периода (часть года с температурой воздуха выше 0°С), сумма отрицательных температур (сумма за год среднесуточных температур ниже 0°С), минимальная температура воздуха, максимальная температура воздуха за год, продолжительность отопительного периода, сумма активных температур, т.е. температур выше +10°С, число дней с температурой ниже –30°С, междусуточные перепады температуры более |6|°С и среднеквадратическое отклонение (СКО) давления. Климатические параметры за период 1995–2017 гг. подготовлены с использованием наиболее полных данных архива ВНИИГМИ-МЦД[4] и базы данных “Климат и жизнь”[5]. Все данные архива ВНИИГМИ-МЦД проходят проверку и оценку качества[6]. Были использованы суточные данные 515 метеостанций на территории России о средней, минимальной, максимальной температуре воздуха, влажности воздуха, скорости ветра и атмосферном давлении. Климатиче-

[3] http://www.gks.ru/ (дата обращения 01.10.2020).
[4] http://meteo.ru/ (дата обращения 30.08.2020).
[5] http://www.georegion.org (дата обращения 30.08.2020).
[6] Булыгина О.Н., Веселов В.М., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620549. http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных (дата обращения 30.08.2020).

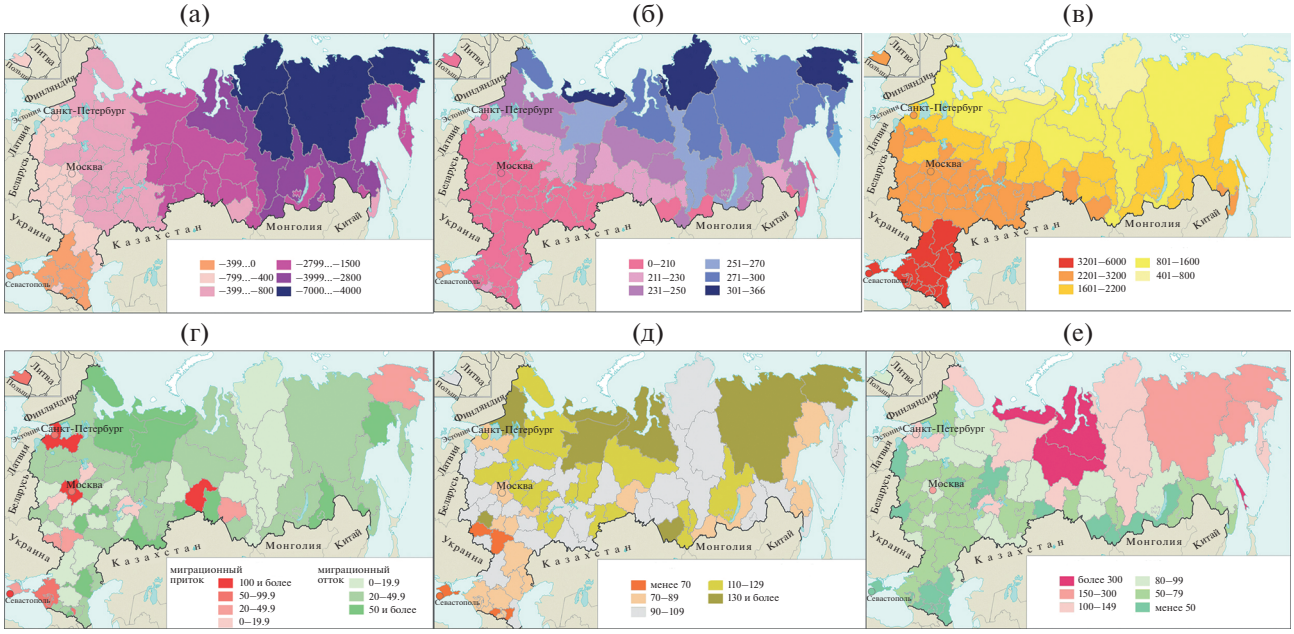

Рис. 1. Пространственное распределение показателей по регионам России: (а) сумма отрицательных температур, °С; (б) продолжительность отопительного периода, дни; (в) сумма активных температур выше +10°С, °С; (г) коэффициент миграционного прироста в 2018 г., на 10000 чел. населения; (д) общая заболеваемость в 2018 г., % к среднероссийскому уровню; (е) ВРП на душу населения, 2017 г., % к среднероссийскому уровню.

ские данные осреднялись по региону с использованием всех метеостанций, расположенных на территории данного региона. Это не очень корректно для больших по территории регионов, но такой подход связан с разработкой Росстатом большинства социально-экономических показателей только на региональном уровне. Для примера на рис. 1 приведено пространственное распределение некоторых факторов и показателей, использованных для анализа. Социально-экономические показатели на рис. 1 приведены для иллюстрации результатов анализа.

Проведен взаимный корреляционный и регрессионный анализ климатических факторов и демографических, социальных, экономических показателей на уровне субъектов РФ для периода 1995–2017 гг. Рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена демографических, социальных, экономических показателей и климатических факторов. Значимость коэффициентов корреляции оценивалась по критерию Спирмена. В дальнейшем для анализа связи между климатическими факторами и демографическим, социальным, экономическим показателями и определения наиболее значимых климатических факторов использовался регрессионный анализ (линейная регрессия). Для регрессионного анализа использовались данные, осредненные за весь период, для климатических факторов, социальных и демографических показателей. Регрессионный анализ зависимости ВРП на душу населения (до 1998 г. в тыс. рублей и в рублях после 1998 г.) (экономический показатель) от климатических факторов проводился отдельно для трех периодов (1995–2000, 2001–2009, 2010–2016 гг.) из-за больших различий ВРП, а используемые данные осреднялись за соответствующие периоды. Все показатели были стандартизированы путем вычитания среднего и деления на стандартное отклонение. Использовалась пошаговая процедура с включением/исключением предикторов. Степень точности описания моделью влияния климатических факторов на демографические, социальные, экономические показатели оценивалась с помощью критерия R-квадрат, который показывает долю статистической связи, описываемую моделью. Модель считалась значимой и достоверной, если критерий Фишера (F) значительно больше F критического. Достоверность модели оценивалась по критерию Фишера, который должен быть меньше, чем 0.05 (то есть параметр “Значимость F” должен быть меньше 0.05). Значимые климатические факторы оценивались по значению p-value (меньше 0.05).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Коэффициенты корреляции Спирмена демографических, социальных, экономических показателей и климатических факторов приведены в табл. 1. Максимальные по модулю коэффициенты корреляции, соответствующие умеренной тес-

Таблица 1. Коэффициенты корреляции Спирмена демографических, социальных, экономических показателей и климатических факторов за 1995–2017 гг.

Климатические факторы	Показатель				
	Демографический: коэффициент миграционного прироста на 10000 чел. населения	Социальные:			Экономический: ВРП на душу населения (тыс. руб. или руб.)
		общая заболеваемость на 1000 чел. населения	заболеваемость болезнями органовдыхания на 1000 чел. населения	заболеваемость болезнями системы кровообращения на 1000 чел. населения	
Междусуточные перепады температуры >|6|°С (ΔT)	**–0.17**	**0.37**	**0.34**	0.05	**0.23** (1995–2000) **0.14** (2001–2009) **0.29** (2010–2016)
Продолжительность безморозного периода (безмороз. пер.)	**0.41**	**–0.37**	**–0.35**	**0.12**	**–0.30** (1995–2000 **–0.21** (2001–2009) **–0.32** (2010–2016)
Сумма активных температур >10°С ($\Sigma T > 10$)	**0.34**	**–0.34**	**–0.45**	**0.13**	**–0.36** (1995–2000 **–0.27** (2001–2009) –**0.39** (2010–2016)
Сумма отрицательных температур ($\Sigma T < 0$)	**0.38**	**–0.33**	**–0.30**	**0.17**	**–0.26** (1995–2000 **–0.25** (2001–2009) **–0.26** (2010–2016)
Продолжительность отопительного периода (отоп. пер.)	**–0.35**	**0.34**	**0.44**	**–0.12**	**0.37** (1995–2000 **0.27** (2001–2009) **0.42** (2010–2016)
СКО давления (СКО Р)	0.07	**0.36**	**0.45**	–0.03	**0.33** (1995–2000 **0.33** (2001–2009) 0.13 (2010–2016)
T_{max}	**0.39**	**–0.20**	**–0.28**	0.05	–0.18 (1995–2000 –0.13 (2001–2009) –0.13 (2010–2016)
T_{min}	**0.38**	**–0.36**	**–0.36**	0.07	–**0.46** (1995–2000 0.08 (2001–2009) **0.25** (2010–2016)

Примечание. Жирным шрифтом выделены коэффициенты, значимые на уровне значимости 0.05.

ноте связи, отмечаются между коэффициентом миграционного прироста и продолжительностью безморозного периода, суммой отрицательных температур, минимальной температурой, продолжительностью отопительного периода и суммой активных температур.

Коэффициенты корреляции социальных показателей (общая заболеваемость, заболеваемость болезнями органов дыхания и болезнями системы кровообращения) с климатическими факторами значимы для общих заболеваний и болезней органов дыхания и находятся в пределах от 0.20 до 0.45 по модулю. Теснота связи умеренная, а для максимальной температуры – слабая. Для общей заболеваемости максимальные положительные коэффициенты корреляции наблюдаются с междусуточными перепадами температуры больше |6|°С и СКО давления, а отрицательные – с продолжительностью безморозного периода и минимальной температурой (см. табл. 1). Для заболеваемости болезнями органов дыхания теснота связи умеренная. Максимальная положительная корреляционная связь отмечается с продолжительностью отопительного периода, СКО давления, междусуточными перепадами температуры больше |6|°С и отрицательная – с продолжительностью безморозного периода и минимальной температурой. Связь заболеваемости болезнями системы кровообращения с климатическими факторами слабая, значимые коэффициенты корреляции наблюдаются с продолжительностью отопительного и безморозного периода, суммой отрицательных и активных температур.

Таблица 2. Многофакторная пошаговая линейная регрессия демографических, социальных, экономических показателей и климатических факторов по субъектам РФ за 1995–2017 гг.

Показатель	Коэффициент миграционного прироста на 10000 чел. населения	Общая заболеваемость на 1000 чел. населения	Заболеваемость болезнями органов дыхания на 1000 чел. населения	Заболеваемость болезнями системы кровообращения на 1000 чел. населения	ВРП на душу населения (тыс. руб. или руб.)
R-квадрат	**0.49**	**0.42**	**0.52**	0.02	**0.23** **0.21** **0.35**
F	**24.84**	**27.60**	**26.35**	1.78	**20.88** **19.32** **11.44**
Значимость F	2.21E–11	1.042E–09	1.304E–11	0.18	2.2040E–05 3.852 E–05 4.387E–06
Значимые переменные $p < 0.05$	Отоп. пер. (p-value 0.006) ΔT (p-value 0.002) $\Sigma T < 0$ (p-value 0.0004)	Отоп. пер. (p-value 0.0003) СКО Р (p-value 0.0004)	СКО Р (p-value 0.00003) отоп. пер. (p-value 0.00016) безмороз. пер. (p-value 0.024)	$\Sigma T < 0$ (p-value 0.185)	Отоп. пер. (p-value 0.00003) безмороз. пер.* (p-value 0.002) $\Sigma T > 10$* (p-value 0.033)
Коэффициенты регрессии значимых переменных	Отоп. пер. –0.40 ΔT 0.39 $\Sigma T < 0$ 0.59	Отоп. пер. 0.38 СКО Р 0.37	СКО Р 0.41 отоп. пер. 0.84 безмороз. пер. 0.47	$\Sigma T < 0$ 0.15	Отоп. пер. 0.47 безмороз. пер.* 0.76 $\Sigma T > 10$* 0.89

Примечание. *Для 2010–2016 гг.

По сравнению с демографическими и социальными показателями коэффициенты корреляции экономического показателя (ВРП на душу населения) и климатических факторов немного ниже. Значимая корреляция отмечается с продолжительностью отопительного периода, междусуточными перепадами температуры >|6|°С (положительная) и продолжительностью безморозного периода, суммой активных температур, суммой отрицательных температур (отрицательная). Теснота связи умеренная или слабая.

Результаты многофакторного пошагового регрессионного анализа воздействия климатических факторов на демографические, социальные и экономические показатели по субъектам РФ представлены в табл. 2. Понятно, что демографические, социальные и экономические показатели могут быть описаны при помощи климатических факторов лишь частично, но определенная часть дисперсии (от 21 до 52%) может быть ими описана.

Регрессионный и дисперсионный анализ зависимости коэффициента миграционного прироста на 10000 человек населения (демографический показатель) от климатических факторов за период 1995–2017 гг. свидетельствует об удовлетворительной степени точности описания моделью процесса. По критерию Фишера модель значима и достоверно описывает 49% показателя миграционного прироста. Значимость влияния каждого климатического фактора в описании показателя оценивалась на основании значений p-value. Климатические факторы – продолжительность отопительного периода, междусуточные перепады температуры >|6|°С и сумма отрицательных температур – оказывают наибольшее воздействие на коэффициент миграционного прироста, все они статистически значимы. Коэффициенты регрессии для факторов – междусуточные перепады температуры >|6|°С и сумма отрицательных температур – положительны, то есть чем меньше по модулю сумма отрицательных температур и чем меньше перепадов температуры, тем больше коэффициент миграционного прироста в субъекте РФ. Вклад в регрессию продолжительности отопительного периода отрицателен, то есть чем короче отопительный период, тем выше коэффициент миграционного прироста.

Линейная регрессия (рис. 2) между коэффициентом миграционного прироста на 10000 человек населения и каждым из климатических факторов показывает, что коэффициент миграционного прироста на 10000 человек населения становится

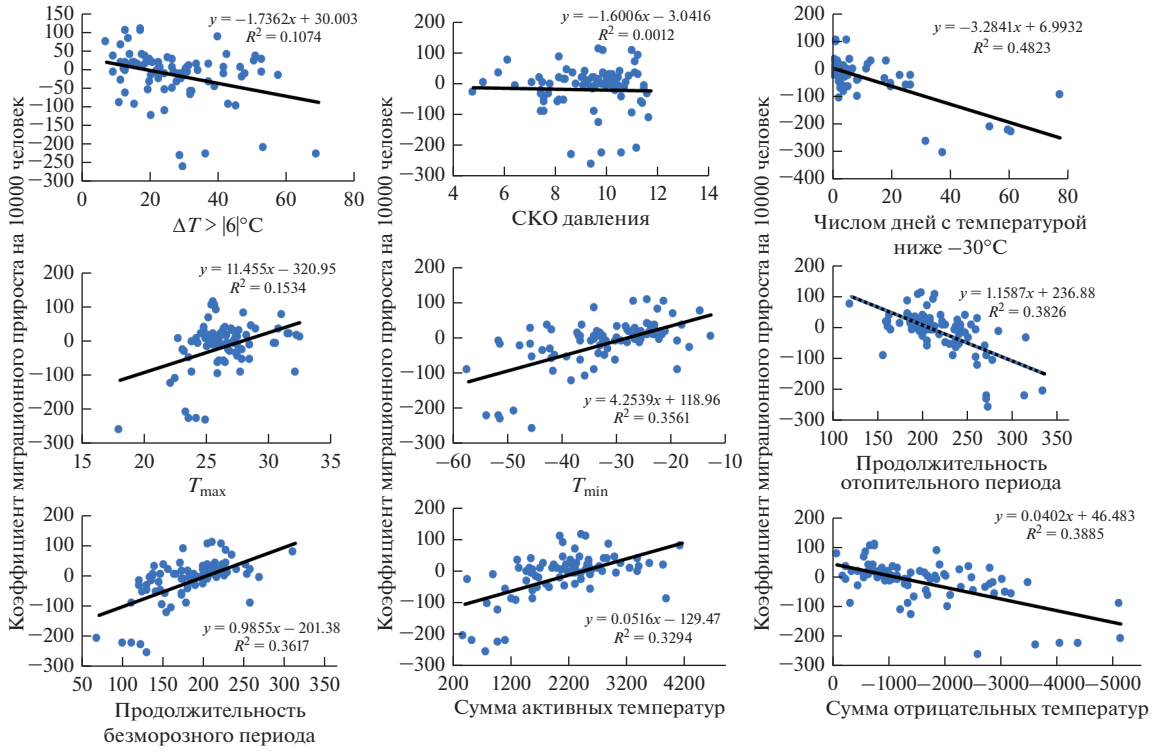

Рис. 2. Линейная регрессия коэффициента миграционного прироста на 10000 человек населения и климатических факторов.

положительным в условно благоприятной зоне [согласно районированию России по природно-климатическим условиям жизни населения (Золотокрылин и др., 2012)], для суммы отрицательных температур и суммы активных температур и в благоприятной зоне – для продолжительности отопительного и безморозного периодов. Показатель *R*-квадрат максимален для отопительного периода, суммы отрицательных температур, минимальной температуры и продолжительности безморозного периода.

Регрессионный и дисперсионный анализ зависимости общей заболеваемость на 1000 человек населения, зарегистрированных у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни, заболеваемости на 1000 человек населения болезнями органов дыхания и болезнями системы кровообращения (социальные) от климатических факторов за 1995–2017 гг. свидетельствует об удовлетворительной точности описания моделью процесса для общей заболеваемости и болезней органов дыхания и незначимой – для болезней системы кровообращения (см. табл. 2). По критерию Фишера модель значима и достоверно описывает 42% показателя общей заболеваемости, 52% – болезнями органов дыхания и 2% – болезнями системы кровообращения (но по критерию Фишера эта модель не значима). Оставшаяся часть дисперсии может быть связана с другими показателями, например, с уровнем загрязнения воздуха и воды и с уровнем развития здравоохранения (в данной работе эти показатели не рассматриваются). Относительный вклад в регрессию таких климатических факторов, как продолжительность отопительного периода и СКО давления, наиболее значителен для общей заболеваемости, эти факторы статистически значимы. Коэффициенты регрессии для таких факторов, как продолжительность отопительного периода и СКО давления, положительны; т.е. чем больше этот показатель, тем большее общая заболеваемость (рис. 3). Максимальный показатель *R*-квадрат отмечается для отопительного периода, СКО давления и суммы активных температур выше +10°C. На рис. 3 видно, что в регионах с наихудшими климатическими условиями появляются точки, связанные с повышенной общей заболеваемостью.

Заболеваемость для болезней органов дыхания удовлетворительно описывается климатическими факторами. Для показателя заболеваемость на 1000 человек населения по болезням органов дыхания наиболее значителен вклад таких климатических факторов, как СКО давления и продолжительность отопительного и безморозного периодов. Коэффициенты регрессии СКО давления, продолжительность отопительного и безморозного периодов положительны, т.е. большой ото-

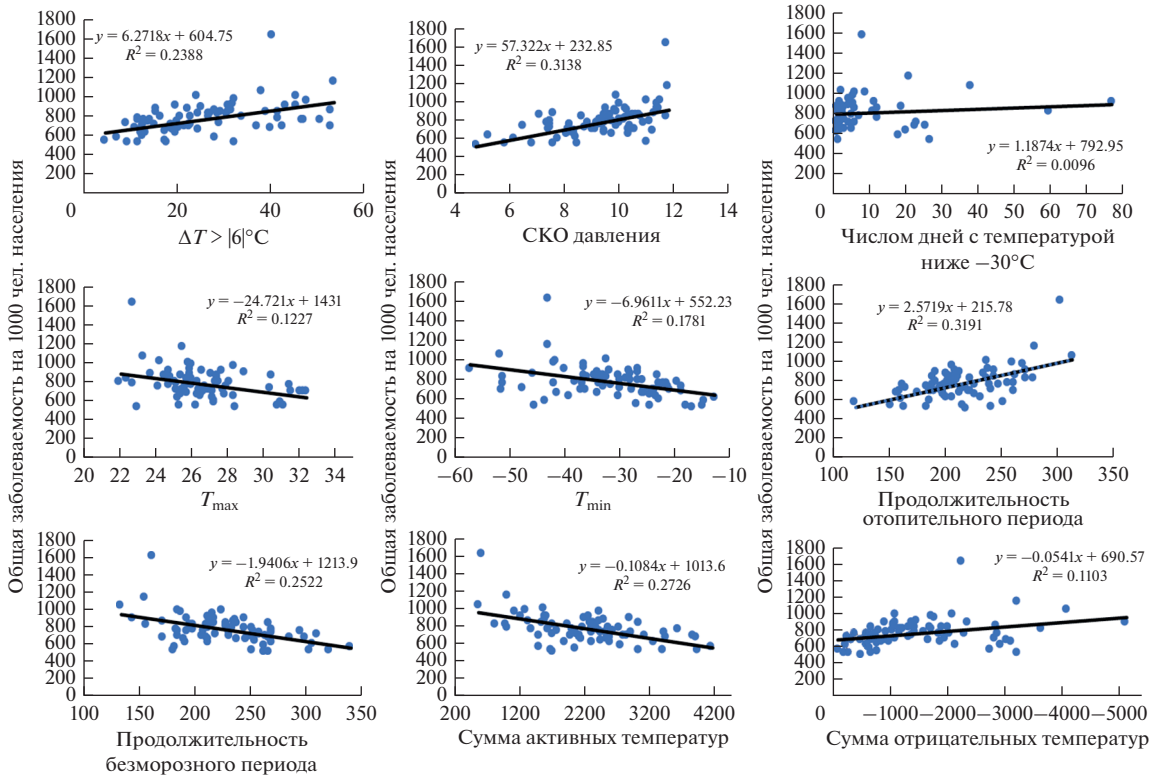

Рис. 3. Линейная регрессия общей заболеваемости на 1000 человек населения, зарегистрированной у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни, и климатических факторов.

пительный период и частые перепады атмосферного давления связаны с большей заболеваемостью болезнями органов дыхания. Линейная регрессия между заболеваемостью болезнями органов дыхания и каждым из климатических факторов показывает, что максимальные значения показателя *R*-квадрат также отмечаются для СКО давления, продолжительности отопительного периода (рисунок не приводится).

Регрессионный и дисперсионный анализ зависимости ВРП на душу населения (экономический показатель) от климатических факторов проведен, как отмечалось выше, отдельно для трех периодов (1995–2000, 2001–2009, 2010–2016 гг.). Результаты свидетельствуют об удовлетворительной степени точности описания моделью процесса (см. табл. 2). По критерию Фишера модели значимы и достоверно описывают 23, 21 и 35% показателя ВРП для соответствующих периодов. Климатические факторы: продолжительность отопительного периода и для периода 2010–2016 гг. продолжительность безморозного периода и сумма активных температур выше 10°C, оказывают наибольшее влияние на ВРП.

Коэффициент регрессии для факторов: продолжительность отопительного периода, продолжительность безморозного периода и междусуточные перепады температуры >|6|°C положителен, т.е. чем больше этот показатель, тем большее душевой ВРП в субъекте РФ. Связь суммы отрицательных температур и ВРП отрицательная, т.е. чем больше по модулю сумма отрицательных температур, тем выше валовой региональный продукт. Для однофакторной регрессии показатель *R*-квадрат максимален для отопительного периода, минимальной температуры, суммы активных температур выше 10°C и суммы отрицательных температур (рис. 4). Это косвенно подтверждает, что в субъектах РФ с худшими климатическими условиями выше ВРП из-за локализации в них сырьевых отраслей промышленности.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Регрессионный анализ зависимости коэффициента миграционного прироста от климатических факторов свидетельствует об удовлетворительном описании моделью процесса. Климатические факторы: продолжительность отопительного периода, междусуточные перепады температуры >|6|°C и сумма отрицательных температур – оказывают влияние на коэффициент миграционного прироста. При этом регрессионная связь коэффициента миграционного прироста на 10000 человек населения и климатических факторов показывает, что миграционный отток сменяется притоком в

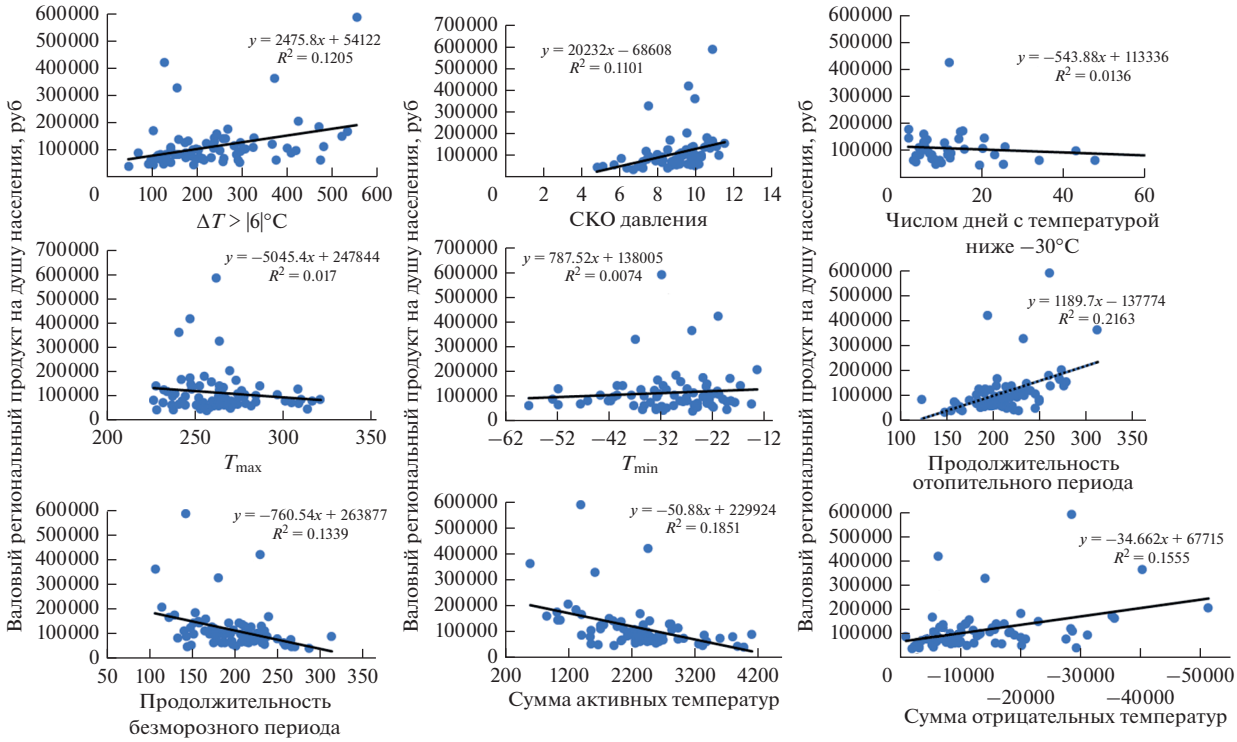

Рис. 4. Линейная регрессия ВРП на душу населения (2001–2009 гг.) и климатических факторов.

условно благоприятной зоне для суммы отрицательных температур и суммы активных температур и в благоприятной зоне для продолжительности отопительного и безморозного периодов, что подтверждает обоснованность критериев выделения зон дискомфортности (комфортности) по этим показателям (Золотокрылин и др., 2012) и во многом объясняет миграционный отток из неблагоприятных в климатическом отношении регионов.

Значимость климатических факторов может меняться в зависимости от возраста мигрантов и целей переезда. Традиционно наиболее привлекательными остаются в европейской части страны столицы – Москва и Санкт-Петербург, пристоличные Московская и Ленинградская области, с наиболее широким спектром мест приложения труда и возможностей для образования и карьерного роста. Эти регионы привлекательны прежде всего для молодежи и людей в трудоспособном возрасте (Карачурина, Мкртчян, 2017). Наряду с климатически благоприятными регионами притягательными могут быть и северные, с суровым климатом, но с привлекательными местами приложения труда (прежде всего с высоким уровнем зарплаты). Но привлекательность таких регионов не постоянна, поскольку зависит от текущей экономической ситуации. Так, в течение длительного периода времени в список регионов с максимальным миграционным притоком входили северные нефте- и газодобывающие автономии Тюменской области – Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа. В последние годы они стали менее привлекательными для мигрантов, но неожиданно вырос миграционный приток на Чукотку, связанный с реализацией там крупных инвестиционных проектов. В старших возрастных категориях начинается и постепенно усиливается отток населения из северных регионов. Это связано с более ранним возрастом выхода северян на пенсию и возвращением в места прежнего проживания или выбором нового, экологически и природно-климатически более благоприятного для проживания района (возвратная миграция). В результате миграционный прирост людей из этой возрастной группы получают южные и центральные регионы страны: Краснодарский край, Белгородская и ряд других староосвоенных областей Европейской России (Карачурина, Мкртчян, 2017).

Регрессионный анализ зависимости общей заболеваемости от климатических факторов достоверно описывает 42% показателя общей заболеваемости. Вклад в регрессию наиболее значителен таких климатических факторов, как СКО давления, продолжительность отопительного периода. Это связано с воздействием низких температур, которое отражается в продолжительности отопительного периода. Существенное воздействие на заболеваемость оказывают также резкие перепады температуры и атмосферного давления (Золотокрылин и др., 2018; Русанов, 1973). Мак-

симальное число резких перепадов давления за год наблюдается в северных и северо-западных регионах России с низкой плотностью населения и суровыми климатическими условиями (Природно-климатические ..., 2018).

В районах с наихудшими климатическими условиями выделяются регионы с высокой общей заболеваемостью и заболеваемостью болезнями органов дыхания. В этих регионах необходимы меры по профилактике и адаптации населения с целью снижения заболеваемости. Это очевидно, но при выборе приоритетов региональной социальной политики не всегда учитывается. Поскольку регионы с повышенной заболеваемостью часто характеризуются и максимальным ВРП, можно рекомендовать органам управления направить дополнительные средства на профилактику и адаптацию.

Регрессионный анализ зависимости ВРП на душу населения от климатических факторов свидетельствует об удовлетворительной степени точности описания моделью процесса. Климатические факторы: продолжительность отопительного периода, продолжительность безморозного периода, сумма активных температур – в значительной степени связаны с ВРП. Субъекты РФ с высокими значениями ВРП расположены как в центральных областях (Москва, Московская область, Санкт-Петербург), так и в регионах с наихудшими климатическими условиями, где локализованы высокодоходные сырьевые отрасли промышленности (Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, Сахалинская область). Самый низкий уровень экономического развития наблюдается в республиках Северного Кавказа (Ингушетия и Чечня), т.е. в южных регионах с благоприятными климатическими условиями, и юга Сибири (республики Тыва, Алтай, Бурятия). Эти примеры еще раз показывают, что экономические факторы менее остальных факторов, характеризующих жизнедеятельность населения, зависят от климатических условий. Показатель ВРП прежде всего отражает отраслевую специализацию региона, в меньшей степени по нему можно судить об уровне жизни проживающего там населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило на региональном уровне количественно оценить вклад климатических факторов в дисперсию демографических, социальных и экономических показателей, осредненных за исследуемый период по субъектам РФ. Установлено, что климатические факторы оказывают воздействие на демографические и социальные показатели. Регрессионный анализ зависимости коэффициента миграционного прироста на 10000 человек населения от климатических факторов свидетельствует, что модель значима и достоверно описывает 49% показателя миграционного прироста. Осреднение показателя миграционного прироста возможно, поскольку пространственная картина миграционных потоков достаточно стабильна во времени (Бородина, Глезер, 2014). Несмотря на многогранность факторов, вызывающих механическое движение населения, проведенный анализ показывает значимость очевидного тезиса, что люди переезжают “туда, где климат лучше”. Регрессионный анализ зависимости общей заболеваемости от климатических факторов достоверно описывает 42% дисперсии показателя общей заболеваемости и 52% заболеваемости болезнями органов дыхания, осредненных по субъектам РФ. Экономические показатели меньше связаны с климатическими факторами. Регрессионный анализ зависимости ВРП от климатических факторов для трех периодов свидетельствует, что модели значимы и достоверно описывают от 21 до 35% показателя ВРП. Были определены климатические факторы, оказывающие максимальное воздействие на демографические, социальные и экономические показатели. Ими оказались в основном комплексные температурные факторы и СКО давления.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена в Институте географии РАН в рамках исследования по гранту РНФ № 16-17-10236-П “Воздействие изменений климата на жизнедеятельность населения в России (“Местности с особыми климатическими условиями”)”.

FUNDING

Study was supported by Russian Science Foundation, project no. 16-17-10236.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Безруков Л.А. Сибирский холод и экономика России // Журн. институциональных исследований. 2011. Т. 3. № 1. С. 104–115.

Бородина Т.Л., Глезер О.Б. Социальное пространство России: ресурс и риски для развития страны // Стратегические ресурсы и условия устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов / под ред. В.М. Котлякова и А.А. Тишкова. М.: Институт географии РАН, 2014. С. 29–47.

Виноградова В.В. Волны тепла на Европейской территории России в начале XXI в. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 1. С. 47–55.

Виноградова В.В. Волны тепла на территории России как фактор дискомфортности природной среды // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 4. С. 68–77.

Виноградова В.В. Зимние волны холода на территории России со второй половины XX века // Изв. РАН. Сер. геогр. 2018. № 3. С. 37–46.

Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. СПб., 2017. 106 с.

Золотокрылин А.Н., Кренке А.Н., Виноградова В.В. Районирование России по природным условиям жизни населения. М.: ГЕОС, 2012. 156 с.

Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б., Бокучава Д.Д. Влияние междусуточных перепадов температуры и давления на смертность от болезней системы кровообращения на территории России в условиях глобального потепления // Терапевтический архив. 2018. Т. 90. № 3. С. 53–59.

Зоркальцев В.И., Хажеев И.И. Как климат влияет на экономику // ЭКО. 2015. № 7. С. 147–162.

Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В. Возрастные особенности межрегиональной миграции населения в России // Регион: экономика и социология. 2017. № 4 (96). С. 101–125.

Козловская И.Л., Булкина О.С., Лопухова В.В. и др. Динамика госпитализаций больных с острым коронарным синдромом и показатели состояния атмосферы в Москве в 2009–2012 гг. // Терапевтический архив. 2014. № 12. С. 20–26.

Пилясов А.Н. И последние станут первыми: Северная периферия на пути к экономике знания. М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2009. 544 с.

Природно-климатические условия и социально-географическое пространство России / ред. А.Н. Золотокрылин, В.В. Виноградова, О.Б. Глезер. М.: Институт географии РАН, 2018. 156 с.

Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки // Экология человека. 2011. № 7. С. 3–9.

Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Волны холода в южных городах Европейской части России и преждевременная смертность населения // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2. С. 125–131.

Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Токаревич Н.А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых городах России // Тр. Междунар. конф. Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле. М.: Институт космических исследований РАН, 2013. Т. 1. С. 295–315.

Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Першаген Г. Новая эпидемиологическая модель по оценке воздействия аномальной жары и загрязненного атмосферного воздуха на смертность населения (на примере Москвы 2010 г.) // Профилактическая медицина. 2015. Т. 18. № 5. С. 15–19.

Русанов В.И. Методы исследования климата для медицинских целей. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1973. 191 с.

Сизан Е.П., Хухлаев В.К. Методология оценки влияния экстремальных природно-климатических условий на работоспособность человека путем измерения утомления и интенсивности его труда: Сб. науч. тр. М.: НИИ труда, 1992. С. 28–49.

Шапошников Д.А., Ревич Б.А., Мелешко В.П. и др. Опыт прогнозирования ожидаемой дополнительной смертности при потеплении климата на примере города Архангельска // Экология человека. 2013. № 8. С. 17–23.

Basu R., Samet J.M. Relation between elevated ambient temperature and mortality: A review of the epidemiologic evidence // Epidemiol. Rev. 2002. Vol. 24. № 2. P. 190–202.

Blazejczyk K. Influence of extreme heat waves on man. Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Geograficzne. 2000. Vol. 108. P. 101–108.

Blazejczyk K. The consequences of the Changes in Global Climate for Human Health // Global Change. 2009. Vol. 16. P. 87–110.

Danet S., Richard F., Montaye M. Beauchant S., Lemaire B., Graux C., Cottel D., Marécaux N., Amouyel P. Unhealthy Effects of Atmospheric Temperature and Pressure on the Occurrence of Myocardial Infarction and Coronary Deaths. A 10-YearSurvey: The Lille-World Health Organization MONICA Project (Monitoring Trendsand Determinantsin Cardiovascular Disease) // Circulation. 1999. Vol. 100. № 1. P. e1-e7.

Guo Y., Barnett A.G., Yu W., Pan X., Ye X. A Large Change in Temperature between Neighbouring Days Increases the Risk of Mortality // PLoS One. 2011. № 6 (2). P. 16511.

Hill F., Gaddy C. The Siberian Curse: How Communist Planners Left Russia Out in the Cold. Washington, D.C.: Brookings Inst. Press, 2003.

Hopstock L.A., Fors A.S., Bønaa K.H., Mannsverk J., Njølstad I., Wilsgaard T. The effect of daily weather conditions on myocardial infarction incidence in a subarctic population: the Tromsø Study 1974–2004 // J. Epidemiol. Community Health. 2012. Vol. 69. № 9. P. 815–820.

John S., Cooper C. Thermal stress in the U.S.A.: effects on violence and on employee behavior // Stress and Health. 2004. № 21 (1). P. 3–15.

Kaczan D.J., Orgill-Meyer J. The impact of climate change on migration: a synthesis of recent empirical insights // Climatic Change. 2020. Vol. 158. P. 281–300.

Kloner R.A., Poole W.K., Perritt R.L. When Throughout the Year Is Coronary Death Most Likely to Occur? A 12-Year Population Based Analysis of More Than 220000 Cases // Circulation. 1999. Vol. 100. № 15. P. 1630–1634.

Kysely J., Pokorna L., Kyncl J., Kriz B. Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic // BMC Public Health. 2009. P. 9–19.

Litvinenko T.V. Socioecological Consequences of Transformation of Natural Resources Utilization in Russia's Eastern Part in Post-Soviet Period // Reg. Res. Rus. 2012. Vol. 2. № 2. P. 284–295.

Litvinenko T., Kumo K. Post-soviet period changes in resource utilization and their impact on population dynamics in Chukotka autonomous okrug (Russia) // Geography, Environ., Sustainability (GES J.). 2017. Vol. 11. № 3. P. 66–86.

Myers N. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century // Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B: Biol. Sci. 2002. Vol. 357. № 1420. P. 609–613. https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0953

Panagiotakos C., Chrysohoou C., Tentolotius C. Climatological variations in daily hospital admissions for acute coronary syndromes // Int. J. Cardiol. 2004. Vol. 94. P. 229–233. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2003.04.050

Rocklöv J., Forsberg B. The effect of temperature on mortality in Stockholm 1998–2003: a study of lag structures and heatwave effects // Scand. J. Publ. Health. 2008. Vol. 36. № 5. P. 516–523.

Saez M., Sunyer J., Tobias A., Ballester F., Antó J.M. Ischaemic heart disease and weather temperature in Barcelona, Spain // Europ. J. Publ. Health. 2000. № 10. P. 58–63.

Wasserman E.B., Zareba W., Utell M.J., Oakes D., Hopke P.K., Frampton M., Chalupa D., William Beckett W., Rich D.Q. Acute changes in ambient temperature are associated with adverse changes in cardiac rhythm // Air Qual. Atmos. Health. 2014. Vol. 7. № 3. P. 357–367.

Climatic Factors and Socioeconomic Indicators: Statistical Relation Research by Regions of Russia

V. V. Vinogradova[1, *] and T. L. Borodina[1, **]

[1]*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**e-mail: vvvinog@yandex.ru*

***e-mail: borodina@igras.ru*

Climatic conditions affect the population both directly—through its health, morbidity, and mortality, and indirectly—through living conditions, and this impact is extremely heterogeneous. In the work, the ranking of climatic factors according to the closeness of the connection with demographic, social and economic indicators was carried out using correlation, regression, and variance analysis at the territorial level of the regions—subjects of the Russian Federation for the period 1995–2017. It is shown that climatic factors can be used to describe from 21 to 52% of the variance of the considered indicators, averaged over the study period for the regions of the Russian Federation. For the migration rate, the most important predictors are the duration of the heating season, day-to-day temperature drops >|6|°C and the sum of temperatures below 0°C. The dependence of the overall morbidity on climatic factors is described by 42%. The contribution to the regression of such climatic factors as a pressure rms deviation, duration of the heating period, and day-to-day temperature drops >|6|°C is the most significant. Climatic factors such as the duration of the heating season, the duration of the frost-free period, the sum of active temperatures make the greatest contribution to the dispersion of the gross regional product.

Keywords: climatic factors, migration rate, general morbidity, gross regional product, correlation analysis, regression analysis

REFERENCES

Basu R., Samet J.M. Relation between elevated ambient temperature and mortality: A review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev.,* 2002, vol. 24, pp. 190–202.

Blazejczyk K. Influence of extreme heat waves on man. *Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Geograficzne*, 2000, vol. 108, pp. 101–108.

Blazejczyk K. The consequences of the changes in global climate for human health. *Global Change*, 2009, vol. 16, pp. 87–110.

Bezrukov L.A. Siberian cold and the economy of Russia. *Zh. Institutsional'nykh Issled.,* 2011, vol. 3, no. 1, pp. 104–115. (In Russ.).

Borodina T.L., Glezer O.B. Social space of Russia: resource and risks for country's development. In *Strategicheskie resursy i usloviya ustoichivogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii i ee regionov* [Strategic Resources and the Conditions for Sustainable Development of the Russian Federation and Its Regions]. Kotlyakov V.M., Tishkov A.A., Eds. Moscow: Inst. Geogr., Ross. Akad. Nauk, 2014. pp. 29–47 (In Russ.).

Vinogradova V.V. Heat waves in the European Russia at the beginning of the 21st century. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2014, no. 1, pp. 47–55. (In Russ.).

Vinogradova V.V. Heat waves in Russia as the uncomfortable factor of the environment. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2017, no. 4, pp. 68–77. (In Russ.).

Vinogradova V.V. Cold waves in winter in Russia since the second half of the 20th century. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2018, no. 3, pp. 37–46. (In Russ.).

Zolotokrylin A.N., Krenke A.N., Vinogradova V.V. *Raionirovanie Rossii po prirodnym usloviyam zhizni naseleniya* [Zoning of Russia by Natural Conditions of Life]. Moscow: Geos Publ., 2012. 156 p.

Zolotokrylin A.N., Titkova T.B., Bokuchava D.D. The influence of weather-climatic and social factors on population mortality from circulatory diseases in Russia. *Terapevticheskii Arkhiv*, 2018, vol. 90, no. 3, pp. 53–59. (In Russ.).

Zorkal'tsev V.I., Khazheev I.I. How the climate affects the economy. *ECO*, 2015, no. 7, pp. 147–162. (In Russ.).

Danet S., Richard F., Montaye M. Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths. A 10-year survey: The Lille-World Health Organization MONICA Project (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease). *Circulation*, 1999, vol. 100, no. 1, pp. 1–7.

Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossiiskoi Federatsii [Report on Climate Risks on the Territory of the Russian Federation]. St. Petersburg, 2014. 106 p.

Guo Y., Barnett A.G., Yu W., Pan X., Ye X. A large change in temperature between neighbouring days increases the risk of mortality. *PLoS ONE*, 2011, no. 6 (2), 16511.

Hill, F., Gaddy, C. *The Siberian Curse: How Communist Planners Left Russia Out in the Cold*. Washington, D.C.: Brookings Inst. Press, 2003.

Hopstock L.A., Fors A.S., Bønaa K.H., Mannsverk J., Njølstad I., Wilsgaard T. The effect of daily weather conditions on myocardial infarction incidence in a subarctic population: the Tromsø Study 1974–2004. *J. Epidemiol. Community Health*, 2011, vol. 66, pp. 815–820.

John S., Cooper C. Thermal stress in the U.S.A.: effects on violence and on employee behavior. *Stress and Health*, 2004, no. 21 (1), pp. 3–15.

Kaczan D.J., Orgill-Meyer J. The impact of climate change on migration: a synthesis of recent empirical insights. *Climatic Change*, 2020, vol. 158, pp. 281–300. https://doi.org/10.1007/s10584-019-02560-0

Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V. Age features of interregional population migration in Russia. *Region: Ekon. i Sotsiol.*, 2017, no. 4 (96), pp. 101–125. (In Russ.).

Kloner R.A., Poole W.K., Perritt R.L. When throughout the year is coronary death most likely to occur? A 12-year population based analysis of more than 220000 cases. *Circulation*, 1999, pp. 1630–1634.

Kozlovskaya I.L., Bulkina O.S., Lopukhova V.V., Kolmakova T.E., Karpov Yu.A., Starostin I.V., Baratashvili V.L., Rubinstein K.G., Emelin S.V., Borovikov V.P. Dynamics of hospitalizations of patients with acute coronary syndrome and indicators of the state of the atmosphere in Moscow in the year. *Terapevticheskii Arkhiv*, 2014, no. 12, pp. 20–26. (In Russ.).

Kysely J., Pokorna L., Kyncl J., Kriz B. Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic. *BMC Public Health*, 2009, pp. 9–19.

Litvinenko T.V. Socioecological consequences of the transformation of natural resource utilization in Russia's eastern part in post-Soviet period. *Reg. Res. Russ.*, 2012, vol. 2, pp. 273–284.

Litvinenko T., Kumo K. Post-soviet period changes in resource utilization and their impact on population dynamics in Chukotka autonomous okrug (Russia). *Geogr., Environ., Sustain.*, 2017, vol. 11, no. 3, pp. 66–86. https//doi.org/10.24057/2071-9388-2017-11-3-66-86

Myers N. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.,* 2002, vol. 357 (1420), pp. 609–613. https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0953

Panagiotakos C., Chrysohoou C., Tentolotius C. Climatological variations in daily hospital admissions for acute coronary syndromes. *Int. J. Cardiol.*, 2004, vol. 94, pp. 229–233. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2003.04.050

Pilyasov A.N. *I poslednie stanut pervymi: Severnaya periferiya na puti k ekonomike znaniya* [And the Latter Will be the First: the Northern Periphery on the Path to the Knowledge Economy]. Moscow: LIBROKOM Publ., 2009. 544 p.

Prirodno-klimaticheskie usloviya i sotsial'no-geograficheskoe prostranstvo Rossii [Natural and Climatic Conditions and Sociogeographical Space of Russia]. Zolotokrylin A.N., Vinogradova V.V., Glezer O.B., Eds. Moscow: Inst. Geogr., Russ. Akad. Nauk, 2018. 154 p.

Revich B.A. Heat waves, air quality and mortality of population of European part of Russia in the summer of 2010: results of preliminary assessment. *Ekologiya Cheloveka*, 2011, no. 7, pp. 3–9. (In Russ.).

Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Waves of cold in the southern cities of the European part of Russia and premature mortality of the population. *Probl. Prognozirovaniya,* 2016, no. 2, pp. 125–131. (In Russ.).

Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Pershagen G. New epidemiological model for assessment of the impact of extremely hot weather and air pollution on mortality (in case of the Moscow heat wave of 2010). *Profilaktich-eskaya Meditsina*, 2015, vol. 18, no. 5, pp. 15–19. (In Russ.).

Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Tokarevich N.A. Climate change, heat waves and cold as the risk factors for increased mortality in some Russian cities. In *Trudy Mezhdunarodnoi konferentsii Vliyanie kosmicheskoi pogody na cheloveka v kosmose i na zemle* [Proc. Int. Conf. Space Weather Effects on Humans in Space and on Earth]. Moscow: Inst. Kosmicheskikh Issled. Akad. Nauk, 2013, vol. 1, pp. 295–315. (In Russ.).

Rocklöv J., Forsberg B. The effect of temperature on mortality in Stockholm 1998-2003: a study of lag structures and heatwave effects. *Scand. J. Publ. Health*, 2008, no. 36 (5), pp. 516–523.

Rusanov V.I. *Metody issledovaniya klimata dlya meditsinskikh tselei* [Climate Research Methods for Medical Purposes]. Tomsk: Tomsk Univ. Press. 1973. 191 p.

Saez M., Sunyer J., Tobias A., Ballester F., Antó J.M. Ischaemic heart disease and weather temperature in Barcelona, Spain. *Eur. J. Publ. Health*, 2000, no. 10, pp. 58–63.

Sizan E.P., Khukhlaev V.K. Methodology for assessing the impact of extreme natural and climatic conditions on human performance by measuring fatigue and the intensity of his work. In *Raionnoe regulirovanie zarabotnoi platy v sisteme sovremennykh metodov khozyaistvovaniya* [District Regulation of Wages in the System of Modern Methods of Economic Management]. NII Truda, 1992, pp. 28–49. (In Russ.).

Strategicheskie resursy i usloviya ustoichivogo razvitiya Rossiiskoi Federactsii i ee regionov [Strategic Resources and the Conditions for Sustainable Development of the Russian Federation and Its Regions]. Kotlyakov V.M., Tishkov A.A., Eds. Moscow: Inst. Geogr., Ross. Akad. Nauk, 2014. 166 p.

Shaposhnikov D.A., Revich B.A., Meleshko V.P., Govorkova V.A., Pavlova T.V., Varakina Zh.L. Experience in forecasting the expected extra mortality of climate warming on the example of the city of Arkhangelsk. *Ekologiya Cheloveka*, 2013, no. 8, pp. 17–23. (In Russ.).

Wasserman E.B., Zareba W., Utell M.J. Acute changes in ambient temperature are associated with adverse changes in cardiac rhythm. *Air Qual. Atmos. Health*, 2014, no. 7 (1), pp. 215–224.

ДИСКУССИЯ ПО ПОВОДУ СТАТЬИ ФОРМАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД НЕ СМОГ ВЫЯВИТЬ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

Н. В. Зубаревич*

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия
**e-mail: nzubarevich@gmail.com*

В статье ставится задача оценить степень воздействия климатических факторов на различные стороны жизнедеятельности населения в регионах России и выявить факторы, оказывающие максимальное влияние. Авторы попробовали это оценить и провели ранжирование демографических, социальных и экономических показателей по тесноте связи с климатическими факторами. Однако и к выбранным показателям, и к оценкам их влияния есть много вопросов.

Начнем с миграций. Авторы используют коэффициент миграционного прироста и утверждают, что "наилучшие демографические показатели – в ареалах с наиболее благоприятными климатическими условиями, наихудшие – в ареалах с неблагоприятным климатом". Действительно, в 1990-х годах миграционный отток из северных регионов был значительным, но с 2000-х годов миграции приобрели экономический характер, обусловленный не столько климатом, сколько различиями в уровне жизни, что подтверждают данные Росстата. Например, нефтегазодобывающие автономные округа Тюменской области, как и Ненецкий АО, бóльшую часть рассматриваемого в статье периода отличались миграционным приростом благодаря значительно более высокой заработной плате. Большинство регионов Центра и Северо-Запада, части Поволжья имели длительный миграционный отток вовсе не из-за климатических особенностей, а по причине мощнейшего притяжения двух крупнейших агломераций страны, "вытягивающих" мигрантов из более бедных регионов. При этом агломерации федеральных городов расположены в той же климатической зоне, что и регионы миграционного оттока. Юг страны действительно устойчиво притягивает мигрантов, но далеко не весь – в республиках Северного Кавказа и в Калмыкии, относящихся к югу, продолжается миграционный отток (данные по Ингушетии, где якобы существует миграционный прирост, считаются не вполне достоверными). Кроме того, теряли население в миграционном обмене Курганская и Кемеровская области, Алтайский край, расположенные на юге Зауралья и Западной Сибири.

Использованные в статье показатели общей заболеваемости на 1000 человек населения, зарегистрированной у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни, а также заболеваемости на 1000 человек населения по болезням органов дыхания и системы кровообращения вызывают еще больше вопросов. Связь с климатическими условиями возможна, но она не доказана. Во-первых, общеизвестно низкое качество региональной статистики заболеваемости. Во-вторых, показатели заболеваний системы кровообращения зависят от возрастной структуры населения (сердечные и онкологические заболевания – в основном удел пожилых). В-третьих, показатели смертности от разных заболеваний подвержены конъюнктурным влияниям: в 2010-х в регионах занижались показатели смертности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, чтобы улучшить отчетность по нацпроектам, но при этом росли показатели смертности от прочих причин. Более показательна так называемая сверхсмертность мужчин в трудоспособных возрастах, она максимальна в Нечерноземье, Предуралье и Прибайкалье, а также на Чукотке и в Тыве, что объясняется вовсе не климатом, а распространенностью асоциального поведения или, проще говоря, маргинализации населения, зависящей не от климата, а от гораздо более широкого круга социально-экономических причин.

Связь климата и экономики рассматривается в статье с использованием душевого ВРП, при этом, если судить по тексту, не проводилась корректировка данного показателя на различия цен в регионах, что искажает полученные результаты. В России нельзя сравнивать региональные показатели в рублях, поскольку различия стоимости жизни и цен достигают 2–3-х раз. Без корректировки на цены Чукотка становится замечательным местом для жизни по душевому ВРП и доходам населения, но ведь это не так!

Давно известно, что максимальную производительность труда в России имеют нефтегазодобывающие отрасли, расположенные в основном в регионах с неблагоприятным климатом. Но можно ли сказать, что чем хуже климат, тем выше душевой ВРП? Конечно, нет, дело не в климате, а в структуре экономики регионов, а она разная.

Далее авторы указывают, что "регрессионный анализ зависимости валового регионального продукта (ВРП) на душу населения от климатических факторов проводился отдельно для трех периодов (1995–2000, 2001–2009, 2010–2016 гг.) из-за больших различий ВРП, а используемые данные осреднялись за соответствующие периоды". Что понимается под "большими различиями"? Региональная дифференциация по душевому ВРП в основном сформировалась к концу 1990-х и не очень существенно менялась в последующие периоды, хотя региональное неравенство, измеряемое коэффициентом Джини, все же немного сокращалось с середины 2000-х до середины 2010-х. Кроме то-

го, предложенное деление на периоды объединяет периоды экономического роста 2000-х и кризисов 1998, 2009 и 2015 гг. Усреднять необходимо, но с учетом экономических циклов.

В целом результаты исследования, представленные в статье, можно кратко охарактеризовать так:

1) из северных регионов уезжают в большей степени. Но неужели только из-за климата? Скорее потому, что в большинстве этих регионов (кроме нефтегазовых) заработная плата не компенсирует северное удорожание;

2) показатели заболеваемости имеют в основном слабую корреляцию с климатическими характеристиками, для отдельных показателей – отрицательную. Это неудивительно, явной связи и не должно быть с учетом более молодой возрастной структуры населения северных регионов (и, как следствие, меньшей заболеваемости в расчете на 1000 чел. населения, особенно системы кровообращения) и невысокого качества статистики;

3) связи между экономикой и климатом нет, что и требовалось доказать. Это подтверждают и авторы статьи в заключении. Еще раз напомним, что северные регионы – разные по структуре экономики: от богатых нефтегазовых до высокодотационных. Кроме того, недоучет северного удорожания в статье делает сопоставление с климатом бессмысленным.

После всех этих замечаний вряд ли имеет смысл анализировать математические методы анализа и их результаты. Тут работает принцип – “что заложишь, то и получишь”.

Обобщая, можно сделать следующий вывод: климат, безусловно, имеет значение, но измерить его как фактор социального и экономического развития в представленной статье не очень получилось. Это действительно сложная задача, любую попытку следует приветствовать, но желательно не допускать ошибок, негативно влияющих на адекватность измерений и полученных результатов. Небольшое послесловие: Аляска – один из самых богатых штатов США, и плохой климат этому не помешал.

EDN: QZUMRK
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 594–604

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 528.8

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЯ НА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЛЯХ СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

© 2022 г. Э. А. Терехин*

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Федерально-региональный центр аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов, Белгород, Россия

**e-mail: terekhin@bsu.edu.ru*

Поступила в редакцию 12.10.2021 г.
После доработки 04.04.2022 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

В статье представлены результаты анализа растительного покрова залежных земель на территории лесостепной зоны в пределах Центрально-Черноземного района и Орловской области в начале XXI в., полученные с использованием материалов спутниковых съемок. На основе данных, полученных со 1115 исследованных угодий, установлено, что на более 90% залежей наблюдаются процессы лесовозобновления. Современная величина проективного покрытия древесной растительностью на залежах существенно различается в пределах региона. Она снижается от 80–90% на северо-западе до 5–10% на юго-востоке. Наиболее широко представлены залежи с присутствием древесной растительности, но доминированием травянистых участков. В большинстве случаев на оставленных аграрных угодьях формируются лесные насаждения лиственного породного состава. В меньшей степени представлены залежи с хвойными и смешанными лесными насаждениями. Современная величина проективного покрытия залежей древесной растительностью составляет в среднем 34.1%. Для оставленных аграрных угодий с лиственными породами этот показатель существенно меньше, чем для залежей с хвойными лесными насаждениями. На залежах с лиственными породами он равен 34%, с хвойными – 48%, со смешанными лесными насаждениями – 41%. Залежи с лиственными породами характеризуются наиболее высокой вариацией по величине покрытия древесной растительностью. Наиболее значительно территориально в лесостепи в пределах Центрально-Черноземного района и Орловской области представлены залежные земли, величина покрытия древесной растительностью которых составляет от 0 до 40%. При этом самая многочисленная категория – залежи с долей древесной растительности до 20%. Залежи, покрытые лесом более чем на 60%, представлены преимущественно в подзоне северной лесостепи на северо-западе региона, на территориях, граничащих с лесной зоной.

Ключевые слова: залежные земли, лесостепь, растительный покров, лесовозобновление, данные дистанционного зондирования, Среднерусская лесостепь

DOI: 10.31857/S2587556622040112

ВВЕДЕНИЕ

Залежные земли или оставленные аграрные угодья получили значительное распространение во многих регионах европейской территории России с конца XX в. (Москаленко, Бобровский, 2014; Новикова, Полозова, 2009; Парахневич, Кирик, 2012; Русанов, 2012). В период 1990-х – середины 2000-х годов из сельскохозяйственного оборота было выведено более 28.4 млн га (Люри и др., 2010). Этот процесс, но в меньшей степени затронул и территорию Центрального Черноземья, где часть сельскохозяйственных угодий была выведена из сельскохозяйственного оборота (Китов, Цапков, 2015).

Актуальность исследования растительного покрова залежей и тенденций его динамики обусловлена тем, что залежные земли выступают участками, на которых возможно восстановление естественной растительности вследствие сукцессионных процессов (Смелянский, 2012; Тишков и др., 2013). Сукцессии, протекающие на залежах, отражают изменения в растительном покрове на данном этапе развития ландшафтов, в том числе обусловленные текущими климатическими изменениями. Вместе с этим исследование состояния залежей актуально и для разработки вопросов их дальнейшего использования (Черкасов и др., 2009).

Территория лесостепи в пределах Центрально-Черноземного района и примыкающей Орловской области характеризуется умеренно-континентальным климатом. Средние годовые температуры воздуха повышаются при движении с се-

вера на юг от примерно +6°С на севере до +8°С на юге. Среднегодовое количество осадков уменьшается от 700–750 мм на северо-западе Орловской области до 550 мм на юге Воронежской области (Дроздов, 1991). Примерно в этом же направлении происходит изменение гидротермических условий. С середины 1980-х по конец 2010-х годов отмечено смещение среднегодовой температуры на 1° широты на север по сравнению со среднемноголетними значениями (Новикова и др., 2017).

В лесостепи, характеризующейся вариацией природных условий от близких к лесной зоне на севере до почти степных условий на юге, исследование состояния растительного покрова залежных земель представляет значительный интерес. На их примере могут быть проанализированы территориальные различия в сукцессионных процессах, выступающие следствием неодинаковых природно-климатических условий в пределах одной природной зоны. С учетом высокой аграрной освоенности лесостепи, залежные земли выступают участками ландшафтов, на основе которых возможен анализ современных тенденций изменения естественного растительного покрова.

Благодаря развитию космических съемочных систем к концу второго десятилетия XXI в., в том числе для территории Среднерусской лесостепи, накоплены архивы спутниковых данных сверхвысокого пространственного разрешения (1 м/пиксель). Они предоставляют уникальную возможность для выявления оставленных аграрных угодий, оценки и картографирования ряда их характеристик. Материалы спутниковой съемки соответствующего разрешения позволяют определять ряд важных характеристик, таких как наличие или отсутствие древесной растительности, величина ее проективного покрытия, тип лесных насаждений (Курбанов и др., 2010; Медведев и др., 2019; Терехин, 2019).

Наряду с изображениями сверхвысокого пространственного разрешения к настоящему времени на всю территорию Среднерусской лесостепи накоплены архивы снимков высокого и среднего пространственного разрешения (15–30 м/пиксель) со спутников серии Landsat. Вследствие сочетания большой длительности работы сенсоров и значительного территориального охвата снимков, этот тип данных может быть использован для выявления и изучения растительного покрова залежных земель (Самсонова и др., 2015; Prishchepov et al., 2012; Yin et al., 2018). Данные Landsat могут быть использованы в том числе для выявления на залежах лесных насаждений лиственного, хвойного или смешанного породного состава (Терехин, Постернак, 2019; Dara et al., 2018).

Цель исследования состояла в оценке особенностей лесовозобновления на залежных землях Среднерусской лесостепи по состоянию на конец второго десятилетия XXI в. В задачи исследования входило определение типов растительности, доминирующих на залежах, выявление типов лесных насаждений, формирующихся на них, определение величины проективного покрытия древесной растительностью и анализ его пространственных особенностей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория исследования, суммарной площадью 192 522 км^2, включала шесть областей: Белгородскую, Курскую, Воронежскую, Орловскую, Липецкую и Тамбовскую. Она полностью охватывала лесостепную зону с севера на юг, от ее границы с лесной зоной на северо-западе Орловской области до границы с зоной степи на юге Воронежской области.

Для изучения особенностей растительного покрова оставленных аграрных угодий на территории изучаемого региона на основе спутниковых данных сверхвысокого пространственного разрешения 2000–2018 гг., полученных из открытых источников, было выявлено и изучено свыше 1100 объектов. Их подборка производилась методом анализа территории на основе спутниковых изображений метрового и субметрового пространственного разрешения, представленных в web-сервисах открытого доступа, в первую очередь в сервисе Google Earth. Снимки с пространственным разрешением 1 м/пиксель на основе прямых дешифровочных признаков дают возможность достоверного выявления залежных земель среди остальных угодий. К таким признакам на изображениях относятся отсутствие следов распашки и сельскохозяйственной обработки, а также особенности структуры угодья на снимках, которые формирует его растительный покров.

В общей сложности было выявлено и изучено 1115 угодий (табл. 1, рис. 1), представленных во всех областях региона.

После отбора участков, занятых залежами, для каждого из них на основе спутниковых данных, используемых для их выявления, с применением средств ГИС была выполнена ручная оцифровка контуров и подготовлена геоинформационная основа, включающая пространственную и атрибутивную составляющую с возможностью расширения и дополнения.

Для каждой залежи на основе разновременных спутниковых данных 2000–2018 гг. сверхвысокого пространственного разрешения фиксировался следующий набор параметров, заносимый в геоинформационную базу данных:

– состояние растительного покрова в 2018 г.: практически полное покрытие древесной растительностью, доминирование древесной расти-

тельности при наличии травянистых участков, доминирование травянистых участков при наличии древесной растительности, травянистая растительность;

– тип лесных насаждений при их наличии: лиственный, хвойный, смешанный;

– проективное покрытие древесной растительностью в 2018 г. и на все даты периода 2000–2018 гг., на которые для конкретной залежи удалось подобрать космические снимки метрового или субметрового пространственного разрешения.

Тип лесных насаждений определялся с использованием многозональных снимков Landsat TM, ETM+, OLI методом их дешифрирования в комбинациях каналов использующих сочетания инфракрасных и красных диапазонов, включая вариант синтеза SWIR2–SWIR1–RED. Соответствующий вариант позволяет достоверно дешифрировать лиственные, хвойные и смешанные лесные насаждения.

В общей сложности по снимкам сверхвысокого пространственного разрешения было проведено 1846 измерений величины проективного покрытия залежей древесной растительностью. Таким образом, была сформирована база геоданных, позволяющая проанализировать особенности состояния растительного покрова оставленных аграрных угодий в начале XXI в. На ее основе была подготовлена серия геоинформационных

Таблица 1. Характеристики проанализированных залежных земель на территории лесостепи в пределах Центрально-Черноземного района и Орловской области

Область	Число объектов	Площадь, га:	
		средняя	общая
Белгородская	201	22.1	4435.1
Воронежская	155	44.2	6849.6
Курская	124	52.9	6560.8
Липецкая	63	53.8	3391.8
Орловская	279	47.5	13257.0
Тамбовская	293	82.3	24119.7
Всего	1115	52.6	58614.0

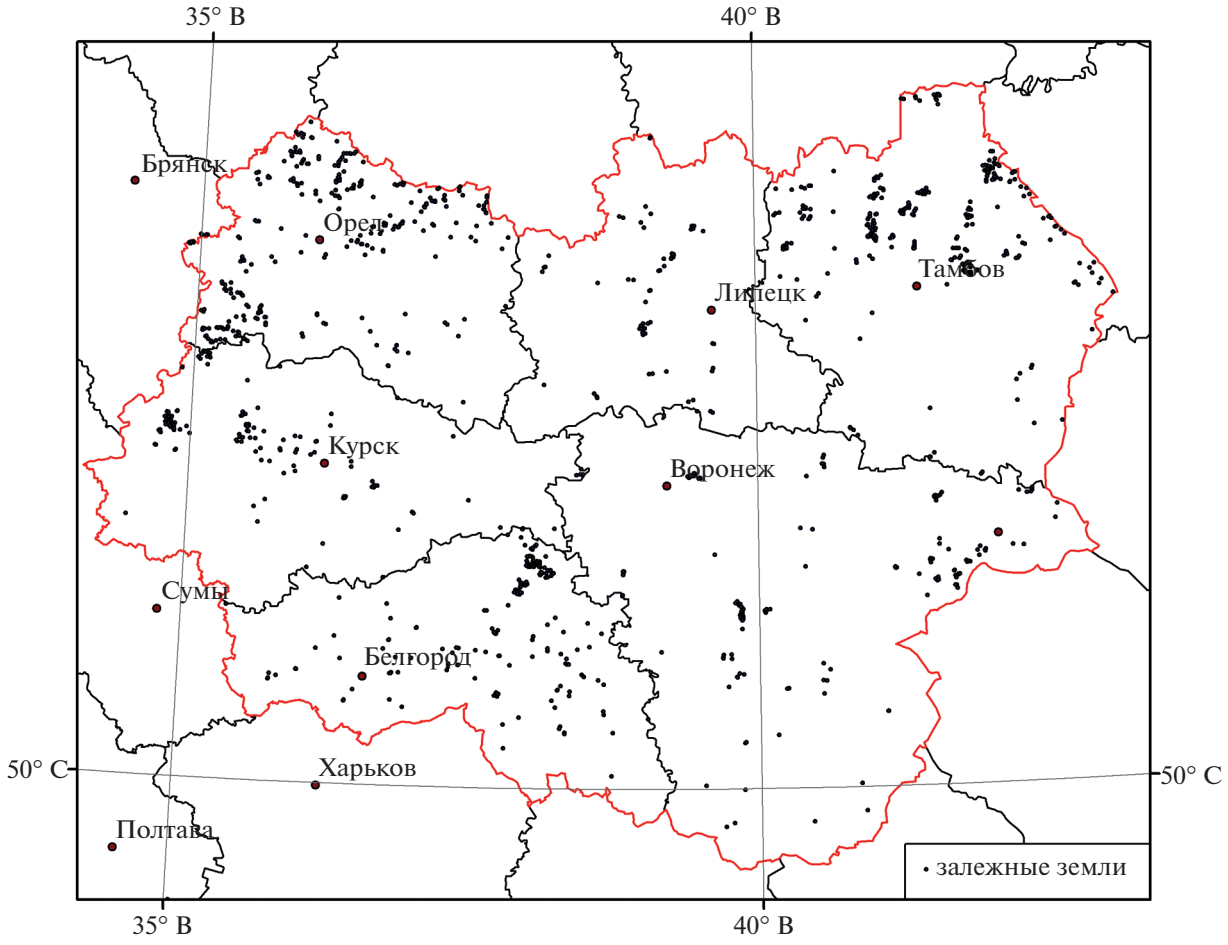

Рис. 1. Местоположение изученных залежных земель, 2018 г.

Таблица 2. Состояние растительного покрова изученных залежных земель лесостепной зоны в пределах Центрально-Черноземного района и Орловской области, 2018 г.

Состояние растительного покрова	Число объектов	Доля от общего числа, %	Площадь, га
Лесные насаждения	177	15.9	8216.8
Доминирование лесных насаждений	289	25.9	16939.9
Доминирование травянистых сообществ	548	49.1	29158.9
Травянистые сообщества	101	9.1	4298.4
Всего	1115	100	58614.0

картосхем, характеризующих территориальные особенности залежей в пределах Центрально-Черноземного района и Орловской области по доминирующему типу растительности, типу лесного насаждения, величине проективного покрытия древесной растительностью в конце второго десятилетия XXI в.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка состояния залежей на исследуемых территориях показала, что по состоянию на 2018 г. подавляющую долю (более 90%) составляли залежные земли с наличием древесной растительности (табл. 2). При этом в конце второго десятилетия XXI в. в лесостепи на территории Центрально-Черноземного района и Орловской области доминировали угодья, основная часть которых занята травянистыми участками. Залежи такого типа составляют почти половину из всех исследованных в регионе оставленных аграрных земель.

Этот же тип залежей территориально наиболее широко представлен в изучаемом регионе (рис. 2). Залежи, практически полностью покрытие лесом, или залежи с доминированием древесной растительности в наибольшей степени представлены на северо-западе и северо-востоке региона, расположенном в условиях подзоны северной лесостепи (Физико-географическое ..., 1961). Это территории северо-запада Орловской и северо-востока Тамбовской области. Залежи с доминированием древесной растительности также распространены на участках произрастания сосновых лесов, большинство которых сосредоточено на левых берегах наиболее крупных рек региона. В наибольшей степени такие территории представлены в Воронежской, Белгородской и Липецкой областях. На территории южной лесостепи, к которой относится южная часть Белгородской и Воронежской областей, отсутствуют залежи с доминированием древесной растительности (см. рис. 2).

Из полученных данных можно сделать вывод, что соотношение участков травянистой и древесной растительности на залежах лесостепи имеет выраженную внутрирегиональную особенность, суть которой состоит в снижении в направлении с северо-запада на юго-восток доли залежей с доминированием древесной растительности и увеличении в этом же направлении доли залежных земель с доминированием травянистых сообществ. Она может быть обусловлена выраженной реакцией лесовозобновления на природно-климатические различия в пределах региона.

Таким образом, анализ более 1100 залежных земель лесостепной зоны изучаемого региона показал, что на подавляющем большинстве из них наблюдается тенденция формирования древесной растительности, интенсивность которой существенно различается в его пределах, особенно между северо-западной и юго-восточной частями.

Другими важными характеристиками залежных земель при анализе процессов лесовозобновления являются тип лесных насаждений, формирующихся на них (лиственные, хвойные, смешанные) и величина проективного покрытия древесной растительностью (от 0 до 1).

На основе проведенных оценок (916 изученных угодий) установлено, что по состоянию на 2018 г. на более чем половине залежных земель Среднерусской лесостепи формируются лесные насаждения лиственных пород (табл. 3). Значительно меньше представлены залежи с хвойными и смешанными лесными насаждениями.

Залежи с лиственными породами представлены на всей изученной территории лесостепи в пределах Центрально-Черноземного района и в Орловской области (рис. 3). Залежи со смешанными лесными насаждениями представлены в наибольшей степени на северо-западе и северо-востоке региона – в условиях северной лесостепи. Кроме того, они распространены вблизи хвойных лесных массивов. В этих же местах сосредоточены залежи с формирующимися лесными насаждениями из хвойных пород.

Залежи с лиственными лесными насаждениями доминируют в большинстве областей Центрального Черноземья, за исключением Воронежской области, где вследствие широкой распространенности хвойных лесов, представлены и залежи с соответствующим типом лесных насаждений. По этой же причине залежи с хвойными

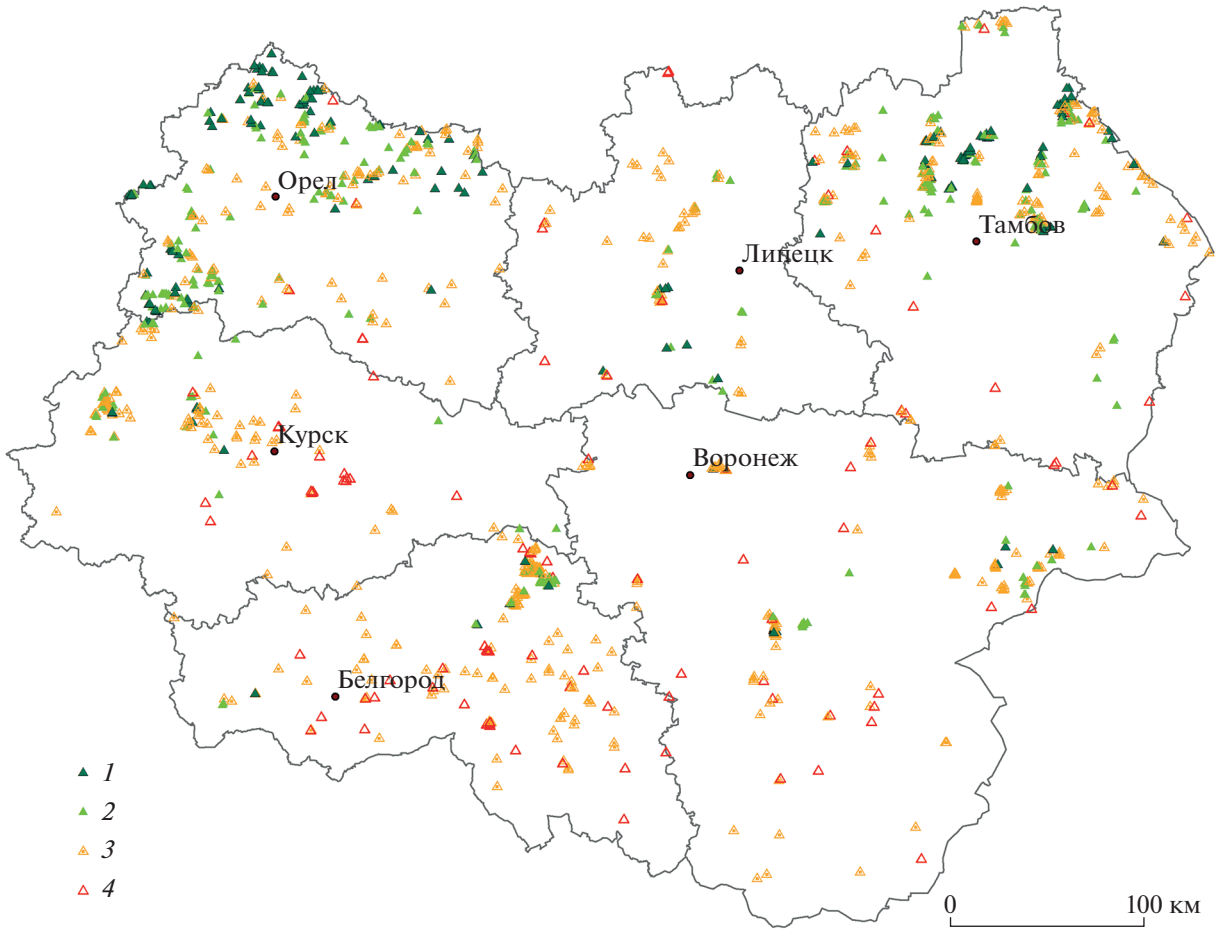

Рис. 2. Распределение залежей по состоянию растительного покрова на территории Центрально-Черноземного района и Орловской области, 2018–2019 гг.: *1* – лесные насаждения, *2* – доминирование древесной растительности, *3* – доминирование травянистой растительности, *4* – травянистая растительность.

породами преобладают на северо-востоке Белгородской и в некоторых частях Воронежской области. Их распространение обусловлено наличием практически чистых хвойных насаждений, расположенных на левобережьях наиболее крупных рек: Оскол (Белгородская область) и Дон (Воронежская область).

Сопоставляя распределение залежных земель лесостепи по состоянию растительного покрова (2018 г.) и типам лесных насаждений, можно сделать вывод, что для лесостепи на территории Центрально-Черноземного района и в Орловской области в наибольшей степени характерны оставленные аграрные угодья с доминированием участков травянистой растительности при наличии древесной растительности, состоящей из лиственных пород (рис. 4).

Таблица 3. Характеристики проанализированных залежных земель лесостепи в пределах Центрально-Черноземного района и Орловской области с различными типами лесных насаждений, формирующихся на них

Тип залежей	Количество	Доля от общего числа, %	Площадь, га:		Число измерений доли древесной растительности
			суммарная	средняя	
С лиственными породами	519	56.7	27308.8	52.6	1075
Со смешанными лесными насаждениями	195	21.3	12124.0	62.2	406
С хвойными породами	129	14.1	4930.8	38.2	365
Травянистые без древесных пород	73	8.0	3232.7	44.3	–

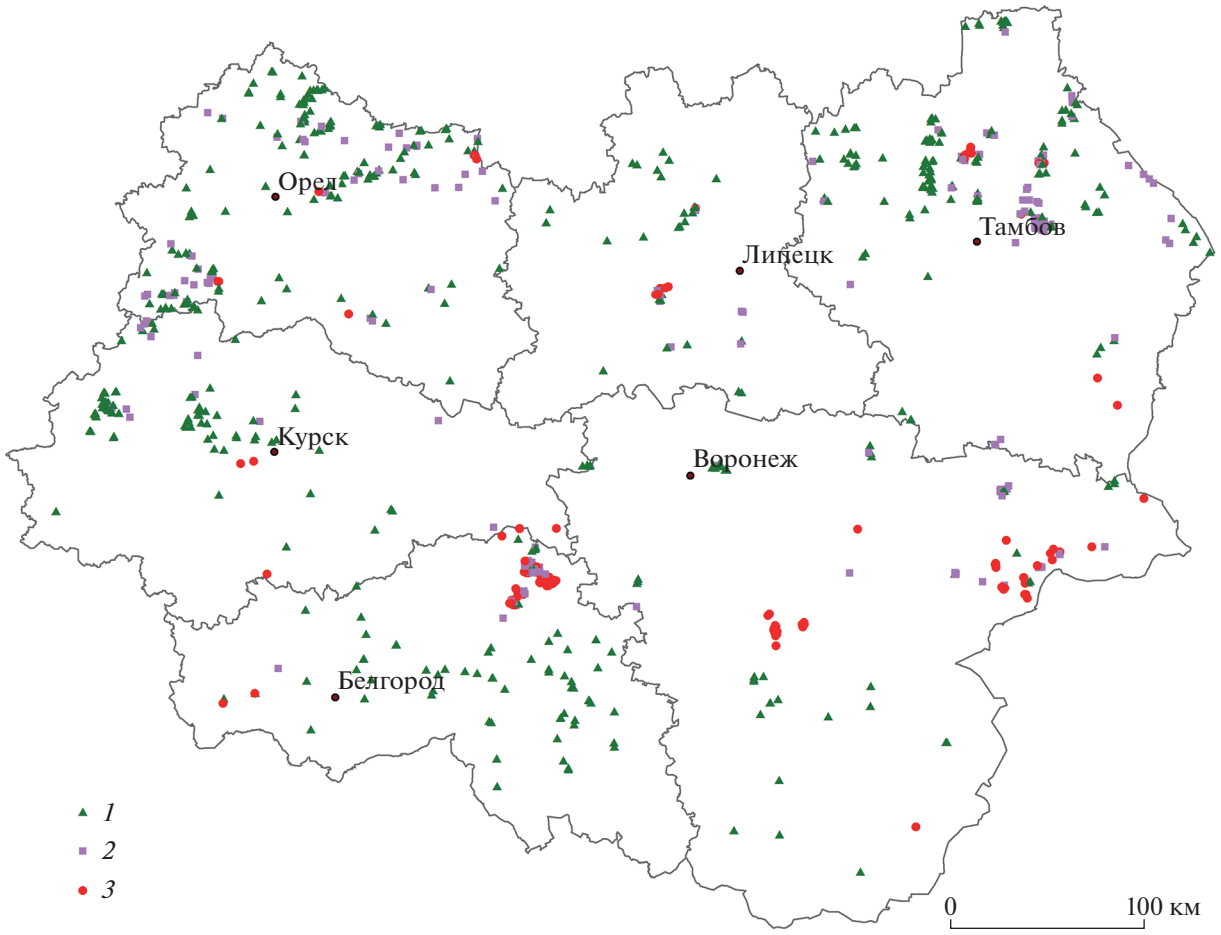

Рис. 3. Распределение залежных земель на территории Центрально-Черноземного района и Орловской области по типам лесных насаждений, формирующихся на них (по состоянию на 2018 г). *1* – лиственные, *2* – смешанные, *3* – хвойные.

Анализ величины проективного покрытия залежных земель древесной растительностью (1846 измерений, см. табл. 3) позволил установить ряд особенностей, характеризующих процесс формирования древесной растительности на оставленных аграрных угодьях. Учитывая, что он может протекать по-разному в зависимости от типов формирующихся лесных насаждений, оценка современного покрытия залежей древесной растительностью была проведена для залежных земель в целом и для оставленных угодий с лиственными, смешанными и хвойными лесными насаждениями.

На основе полученных данных установлено, что в конце второго десятилетия XXI в. средняя величина покрытия залежей древесной растительностью в лесостепи Центрально-Черноземного района и Орловской области составляла 34.1%.

Особенностью региона является наличие различных категорий залежей по величине проективного покрытия древесной растительностью (табл. 4) и, соответственно, достаточно широкая вариация по этому показателю (коэффициент вариации – 88.3%). Она может выступать следствием различной скорости лесовозобновления на залежах в пределах лесостепи, условия которой существенно меняются на территории региона при движении с северо-запада на юго-восток.

Наглядно проявляется высокая доля залежных земель с относительно небольшой величиной проективного покрытия древесной растительностью (0–20%). По мере увеличения этого показателя уменьшается число залежей в соответствующих градациях (см. табл. 4).

Оценка величины проективного покрытия залежей древесной растительностью, выполненная для различных типов лесных насаждений по состоянию на 2018 г., показала (табл. 5), что наибольшая (48%) величина покрытия залежей древесной растительностью характерна для оставленных аграрных угодий, на которых произрастают хвойные породы – преимущественно сосна. Величина покрытия древесной растительностью залежей с

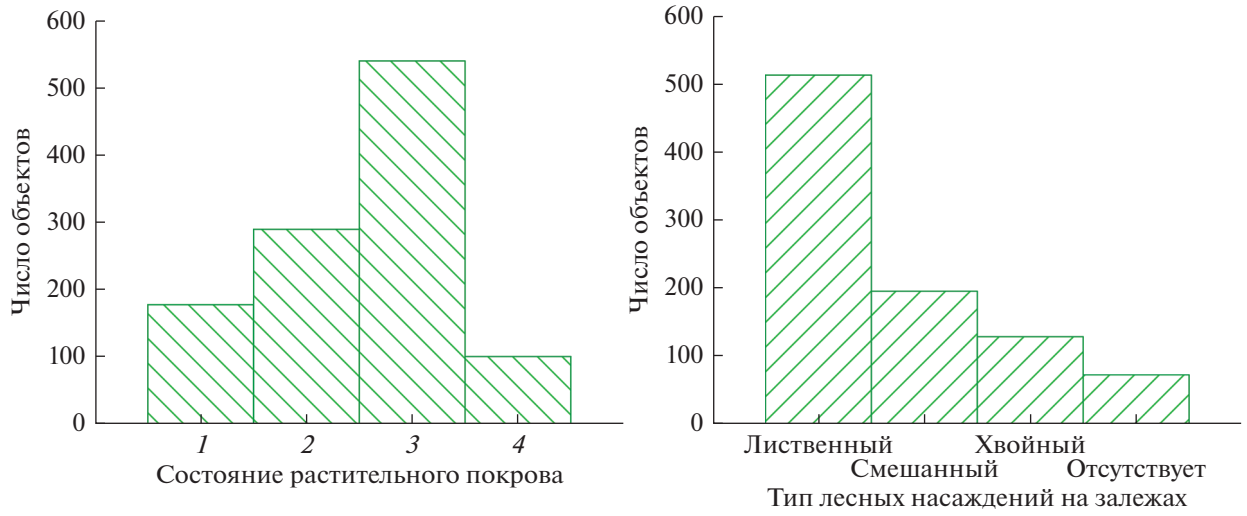

Рис. 4. Распределение залежных земель лесостепи в пределах Центрально-Черноземного района и Орловской области по состоянию растительного покрова и типам лесных насаждений, 2018: *1* – лесные насаждения, *2* – доминирование лесных насаждений, *3* – доминирование травянистой растительности, *4* – травянистая растительность.

лиственными породами значительно ниже – порядка 34%. Для залежей со смешанными лесными насаждениями она составляет 41%. Оценка в данном случае проведена только для залежей с наличием древесной растительности.

Более высокая величина покрытия древесной растительностью для залежей с хвойными породами может быть обусловлена большей скоростью формирования лесных насаждений на этом типе оставленных аграрных земель. Сосна обыкновенная, произрастающая на них, характеризуется неприхотливостью и достаточно быстро распространяется на оставленных аграрных землях, расположенных вблизи хвойных лесных массивов (Камышев, Хмелев, 1976).

Все типы залежных земель лесостепи в исследуемом регионе характеризуются очень высокой вариацией (см. табл. 5) по величине проективного покрытия древесной растительностью. Высокая вариация этого показателя выступает признаком значительных различий в скорости лесовозобновления на залежах, с учетом того, что большинство анализируемых угодий примерно в одно и то же время были выведены из сельскохозяйственного оборота. Для залежей с лиственными породами этот показатель заметно выше, чем для залежей с хвойными породами, что является индикатором более высокой современной однородности растительного покрова оставленных аграрных угодий с хвойными породами по доле древесной растительности, присутствующей на них.

Пространственный анализ величины проективного покрытия, проведенный для наиболее широко представленных в регионе залежей с лиственными породами (рис. 5), позволил установить территориальное преобладание в Среднерусской лесостепи залежей с его относительно невысокой величиной (0–20%). Для залежных земель с хвойными и смешанными лесными насаждениями таких пространственных оценок не проводилось, вследствие локального распространения этих типов угодий в регионе.

На полученной картосхеме видно наличие пространственных трендов в величине проективного покрытия залежных земель древесной растительностью в пределах лесостепи Центрально-

Таблица 4. Распределение залежей лесостепи в Центрально-Черноземном районе и в Орловской области по величине проективного покрытия древесной растительностью, 2018 г.

Величина покрытия древесной растительностью	Число залежей	Доля от общего числа, %	Площадь, га
0.0–0.2	264	44.4	13961.8
0.2–0.4	115	19.4	6865.1
0.4–0.6	78	13.2	4651.4
0.6–0.8	71	12.0	4243.3
0.8–1.0	65	11.0	3273.0

Таблица 5. Характеристики залежей лесостепи Центрально-Черноземного района и Орловской области с различными типами лесных насаждений по величине проективного покрытия древесной растительностью, 2018 г.

Тип лесных насаждений	Число измерений	Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициентвариации,%
Лиственный	334	0.34	0.29	85.8
Смешанный	127	0.41	0.28	69.4
Хвойный	74	0.48	0.29	61.2

Черноземного района и Орловской области. Они связаны с последовательным снижением этого показателя от северо-западной и северо-восточной окраин региона (северная лесостепь) к южной части, занятой степной зоной. Картосхема построена с использованием возможностей ГИС. Расчеты выполнены методом интерполяции с применением радиальных базисных функций (RBF).

Залежные земли с очень высокой долей древесной растительности (более 60%) распространены на сравнительно небольшой территории Среднерусской лесостепи – на северо-западе и северо-востоке, где лесостепь примыкает к лесной зоне. Из полученной картосхемы можно сделать вывод о значительных внутризональных различиях современного растительного покрова залежных земель в пределах лесостепной зоны на территории Центрально-Черноземного района и Орловской области. Различия обусловлены контрастностью природно-климатических условий в пределах исследуемого региона. Залежные земли на крайнем северо-западе (распространенные в условиях северной лесостепи) и в значительной степени на северо-востоке региона принципиально отличаются от залежей юга и юго-востока (сформировавшиеся в условиях южной лесосте-

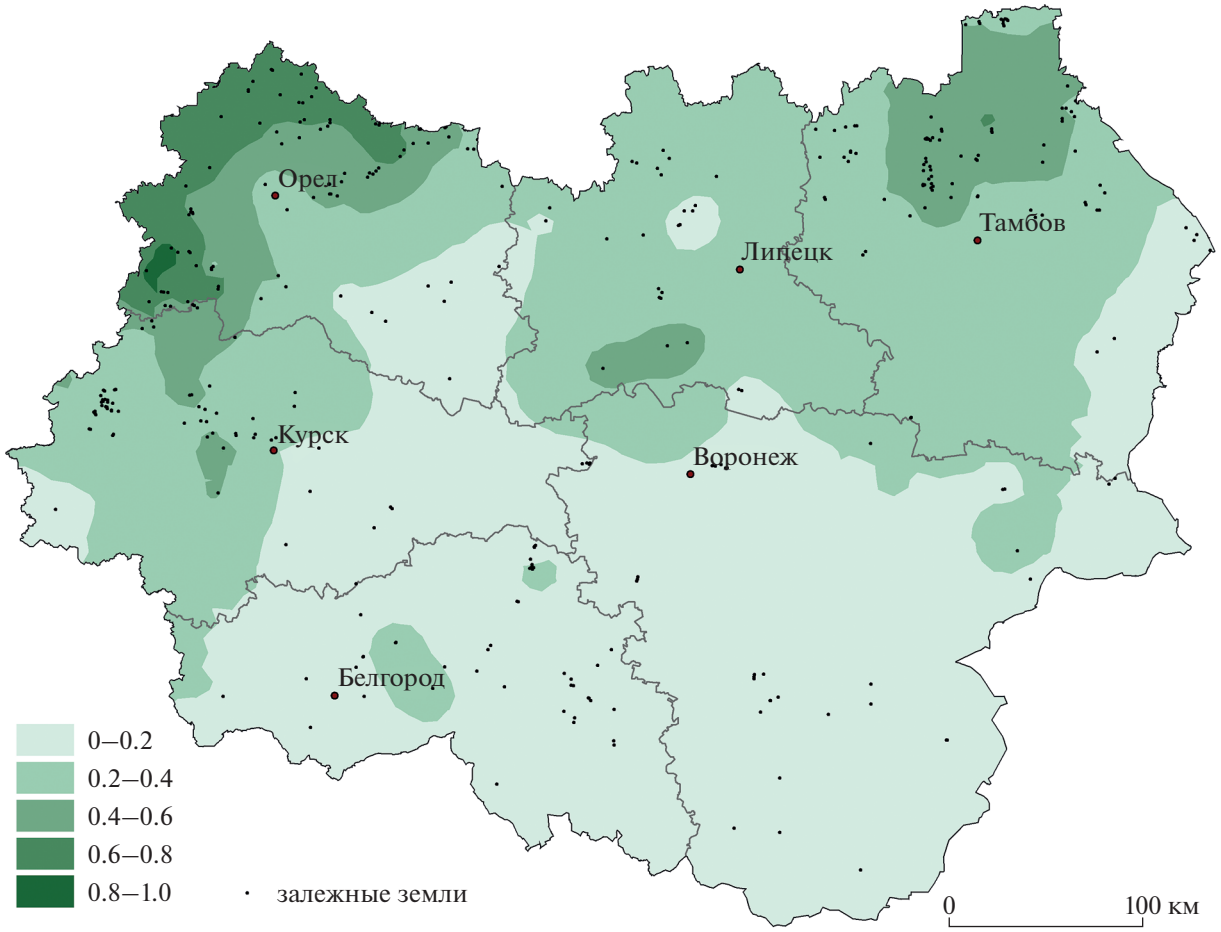

Рис. 5. Изменение в пределах Центрально-Черноземного района и Орловской области величины проективного покрытия залежных земель древесной растительностью (по состоянию на 2018 г.).

пи, на границе с зоной степи). Различия связаны с особенностями распространения на залежах древесной растительности и неодинаковой скоростью лесовозобновления.

ВЫВОДЫ

В начале XXI в. на многих залежных землях лесостепи в пределах Центрально-Черноземного района и Орловской области наблюдаются процессы формирования древесной растительности. На угодьях, выведенных из сельскохозяйственного оборота, в лесостепи формируются преимущественно лесные насаждения, состоящие из лиственных пород. Залежи с хвойными породами распространены в районах произрастания хвойных лесов. В этих же районах представлены залежи со смешанными лесными насаждениями, которые также распространены на северо-западе и северо-востоке региона, в подзоне северной лесостепи.

Величина проективного покрытия залежей древесной растительностью существенно различается в пределах региона. Она варьирует от 80–90% на северо-западе до 5–10% на юго-востоке региона. Количественно наиболее значительно представлены залежи с величиной проективного покрытия древесной растительностью до 20%. Территориально они преобладают в Белгородской и Воронежской областях, восточной части Курской и юго-восточной части Орловской областей.

Определено, что величина покрытия древесной растительностью различается для залежей с лиственными, хвойными и смешанными лесными насаждениями. Ее средняя современная величина для залежей с лиственными породами составляет 34%, залежей с хвойными – 48%, со смешанными лесными насаждениями – 41%. В конце второго десятилетия XXI в. для региона наиболее типичны залежи с доминированием травянистой растительности, но с присутствием древесной растительности, представленной лиственными породами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дроздов К.А. Элементарные ландшафты среднерусской лесостепи. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. 176 с.

Камышев Н.С., Хмелев К.С. Растительный покров Воронежской области и его охрана. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1976. 181 с.

Китов М.В., Цапков А.Н. Изменения площадей залежных земель на Европейской территории России за период 1990–2013 гг. // Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. Серия: Естественные науки. 2015. № 15 (212). С. 163–171.

Курбанов Э.А., Воробьев О.Н., Губаев А.В., Лежнин С.А. Использование космических снимков ALOS для выявления площадей бывших сельскохозяйственных угодий, зарастающих лесом // Геоматика. 2010. № 4. С. 68–72.

Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.

Медведев А.А., Тельнова Н.О., Кудиков А.В. Дистанционный высокодетальный мониторинг динамики зарастания заброшенных сельскохозяйственных земель лесной растительностью // Вопросы лесной науки. 2019. Т. 2. № 3. С. 1–12.

Москаленко С.В., Бобровский М.В. Возобновление деревьев на бывших пахотных землях в заповеднике “Калужские засеки” // Бюл. Брянск. отд. Русского ботанического общ-ва. 2014. № 1. С. 48–54.

Новикова Е.П., Григорьев Г.Н., Вагурин И.Ю., Чумейкина А.С. Вариации гидротермического режима в Черноземье за последние 30 лет на фоне глобального изменения климата // Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. Серия: Естественные науки. 2017. Т. 39. № 11 (260). С. 105–113.

Новикова Л.А., Полозова М.О. Восстановление растительности на залежах “Островцовской лесостепи” // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2009. № 6 (112). С. 286–290.

Парахневич Т.М., Кирик А.И. Изменение структуры растительных сообществ в ходе сукцессии на залежи // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. 2012. № 4 (35). С. 68–73.

Русанов А.М. Естественное восстановление агроландшафтов степной и лесостепной зон Оренбургской области // Степной бюл. 2012. № 36. С. 8–12.

Самсонова В.П., Кондрашкина М.И., Кротов Д.Г., Чичиева О.А. Распознавание зарастающих земель на снимках landsat8 // Проблемы агрохимии и экологии. 2015. № 1. С. 53–57.

Смелянский И.Э. Сколько в степном регионе России залежей? // Степной бюл. 2012. № 36. С. 4–7.

Терехин Э.А. Сукцессионные процессы на залежах юга Среднерусской возвышенности по данным спутниковых съемок // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли. 2019. Т. 16. № 6. С. 180–193.

Терехин Э.А., Постернак Т.С. Процессы лесовозобновления на залежных землях юга Западной Сибири и их анализ с применением данных дистанционного зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 4. С. 161–172.

Тишков А.А., Белоновская Е.А., Царевская Н.Г., Титова С.В. Роль лесостепных ландшафтов России в создании первичной продукции и в депонировании углерода // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны: историко-культурные и природные территории. Тула: Федеральное гос. бюджетное учреждение культуры “Государственный военно-исторический и природный музей-заповедник “Куликово поле”, 2013. С. 9–17.

Физико-географическое районирование центральных черноземных областей. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1961. 263 с.

Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П., Кузнецов А.В. Эволюция залежных земель и перспективы их использования в Центральном Черноземье // Земледелие. 2009. № 7. С. 9–11.

Dara A., Baumann M., Kuemmerle T., Pflugmacher D., Rabe A., Griffiths P. Mapping the timing of cropland abandonment and recultivation in northern Kazakhstan using annual Landsat time series // Rem. Sens. Environ. 2018. Vol. 213. P. 49–60. https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.05.005

Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Dubinin M., Alcantara C. The effect of Landsat ETM/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe // Rem. Sens. Environ. 2012. Vol. 126. P. 195–209. https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.08.017

Yin H., Prishchepov A.V., Kuemmerle T., Bleyhl B., Buchner J., Radeloff V.C. Mapping agricultural land abandonment from spatial and temporal segmentation of Landsat time series // Rem. Sens. Environ. 2018. Vol. 210. P. 12–24. https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.02.050

Reforestation on Abandoned Agricultural Lands in the Central Russian Forest–Steppe

E. A. Terekhin*

Belgorod State University, Belgorod, Russia
**e-mail: terekhin@bsu.edu.ru*

The article deals with vegetation cover of abandoned agricultural lands in forest-steppe natural zone within the Central Chernozem Region of Russia and Oryol oblast. The study was carried out using remote sensing data. Using data are gathered from 1115 areas, it was found that reforestation processes take place on more than 90% of abandoned lands. The current forest cover on abandoned agricultural lands differs significantly within the region, from 80–90% in the northwest to 5–10% in the southeast. On abandoned lands, grassy vegetation dominates, and the forests are the most widespread in the region. Deciduous forests occur on abandoned arable lands on the whole part of the Central Chernozem Region. Areas are covered by coniferous and mixed forests are less widespread. The mean current forest cover of abandoned lands reaches 34.1%. Forest cover of abandoned lands with deciduous species is significantly lower than it is observed on the abandoned agricultural lands where coniferous species grow. The average forest cover of abandoned agricultural lands with deciduous tree species are 34%, abandoned lands with mixed forests is 41%, areas with coniferous tree species is 48%. The highest variation in forest cover was found on abandoned lands with deciduous species. The most numerous categories of abandoned agricultural lands are areas where forest cover is about 20%. Abandoned agricultural lands with 0–40% forest cover are the most widespread in the forest-steppe zone within the Central Chernozem Region and Oryol oblast. Abandoned agricultural lands where forest covers more than 60% are placed mainly in the subzone of the northern forest-steppe, in the north-west areas of the region. These territories are bordering the forest zone.

Keywords: abandoned agricultural lands, forest-steppe, vegetation, reforestation, remote sensing data, Central Russian forest-steppe

REFERENCES

Cherkasov G.N., Masyutenko N.P., Kuznetsov A.V. Evolution of fallow lands and perspectives of it use in Central chernozem region. *Zemledelie*, 2009, no. 7, pp. 9–11. (In Russ.).

Dara A., Baumann M., Kuemmerle T., Pflugmacher D., Rabe A., Griffiths P. Mapping the timing of cropland abandonment and recultivation in northern Kazakhstan using annual Landsat time series. *Remote Sens. Environ.*, 2018, vol. 213, pp. 49–60. https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.05.005

Drozdov K.A. *Elementarnye landshafty srednerusskoi lesostepi* [Elementary Landscapes of the Central Russian Forest-Steppe]. Voronezh: VGU, 1991. 176 p.

Fiziko-geograficheskoe raionirovanie tsentral'nykh chernozemnykh oblastei [Physical Geographical Zoning of the Central Chernozem Regions]. Voronezh: Voronezh. Univ., 1961. 263 p.

Kamyshev N.S., Khmelev K.S. *Rastitel'nyi pokrov Voronezhskoi oblasti i ego okhrana* [Vegetation Cover of the Voronezh Region and Its Protection]. Voronezh: VGU, 1976. 181 p.

Kitov M.V., Tsapkov A.N. Assessment of the area of fallow land in the Belgorod region and other regions of European Russia for the period 1990-2013 years. *Nauchn. Vedomosti Belgorod. Gos. Univ. Ser.: Estestvennye Nauki*, 2015, no. 15 (212), pp. 163–171. (In Russ.).

Kurbanov E.A., Vorob'ev O.N., Gubaev A.V., Lezhnin S.A. Use of ALOS satellite images to reveal former farmland areas being forested. *Geomatika*, 2010, no. 4, pp. 68–72. (In Russ.).

Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G. *Dinamika sel'skokhozaistvennykh zemel' Rossii v XX veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv* [Dynamics of Agricultural Lands of Russia in XX Century and Postagrogenic Restoration of Vegetation and Soils]. Moscow: GEOS Publ., 2010. 416 p.

Medvedev A.A., Tel'nova N.O., Kudikov A.V. Highly detailed remote sensing monitoring of tree overgrowth on

abandoned agricultural lands. *Vopr. Lesnoi Nauki*, 2019, vol. 2, no. 3, pp. 1–12. (In Russ.).

Moskalenko S.V., Bobrovskii M.V. Renewal of trees on the abandoned arable lands in the State Nature Reserve "Kaluzhskie Zaseki". *Byull. Bryansk. Otd. Russ. Bot. O-va*, 2014, no. 1, pp. 48–54. (In Russ.).

Novikova E.P., Grigor'ev G.N., Vagurin I.Yu., Chumeykina A.S. Variations of the hydrothermal regime in the Chernozemiye over the last 30 years on the background of global climate change. *Nauchn. Vedomosti Belgorod. Gos. Univ. Ser.: Estestvennye Nauki*, 2017, vol. 39, no. 11 (260), pp. 105–113. (In Russ.).

Novikova L.A., Polozova M.O. Restoration of vegetation on the fallows of the "Ostrovtsovskaya lesostep". *Vestn. Orenburg. Gos. Univ.*, 2009, no. 6 (112), pp. 286–290. (In Russ.).

Parakhnevich T.M., Kirik A.I. Changes in the structure of plant communities during succession on the fallow. *Vestn. Voronezh. Gos. Agrar. Univ.*, 2012, no. 4 (35), pp. 68–73. (In Russ.).

Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Dubinin M., Alcantara C. The effect of Landsat ETM/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe. *Remote Sens. Environ.*, 2012, vol. 126, pp. 195–209. https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.08.017

Rusanov A.M. Natural restoration of agricultural landscapes of the steppe and forest-steppe zones of the Orenburg region. *Stepnoi Byull.*, 2012, no. 36, pp. 8–12. (In Russ.).

Samsonova V.P., Kondrashkina M.I., Krotov D.G., Chichieva O.A. Diagnostics of the bushing territories using images Landsat-8. *Probl. Agrokhim. Ekol.*, 2015, no. 1, pp. 53–57. (In Russ.).

Smelyanskii I.E. How many fallows are there in the steppe region of Russia? *Stepnoi Byull.*, 2012, no. 36, pp. 4–7. (In Russ.).

Terekhin E.A. Satellite-based estimation of successional processes on abandoned farmland of the South of the Central Russian Upland. *Sovrem. Probl. Distantsionnogo Zondirovaniya Zemli*, 2019, vol. 16, no. 6, pp. 180–193. (In Russ.). https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-6-180-193

Terekhin E.A., Posternak T.S. Reforestation on abandoned arable lands in the south of Western Siberia and its analysis using remote sensing data. *Sovrem. Probl. Distantsionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa*, 2019, vol. 16, no. 4, pp. 161–172. (In Russ.). https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-4-161-172

Tishkov A.A., Belonovskaya E.A., Tsarevskaya N.G., Titova S.V. The role of forest-steppe landscapes in formation of primary production and deponation of carbon. In *Problemy izucheniya i vosstanovleniya landshaftov lesostepnoi zony: istoriko-kul'turnye i prirodnye territorii* [Problems of Studying and Restoring Landscapes of the Forest-Steppe Zone: Historical, Cultural and Natural Territories]. Tula: Kulikovo Pole, 2013, pp. 9–17. (In Russ.).

Yin H., Prishchepov A.V., Kuemmerle T., Bleyhl B., Buchner J., Radeloff V.C. Mapping agricultural land abandonment from spatial and temporal segmentation of Landsat time series. *Remote Sens. Environ.*, 2018, vol. 210, pp. 12–24. https//doi.org/10.1016/j.rse.2018.02.050

EDN: UGJKLH
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 605–620

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 574.4/338.26

ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ НА МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЕ И ЕЕ ВОЗМОЖНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

© 2022 г. О. А. Климанова[a], *, Е. Н. Букварёва[b], **, О. А. Илларионова[a], *, Е. Ю. Колбовский[a], ****

[a]*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия*
[b]*Центр охраны дикой природы, Москва, Россия*
**e-mail: klimanova@geogr.msu.ru*
***e-mail: bukvareva@gmail.com*
****e-mail: heatherpaw@gmail.com*
*****e-mail: kolbowsky@mail.ru*

Поступила в редакцию 10.11.2021 г.
После доработки 13.04.2022 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

В рамках проекта “Экономика экосистем и биоразнообразия – Россия” уже разработаны методические подходы и отчасти создана информационная база для оценки экосистемных услуг на уровне субъектов РФ, однако их большая площадь и географическая неоднородность определяют необходимость таких работ и для муниципального уровня. В статье рассматриваются методика и результаты оценки экосистемных услуг на примере четырех сельских муниципальных районов с разными природными условиями и типами хозяйства (Кизнерский район Удмуртской Республики, Елизовский район Камчатского края, Майкопский район Республики Адыгея и Бобровский район Воронежской области). Алгоритм оценки ориентирован на использование общедоступных геопространственных данных, муниципальной статистики, литературных и фондовых данных. Процедура оценки включает: 1) анализ и картографирование основных типов экосистем; 2) расчет потенциального объема продукционных, средорегулирующих и рекреационных услуг в естественно-научных показателях; 3) расчет используемого объема этих услуг; 4) анализ соотношения между ними. Во всех районах отмечено недоиспользование тех или иных видов продукционных услуг, однако в каждом из них причины этого различны. Ряд услуг требует и корректировки методики подсчета. По объему услуги накопления стока наземными экосистемами максимальные показатели отмечены в Елизовском и Майкопском районах, однако в последнем уже отмечены и признаки ее дефицита. Расчет используемого объема рекреационных услуг в наименьшей степени может быть унифицирован и при существующей информационной базе для каждого муниципального района не может быть осуществлен. По результатам работы выявлены методические сложности при переходе с регионального на муниципальный уровень расчетов, определены сложности и перспективы интеграции ценности экосистемных услуг в документы стратегического и территориального планирования, предложены приоритеты оценки экосистемных услуг для территорий разного типа.

Ключевые слова: экосистемные услуги, потенциальный и используемый объем, территориальное планирование, муниципальный район, Россия

DOI: 10.31857/S2587556622040069

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одной из предпосылок оценки экосистем на пороге тысячелетия (MEA, 2005), экономики экосистем и биоразнообразия (TEEB, 2010) и других исследовательских работ по экосистемным услугам [например, (Braat and de Groot, 2012; de Groot et al., 2010; Haines-Young and Potschin, 2018; IPBES, 2019; Maes et al., 2012)] было предположение о том, что подобные знания могут быть использованы для информирования и улучшения процесса принятия решений, а также территориального планирования (Bateman et al., 2013; Bouwma et al., 2018; Daily et al., 2009). При этом интеграция концепции экосистемных услуг в указанные процессы предполагает согласование действий как по вертикали – между различными уровнями государственного управления (на национальном, региональном и муниципальном уровнях), так и по горизонтали – между различными областями

политики и тематическими целями (Saarikoski et al., 2018).

Современные подходы к оценке и картографированию экосистемных услуг базируются на предположении, что они могут быть объектом как оценок в естественно-научных показателях, так и монетарных оценок (Burkhard et al., 2012). При этом оценка предоставленного объема услуг основана на свойствах типов экосистем (или наземного покрова) и степени их трансформации, учитываемой через использование показателей целостности, связности и выраженности процессов (Frank et al., 2012), а используемый или необходимый объем учитывает численность населения и характер экономики территории (Burkhard et al., 2012). Для монетарных оценок используются оценки затрат и выгод, готовности платить, стоимости неиспользования, отложенной альтернативы (Farber et al., 2002), однако результаты монетарных оценок часто оказываются неудовлетворительными, что связано, прежде всего, с недостаточной разработанностью нерыночных способов оценки экономических благ и услуг (Spangenberg and Settele, 2010). При этом, например, в руководстве по экспериментальному эколого-экономическому учету подчеркивается, что оценки услуг в естественно-научных и монетарных показателях равноправны в части адекватности анализа последствий трансформации экосистем[1].

Подходы и индикаторы, используемые для оценки и картографирования экосистемных услуг на разных уровнях в целях территориального планирования рассмотрены в целом ряде работ [например, (Egoh et al., 2008; Maes et al., 2012; Malinga et al., 2015; Sherrouse et al., 2011; Verhagen et al., 2015)]. Особо отмечается возможность и потенциал использования данных о земельном покрове для оценки экосистемных услуг и их потоков для территорий, плохо обеспеченных данными (Vrebos et al., 2015), к которым можно отнести и такую большую страну, как Россия.

К настоящему моменту в Российской Федерации уже реализованы разнообразные исследовательские проекты по оценке экосистемных услуг в научном и природоохранном аспектах [например, (Тишков, 2005)]. Были предприняты попытки оценить глобальное значение экосистем России на основе экологических и денежных параметров, а также ввести оценки на региональном уровне (Бобылев, Захаров, 2009). Региональные и локальные оценки экосистемных услуг проводились для отдельных территорий Камчатки, Алтая, Байкала и Нижней Волги [краткий обзор см. (Экосистемные ..., 2016)].

Реализована первая предварительная национальная оценка экосистемных услуг, предложены алгоритмы и подходы расчета естественно-научных показателей предоставленного и используемого объемов различных категорий экосистемных услуг на уровне субъектов РФ (Экосистемные ..., 2016; Экосистемные ..., 2020; Bukvareva et al., 2015, 2017, 2019). Эти работы создают достаточную методическую базу для оценки экосистемных услуг на региональном уровне, однако даже первоначальные результаты показывают, что одних региональных оценок недостаточно, особенно учитывая большой размер некоторых субъектов РФ.

Для больших по площади регионов усредненные значения нивелируют роль отдельных их частей в предоставлении и потреблении услуг. Поэтому нужны и оценки экосистемных услуг на муниципальном (районном) уровне, которые позволяют получить более детальную картину потоков экосистемных услуг, в том числе между городскими и сельскими территориями. В связи с этим возникает проблема масштабирования полученных методик и результатов на муниципальный уровень, а также оценка целесообразности их внедрения в систему планирования социально-экономического развития на местном уровне.

ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу данной публикации легли результаты полевых и камеральных исследований, проведенные летом и осенью 2020 г. в рамках разработки комплексных планов развития пилотных муниципальных районов для реализации Государственной программы “Комплексное развитие сельских территорий”[2].

По данным Росстата, по состоянию на 1 января 2020 г. в стране насчитывалось 1673 муниципальных района, а также сопоставимых с ними по статусу муниципальных образований: 635 городских и 33 муниципальных округов. В данной работе городские округа не рассматриваются в силу, прежде всего, особенностей их экосистем. Объектами исследования стали Кизнерский район (Удмуртская Республика), Елизовский район (Камчатский край), Майкопский район (Республика Адыгея), Бобровский район (Воронежская область). Выбор районов в значительной степени определялся общими приоритетами Государственной программы “Комплексное развитие сельских территорий”, однако для разработки алгоритма оценки экосистемных услуг этот выбор оказался достаточно удачным ввиду хорошо выраженных различий и своеобразия природно-ландшафтных и социально-экономических условий.

Кизнерский район (2.2 тыс. км^2, 18.9 тыс. чел.) расположен на востоке Европейской России, на границе Удмуртской Республики, Республики

[1] https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/seea_cf_final_ru.pdf.

[2] http://government.ru/docs/36905/.

Татарстан и Кировской области в подтаежной подзоне таежной зоны (Национальный ..., 2007). В советское время главной отраслью экономики района было сельское хозяйство, сейчас более 30% пашни и сенокосов выведены из оборота и заросли лесом (неопубликованные данные районной администрации).

Елизовский район – самый большой по площади (40.9 тыс. км^2), самый населенный (64 тыс. чел.) и самый восточный из рассмотренных. Как и весь Камчатский край, он включен в состав зоны Крайнего Севера. В горах, занимающих большую часть территории района, представлен северотихоокеанский нивально-альпийско-тундрово-стланниково-редколесно-таежный тип высотной поясности (Национальный ..., 2007). Это наиболее посещаемый туристами район Камчатки, он ежегодно принимает около 150 тыс. туристов. Почти половина площади района занята охраняемыми природными территориями федерального и регионального статуса, входящими в состав объекта Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО “Вулканы Камчатки”.

Майкопский район (3.6 тыс. км^2, 61 тыс. чел.) расположен в предгорьях Главного Кавказского хребта, в южной части Адыги. Горные леса района (100% лесов Республики Адыгея) относятся к северокавказскому нивально-альпийскому-субальпийско-лесо-лесостепному высотному спектру (Национальный ..., 2007). Лесостепи равнинной части района практически полностью распаханы. Ежегодно район привлекает более 200 тыс. туристов (по официальным данным администрации). Чуть более 40% района занимают охраняемые природные территории федерального и регионального статуса, входящие в состав объекта Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО “Западный Кавказ”.

Бобровский район (2.2 тыс. км^2, 50.1 тыс. чел.) лежит в подзоне северных степей степной зоны Европейской России (Национальный ..., 2007). Это район с ярко выраженной аграрной специализацией. Особая природная достопримечательность района – природный заказник “Хреновской бор”, играющий важную климаторегулирующую и противоэрозионную роль.

Как уже было указано выше, оценка экосистемных услуг тесно связана с задачей картографирования экосистем. В нашем исследовании в качестве картографической основы использовались карты растительности России[3] пространственного разрешения 250 м (Егоров и др., 2018). На карте представлено 23 типа выделов, разбитых на 6 классов: леса (8 типов), травяно-кустарничковая растительность (4 типа), тундра (3 типа), водно-болотные комплексы (2 типа), прочая растительность (2 типа) и непокрытые растительностью земли (4 типа). Очевидно, что выделенные типы не являются экосистемами в строгом научном смысле, однако на данном этапе исследований для апробации методики мы сочли возможным рассматривать их как генерализованные типы лесных, травянистых, тундровых и др. экосистем, поскольку более детальных цифровых карт, охватывающих всю территорию России, в настоящее время в открытом доступе нет, а одной из задач исследования было создание тиражируемого алгоритма, возможного для применения во всех муниципальных районах. Площадь типов экосистем была рассчитана в абсолютных значениях (эти данные впоследствии использовались для расчетов экосистемных услуг), также была определена доля различных типов экосистем от общей территории района.

В основу оценки экосистемных услуг положено представление, реализованное в проекте TEEB-Russia, о предоставленном (потенциальном) и используемом объемах услуг, измеряемых в естественно-научных показателях. Предоставленный объем – объем услуг, которые выполняют экосистемы вне зависимости от наличия их потребителей. Используемый объем – объем услуг, который в настоящее время используется населением и экономикой региона (Экосистемные ..., 2016). Методика оценки различных видов продукционных, регулирующих и рекреационных услуг изложена в уже опубликованных прототипах национального доклада по оценке экосистемных услуг (Экосистемные ..., 2016; Экосистемные ..., 2020). Индикаторы, методы и источники информации, использованные для оценки экосистемных услуг в естественно-научных показателях, отражены в табл. 1. Ниже мы остановимся на некоторых изменениях в методике, которые были внесены, исходя из муниципального уровня исследования.

Для расчета продукции древесины и недревесной продукции наземных экосистем были использованы данные лесохозяйственных регламентов соответствующих районов. Если на территории района (Майкопский район) находилось несколько лесничеств, данные о продукции складывались. Данные об объеме заготавливаемой продукции были получены в администрациях районов, а также в ходе опроса в лесничествах. При расчете используемого объема недревесной продукции леса мы ориентировались на литературные данные (Большаков, 2014), где используемый объем ягод оценивается как 3–5% от эксплуатационного объема, а грибов – до 15%. Судя по интервью с сотрудниками лесничеств, в указанных районах эта цифра скорее переоценена, чем недооценена. С учетом труднодоступности большей части территории Елизовского района, а также интервью о сборе недревесной продукции с

[3] Карта растительности России. Доступна по адресу: http://www.ikiweb.ru/annual/img/2009/map_bart.jpg g.

Таблица 1. Индикаторы для физической (естественно-научной) оценки экосистемных услуг

Экосистемные услуги	Индикаторы предоставленного (первая строка) и используемого (вторая строка) объемов экосистемных услуг	Метод оценки	Источник данных
Продукционные экосистемные услуги			
Продукция древесины	Расчетная лесосека, $м^3$/год	Прямое использование показателя	Лесохозяйственные регламенты лесничеств
	Заготовка древесины, $м^3$/год		Объем заготовки древесины лесопользователями (по данным лесничеств)
Недревесная продукция наземных экосистем	Эксплуатационный запас грибов, ягод, орехов, лекарственных растений и другой недревесной продукции, кг/год		Лесохозяйственные регламенты лесничеств
	Заготовка перечисленных видов недревесной продукции, кг/год		Данные по заготовкам отсутствуют, в работе использованы расчетные коэффициенты
Продукция корма для скота на природных пастбищах	Продукция кормов на природных пастбищах и сенокосах (P), кг/год кормовых единиц	Оценка на основе цифровых (электронных) карт $P = PS$ P – продуктивность травянистых экосистем S – площадь пастбищ и сенокосов	Цифровые карты продуктивности природных экосистем, карты продуктивности естественных кормовых угодий (при наличии)
			Данные о категориях земель (при наличии)
	Количество природного корма, съеденного скотом (W), кг/год кормовых единиц	$W = \sum(n_i w_i)$ n_i – число голов i-го вида скота, выпасаемого на природных пастбищах, либо получающего сено с природных сенокосов w_i – норма кормления 1 головы i-го вида скота (кормовых единиц в год)	Данные, предоставленные районом, в качестве основы могут быть использованы данные о поголовье скота в базе данных показателей муниципальных образований
			Нормативы, литературные данные
Охотничья продукция	Лимиты добычи охотничьих животных, особей/год	Прямое использование показателя	Лесохозяйственные регламенты лесничеств
	Добыча охотничьих животных, особей/год		Данные охотхозяйственного реестра
Средообразующие (регулирующие) экосистемные услуги			
Хранение углерода	Содержание углерода в почве и фитомассе (W), тС	Оценка на основе цифровых (электронных) карт $W = \sum(s_i w_i)$ s_i – площадь i-го типа экосистем w_i – содержание углерода на 1 га i-го типа экосистем	Цифровые карты содержания углерода, литературные данные Цифровые карты растительности В настоящей оценке использованы данные (Экосистемные ..., 2016)

Таблица 1. Окончание

Экосистемные услуги	Индикаторы предоставленного (первая строка) и используемого (вторая строка) объемов экосистемных услуг	Метод оценки	Источник данных
Регуляция потоков CO_2	Углеродный баланс (B), тС/год	Оценка на основе цифровых (электронных) карт $B = \sum(s_i b_i)$ s_i – площадь i-го типа экосистем b_i – баланс углерода на 1 га i-го типа экосистем	Цифровые карты баланса углерода, литературные данные Цифровые карты растительности В настоящей оценке использованы данные (Экосистемные ..., 2016)
Очистка воздуха пригородными лесами	Максимальное количество загрязнений, которое может быть уловлено пригородными лесами (A), кг/год	Оценка на основе цифровых (электронных) карт $A = \sum(s_i a_{ij})$ s_i – площадь i-го типа экосистем a_{ij} – поглощение i-м типом экосистем j-го вида загрязнений	Цифровые карты растительности Литературные данные
	Количество загрязнений, уловленное пригородными лесами (U), кг/год	Выбросы загрязнений в воздух (P) $U = A$, если $A < P$; $U = P$, если $A > P$	База данных показателей муниципальных образований Росстата
Обеспечение объема стока наземными экосистемами	Объем стока, обеспеченный наземными экосистемами, $м^3$/год	Многоэтапная оценка на основе цифровых (электронных) карт	Цифровые карты растительности, рельефа, стока, осадков, сельхозугодий, гидросети
	Использование свежей воды, водозабор, $м^3$/год		
Предотвращение водной эрозии почв	Количество почвы, эрозия которой предотвращена наземными экосистемами, т		
	Предотвращенный ущерб для сельского, водного и рыбного хозяйства, руб.		
Рекреационные экосистемные услуги – формирование природных условий для рекреации			
Формирование природных условий для рекреации выходного дня	Рекреационная емкость зон вокруг населенных пунктов для отдыха в выходные дни (C), человек/год	Оценка на основе цифровых (электронных) карт $C = \sum(s_i c_i)$ s_i – площадь i-го типа экосистем c_i – рекреационная емкость 1 га i-го типа экосистем	Цифровые карты растительности Литературные данные о рекреационной емкости экосистем
	Количество отдыхающих (R), человек/год		В настоящей оценке использована экспертная оценка

местными респондентами, для этого района показатели были уменьшены до 5% для грибов и 3% для ягод.

Как показали исследования на местах, данные о продуктивности естественных кормовых угодий (ЕКУ) в районах или отсутствуют, или датируются 1980-ми годами и уже не соответствуют реальности из-за изменения структуры земельных угодий. Из-за отсутствия данных о реальной картине использования ЕКУ было принято допущение, что в качестве естественных пастбищ используются преимущественно луга и степи. Их площадь в районе, рассчитанная по карте растительности, была умножена на среднюю продуктивность сообществ соответствующей природной зоны: для субальпийских и альпийских лугов Среднего Кавказа (Майкопский район) – 2.4 т/га (Солдатова и др., 2017); для лугов умеренной лесной зоны (Кизнерский район) – 2 т/га; для черноземных степей средней плодородности (Бобровский район) – 4 т/га; для приокеанических лугов (Елизовский район) – 0.84 т/га (Радченко, 2016). При наличии достоверной информации об использовании для выпаса полностью или частично других категорий ЕКУ их следует добавить в расчет. К таковым могут быть, например, отнесены тундры в Елизовском районе, однако данных об их использовании нет, поэтому в данном случае в расчете они не учтены.

Для расчета эксплуатационного и используемого объемов охотничьей продукции использованы данные из Государственного охотреестра из формы 4.1 “Документированная информация о добыче копытных животных, отнесенных к охотничьим ресурсам”. За эксплуатационный объем взяты показатели квот добычи (количество особей) по всем промысловым копытным видам района по охотничьим угодьям. За используемый объем – число добытых особей. Промысловые виды копытных в Майкопском районе – косули; в Кизнерском – лоси и кабаны; в Бобровском – косули, лоси, кабаны; в Елизовском – лоси.

Расчет средорегулирующих услуг составлял наибольшую методическую сложность, объем большей их части был определен на основе геоинформационного моделирования при принятии определенных допущений, связанных с ограниченностью данных. Так, для услуги очистки воздуха разрешение исходной карты растительности было недостаточным, и расчет проводился с использованием открытых геопространственных данных университета Мэрилэнда[4] – растры древесного покрова за 2019 г. с пространственным разрешением 30 × 30 м (Hansen et al., 2013). Впоследствии для точности и удобства расчета они были переведены в векторный формат. В качестве границы населенных пунктов и линий дорожной сети были использованы соответствующие слои OSM.

Для оценки услуги очистки воздуха пригородными лесами вокруг наиболее крупных городов с наибольшими выбросами в атмосферу от стационарных источников (Майкоп и Петропавловск-Камчатский) были построены “буферы” размером 3 км [подходы к выбору размера буферной зоны подробно обоснованы нами в (Экосистемные ..., 2020)]. Дополнительно были выделены придорожные зоны, где загрязнения от автотранспорта поглощаются растительностью. Для этого вокруг дорог, предназначенных для автотранспорта (источник данных – Open Street Map), были построены буферы размером 100 м – максимальное расстояние, на котором растительность может перехватить загрязняющие вещества, отходящие от автомобилей. Древесная растительность также была вырезана по дорожным буферам и векторизована. Далее все полученные данные были объединены внутри районов для исключения наложения и двойного учета. Суммарная площадь древесной растительности, выполняющей услугу очистки воздуха, вычислялась уже по объединенным векторам.

Для перехода от площади экосистем, выполняющих услугу, к объему предоставленной услуги (то есть объему поглощенных загрязняющих веществ и пыли) из-за слабой представленности отечественных данных использовались коэффициенты поглощения загрязняющих веществ древесной растительностью для пригородных лесов городов Канады (Nowak, 2018). Подробнее о выборе коэффициентов – в (Экосистемные ..., 2020).

Методические подходы, использованные при оценке услуги обеспечения стока наземными экосистемами и предотвращения водной эрозии почв, подробно рассмотрены в (Экосистемные ..., 2016, с. 60; Экосистемные ..., 2020, с. 75). Услуга обеспечения стока рассчитывалась в ходе геоинформационного моделирования исходя из следующих геопространственных данных – годового количества осадков, суммарного слоя стока, гидротермического коэффициента Селянинова (все[5]), потенциальной эвапотранспирации[6], подземного стока[7]. Объем услуги по предотвращению водной эрозии рассчитывался на основе модифицированного уравнения RUSLE2 (Revised ..., 2013; Syrbe et al., 2017):

$$W = 0.224RKLSCP,$$

где W – среднегодовой модуль потерь почвы, т/га; R – фактор эродирующего влияния дож-

[4] http://earthenginepartners.appspot.com.

[5] http://bassepr.kpfu.ru/.

[6] https://datashare.is.ed.ac.uk/handle/10283/3089.

[7] https://hge.spbu.ru/mapgis/subekt/obzorniye/ig_atlas/est_res.pdf.

Таблица 2. Площадь, занятая различными типами экосистем, в районах исследования

Тип экосистем	Елизовский		Кизнерский		Майкопский		Бобровский	
	тыс. га	%, S района	тыс. га	%, S района	тыс. га	%, S района	тыс. га	%, S района
Темнохвойные леса	0.1	0.0	0.0	0.0	7.9	2.1	0.2	0.1
Светлохвойные леса	0.0	0.0	5.3	2.3	3.6	1.0	25.1	11.2
Лиственные леса	2322.4	56.9	87.9	38.6	231.6	62.9	19.0	8.5
Смешанные леса с преобладанием хвойных	2.5	0.1	2.5	1.1	3.5	0.9	0.0	0.0
Смешанные леса	1.0	0.0	8.8	3.8	1.4	0.4	0.0	0.0
Смешанные леса с преобладанием широколиственных пород	0.1	0.0	28.9	12.7	3.3	0.9	0.0	0.0
Лиственничные леса	13.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Редколесья	16.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Луга	236.9	5.8	65.9	28.9	88.7	24.1	56.6	25.3
Хвойные вечнозеленые кустарники	337.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Кустарничковая тундра	30.1	0.7	0.0	0.0	0.7	0.2	0.0	0.0
Травянистая тундра	493.6	12.1	0.0	0.0	13.3	3.6	0.0	0.0
Кустарниковая тундра	74.8	1.8	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0
Торфяные болота	58.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Степи	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Пашни	0.0	0.0	22.9	10.0	7.3	2.0	107.9	48.3
Гари	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	1.0
Вечные снега и льды	291.6	7.1	0.0	0.0	3.1	0.8	0.0	0.0
Открытые грунты и выходы горных пород	147.9	3.6	5.0	2.2	3.2	0.9	12.2	5.5
Водные пространства	53.4	1.3	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Итого	4080.8	100.0	227.8	100.0	368.3	100.0	223.3	100.0

девых осадков; K – фактор эродируемости почвы; LS – комплексный фактор длины и крутизны склона; C – фактор землепользования; P – фактор почвозащитных мероприятий.

На завершающем этапе рассчитывались потенциальная, текущая и предотвращенная эрозия.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пространственная структура экосистем как основа расчета экосистемных услуг

Абсолютные и относительные показатели, характеризующие площади и доли разных типов экосистем в районах исследования, отражены в табл. 2.

Наибольшее разнообразие типов экосистем отмечено в горных районах – Елизовском (17 из 20) и Майкопском (14). Доля лесов различных типов колеблется от 19.8 (Бобровский) до 68.3% (Майкопский), причем в Майкопском районе преобладают широколиственные леса, а в Елизовском – леса из каменной березы. Только в Майкопском и Елизовском горных районах представлены тундры[8] и вечнозеленые кустарники, вечные снега и льды (рис. 1).

Доля сельскохозяйственных угодий – пашен – выше всего в Бобровском (48.3%) и Кизнерском (10%) районах. Принимая долю природных экосистем как условный показатель их ненарушенности, можем расположить районы по степени преобразованности природной среды в следующем порядке (от большего к меньшему): Бобровский–Кизнерский–Майкопский–Елизовский. У двух последних районов показатели очень близки, в них также максимальна доля территории,

[8] Присутствие тундр в Майкопском районе, по-видимому, связано с использованием в исследовании мелкомасштабной карты наземных экосистем; согласно данным (Национальный ..., 2007) тундры в составе высотного спектра гор Западного Кавказа не выделяются.

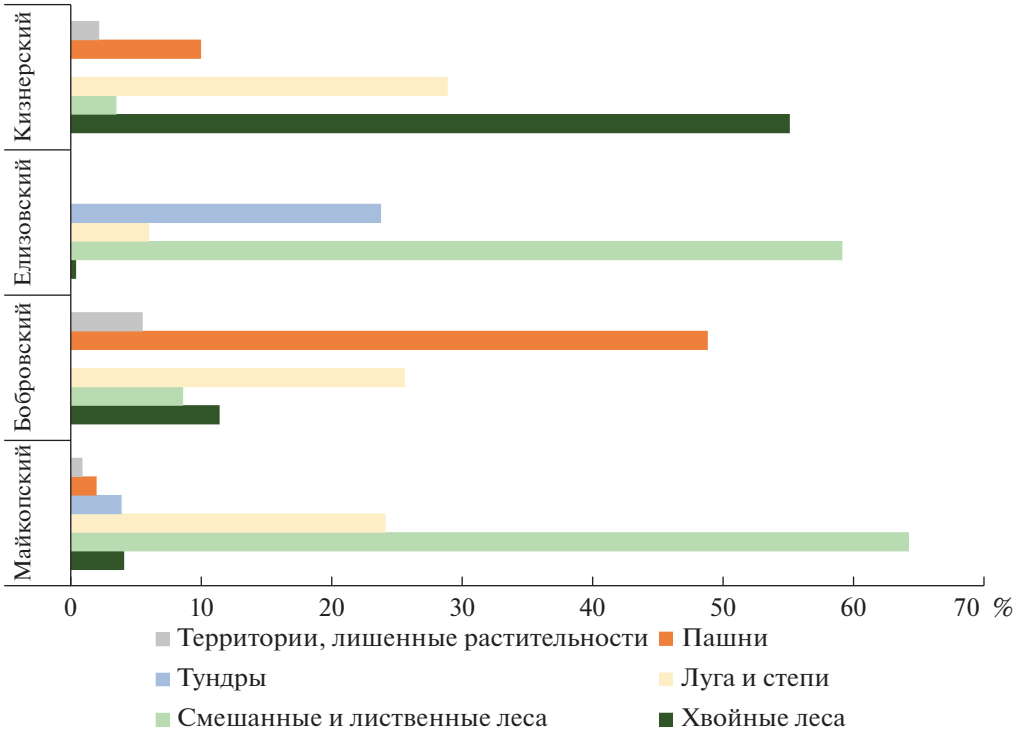

Рис. 1. Доля укрупненных типов экосистем в площади районов.

имеющей охранный статус, в том числе и международного значения. Эти особенности косвенно свидетельствуют о том, что объем их экосистемных услуг может быть больше, чем у в Бобровском и Кизнерском районах.

Предлагаемый и используемый объем экосистемных услуг

Результаты оценки предлагаемого и используемого объема экосистемных услуг в естественнонаучных показателях приведены в табл. 3.

Продукционные услуги. Для оценки предоставленного объема продукционных услуг использовался показатель эксплуатационного запаса – фактически тот объем ресурса, который может быть изъят из экосистемы без ущерба для ее способности к восстановлению. Исходя из свойств экосистем в пределах районов показатели предлагаемого объема различаются довольно существенно: продукция древесины максимальная в Кизнерском районе с большой площадью высокопродуктивных древостоев, минимальна – в Елизовском районе, где преобладают низкопродуктивные каменно-березовые редколесья, используемые в основном для отопления. Используемый объем древесины максимален в Кизнерском районе, где, по информации местного лесничества, фактически используется вся разрешенная для вырубки площадь.

Примерно одинаковая ситуация складывается во всех районах с продукцией природных пастбищ – соотношение используемого и предлагаемого объема нигде не превышает 5%. Во-первых, это объясняется резким сокращением поголовья скота в последние десятилетия (это отмечено респондентами во всех районах), что означает недоиспользование естественных кормовых угодий. Во-вторых, необходима детализация оценок, исходя из ландшафтных особенностей территории, что позволило бы существенно скорректировать общезональные показатели продуктивности, взятые за основу при расчетах.

Соотношение предоставленного и используемого объема услуг по отдельным видам древесной и недревесной продукции во всех районах создает впечатление недоиспользования потенциала продукционных услуг. Однако, в каждом из рассмотренных районов ситуация различна. В Кизнерском районе, как было указано выше, древесная продукция полностью используется, активный же сбор ягод и грибов проводится вокруг населенных пунктов, в том числе в пределах вторичных сосняков, выросших на заросших за последние 20 лет сельскохозяйственных угодьях, ближайших к районному центру. В Майкопском районе, где значительную долю занимают ООПТ, тем не менее развито изготовление деревянных изделий и мебели, продаваемых и за пределами района, однако эта отрасль “непрозрачна” с точки зрения формаль-

Таблица 3. Предлагаемый и используемый объем экосистемных услуг в районах исследования

Экосистемная услуга	Районы											
	Майкопский			Кизнерский			Бобровский			Елизовский		
	$V_п$	$V_и$	$V_и/V_п$, %	$V_п$	$V_и$	$V_и/V_п$, %	$V_п$	$V_и$	$V_и/V_п$, %	$V_п$	$V_и$	$V_и/V_п$, %
Продукция древесины, тыс. $м^3$/год	53.6	24	44.8	144	106.5	74.0	23	23	100.0	21.7	6.3	29.0
Недревесная продукция – грибы, ц/год	4.5	0.45	10.0	23	2.3	10.0	210	21	10.0	150	7.5	5.0
Недревесная продукция – ягоды, ц/год	7.5	0.4	5.3	50	2.5	5.0	54	2.7	5.0	200	6	3.0
Продукция природных пастбищ, т/год	31986	890	2.8	23736	513	2.2	20365	1383	6.8	85297	374	0.4
Охотничья продукция (копытные), голов/год	204	181	88.7	118	102	86.4	75	75	100.0	7	7	100.0
Баланс углерода в наземных экосистемах, тыс. тС/год	330.6	н.д.	...	211.9	н.д.	...	567.1	н.д.	...	1706.3	н.д.	...
Хранение углерода в фитомассе и почве, тыс. тС	75540	н.д.	...	15982	н.д.	...	62078	н.д.	...	873214	н.д.	...
Очистка воздуха от SO_2, NO_x, CO, т/год	649	649	100.0	102	102	100.0	129	129	100.0	281	281	100.0
Очистка воздуха от твердых частиц, т/год	276	276	100.0	99	97	98.0	80	65	81.3	442	442	100.0
Предотвращение эрозии, т/га/год	25.87	25.9	100.0	0.96	0.96	100.0	0.29	0.29	100.0	11.69	11.69	100.0
Обеспечение объема стока наземными экосистемами, $м^3$/год	2971	3511	118.2	1048	194	18.5	531	690	129.9	54337	32487	59.8
Площадь, используемая для отдыха выходного дня, га	188243	н.д.	...	124924	н.д.	...	40790	н.д.	...	214611	н.д.	...

ной отчетности. О резком сокращении использования недревесной продукции леса говорили респонденты в Елизовском районе, где отрасль заготовительной кооперации фактически исчезла с 1990-х годов.

Средорегулирующие услуги. Расчет как предоставленного, так и используемого объемов средорегулирующих услуг, в отличие от продукционных, невозможен посредством прямого использования показателей. В данной работе специально не разрабатывались методы оценки хранения и регулирования углерода, мы использовали подходы, изложенные в (Экосистемные ..., 2016). Однако в условиях приоритетов низкоуглеродного развития страны расчет этих услуг приобретает особое значение. Достаточно сказать, что зарастающие и неиспользуемые пашни хранят огромное количество углерода, который при вспашке будет высвобождаться, то есть в данном случае "неэффективная" земля оказывается важным источником дорогостоящей экосистемой услуги.

Оценка услуги регулирования стока свидетельствует, что ее использование происходит не только внутри районов, но и за его пределами, что подчеркивает межрегиональный масштаб этой услуги. Так, из табл. 3 видно, что залесенный Кизнерский район обеспечивает услугой обеспечения стока распаханные территории, лежащие ниже по гидрографической сети в других субъектах РФ. Из четырех рассмотренных районов два могут быть отнесены к многоводным – Елизовский и Майкопский, и они же имеют наибольшие показатели абсолютного водозабора вследствие относительно высокой доли урбанизированных и застроенных территорий. Однако в Майкопском районе, с учетом его климатических особенностей, эта услуга уже дефицитна.

С методической точки зрения следует также иметь в виду, что ежегодный объем стока, формируемый на гектаре площади, может только условно сравниваться с показателями "валового" водозабора. С одной стороны, не вся площадь региона реально способна формировать сток, с другой – показатели модуля стока по району дают вообще очень приближенную величину такой способности.

Услуга предотвращения эрозии в максимальной степени используется в районах с высокой степенью распашки, в то время как в районах, большая площадь которых покрыта природными экосистемами, эта услуга имеет в основном потенциальный характер.

Рекреационные услуги. В двух из четырех районах – Майкопском и Елизовском – развитие рекреации и туризма – один из приоритетных векторов развития территорий. Предоставленный экосистемами объем рекреационных услуг может быть рассчитан на основе данных о рекреационной емкости различных типов экосистем, то есть показателей предельного числа (плотности) отдыхающих, при которых еще не происходит деградация экосистем и биоразнообразия. В настоящее время такие данные для всего набора типов экосистем отсутствуют. Имеющаяся в открытом доступе информация позволяет провести расчет предлагаемого объема рекреационной услуги – возможности для отдыха выходного дня – только в очень предварительном виде на основе полевых данных о предпочтительных местах отдыха местного населения. В нашем расчете использовались данные о рекреационной емкости буферных зон населенных пунктов, однако они требуют уточнения в зависимости от ситуации в конкретном муниципальном районе.

В каждом из рассмотренных районов сложилась специфичная ситуация. В Кизнерском районе отдых на природе связан либо с отдыхом у реки (в юго-западной части района протекает р. Вятка и там расположена основная рекреационная зона), либо со сбором грибов и ягод, часто совмещенным с отдыхом на приусадебных участках. В Майкопском районе, активно развивающем сферу туризма и рекреации, строится много новых баз отдыха и отелей (средняя продолжительность отдыха – 5 дней), а общий туристический поток составляет, по оценкам специалистов по туризму, не менее 200 тыс. отдыхающих в год. Бобровский район по структуре рекреации близок к Кизнерскому. За природную территорию, способную выполнять рекреационные функции выходного дня, был принят крупнейший лесной массив района (в Бобровском районе – Хреновский лес, который на данный момент еще не обладает статусом ООПТ). В Елизовском районе площадь для рекреации на природе значительно ограничена орографией местности и транспортной доступностью, а, соответственно, привязана к определенным местам, любимыми как туристами из других регионов, так и местными жителями.

В Кизнерском и Майкопском районах для всех населенных пунктов, кроме районного центра, были построены буфера 5 км – как расстояние пешей доступности для сбора дикоросов, дневных прогулок, рыбалки и т.п. Буфера строились вокруг административных границ поселений, полученных из слоя Open Street Map, и использовались для определения лесной площади по растровому изображению древесной растительности. Для наиболее крупных городов в этих районах – Майкопа и Кизнера – был взят буфер 20 км, как автомобильная получасовая доступность к наиболее удаленным от пригорода природным территориям. Для Елизовского района была рассчитана площадь, примыкающая к наиболее привлекательным и посещаемым природным объектам региона (как правило, ООПТ регионального статуса). Однако применение таких подходов не дает достоверной информации о реально используе-

мом объеме предлагаемых для рекреации площадей, а, напротив, способствует впечатлению о безграничности рекреационных ресурсов районов, что лишь подтверждает необходимость индивидуального подхода в каждом из рассмотренных случаев.

В связи с некорректностью сравнения данных по площадям и численности туристов и рекреантов, соотношение предлагаемого и используемого объема не рассчитывалось. В то же время данные полевых наблюдений свидетельствуют о крайне сложной ситуации с рекреационным обустройством традиционных туристических мест в Майкопском и Елизовском районах и необходимости более детальных исследований в этих районах.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные в ходе исследования результаты дают повод для обсуждения трех важных аспектов интеграции оценки экосистемных услуг в систему стратегического и территориального планирования. Первый из них касается собственно алгоритма (в том числе и методики) расчета показателей экосистемных услуг и принципиальной возможности его применения. Проведенный нами предварительный расчет для каждого из рассмотренных районов представлял собой отдельную трудоемкую исследовательскую задачу, реализация такого подхода для каждого из более чем 1600 муниципальных районов страны невозможна. В то же время уже достаточно хорошо разработаны типовые инструменты, позволяющие автоматизировать оценку экосистемных услуг. Среди тех, которые рекомендуются для широкого использования, – ESR[9], Benefit Transfer and Use Estimating Model Toolkit[10], Co$ting Nature[11] (Bagstad et al., 2013).

Однако важное условие их применения – наличие открытых, адекватных и часто обновляемых данных о типах экосистем, что уже может быть реализовано на основе имеющихся результатов научных исследований (Барталев и др., 2016; Егоров и др., 2018). В этом случае может быть использован упрощенный способ оценки объемов экосистемных услуг на муниципальном уровне на основе пересчета показателей экосистемных услуг из федеральной базы данных в соответствии с площадью природных экосистем в муниципальном районе. Однако вопрос информационной обеспеченности данными о состоянии и разнообразии экосистем можно назвать одним из основных на пути внедрения алгоритмов оценки экосистемных услуг. По мере снижения уровня рассмотрения (от федерального до муниципального) и детализации оценки возрастает необходимость индивидуализации подходов к типологии экосистем в зависимости от природных особенностей соответствующих регионов.

Второй вопрос для обсуждения – необходимо ли вообще применять концепцию экосистемных услуг для целей стратегического и территориального планирования. В целом ряде исследований, посвященных использованию знаний об экосистемных услугах, делается вывод о том, что прямое использование концепции или подхода в поддержку принятия решений ограничено (Saarikoski et al., 2018). Turnpenny с соавторами (Turnpenny et al., 2014) отмечают, что использование знаний об экосистемных услугах в процессе принятия решений требует понимания барьеров и стимулирующих факторов, действующих на различных уровнях внутри ведомств и уровней власти. Без этого концепция, даже будучи принятой в научном сообществе, может быть слабо применимой в практике управления.

Мы полагаем, что в условиях “позеленения” экономики переход к учету ценности экосистемных услуг неизбежен, однако их расчет не может быть единственным и универсальным инструментом для стимулирования или ограничения тех или иных видов экономической активности в регионах страны. Преждевременность абсолютизации результатов этого расчета определяется прежде всего тем, что наиболее обеспеченными с точки зрения информации и алгоритмов в России сейчас являются продукционные услуги. В то же время, как показали наши исследования, наиболее значимы для человека регулирующие услуги, и именно их оценка и сохранение должны рассматриваться как приоритетная задача экологического развития районов.

Третий важный вопрос – какова должна быть глубина внедрения оценки экосистемных услуг в систему стратегического и территориального планирования. Наши результаты показывают, что расчет показателей экосистемных услуг при принятии управленческих решений о реализации проектов территориального развития безусловно необходим прежде всего в районах с высоким биологическим разнообразием и высокой природоохранной ценностью экосистем. В этих случаях оценка всего спектра экосистемных услуг, наряду с оценкой биоразнообразия, является необходимым условием для разработки планов регионального развития, обеспечивающих сохранение ценных природных комплексов. Таковыми в нашем исследовании, без сомнения, были Майкопский и Елизовский районы, не только включающие в свой состав ООПТ международного статуса, но и характеризующиеся бурным развитием рекреации и туризма. Дополнительным показанием к такой рекомендации можно назвать и неразрабо-

[9] World Resources Institute (WRI), 2012. http://www.wri.org/.
[10] United States Geological Survey, 2008. https://sciencebase.usgs.gov/benefit-transfer/.
[11] Costing nature. http://www.policysupport.org/costingnature.

танность алгоритмов оценки рекреационных услуг экосистем. В соответствии со Стратегией развития туризма в России важным инструментом развития туристских территорий является создание мастер-планов, в том числе с расчетом экологической емкости экосистем, которая, по сути, является аналогом предлагаемого объем рекреационных услуг (Климанова и др., 2021).

Затронув вопрос о значительной доле ООПТ высокого статуса (в обоих районах расположены полностью или частично участки объектов Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО), отметим, что оценка разнообразия экосистем, степени их редкости и значения для сохранения биологического разнообразия внутри района и соответствующего региона является ключевым компонентом оценки биологического разнообразия, которая должна проводиться наряду с оценкой экосистемных услуг. Рассмотрение этого вопроса находится за рамками данной публикации, однако важность одновременного учета как экосистемных услуг, так и биоразнообразия необходимо подчеркнуть, поскольку биоразнообразие является структурной основой экосистемного функционирования и выполнения экосистемных услуг.

ВЫВОДЫ

Оценка экосистемных услуг наряду с ландшафтным планированием – перспективный инструмент учета и сохранения биоразнообразия в стратегическом и территориальном планировании. В настоящее время главную сложность на пути оценки экосистемных услуг на муниципальном уровне составляет крайне низкая обеспеченность исходными данными о биологическом разнообразии и состоянии экосистем, а их картографирование представляет собой первый этап процедуры оценки. Эта информация крайне необходима для принятия любых решений в области территориального планирования в контексте сохранения биологического разнообразия.

Важный аспект оценки – межмуниципальный характер отдельных видов услуг и потоки экосистемных услуг между районами. В данном исследовании лишь намечены отдельные аспекты такой оценки, в частности, в отношении услуги формирования стока. Показано, что районы, сохранившие в значительной степени неосвоенные речные бассейны водотоков первых порядков, оказывают услуги формирования стока для районов, расположенных ниже по течению на более крупных реках. Это важно учитывать для рекреационных услуг, где многие привлекательные районы являются донорами для более урбанизированных, причем необязательно соседних районов.

Проведенное исследование показало, что при оценке экосистемных услуг на муниципальном уровне прямое использование показателей возможно только для продукционных услуг. Средорегулирующие и рекреационные услуги могут быть оценены только на основе подробных цифровых карт растительности и методов ГИС-моделирования. Подобная ситуация требует от лиц, принимающих решения, высокого уровня компетенции, поэтому приоритетная оценка продукционных или рекреационных услуг, которые дают прямую и быструю прибыль от их использования, и исключение, даже частичное, регулирующих услуг из оценки недопустимо. Это ведет к смещению оценок и принятию неверных хозяйственных решений, которое могут привести к деградации экосистем и утрате экосистемных активов.

Характер и порядок интеграции ценности экосистемных услуг в систему стратегического и территориального планирования в значительной степени определяется уровнем управления. На региональном уровне стоимостная и физическая оценка экосистемных услуг возможна уже сейчас. На муниципальном уровне оценка экосистемных услуг, наряду с оценкой биоразнообразия, необходима прежде всего при реализации проектов территориального развития в районах с высоким уровнем биологического разнообразия и международным или федеральным природоохранным статусом территории.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Часть исследований выполнена в рамках ГЗ “Анализ региональных геоэкологических проблем в условиях глобальных изменений окружающей среды” кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

FUNDING

Part of the research was carried out within the framework of the State Program “Analysis of regional environmental problems in the context of global environmental changes” of the Chair of World Physical Geography and Environmental Studies, Faculty of Geography, Moscow State University.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность администрациям пилотных регионов, оказавшим содействие в проведении интервью и обеспечении информацией.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their gratitude to the administrations of Kiznersky, Elizovsky, and Maikopsky districts who

assisted in conducting interviews and providing information.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. Спутниковое картографирование растительного покрова России. М.: ИКИ РАН, 2016. 208 с.

Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. М.: Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009. 72 с.

Большаков Б.М. Состояние и перспективы использования недревесных ресурсов леса: Сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. (Кострома, 10–11 сентября, 2014 г.). Пушкино: ВНИИЛМ, 2014. С. 7–11.

Егоров В.А., Барталев С.А., Колбудаев П.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А. Карта растительного покрова России, полученная по данным спутниковой системы Proba-V // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 282–286.

Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А., Землянский Д.Ю. Концепция экологической емкости: современное содержание и алгоритм оценки для разных типов туристских территорий // Вестн. Санкт-Петербург. ун-та. Науки о Земле. 2021. Т. 66. № 4.
https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.409

Национальный атлас России. М., 2007. Т. 2. С. 331.

Радченко Л.М. Оценка состояния растительности: луга и тундры. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 86 с.

Солдатова И.Э., Солдатов Э.Д., Хаирбеков С.У. Состояние и рациональное использование горных лугопастбищных угодий Северного Кавказа // Горное сельское хозяйство. 2017. № 3. С. 44–49.

Тишков А.А. Биосферные функции природных экосистем России. М.: Наука, 2005. 309 с.

Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / ред.-сост. Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолодчиков. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.

Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 2. Биоразнообразие и экосистемные услуги: принципы учета в Российской Федерации / сост. Е.Н. Букварёва / ред. Е.Н. Букварева, Т.В. Свиридова. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2020. 220 с.

Bagstad K.J., Semmens D.J., Waage S., Winthrop R. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation // Ecosys. Services. 2013.
https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.07.004

Bateman I.J., Harwood A.R., Mace G.M. et al. Bringing ecosystem services into economic decision-making: Land use in the United Kingdom // Science. 2013. Vol. 341 (6141). P. 45–50.
https://doi.org/10.1126/science.1234379

Bouwma I., Schleyer C., Primmer E. et al. Adoption of the ecosystem services concept in EU policies // Ecosys. Services. 2018. Vol. 29. P. 213–222.

Braat L.C., de Groot R. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy // Ecosys. Services. 2012. Vol. 1 (1). P. 4–15.

Bukvareva E., Zamolodchikov D., Kraev G. et al. Supplied, demanded and consumed ecosystem services: Prospects for national assessment in Russia // Ecol. Indicators. 2017. Vol. 78. P. 351–360.
https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.034

Bukvareva E., Zamolodchikov D., Grunewald K. National assessment of ecosystem services in Russia: Methodology and main problems // Sci. of the Total Environ. 2019. Vol. 655. P. 1181–1196.
https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.286

Bukvareva E.N., Grunewald K., Bobylev S. et al. The current state of knowledge of ecosystems and ecosystem services in Russia: A status report // Ambio. 2015.
https://doi.org/10.1007/s13280-015-0674-4

Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets // Ecol. Indicators. 2012. Vol. 21. P. 17–29.
https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019

Daily G.C., Polasky S., Goldstein J. et al. Ecosystem services in decision making: Time to deliver // Frontiers in Ecol. and the Environ. 2009.
https://doi.org/10.1890/080025

De Groot R.S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemen L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making // Ecol. Complexity. 2010. Vol. 7. P. 260–272.

Egoh B., Reyers B., Rouget M. et al. Mapping ecosystem services for planning and management // Agriculture, Ecosys. and Environ. 2008. Vol. 127. P. 135–140.
https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.03.013

Farber S.C., Costanza R., Wilson M.A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services // Ecol. Econ. 2002. Vol. 41. P. 375–392.
https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00088-5

Frank S., Fürst C., Koschke L., Makeschin F. A contribution towards a transfer of the ecosystem service concept to landscape planning using landscape metrics // Ecol. Indicators. 2012. Vol. 21. P. 30–38.
https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.027

Haines-Young R., Potschin M.B. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure, 2018.

Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R. et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change // Science. 2013. Vol. 342. № 6160. P. 850–853.

IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services / E.S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, H.T. Ngo (Eds.). Bonn: IPBES, 2019. 300 p.

Maes J., Egoh B., Willemen L. et al. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union // Ecosys. Services. 2012. Vol. 201. № 21. P. 31–39.
https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.004

Malinga R., Gordon L.J., Jewitt G., Lindborg R. Mapping ecosystem services across scales and continents // Ecosys. Services. 2015. Vol. 13. P. 57–63.
https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.01.006

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington DC: Island Press, 2005. 137 p.

Nowak D.J. Hirabayashi S., Doyle M. et al. Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health // Urban Forestry & Urban Greening. 2018. Vol. 29. P. 40–48.

Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 (RUSLE2) (for the model with release date of May 20, 2008) Science Documentation. USDA-Agricultural Research Service. Washington, D.C., 2013. 330 p.

Saarikoski H., Primmer E., Saarela S.R. et al. Institutional challenges in putting ecosystem service knowledge in practice // Ecosys. Services. 2018. Vol. 29. P. 579–598. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.019

Sherrouse B.C., Clement J.M., Semmens D.J. A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services // Applied Geogr. 2011. Vol. 31. P. 748–760. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.08.002

Spangenberg J.H., Settele J. Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services // Ecol. Complexity. 2010. Vol. 7. P. 327–337. https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2010.04.007

Syrbe R-U., Schorcht M., Grunewald K., Meinel G. Indicators for a nationwide monitoring of ecosystem services in Germany exemplified by the mitigation of soil erosion by water // Ecol. Indicators. 2017. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.035

TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. London: Earthscan, 2010.

Turnpenny J., Russel D., Jordan A. The challenge of embedding an ecosystem services approach: patterns of knowledge utilisation in public policy appraisal // Environ. Plan. C: Government Policy. 2014. Vol. 32 (2). P. 247–262.

Verhagen W., Verburg P., Schulp N., Stürck J. Mapping ecosystem services. In J. Bouma & P. Ecosystem Services: From Concept to Practice / Van Beukering (Ed.). Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2015. P. 65–86. https://doi.org/10.1017/CBO9781107477612.006

Vrebos D., Staes J., Vandenbroucke T. et al. Mapping ecosystem service flows with land cover scoring maps for data-scarce regions // Ecosys. Services. 2015. Vol. 13. P. 28–40. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.11.005

Assessment of Ecosystem Services at the Municipal Level and Its Possible Integration into Spatial Planning

O. A. Klimanova[1], *, E. N. Bukvareva[2], O. A. Illarionova[1], and E. Yu. Kolbowsky[1]

[1] *Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

[2] *Biodiversity Conservation Center, Moscow, Russia*

**e-mail: klimanova@geogr.msu.ru*

Within the framework of the TEEB-Russia project methodological approaches have already been developed and, partly, an information base has been created for assessing ecosystem services at the Russian federal subjects' level, but the large federal subjects' area and their geographical heterogeneity determine the need for such work at the municipal level. The article discusses the methodology and results of the assessment of ecosystem services on the example of 4 rural municipal districts with different natural conditions and types of economy (Kiznersky district of the Udmurt Republic, Yelizovsky district of Kamchatka krai, Maykopsky district of the Republic of Adygea, and Bobrovsky district of Voronezh oblast). The evaluation algorithm is focused on the use of publicly available geospatial data, open thematic data, municipal statistics, as well as literary and stock data. The evaluation procedure includes: (1) analysis and mapping of the main types of ecosystems; (2) calculation of the proposed (potential) volume of productive, environmental and recreational services in natural science indicators; (3) calculation of the volume of these services used (depends on the population and consumption pattern); (4) analysis of the relationship between them. The low exploitation rate of certain types of production services was noted in all districts, however, the reasons for this situation are different in each of them, and a number of services require adjustment of the calculation methodology. In terms of the volume of runoff accumulation services by terrestrial ecosystems, the maximum indicators were noted in the Yelizovsky and Maykopsky districts, however, signs of its deficiency have already been noted in the latter. The calculation of the volume of recreational services used can be unified to the least extent and cannot be carried out with the existing information base for each municipal district. Based on the results of the work, methodological difficulties were identified in the transition from the regional level of calculation to the municipal level of calculation, difficulties and prospects for integrating the value of ecosystem services into strategic and territorial planning documents were identified, priorities for assessing ecosystem services for different types of territories were proposed.

Keywords: ecosystem services, supplied volume, consumed volume, assessment, planning, region, municipal district

REFERENCES

Bagstad K.J., Semmens D.J., Winthrop R. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosyst. Serv.*, 2013, vol. 5, pp. 27–39. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.07.004

Bartalev S.A., Egorov V.A., Zharko V.O., Lupyan E.A., Plotnikov D.E., Hvostikov S.A., Shabanov N.V. *Sputnikovoe kartografirovanie rastitel'nogo pokrova Rossii* [Remote Sensing Mapping of Vegetation Cover of Russia]. Moscow: IKI RAN, 2016. 208 p.

Bateman I.J., Harwood A.R., Termansen M. Bringing ecosystem services into economic decision-making: Land use in the United Kingdom. *Sci.*, 2013, vol. 341, pp. 45–50. https://doi.org/10.1126/science.1234379

Bobylev C.H., Zakharov V.M. *Ekosistemnye uslugi i ekonomika* [Ecosystem Services and Economy]. Moscow: Inst. Ustoichivogo Razvitiya. Tsentr Ekol. Politiki Rossii, 2009. 72 p.

Bol'shakov B.M. Status and prospects for the use of non-timber forest resources. In *Sb. statei Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Kostroma, 10–11 sentyabrya 2014* [Proc. Int. Sci. Conf., Kostroma, September 10–11, 2014]. Pushkino: VNIILM, 2014, pp. 7–11. (In Russ.).

Bouwma I., Schleyer C., Primmer E., Winkler K.J., Berry P., Young J., Carmen E., Špulerová J., Bezák P., Preda E., Vadineanui A. Adoption of the ecosystem services concept in EU policies. *Ecosyst. Serv.*, 2018, vol. 29, pp. 213–222.

Braat L.C., de Groot R. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosyst. Serv.*, 2012, vol. 1, no. 1, pp. 4–15.

Bukvareva E., Zamolodchikov D., Narykov A. Supplied, demanded and consumed ecosystem services: Prospects for national assessment in Russia. *Ecol. Indicators*, 2017, vol. 78, pp. 351–360. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.034

Bukvareva E., Zamolodchikov D., Grunewald K. National assessment of ecosystem services in Russia: Methodology and main problems. *Sci. Total Env.*, 2019, vol. 655, pp. 1181–1196. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.286

Bukvareva E.N., Grunewald K., Bastian O. The current state of knowledge of ecosystems and ecosystem services in Russia: A status report. *Ambio*, 2015, vol. 44, no. 6, pp. 491–507. https://doi.org/10.1007/s13280-015-0674-4

Burkhard B., Kroll F., Müller F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecol. Indicators*, 2012, vol. 21, pp. 17–29. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019

Daily G.C., Polasky S., Shallenberger R. Ecosystem services in decision making: Time to deliver. *Front. Ecol. Environ.*, 2009, vol. 105, no. 28, pp. 9455–9456. https://doi.org/10.1890/080025

De Groot R.S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemen L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complexity*, 2010, vol. 7, pp. 260–272.

Egoh B., Reyers B., van Jaarsveld A.S. Mapping ecosystem services for planning and management. *Agriculture, Ecosyst. Environ.*, 2008, vol. 127, pp. 135–140. https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.03.013

Egorov V.A., Bartalev S.A., Kolbudaev P.A., Plotnikov D.E., Khvostikov S.A. Vegetation map of Russia obtained from the data of the Proba-V satellite system. *Sovremennye Probl. Distantsionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa*, 2018, vol. 15, no. 2, pp. 282–286. (In Russ.).

Ekosistemnye uslugi Rossii: Prototip natsional'nogo doklada [Ecosystem Services of Russia: Prototype of National Report]. Vol. 1: *Uslugi nazemnykh ekosistem* [Terrestrial Ecosystems Services]. Bukvaryova D.G., Zamolodchikov E.N., Eds. Moscow: Tsentr Okhrany Dikoi Prirody, 2016. 148 p.

Ekosistemnye uslugi Rossii: Prototip natsional'nogo doklada [Ecosystem Services of Russia: Prototype of National Report]. Vol. 2: *Bioraznoobrazie i ekosistemnye uslugi: printsipy ucheta v Rossiiskoi Federatsii* [Biodiversity and Ecosystem Services: Accounting Principles in Russia]. Bukvareva E.N., Sviridova T.V., Eds. Moscow: Tsentr Okhrany Dikoi Prirody, 2020. 220 p.

Farber S.C., Costanza R., Wilson M.A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecol. Econ.*, 2002, vol. 41, pp. 375–392. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00088-5

Frank S., Fürst C., Makeschin F.A. Contribution towards a transfer of the ecosystem service concept to landscape planning using landscape metrics. *Ecol. Indicators*, 2012, vol. 21, pp. 30–38. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.027

Haines-Young R., Potschin M.B. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. Nottingham: Centre for Environmental Management, 2018.

Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R. et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. Science, 2013, vol. 342, no. 6160, pp. 850–853.

IPBES. *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Brondizio E.S., Settele J., Díaz S., Ngo H.T., Eds. Bonn: IPBES, 2019. 300 p.

Klimanova O.A., Kolbovskii E.Yu., Illarionova O.A., Zemlyanskii D.Yu. The concept of ecological capacity: the modern idea and algorithm of touristic territories assessment. *Vestn. SPbGU. Nauki o Zemle*, 2021, vol. 66, no. 4, pp. 806–830. (In Russ.). https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.409

Maes J., Egoh B., Bidoglio G. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosyst. Serv.*, 2012, vol. 201, no. 21, pp. 31–39. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.004

Malinga R., Gordon L.J., Lindborg R. Mapping ecosystem services across scales and continents–A review. *Ecosyst. Serv.*, 2015, vol. 13, pp. 57–63. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.01.006

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington DC, US: Island Press, 2005. 137 p.

Natsional'nyi atlas Rossii [National Atlas of Russia]. Moscow: Roskartografia, 2007. 331 p.

Nowak D.J., Hirabayashi S., Doyle M. Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. *Urban For. Urban Green.*, 2018, vol. 29, pp. 40–48.

Revised Universal Soil Loss Equation. Version 2 (RUSLE2) (for the model with release date of May 20, 2008) Science Documentation. Washington DC, US: USDA-Agricultural Research Service, 2013. 330 p.

Radchenko L.M. *Otsenka sostoyaniya rastitel'nosti: luga i tundry* [Vegetation assessment: meadows and tundra]. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. Univ., 2016. 86 p.

Soldatova I.E., Soldatov E.D., Hairbekov S.U. State and rational use of mountain meadows-pasture lands of the North Caucasu. *Gornoe sel'skoe khozyaistvo*, 2017, no. 3, pp. 44–49.

Saarikoski H., Primmer E., Young J. Institutional challenges in putting ecosystem service knowledge in practice. *Ecosyst. Serv.*, 2018, vol. 29, pp. 579–598. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.019

Sherrouse B.C., Clement J.M., Semmens D.J. A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services. *Appl. Geogr.,* 2011, vol. 31, pp. 748–760. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.08.002

Spangenberg J.H., Settele J. Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services. *Ecol. Complexity*, 2010, vol. 7, pp. 327–337. https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2010.04.007

Syrbe R.-U., Schorcht M., Grunewald K., Meinel G. Indicators for a nationwide monitoring of ecosystem services in Germany exemplified by the mitigation of soil erosion by water // Ecol. Indicators. 2017. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.035

Kumar P. *TEEB: Foundations, The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. London, UK: Earthscan, 2012. 456 p.

D'yakonov K.N., Khoroshev A.V. *Teoriya i metodologiya landshaftnogo planirovaniya* [Theory and Methodology of Landscape Planning]. Moscow: KMK Publ., 2019. 444 p.

Tishkov A.A. *Biosfernye funktsii prirodnykh ekosistem Rossii* [Biosphere Functions of the Natural Ecosystems of Russia]. Moscow: Nauka Publ., 2005. 309 p.

Turnpenny J., Russel D., Jordan A. The challenge of embedding an ecosystem services approach: patterns of knowledge utilisation in public policy appraisal. *Environ. Plann. C*: *Government Policy*, 2014, vol. 32, no. 2, pp. 247–262.

Verhagen W., Verburg P., Schulp N., Stürck, J. Mapping ecosystem services. In *Ecosystem Services: From Concept to Practice*. Bouma J., Van Beukering P., Eds. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 2015, pp. 65–86. https://doi.org/10.1017/CBO9781107477612.006

Vrebos D., Staes J., Meire P. Mapping ecosystem service flows with land cover scoring maps for data-scarce regions. *Ecosyst. Serv.*, 2015, vol. 13, pp. 28–40. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.11.005

EDN: XCWKVR
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 621–638

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

УДК 330.524+339.564

ЭКСПОРТНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕРРИТОРИЙ, ПРИМЫКАЮЩИХ К БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ МАГИСТРАЛИ

© 2022 г. К. В. Демидова[a], *, М. А. Макушин[a], М. Д. Горячко[a], **, А. И. Даньшин[a], Р. О. Бобровский[a], Н. С. Чигиренков[a]

[a]*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия*

**e-mail: metsan_henki@mail.ru*

***e-mail: mgoryachko@yandex.ru*

Поступила в редакцию 01.02.2021 г.
После доработки 06.10.2021 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

В статье оценен в стоимостном выражении и проанализирован интегральный экспортно-ресурсный потенциал территорий, прилегающих к Байкало-Амурской магистрали (БАМ), а также его реализация на современном этапе по трем субпотенциалам: минерально-ресурсному, лесо-ресурсному и энерго-ресурсному. Дан обзор основных исследований социально-экономического развития зоны БАМ и роли магистрали в освоении территорий Сибири и Дальнего Востока. В ходе исследования применены математико-статистические, картографические и полевые методы. Исходя из допущения, что рассматриваемые ресурсы полностью экспортируются, определены причины различий в оценке экспортно-ресурсного потенциала и его реализации для отдельных участков БАМ. Минерально-ресурсный субпотенциал реализуется точечно в основном на западных участках БАМ; наиболее крупные в стоимостном выражении запасы, расположенные в срединных и восточных районах БАМ, из-за инфраструктурной неосвоенности остаются недоиспользованными. Ожидается, что потенциал восточных районов будет реализован быстрее за счет близости дальневосточных морских портов и экспортной ориентации добывающей отрасли на фоне благоприятной конъюнктуры мирового рынка. Величина реализации лесо-ресурсного субпотенциала также выше для западной части зоны БАМ; для срединных районов зоны она лимитирована преобладанием менее ценных лиственничных лесов, а для восточных районов – спросом Китая на круглые лесоматериалы. Реализация энерго-ресурсного субпотенциала возможна только для одного региона – Амурской области. Отмечено, что западные районы зоны в большей степени, чем восточные, реализуют и лесо-ресурсный, и минерально-ресурсный субпотенциалы. Наиболее перспективными ресурсами для экспорта признаны нефть и газ, пиломатериалы для западных районов зоны БАМ, железная руда, золото для срединных районов БАМ, каменный уголь, золото, пиломатериалы для восточных районов БАМ.

Ключевые слова: БАМ, экспортно-ресурсный потенциал, минерально-ресурсный потенциал, минерально-сырьевые ресурсы, лесо-ресурсный потенциал, лесная промышленность, энерго-ресурсный потенциал, электроэнергетика

DOI: 10.31857/S2587556622040045

ВВЕДЕНИЕ

Интерес к территориям, где сейчас проходит Байкало-Амурская магистраль (далее – БАМ) возник еще в конце XIX в. Реальные строительные работы по созданию дороги начались только в 30-х годах XX в. и продолжались даже во время Великой Отечественной войны, когда был построен перегон Комсомольск-на-Амуре–Совгавань. В 1951–1958 гг. создается ветка Тайшет–Усть-Кут, а в 1974 г. на фоне ухудшения отношений с Китаем положено начало Всесоюзной стройке БАМ (Усть-Кут–Комсомольск-на-Амуре) как северного дублера Транссиба. В 1984 г. в районе станции Балбухта произошла стыковка путей с запада и с востока, а в 1989 г. магистраль заработала на полную мощность[1]. Датой завершения строительства считается 2003 г. – открытие Северомуйского тоннеля. Под зоной БАМ в статье понимаются муниципальные образования, по территории которых проходит указанная магистраль (рис. 1), хотя во многих случаях влияние дороги гораздо шире: например, большинство

[1]История строительства БАМа. http://www.rzd-expo.ru/history/Istoriya%20stroitelstva%20BAMa/ (дата обращения 26.09.2020).

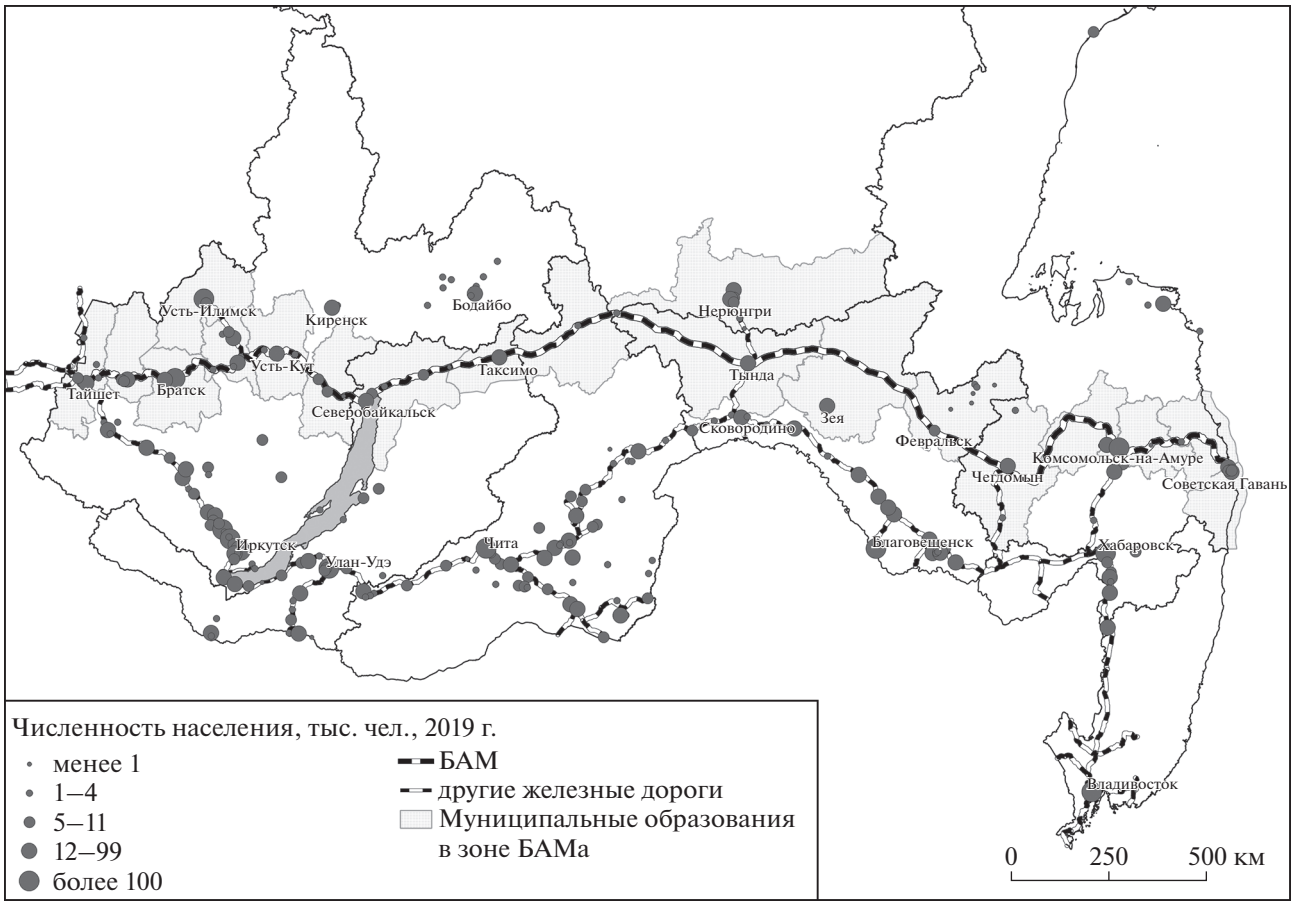

Рис. 1. Схема Восточного полигона железных дорог.
Составлено авторами.

транспорта для района Бодайбо формируется на станции Таксимо.

БАМ строился не просто как транспортная артерия – в 1970-х годах он задумывался как масштабный проект по освоению территории. Вместе со строительством магистрали планировалось создать целый ряд крупных транспортно-промышленных узлов, экономика которых будет базироваться на разработке и переработке имеющихся здесь ресурсов (Проблемы ..., 1975).

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Период активного строительства БАМ как Всесоюзной ударной комсомольской стройки в 1974–1984 гг. сопровождался ростом внимания научного сообщества к вопросам оценки социально-экономического потенциала территории и возможностям его реализации после завершения инфраструктурного проекта, а также к проблемам индустриального освоения территории Сибири и Дальнего Востока. Свой вклад в изучение данной территории на этом этапе внесли В.Б. Сочава (1975), О.А. Кибальчич (1975), П.Я. Бакланов (1977), В.Н. Севостьянов, И.Р. Спектор (Бакланов и др., 1978), И.И. Комогорцев (1982), А.Г. Аганбегян (БАМ ..., 1984), Ж.А. Зайончковская (1972) и др., было проведено несколько крупных конференций, посвященных проблемам социально-экономического развития территории вдоль БАМ (Проблемы ..., 1975; Географические ..., 1979; Человек ..., 1984).

В 1975 г. с целью научного сопровождения этапа строительства БАМ и развития территории вдоль него был создан Научный совет по проблемам хозяйственного освоения зоны БАМ (отделение СО РАН). Были выделены зоны влияния строящейся магистрали, проведено районирование региона. О.А. Кибальчич (1975) рассматривал зону влияния магистрали как территорию 8–9 взаимодействующих районов, имеющих различные функции в общесоюзном разделении труда. В.Б. Сочава (1975) же выделял эту зону как целостный народнохозяйственный (экономико-географический) объект, включающий в себя промышленные и агропромышленные системы. На притрассовых территориях планировалось развивать добывающие производства.

Во второй половине 1970-х годов институтом Гипрогор совместно с научно-исследовательскими и проектными организациями была разработана градостроительная концепция развития зоны БАМ – Генеральная схема районной планировки зоны влияния БАМ, учитывающая региональные особенности трассы, специфические факторы хозяйственного освоения прилегающих к ней территорий, а также особенности архитектурно-планировочных решений республик СССР, участвующих в обустройстве транспортной магистрали. Гипрогор разработал и территориальную комплексную схему охраны природы районов, прилегающих к магистрали – ТерКСОП, в которой были предложены оптимальные варианты взаимодействия природы и производственных комплексов.

Со второй половины 1980-х годов интерес к БАМу со стороны государства резко снизился, а в начале 1990-х годов совсем пропал. По мнению экономистов, дававших оценку проекта после окончания строительства, дорога признавалась убыточной и не оправдывала вложенных в нее средств, отсутствие инвестиционных ресурсов остановило исследования ресурсного потенциала территории и затормозило планы ее развития. Вместо ожидаемого эффекта от мощного, инициирующего развитие импульса в объект транспортной инфраструктуры, регион БАМ впал в состояние депрессии, а магистраль из приоритетного проекта государства превратилась в заштатную железную дорогу (Власов и др., 2011).

В 1996 г. коллектив Института экономики и организации промышленного производства СО РАН (Гранберг и др., 1996) предложил концепцию развития территории с учетом современных рыночных условий хозяйствования. В монографии выделены актуальные на тот период проблемы трассы, возможные направления развития и меры по предотвращению трансформации территорий в депрессивные.

Проблемами развития и размещения производительных сил Сибири многие годы занимался М.К. Бандман (Бандман, 1996; Бандман и др. ..., 1984; Проблемные ..., 1998), участвуя вместе с коллективом в работах СОПС при Госплане СССР, КЕПС при АН СССР, ЦЭНИИ при Госплане РСФСР и других работах. По мнению М.К. Бандмана (2014), экономическая безопасность определяется решением проблемы формирования транспортного комплекса Азиатской России, соответствующего условиям XXI в.: новой геополитической реальности (три центра роста мировой экономики, распад СССР); переходу России к рыночной экономике (появление частной собственности, открытость мировому рынку, влияние ТНК, глубокий кризис всех сфер хозяйства, нарастание дезинтеграционных процессов).

В постсоветское время выходит серия работ новосибирских ученых Е.Б. Кибалова и А.А. Кина в соавторстве (Кибалов, Быкадоров, 2016; Кибалов и др., 1997), посвященных политике госкорпорации ОАО “РЖД” в отношении азиатских железных дорог, роли корпоративных институциональных решений, где БАМ рассматривается как одна из важных магистралей для развития Дальнего Востока России. Однако А.А. Кин (1998) отмечает, что БАМ неконкурентоспособен и проигрывает Транссибу по стоимости эксплуатации, электрификации, пропускной способности.

Г.П. Власовым (1999) в Иркутске была защищена диссертация на соискание степени доктора исторических наук “История хозяйственного освоения региона Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (1970–1980-е годы)”, где представлен ретроспективный анализ проблем хозяйственного освоения нового крупного района, проанализированы региональные, политические и экономические аспекты административно-ведомственной системы как одной из наиболее авторитетных моделей управления.

С начала 2000-х годов, в условиях роста экономических интересов страны к восточным рынкам, интерес к БАМу со стороны государства и научного сообщества вновь стал возрастать: выдвинута идея создания сети локальных свободных экономических зон по линии Севсиб–БАМ (Гончаренко, Прокофьева, 2004) в рамках освоения новых территорий и интенсификации экономической деятельности на освоенных территориях. К примеру, Л.Н. Аршба (2005) в диссертации на соискание степени кандидата экономических наук на основе метода сценарных оценок выявила эффективность стратегий развития Байкало-Амурской магистрали, среди которых наиболее предпочтительными являются проекты достройки БАМ к месторождениям полезных ископаемых. Одновременно в диссертациидоказывается, что строительство БАМ “...опоздало к периоду роста мировых цен на природные ресурсы...” и это сдерживает активность бизнеса. Транзитный потенциал трассы лимитирован низкой пропускной способностью как с востока из-за отсутствия современного терминала в порту Ванино и ненормативного состояния участка Комсомольск–Совгавань, так и с запада из-за наличия “тайшетской горловины” и загруженности Транссиба после Тайшета.

С 2009 г., после утверждения “Стратегии развития Дальнего Востока и Байкальского региона”, увеличилось число научных работ по БАМу и Транссибу – главным инфраструктурным осям указанных макрорегионов. В них подробно рассматриваются конкурентные преимущества связи восток–запад по системе Транссиб–БАМ (Кибалов, Быкадоров, 2016) по сравнению с зарубеж-

ными аналогами – среднеазиатской TRACECA и китайским “Шелковым путем”. За период 2004–2018 гг. отмечается практически трехкратный рост грузооборота дальневосточных портов, что неразрывно связано с вопросами пропускной способности железных дорог. В 2018 г. в послании Президента РФ Федеральному собранию была поставлена задача довести пропускную способность БАМа и Транссиба к 2024 г. до 180–210 млн т, что способствовало разработке соответствующих инфраструктурных проектов, реализации технических, технологических и организационных мероприятий на трассе. Для оценки эффективности крупномасштабного инвестиционного проекта модернизации БАМа В.Ф. Бузулуцков, Е.Б. Кибалов, М.В. Пятаев (2020) использовали оптимизационную межотраслевую межрегиональную модель (ОМММ), предложенную академиком РАН А.Г. Гранбергом с соавторами. Были получены следующие результаты: одна из важнейших причин, сдерживающих развитие транзитного потенциала и добывающих отраслей – исчерпание потенциала БАМа и Транссиба в части грузовых перевозок, что привело к созданию узких мест на этих магистралях.

В настоящее время мощности БАМа значительно (в 5–6 раз) ниже мощности Транссибирской магистрали. Ввиду этого основной грузопоток идет по Транссибу, в том числе сырье на экспорт, транзитные контейнерные поезда и скоропортящиеся грузы. После развития инфраструктуры БАМа будет возможность перенаправить часть грузопотоков и оптимизировать логистику для многих грузоотправителей (Грузовые ..., 2021).

Реконструкция БАМ началась именно с ликвидации восточных узких мест, что является стратегически верным решением, исходя из понимания экспертов. Магистраль может позволить России подключиться к развивающемуся Азиатско-Тихоокеанскому региону (АТР), разгрузить Транссиб и повысить конкуренцию за транзит грузов в Европу и Азию.

ТЕМА И АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

БАМ есть и будет оставаться важным геостратегическим объектом всей восточной части страны. Его эксплуатация будет поддерживаться для скрепления территории России. В этом случае экономическая составляющая эксплуатации магистрали всегда будет оставаться важным элементом политики государства. Созданный в советские годы потенциал, сохранившиеся, испытавшие сокращение людности населенные пункты в зоне БАМ могут стать основой для реализации масштабных проектов на территории. Уже сейчас крупные отраслевые проекты реализуются в Тайшете (Тайшетский алюминиевый завод, анодная фабрика), Усть-Куте (газоперерабатывающий завод) и Новой Чаре (Удоканское месторождение). Использование БАМ для транспортировки грузов с этих предприятий к потребителю очевидно. Но недостаточная развитость перерабатывающих мощностей на данной территории послужила причиной акцентирования в том числе и нашего внимания именно на экспортном потенциале ее ресурсов (Гладкевич, 2020; Глазырина, Брезгин, 2003; Глазырина и др., 2012; Маергойз, 1974; Трейвиш, 1982).

Целью данного исследования является оценка экспортно-ресурсного потенциала зоны БАМ. Ресурсное богатство данной территории на фоне роста спроса на сырье со стороны стран АТР и положительной конъюнктуры мирового рынка обладает наибольшим потенциалом для развития, помимо увеличения транзитного потока по магистрали по маршруту Китай–Европа. При этом экспорт ресурсов составляет 80–85% объемов производства территории, но на современном этапе львиную долю экспорта составляет каменный уголь. Данное исследование позволит оценить, потенциал каких ресурсов наиболее доступен и перспективен для реализации.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе экспортно-ресурсный потенциал рассматривается с точки зрения самого потенциала – стоимостной оценки запасов природных ресурсов на основе экспортных цен, и реализации этого потенциала – стоимостной оценки ежегодного уровня добычи природных ресурсов по экспортным ценам. Показатели, использованные в расчетах для субпотенциалов, сведены в табл. 1.

Реализация экспортно-ресурсного потенциала оценивается по формуле:

$$TE = EM + ET + EE = \sum E_{ij} P_i,$$

где TE – ежегодный объем экспорта, EM – экспорт полезных ископаемых, ET – экспорт древесины и изделий из нее, EE – экспорт электроэнергии; каждая из составляющих экспорта рассчитана следующим образом: E – усредненный за 2017–2019 гг. объем добычи/заготовки ресурса i в муниципальном образовании j, P – средняя цена ресурса i в 2020 г. на мировом рынке (в долларах США).

Вводится допущение, что 100% добытых/заготовленных минерально-сырьевых и лесных ресурсов отправляется на экспорт. Для минерально-сырьевых ресурсов используются цены на мировых товарных биржах в конце 2020 г. Для лесных и энергетических ресурсов используется средняя цена экспорта в Китай в 2020 г., так как его доля в экспорте указанных ресурсов для регионов БАМ составляет 80–85%, а в Республике Бу-

Таблица 1. Показатели, используемые для расчета экспортно-ресурсного потенциала

Вид субпотенциала	Показатель	Источник
Минерально-ресурсный	Объемы добычи полезных ископаемых на отдельных месторождениях	Отчеты добывающих компаний; отчеты муниципалитетов
	Объемы балансовых запасов полезных ископаемых категорий A + B + C_1 отдельных месторождений	Портал Nedra DV
	Цены отдельных минерально-сырьевых ресурсов на мировых товарных биржах, долл. США за единицу ресурса	Портал Investing.com
Лесо-ресурсный	Объемы заготовок круглых лесоматериалов, производства продуктов из древесины, тыс. т	Отчеты и прогнозы муниципалитетов зоны БАМ
	Экспорт в Китай древесины и изделий из нее из регионов БАМ: стоимость (тыс. долл. США) и вес (т)	Федеральная Таможенная Служба (ФТС) России
	Объем запасов спелых хвойных насаждений лесничеств в зоне БАМ, млн $м^3$	ФГБУ “Рослесинфорг”
Энерго-ресурсный	Объем производства и экспорта электроэнергии объединенных энергосистем Сибири и Дальнего Востока и отдельных регионов, млн кВт·ч	Отчеты о функционировании ЕЭС России АО “СО ЕЭС”, ФСГС
	Объем экспорта электроэнергии в Китай, млн долл. США	ФТС России

Источник. Составлено авторами.

рятия, Амурской области, Забайкальском крае достигает 99%. Цена на лесные ресурсы рассчитана по данным ФТС России (как стоимость экспорта в тыс. долл. США деленная на объем экспорта в тоннах). Авторы статьи понимают волатильность ресурсного рынка, но для целей моделирования экспортно-ресурсного потенциала принимается устойчивость цены. Ввиду отсутствия достоверных данных о лесозаготовках в Казачинско-Ленском, Зейском и Нерюнгринском районах этот вид ресурсов не будет отражен в интегральном показателе для данных муниципалитетов.

Для лесной отрасли также рассчитана глубина переработки древесины в %:

$$IPW = \frac{\sum VL_{aj}}{\sum VT_{aj}},$$

где IPW – глубина переработки древесины, VL – объем произведенных изделий из древесины в муниципальном образовании j в году a, VT – объем заготовленной древесины в муниципальном образовании j в году a.

Для оценки реализации энерго-ресурсного субпотенциала электростанций зоны БАМ, энергосистем регионов и объединенных энергосистем Сибири и Востока с точки зрения экспорта сделано несколько допущений:

1) рассматриваемые энергосистемы являются изолированными (отпуск, получение и транзит электроэнергии из других энергосистем не происходит);

2) производимая в пределах модельных энергосистем электроэнергия на их же территории и потребляется;

3) излишки или недостатки электроэнергии в пределах региональных энергосистем как составных частей объединенных энергосистем могут передаваться или приниматься от остальной энергосистемы.

Данные допущения необходимы, поскольку не наблюдается четкой зависимости между местонахождением электростанции и местом реального потребления электроэнергии. Ее поток постоянно перемещается из одной энергосистемы в другую. Профицитные объемы электроэнергии, выявленные в энергосистемах, отправляются на экспорт.

Интегральный экспортно-ресурсный потенциал был рассчитан по сумме субпотенциалов, каждый из которых представляет собой стоимостную оценку запасов того или иного ресурса:

$$ERP = MP + TP = \sum V_{ij} P_i,$$

где ERP – экспортно-ресурсный потенциал, MP – минерально-ресурсный, TP – лесо-ресурсный субпотенциалы, V – объем запасов ресурса i в муниципальном образовании j на 2019 г., P – средняя цена ресурса i в 2020 г. на мировом рынке в долл. США.

Пересчет в стоимостные показатели позволяет на основе суммирования значений по субпотенциалам (что важно, по разным ресурсам) срав-

нить между собой муниципалитеты зоны БАМа и определить территории с максимальной и минимальной стоимостью ресурсов.

Оценка объемов запасов минерально-сырьевых ресурсов проводилась на основе агрегирования запасов категорий $A + B + C_1$, включенных в Государственный баланс запасов полезных ископаемых РФ (по состоянию на начало 2018 г.) по отдельным месторождениям, которые были оценены преимущественно в период 2000–2010-е годы.

Оценка запасов лесных ресурсов была проведена по данным лесничеств, из общего объема запасов исключены заповедные территории. Оценка энерго-ресурсного субпотенциала не производилась, так как не представляется возможным оценить запас энергетических ресурсов, однако оценивалась его реализация на современном этапе – экспорт электроэнергии может стать важной статьей дохода Российской Федерации на фоне растущего спроса на электроэнергию в Китае.

Для лесных и минерально-сырьевых ресурсов оценен перспективный период добычи/заготовки (величина, обратная интенсивности освоения ресурсов):

$$I = \frac{\sum V_{ij}}{\sum E_{ij}},$$

где I – перспективный период разработки ресурса, V – объем запасов ресурса i в муниципальном образовании j на 2019 г., E – усредненный за 2017–2019 гг. объем добычи/заготовки ресурса i в муниципальном образовании j.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Минерально-ресурсный субпотенциал. Районы, прилегающие к БАМ, сосредотачивают около 9% общероссийских запасов каменного угля (месторождения Южно-Якутского и Буреинского бассейнов), 1% нефти (Ярактинское и Марковское месторождения), 4% железной руды (Таежное и Десовское, Чинейское и Горкитское, Рудногорское и Коршуновское месторождения), 24% меди (Удоканское, Иканское, Фестивальное, Соболиное и Перевальное месторождения), 32% цинка и 20% свинца (Холоднинское), 12% олова (Правоурмийское, Фестивальное, Соболиное и Перевальное), 2% титана (Большой Сэйим).

Суммарно для зоны БАМ минерально-ресурсный субпотенциал оценивается в 870 млрд долл. США (табл. 2). Важной особенностью является неравномерное распределение этой стоимости вдоль БАМ (рис. 2). Наибольшие по стоимости запасы (около 500 млрд долл. США) концентрируются в срединной части, а именно в Нерюнгринском районе Республики Саха (Якутия) (каменный уголь Южно-Якутского бассейна и железная руда), Каларском районе Забайкальского края (медь и железная руда), несколько меньшие – в Тындинском районе Амурской области (титан и фосфаты), Верхнебуреинском и Солнечном районах Хабаровского края (каменный уголь Буреинского бассейна и полиметаллические руды), Нижнеилимском районе Иркутской области (железная руда), Северо-Байкальском районе Республики Бурятия (цинк и свинец).

Наиболее крупные в стоимостном выражении запасы полезных ископаемых освоены в целом незначительно. Масштабное освоение коснулось только угольных месторождений Южной Якутии, а также железорудных и нефтегазовых месторождений Иркутской области в западной части БАМа. Реализация минерально-ресурсного субпотенциала зоны БАМ составляет около 5.6 млрд долл. США в стоимостном выражении ежегодно (0.6% от указанного объема субпотенциала) (см. табл. 2). При этом распределение добычи непропорционально различиям в уровне запасов (рис. 3).

Максимальная реализация минерально-ресурсного субпотенциала характерна для Усть-Кутского района (около 3.2 млрд долл. США), где в больших количествах добываются нефть и газ. Существенно меньше (около 850 млн долл. США) стоимость ресурсов, добываемых ежегодно в Нерюнгринском районе (уголь), еще меньше (около 350 млн долл. США) – в Тындинском, Зейском, Селемджинском (золото) и Верхнебуреинском (уголь) районах. Около 200 млн долл. США приносит ежегодная добыча в Муйском (золото) и в Нижнеилимском (железная руда) районах.

В остальных районах зоны БАМ стоимость добываемых ресурсов мала, что говорит об их слабой освоенности в настоящее время. Существует проблема недостаточной комплексности освоения ряда месторождений: например, на месторождениях полиметаллических руд (Фестивальном и Перевальном) при обогащении извлекается только олово; проект освоения Удоканского месторождения предполагает извлечение из добываемой руды только основного компонента – меди.

Значительным перспективным периодом разработки характеризуются угли Южно-Якутского и Бурейского бассейнов (Эльгинское, Ургальское, Сугодинско-Огоджинское месторождения), ресурсы ряда месторождений руд цветных металлов на востоке (сотни лет) за счет высоких объемов запасов и низких темпов разработки месторождений, малым – запасы нефтегазовых месторождений в Иркутской области (меньше двух десятков лет) с интенсивной добычей.

Таким образом, высоким минерально-ресурсным субпотенциалом, но слабой его реализацией характеризуются месторождения железной руды в Нерюнгринском и Каларском районах, каменного угля – в Верхнебуреинском и Солнечном

Таблица 2. Минерально-ресурсный субпотенциал зоны БАМ и его реализация

Муниципальные районы	Ресурс	Объем запасов (категории A + B + C_1)	Минерально-сырьевой субпотенциал, млн долл. США	Годовой объем добычи (среднее за 2017–2019 гг.)	Реализация минерально-сырьевого субпотенциала, млн долл. США	Перспективный период разработки ресурсов, лет
Тайшетский	Бурый уголь, тыс. т	94181	–	24	–	
	Алмазы, карат	16100	1		–	
Нижнеилимский	Железная руда, тыс. т	431000	41723	2189	212	197
Усть-Кутский	Газ, млн $м^3$	64820	4740	4659	341	14
	Нефть, тыс. т	122500	41242	8623	2903	14
	Конденсат, тыс. т	6200	–	121	–	51
Северо-Байкальский	Цинк, т	13340000	29500		–	
	Свинец, т	2010000	3688		–	
	Золото, кг	431	26	321	20	1
Муйский	Золото, кг	9800	597	2629	160	4
	Нефрит, т	3750	38	90	1	42
Каларский	Каменный уголь, тыс. т	194749	9036	604	28	322
	Железная руда, тыс. т	581209	56263		–	
	Медь, т	16864200	100497		–	
	Золото, кг	192	12		–	
Нерюнгринский	Каменный уголь, тыс. т	5299026	245857	17493	812	303
	Железная руда, тыс. т	1198546	116024		–	
	Золото, кг	7722	471	767	47	10
	Серебро, кг	100	0		–	
Тындинский	Золото, кг	24308	1481	5564	339	4
	Серебро, кг	45000	31	4500	3	10
	Титан, т	11223360	78564		–	
	P_2O_5, тыс. т	25290	6025		–	
	Железная руда, тыс. т	270849	26219		–	
Зейский	Золото, кг	44772	2728	5141	313	9
	Медь, т	229600	1368		–	
	Бурый уголь, т	1999000	–		–	
Селемджинский	Золото, кг	11267	687	1815	111	6
	Серебро, кг	100	0		–	
	Каменный уголь, тыс. т	14820	688		–	
Мазановский	Золото, кг	2051	125		–	
Верхнебуреинский	Золото, кг	415	25	647	39	1
	Каменный уголь, тыс. т	1987400	92209	6200	288	321
	Природный газ, млн $м^3$	837	61		–	
	Олово, т	53300	891	838	14	64
Солнечный	Каменный уголь, тыс. т	300100	13924		–	
	Олово, т	138400	2313	1308	22	106
	Медь, т	140900	840		–	
	Вольфрам, т	13988	594		–	
	Свинец, т	22800	42		–	
	Висмут, т	895	8		–	
	Серебро, кг	97100	67		–	
Комсомольский	Золото, кг	177	11	65	4	3
Ванинский	Золото, кг	292	18		–	
Итого			**878630**		**5655**	

Источник: составлено авторами по данным https://nedradv.ru/.

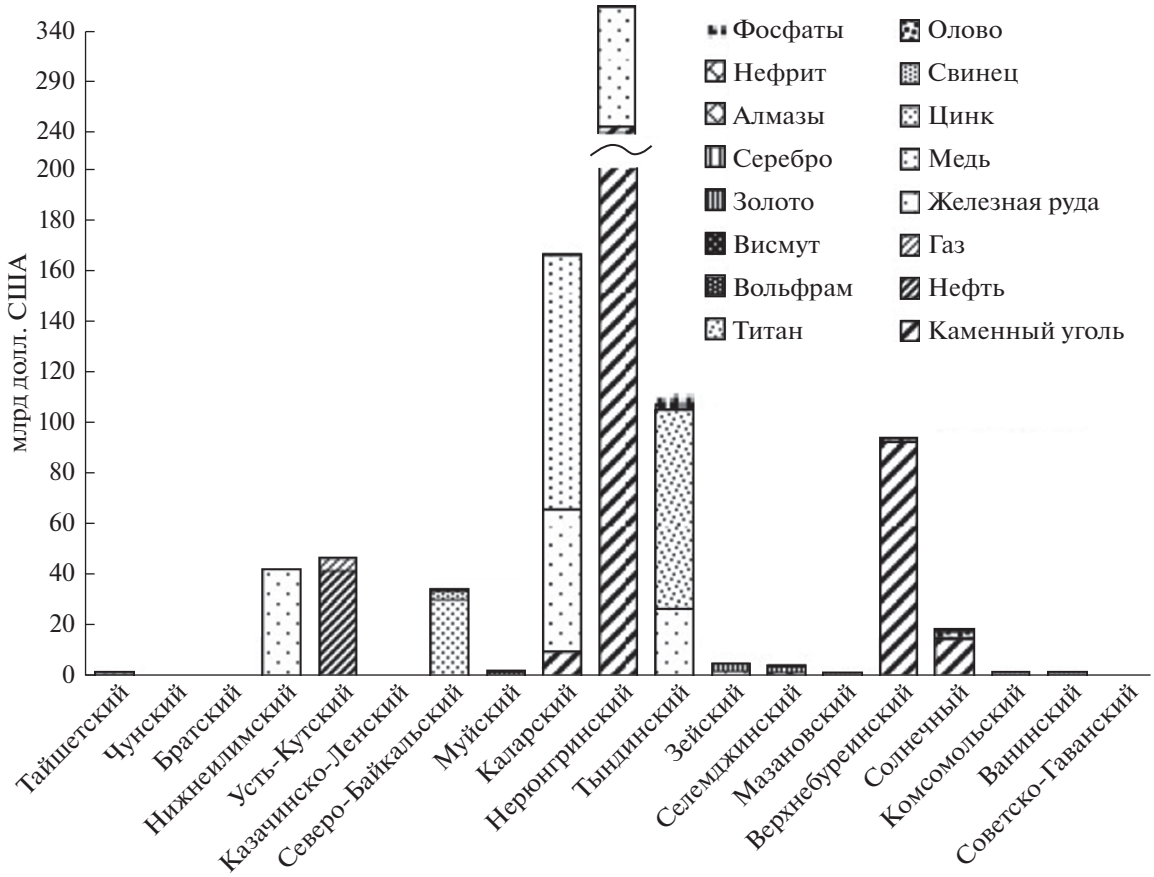

Рис. 2. Минерально-сырьевой субпотенциал полезных ископаемых по муниципальным районам зоны БАМ. *Составлено* авторами.

районах, меди – в Каларском районе, титана – в Тындинском районе, цинка и свинца – в Северо-Байкальском районе. Но относительная близость части этих ресурсов к морским портам Дальневосточного бассейна (за исключением ресурсов Бурятии и Забайкалья) делает их освоение относительно выгодным с точки зрения экспорта и сокращает транспортные издержки (в сравнении с ресурсами (например, углем), добываемыми в более западных районах и перевозимыми по БАМу и Транссибу в дальневосточные порты). Кроме того, имеющиеся запасы каменного угля и железной руды могут быть задействованы в развитии черной металлургии и иных перерабатывающих производств на Дальнем Востоке, а не только отправляться на экспорт.

При этом выделяются нефтегазовые ресурсы Усть-Кутского района, характеризующиеся высокими запасами и объемами добычи, а также золото срединных (Муйского) и восточных (Тындинского, Зейского, Селемджинского) районов БАМ, которое занимает незначительную долю в субпотенциале, однако доминирует в структуре добычи за счет высоких и относительно стабильных цен на внутреннем и мировом рынках.

Лесо-ресурсный субпотенциал. Лесная отрасль БАМ представлена как лесозаготовкой и вывозом леса-кругляка, так и деревообработкой – производством пиломатериалов, шпона, фанеры, древесно-стружечных (ДСП) и древесноволокнистых плит (ДВП), пеллет и древесного угля. Производство целлюлозы и упаковочной бумаги в данной статье не рассматривается (несмотря на то, что в зоне БАМ расположены два крупных предприятия по производству данных видов продукции – Братский и Усть-Илимский лесоперерабатывающие комбинаты), так как это продукты более высокого передела и не относятся к ресурсному потенциалу.

В 2014–2017 гг. увеличились объемы переработки древесины в зоне БАМ (в среднем по муниципальным образованиям – в 1.6 раза). Это является следствием: 1) более высокой стоимости обработанной древесины по сравнению с круглыми лесоматериалами; 2) повышения таможенных пошлин на вывоз леса-кругляка. Не все компании встраиваются в рыночную конъюнктуру и институциональные условия, из-за чего их эффективность и выработка отрасли в целом – снижаются.

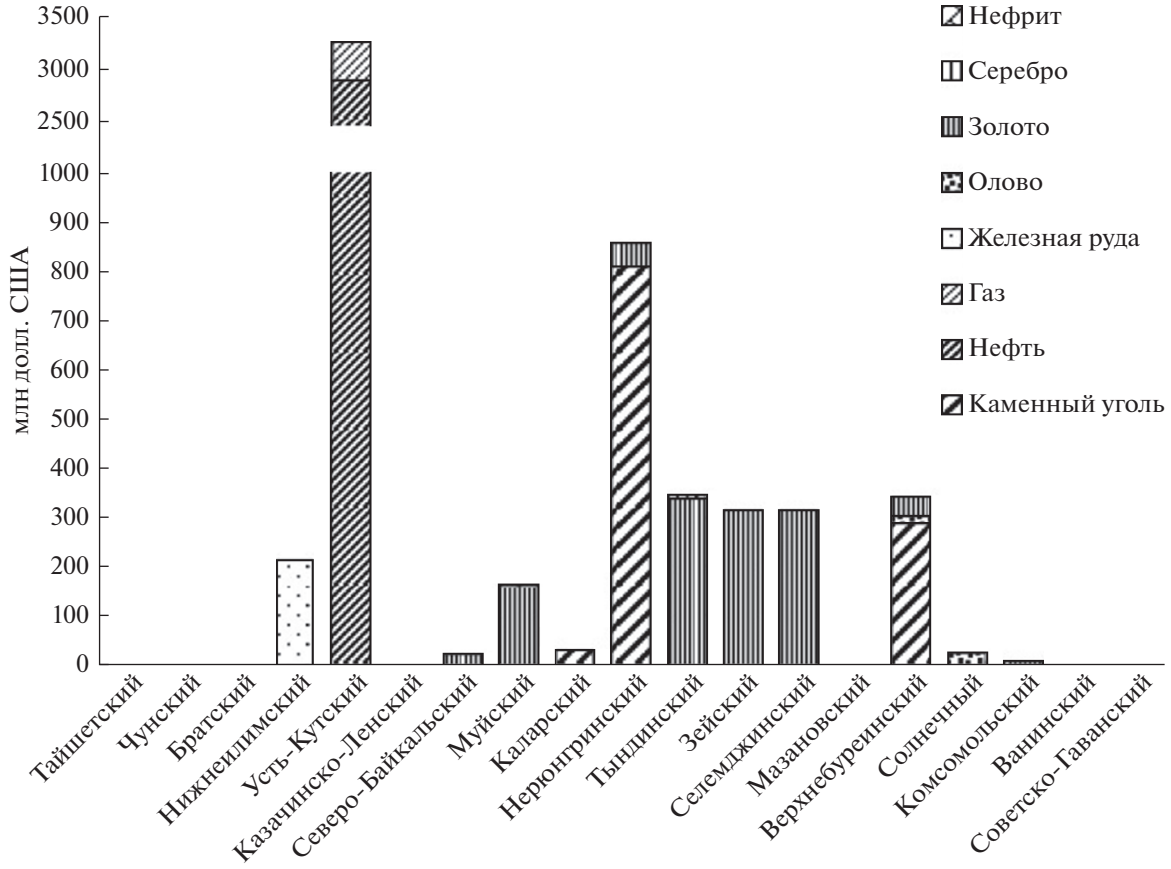

Рис. 3. Реализация минерально-сырьевого субпотенциала по муниципальным районам зоны БАМ. *Составлено* авторами.

Отдельной проблемой являются незаконные рубки леса.

На фоне снижения рентабельности производства круглых лесоматериалов и банкротства компаний-экспортеров происходит снижение объемов лесозаготовок (рис. 5), однако продолжают расти объемы экспорта обработанной древесины: пиломатериалов, доски. В 2019 г. глубина переработки древесины в зоне БАМ составила 50.1%, в 2018 г. этот уровень равнялся 42%, а ранее – не превышал 25%. Отчасти это связано с повышением доступности информации об объемах производства пиломатериалов, а также со снижением объемов лесозаготовок (рис. 4). Причиной сильного спада объемов заготовок леса также являются летние лесные пожары, уничтожившие значительные площади спелых и приспевающих лесов на ряде арендованных участков.

Предприятия лесной промышленности западной части БАМ в целом быстрее реагируют на конъюнктурные изменения, модернизируют производственные мощности и производят продукцию с более высокой добавленной стоимостью: например, в Иркутской области предприятия осваивают производство пеллет и древесного угля.

Предприятия Бурятского и Забайкальского участков БАМ минимально реализуют лесо-ресурсный субпотенциал. Это связано в первую очередь с природными условиями в срединной части БАМ (Забайкальский и Южно-Якутский участки): повышением степени континентальности климата, горным сильно пересеченным рельефом – что обусловливает сравнительно низкую лесистость, невысокий средний запас древесины, а также преобладание в породах менее ценной лиственницы. В то же время для Бурятского участка БАМ низкая реализация лесо-ресурсного субпотенциала характерна в связи с запретом на ведение хозяйственной деятельности в пределах охранной зоны Байкала. Амурская область и Хабаровский край в большей степени нацелены на экспорт леса-кругляка: максимальная глубина переработки древесины здесь не превышает 15–20%.

В настоящее время в наибольшей степени реализация лесо-ресурсного субпотенциала в пределах зоны БАМ характерна для муниципалитетов Иркутской области (см. рис. 5) (за счет достигнутого уровня развития лесоперерабатывающего комплекса и налаженных экспортных отношений

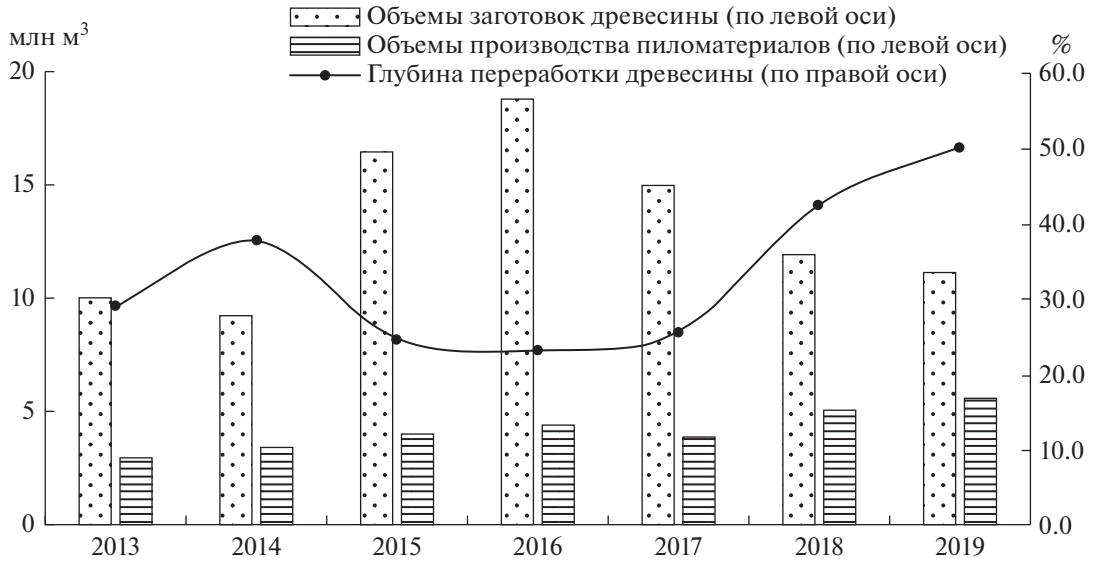

Рис. 4. Объемы производства лесопромышленной отрасли и глубина обработки древесины в зоне БАМ. *Составлено* авторами.

с Китаем и более требовательными рынками Японии, Германии и Дании) и для юга Хабаровского края (за счет близости зарубежных стран, портовой и железнодорожной инфраструктуры, что снижает издержки на доставку готовой продукции). В то же время подобная географическая близость лимитирует технологическое развитие отрасли: за счет низких издержек предприятия вкладываются в экстенсивный рост. Технологическое развитие отрасли лимитировано китайским спросом на лес-кругляк, а не на продукты его переработки.

Наиболее интенсивно реализацией лесо-ресурсного субпотенциала занимается крупный бизнес западных районов БАМ: в Братском и Чунском районах при существующих запасах лесных насаждений и объемах ежегодных лесозаготовок через 20 лет лесничества лишатся спелых лесов (с учетом самовоспроизводства леса и роста площадей искусственных лесопосадок этот срок увеличится в 1.5 раза). В связи с этим местные предприятия пытаются использовать сырье а) неосвоенных лесничеств своих районов: например, предприятия Чунского района уже с 2013 г. требуют разрешения на рубки на территории Чунского военного лесничества, что говорит о продолжении экстенсивного развития лесоперерабатывающих предприятий; б) других районов: например, АО "Группа "Илим" использует лесную базу соседних районов.

В остальных регионах лесная отрасль представлена в основном предприятиями малого бизнеса, которые не занимаются глубокой переработкой леса и не заинтересованы в повышении производительности и глубины переработки. На прибайкальском участке в охранной зоне Байкала невозможно ведение хозяйственной деятельности (кроме рубок ухода). На забайкальском и амурском участках БАМ слабая реализация лесоресурсного субпотенциала связана с недостатком инфраструктурной освоенности территории. Лесо-ресурсный потенциал зоны БАМ (рис. 6) в стоимостном выражении оценивается в 200 млрд долл. США (это около 50% годового экспорта РФ и в 7 раз больше годового экспорта Дальневосточного федерального округа).

Отметим, что Китай остается нестабильным партнером – после повышения в России экспортных пошлин на лес-кругляк в 2017 г. страна переориентировалась на рынки Новой Зеландии и Австралии[2], увеличив поставки из этих стран на 30%. В то же время рынки развитых стран (Японии, США, Европы) имеют устоявшуюся структуру, для встраивания в которую необходимо предлагать инновационную продукцию, которую российские предприятия в зоне БАМ на данный момент не производят.

Реализация энерго-ресурсного субпотенциала. Для комплексного промышленного освоения зоны БАМ было необходимо и соответствующее энергетическое обеспечение: создавались крупные электростанции. Сегодня в пределах зоны функционируют Братская, Усть-Илимская, Зейская ГЭС, Нерюнгринская ГРЭС и др. В связи с тем, что предполагаемый масштаб развития полу-

[2] Новая Зеландия сменила Россию на рынке круглого леса. https://www.lesindustry.ru/issues/li_133/Novaya_Zelandiya_smenila_Rossiyu_na_rinke_kruglogo_lesa_Kitaya_1791/ (дата обращения 05.09.2021).

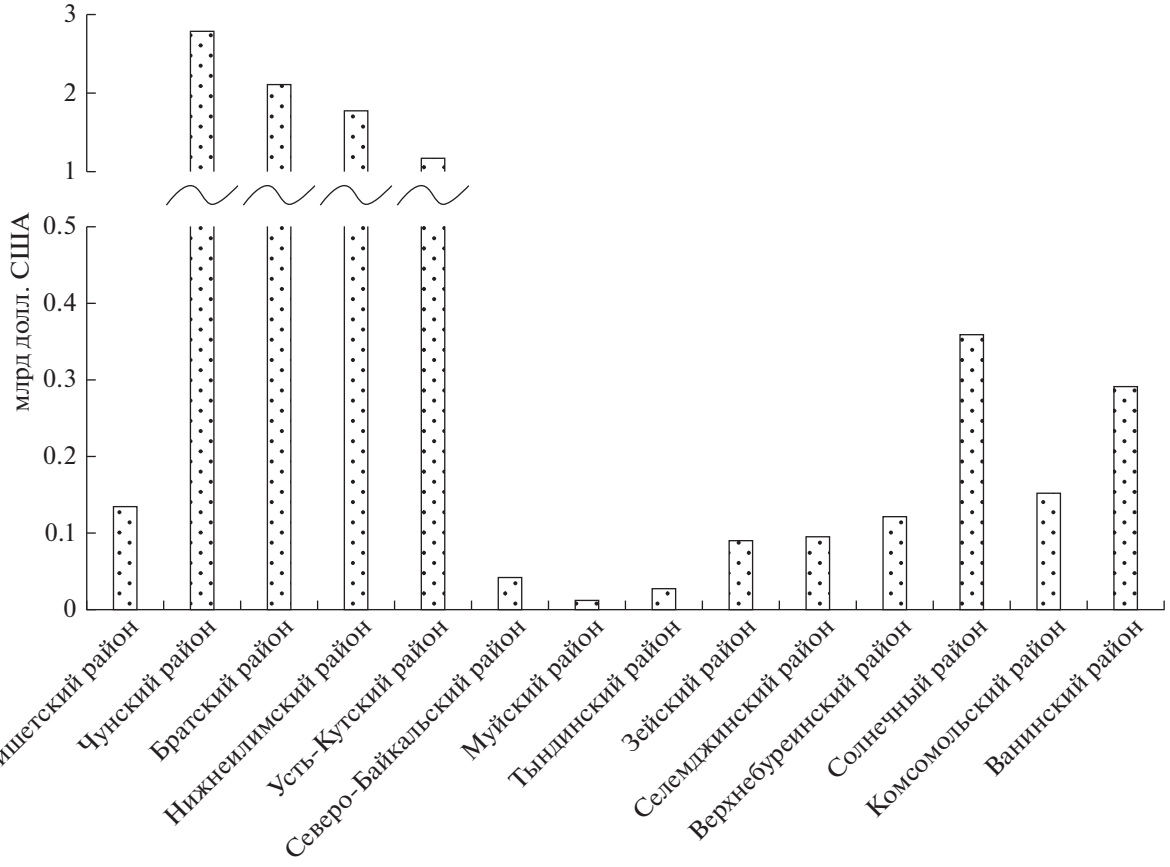

Рис. 5. Реализация лесо-ресурсного субпотенциала по муниципальным районам зоны БАМ за 2017–2019 гг. *Составлено* авторами.

чили не все промышленные узлы, наличие таких электростанций позволило обеспечить реализацию энерго-ресурсного субпотенциала: например, в Монголию и Китай в 2019 г. с рассматриваемой территории было направлено 3.1 млрд кВт·ч электроэнергии. Торговля электроэнергией с Китаем за 2017–2019 гг. ежегодно приносила от 135 до 142 млн долл. США.

В целом интенсивный рост продаж электроэнергии происходил до 2013 г., далее объем стабилизировался и составляет немногим более 3 млрд кВт·ч (рис. 7). Среди потенциальных возможностей ОАО "Восточная энергетическая компания", в сферу ведения которой входит экспорт в Китай дальневосточной электроэнергии, указывала увеличение экспорта до 60 млрд кВт·ч[3], если правительствами обеих стран были бы поддержаны все три этапа реализации данного проекта, включающие строительство новых генерирующих мощностей.

В результате для модельных энергосистем получено следующее: доля электростанций зоны БАМ в общем объеме производимой электроэнергии соответствующих регионов составляет около 30–40% и только в Иркутской области достигает 73%. Как видно из табл. 3, энергобаланс для большей части рассматриваемых регионов остается положительным. Стабильно отрицательный баланс наблюдается только в Забайкальском и Хабаровском краях, меняется ситуация в Иркутской области. Положительный энергобаланс региона в рамках модели означает, что потенциально он может передавать объединенной энергосистеме излишки электроэнергии.

При этом в энергобалансе объединенной энергосистемы Сибири сохраняется дефицит: т.е. даже с учетом профицита в Иркутской области и Республики Бурятия у энергосистемы нет потенциала для экспорта электроэнергии. Ей самой нужно дополнительно привлекать электроэнергию из других энергосистем.

В объединенной энергосистеме Востока, напротив, наблюдается превышение выпуска над потреблением, следовательно, есть возможности для реализации энерго-ресурсного субпотенциала. Среди территорий с наибольшим профицитом производства электроэнергии выделяется Амур-

[3] Годовой отчет ОАО "ВЭК" за 2010 г. http://eastern-ec.ru/about_company/docs/go_10.pdf (дата обращения 08.09.2021).

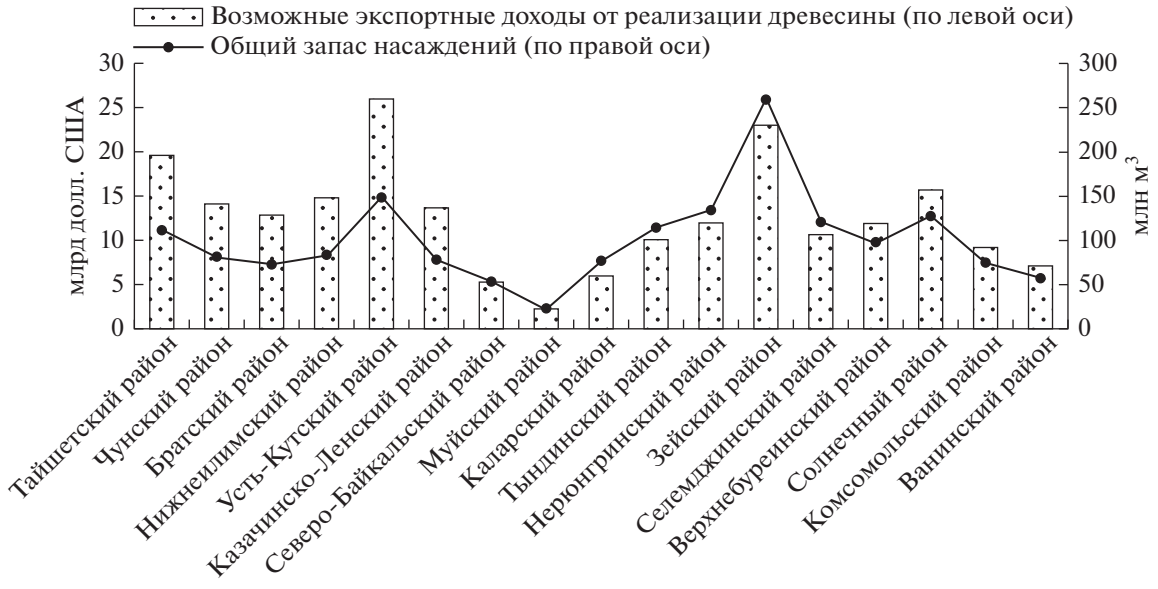

Рис. 6. Лесо-ресурсный субпотенциал зоны БАМ.
Составлено авторами.

Рис. 7. Реализация энерго-ресурсного субпотенциала зоны БАМ.
Составлено авторами по данным АО “СО ЕЭС”.

ская область, треть электроэнергии которой вырабатывается на Зейской ГЭС: потенциально именно ее мощности позволяют экспортировать электроэнергию. Вторым источником для экспорта выступает расположенная вне БАМа Бурейская ГЭС. Мощности указанных станций, согласно расчетам авторов, используются в среднем на 40%, и полная их загрузка позволит экспортировать дополнительно около 17 млрд кВт·ч. Из них Зейская ГЭС дополнительно может реализовать около 7 млрд кВт·ч (290 млн долл. США в стоимостном выражении при средних уровнях экспортной цены за рассматриваемые годы).

Таким образом, существующие мощности не позволяют реализовать энерго-ресурсный субпотенциал в указанном выше масштабе. Необходимое для этого расширение мощностей предполагается за счет строительства ТЭС, использующей уголь Ерковецкого месторождения, парогазовой

Таблица 3. Баланс электроэнергии в объединенных энергосистемах Сибири и Востока в 2015 и 2019 гг.

Выработка электростанций	Производство, млрд кВт·ч	Общая доля выработки электростанций БАМа от энергосистем регионов, %	Потребление, млрд кВт·ч	Дефицит/ профицит
2015				
БАМ объединенной энергосистемы Сибири	35.5			
БАМ объединенной энергосистемы Востока без Республики Саха (Якутия)	8.2			
БАМ центральный энергорайон Якутии	3.2			
Объединенная энергосистема Сибири	201.2	17.6	203.5	–2.3
Объединенная энергосистема Востока	35.8	32	32.2	3.5
Иркутская область	48.6	72.9	52.7	–4.1
Республика Бурятия	5.7	0	5.7	0
Забайкальский край	7.3	0	7.8	–0.5
Амурская область	12.1	35.5	7.7	4.4
Хабаровский край	9.6	41.2	9.6	0
Республика Саха (Якутия)	9	32.3	8.1	0.9
2019				
БАМ объединенной энергосистемы Сибири	42.9			
БАМ объединенной энергосистемы Востока без Республики Саха (Якутия)	8.5			
БАМ центральный энергорайон Якутии	3.1			
Объединенная энергосистема Сибири	208.7	20.6	211.4	–2.7
Объединенная энергосистема Востока	38.3	22.1	35.1	3.2
Иркутская область	58.9	72.9	56.5	2.4
Республика Бурятия	5.3	0	5.3	0
Забайкальский край	7.5	0	8.2	–0.8
Амурская область	15.2	32.9	8.7	6.4
Хабаровский край	9	38.7	9.4	–0.4
Республика Саха (Якутия)	10.1	30.3	9.7	0.4

Источник. Рассчитано авторами по данным АО “СО ЕЭС”, ФСГС.

установки мощностью 400 МВт в районе г. Хабаровска, что уже не относится к зоне БАМ.

Интегральный экспортно-ресурсный потенциал. Распределение и разработка запасов по территории неравномерны и непропорциональны друг другу. Для западной части зоны БАМ в большей степени реализуется лесо-ресурный субпотенциал (рис. 8): Иркутская область с развитой лесоперерабатывающей промышленностью и крупными потребителями в большей степени использует лесные ресурсы. Амурская область и Хабаровский край, в большей степени нацеленные на экспорт леса-кругляка, недоиспользуют лесо-ресурсный субпотенциал, хотя масштаб лесных запасов сопоставим (рис. 9).

Для срединной и восточной частей БАМ характерны максимальные величины минерально-ресурсного субпотенциала (см. рис. 9): угольные месторождения Южно-Якутского и Буреинского бассейнов, железорудные месторождения Южной Якутии и смежных районов Забайкалья и Амурской области, медное Удоканское месторождение (последние слабо осваиваются в настоящее время); при этом максимально реализуется минерально-ресурсный субпотенциал также в западной части магистрали (нефтегазовые Ярактинское и Марковское, железорудные Рудногорское и Коршуновское). Наибольшие перспективы освоения имеют месторождения восточной части зоны БАМ ввиду их близости к экспортным морским портам (и, соответственно, в 2 раза меньшей провозной платы за перевозку грузов железнодорожным транспортом) и положительной конъюнктуры мирового рынка (например,

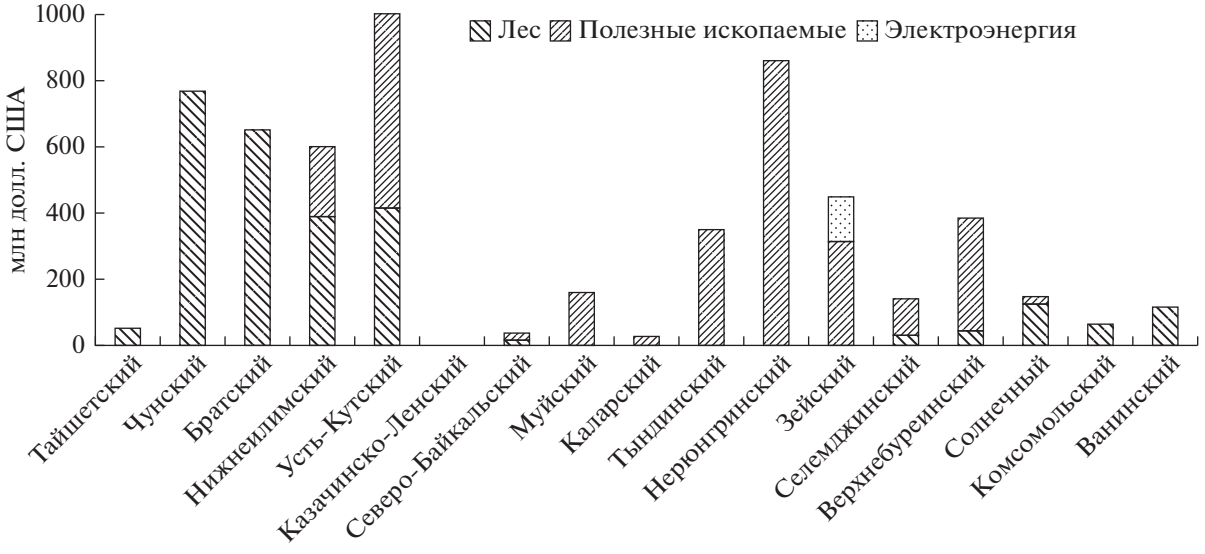

Рис. 8. Реализация экспортно-ресурсного потенциала зоны БАМ.
Рассчитано авторами.

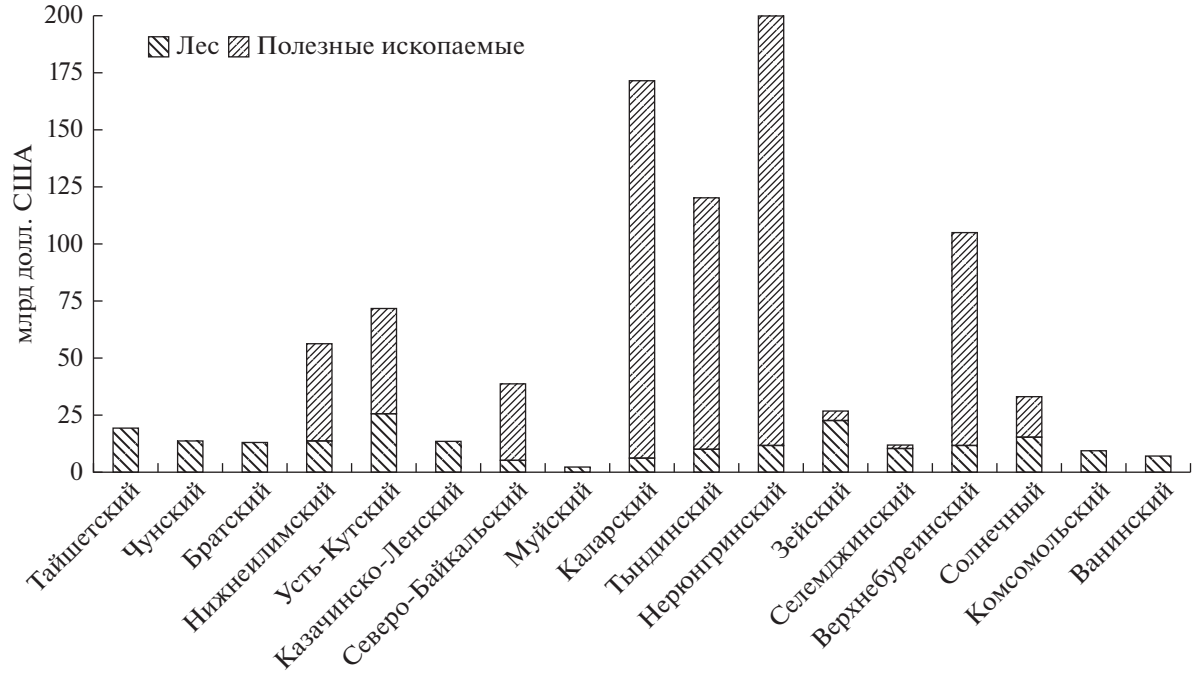

Рис. 9. Экспортно-ресурсный потенциал зоны БАМ.
Рассчитано авторами.

цены на энергетический уголь на условиях FOB Восточный в июле 2021 г. выросли в 2.3 раза по сравнению с июлем 2020 г., а цены на коксующийся уголь на условиях FOB Квинсленд выросли в 1.9 раза за аналогичный период).

В отношении реализации энерго-ресурного субпотенциала выделяется только Амурская область, однако дальнейшее крупное увеличение поставок электроэнергии связано со строительством новых электростанций вне зоны БАМ.

Реальная оценка перспектив реализации экспортно-ресурсного потенциала возможна только с учетом оценки затрат на разработку месторождений полезных ископаемых и доходов от их добычи, затрат на заготовку и обработку круглых лесоматериалов и доходов от данной деятельности

на фоне анализа конъюнктуры мирового рынка и прогнозирования динамики цен, объемов спроса и предложения на рынке. В этом направлении предлагается дополнить дальнейшие исследования зоны БАМ.

ВЫВОДЫ

Экспортно-ресурсный потенциал зоны БАМ в стоимостном выражении составляет порядка 1.1 трлн долл. США, а его ежегодная реализация – 8.7 млрд долл. США (0.8%) – это порядка 2% годового российского экспорта. Западная часть зоны БАМ в настоящее время в значительно большей степени реализует экспортно-ресурсный потенциал, что связано с историческими особенностями заселения и развития данной территории: здесь ранее были завершены крупные советские производственные и транспортные проекты, осуществлялось заселение. Для срединных районов, являющихся, в том числе, частью охранной зоны Байкала, характерна разработка только уникальных и крупнейших месторождений; реализация остальных проектов на данный момент отягощена необходимостью крупных инфраструктурных вложений или невозможностью вовлечения в оборот в связи с экологическими требованиями. Ежегодно указанные территории дополнительно могли бы приносить около 150 млн долл. США экспортных доходов. Восточные районы в меньшей степени реализуют как лесо-ресурсный, так и минерально-ресурсный субпотенциалы: их развитие связано прежде всего с расширением экспорта в Китай. Объем недополучаемых доходов для восточных районов зоны БАМ составляет 400 млн долл. США в год.

Минерально-ресурсный субпотенциал зоны БАМа оценивается в стоимостном выражении в 870 млрд долл. США, а его ежегодная реализация – в 5.6 млрд долл. США. Инфраструктурно и экономически более освоенная западная часть зоны БАМ притягивает к себе большее внимание инвесторов и в большей степени реализует указанный субпотенциал, чем богатые минерально-сырьевыми ресурсами центральные и восточные районы, требующие колоссальных дополнительных вложений в инфраструктуру. В то же время близость этих ресурсов к морским портам Дальневосточного бассейна делает их освоение более выгодным с точки зрения экспорта относительно месторождений, расположенных западнее (в 2 раза ниже объем провозной платы по железнодорожной инфраструктуре). Наиболее перспективными для освоения признаны нефтегазовые ресурсы Усть-Кутского района, каменноугольные месторождения Нерюнгринского и Верхнебуреинского районов, железорудные месторождения Каларского и Нерюнгринского районов, золотоносные месторождения срединных и восточных районов БАМ за счет стабильно высоких цен на мировом рынке. Имеющиеся запасы каменного угля и железной руды могут потребляться и внутри страны на перерабатывающих производствах Дальнего Востока.

Лесо-ресурсный субпотенциал зоны также значителен и составляет порядка 210–215 млрд долл. США, его ежегодная реализация достигает 3 млрд долл. (25% российского экспорта в лесной отрасли). Субпотенциал в меньшей степени реализуется восточными районами, что связывается с низко производительными предприятиями малого бизнеса, ориентированными на китайский рынок (85% всего экспорта древесины), и спросом Китая на лес-кругляк, а не на продукты высокой переработки древесины. Западные районы БАМ быстрее осваивают новые технологии и продукты, так как ориентируются на более требовательные рынки Японии и ЕС. Местный крупный бизнес активно ведет экспансию в отношении лесничеств соседних районов. Субпотенциал срединных районов зоны БАМ в меньшей степени интересен бизнесу для реализации, так как представлен менее ценными лиственничными лесами.

Реализация энерго-ресурсного субпотенциала БАМа составляет порядка 0.15 млрд долл. США и на данный момент невозможна в тех масштабах, которые планируются в рамках разработанного проекта. Максимально возможное потенциальное увеличение реализации указанного субпотенциала составит 0.3 млрд долл. США. На современном этапе потенциал экспорта энергоресурсов есть только у Амурской области, а перспективы расширения поставок электроэнергии уже не связаны с зоной БАМ. Остальные энергосистемы обеспечивают только внутреннее потребление электроэнергии и даже являются энергодефицитными.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено по гранту РГО–РФФИ “Социально-экономическая эффективность развития транспортно-коммуникационной инфраструктуры Сибири и Дальнего Востока” (проект 17-05-41087).

FUNDING

The study was carried out under the grant of the Russian Geography Society–RFBR “Socio-economic efficiency of the development of transport and communication infrastructure of Siberia and the Far East” (project no. 17-05-41087).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аршба Л.Н. Экономическая оценка эффективности стратегий развития Байкало-Амурской магистрали: Автореф. дисс. ... канд. экон. наук. Новосибирск: Сиб. гос. ун-т путей сообщ., 2005. 23 с.

Бакланов П.Я. Экономическое районирование восточной зоны влияния БАМ. Владивосток, 1977. 40 с.

Бакланов П.Я., Севостьянов В.Н., Сектор И.Р. Дробное экономическое районирование восточной зоны влияния Байкало-Амурской магистрали (концепция и методика) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1978. № 6. С. 65–79.

БАМ: строительство, хозяйственное освоение / гл. ред. А.Г. Аганбегян. М.: Экономика, 1984. 143 с.

Бандман М.К. Избранные труды и продолжение начатого / отв. ред. В.Ю. Малов. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. 448 с.

Бандман М.К., Ларина Н.И., Черевикина М.Ю. и др. Территориально-производственные комплексы: планирование и управление. Новосибирск: "Наука", 1984. 284 с.

Бандман М.К., Малов В.Ю. Сибирь и ее проблемные регионы: подходы к разработке программ их развития // Экономист. № 4. 1997. С. 58–66.

Бузулуцков В.Ф., Кибалов Е.Б., Пятаев М.В. Результаты расчетов по оценке макроэкономических эффектов от реализации проекта модернизации инфраструктуры Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей. Ч. 2 // Вопросы новой экономики. 2020. № 2. С. 70–80.

Власов Г.П. История хозяйственного освоения района Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, 1970–1980 гг.: Дисс. ... д-ра ист. н. Иркутск, 1999.

Власов Г.П., Власова Н.Г., Власов Л.Г. Государственная политика и практики по ее реализации в новых районах освоения Сибири. Братск, 2011.

Географические проблемы зоны БАМ / отв. ред. В.В. Воробьев, А.В. Белов. Новосибирск: Наука, 1979. 143 с.

Гладкевич Г.И. Стратегия экспорта природного газа Дальнего Востока и потенциальные риски // Общественно-географическая структура и динамика современного евразийского пространства: вызовы и возможности для России и ее регионов / под ред. П.Я. Бакланова, А.В. Мошкова. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2020. С. 155–161.

Глазырина И.П., Брезгин В.С. Экспорт лесных ресурсов в контексте концепции экологической кривой Кузнеца // География и природные ресурсы. 2003. № 3. С. 125–131.

Глазырина И.П., Калгина И.С., Лавлинский С.М. Проблемы освоения минерально-сырьевой базы Востока России и перспективы модернизации региональной экономики в условиях сотрудничества с КНР // Регион: экономика и социология. 2012. № 4. С. 202–220.

Гончаренко С.С., Прокофьева Т.А. Локальные свободные экономические зоны по линии Севсиб–БАМ как фактор экономического роста и безопасности России // Вестн. транспорта. 2004. № 10. С. 6–13.

Гранберг А.Г., Кибалов Е.Б., Кин А.А. Регион БАМ: концепция развития на новом этапе // Новосибирск: изд-во СО РАН, 1996. 211 с.

Грузовые вагоны: рынки операторов и производителей 2021. Аналитический отчет Института проблем естественных монополий. АНО "ИПЕМ", 2021. 169 с.

Зайончковская Ж.А. Новоселы в городах. М.: Статистика, 1972. 160 с.

Кибалов Е.Б., Быкадоров С.А. Транссиб и БАМ: системный взгляд на проблему повышения конкурентоспособности // ЭКО. 2016. № 1. С. 5–25.

Кибалов Е.Б., Кин А.А., Савватеев А.В., Хуторецкий А.Б. Оценка альтернативных механизмов развития "региона БАМ": методический подход и результаты экспериментальных расчетов // Регион: Экономика и Социология. 1997. № 3. С. 76–102.

Кибальчич О.А. Производственно-территориальная структура зоны влияния Байкало-Амурской магистрали // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. 1975. № 4. С. 29–35.

Кин А.А. Оценка эффективности системы БАМ-Транссиб: сценарный анализ // Регион: экономика и социология. 1998. № 4. С. 46–56.

Комогорцев И.И. Источники и формы комплектования коллектива строителей БАМ // Проблемы истории демографии СССР. Томск, 1982. № 2. С. 56–60.

Маергойз И.М. Уникальность экономико-географического положения советского Дальнего Востока и некоторые проблемы его использования в перспективе // Вестн. Моск. ун-та. Сер. V. География. 1974. № 4. С. 3–8.

Проблемные регионы ресурсного типа: прогнозирование и реализация программ освоения / под ред. М.К. Бандмана и В.Ю. Малова. Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН, 1998. 216 с.

Проблемы хозяйственного освоения зоны Байкало-Амурской магистрали: Материалы конф. Новосибирск, 1975. 148 с.

Сочава В.Б. Проблемы прикладной географии в связи с созданием Байкало-Амурской магистрали // Изв. ВГО. 1975. Т. 107. № 5. С. 385–396.

Трейвиш А.И. Роль экономико-географического положения Дальнего Востока в формировании его территориально-хозяйственной структуры // Территориально-хозяйственные структуры Дальнего Востока. Владивосток: ТИГ ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 104–118.

Человек и природа в зоне БАМ: (Охрана окружающей среды и рационального использования природных ресурсов) / отв. ред. В.В. Воробьев, А.Т. Напрасников. Иркутск: Ин-т географии, 1984. 156 с.

Export and Resource Potential of Territories Adjacent to the Baikal–Amur Mainline

K. V. Demidova[1, *], M. A. Makushin[1], M. D. Goryachko[1, **], A. I. Danshin[1], R. O. Bobrovskiy[1], and N. S. Chigirenkov[1]

[1] *Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

**e-mail: metsan_henki@mail.ru*

***e-mail: mgoryachko@yandex.ru*

The article evaluates and analyzes the integral export and resource potential of the territories adjacent to the Baikal-Amur Mainline (BAM-zone), according to three subpotentials: mineral resource, forest resource and energy resource. An overview of the main studies of the socioeconomic development of the BAM-zone and the role of the highway in the development of the territories of Siberia and the Far East is given. Mathematical-statistical, cartographic and field methods were used during the study. Based on the assumption that the natural resources are fully exported, the reasons for the differences in the assessment of the export-resource potential and its implementation for individual sections of the BAM are determined. The mineral resource subpotential is realized point-by-point mainly in the western sections of the BAM. The largest deposits, located in the middle and eastern regions of the BAM, remain underutilized due to infrastructural undevelopment. It is expected that the potential of the eastern regions will be realized faster due to the proximity of the Far Eastern seaports and the export orientation of the mining industry against the background of favorable global market conditions. The value of the realization of the forest-resource subpotential is also higher for the western part of the BAM-zone, for the middle areas of the zone it is limited by the predominance of less valuable larch forests, and for the eastern regions–China's demand for round timber. The implementation of the energy-resource subpotential is possible only for one region in the BAM-zone–Amur oblast. It is noted that the western regions of the BAM-zone, to a greater extent than the eastern regions, realize both forest-resource and mineral-resource subpotentials. The most promising resources for export are oil and gas, lumber for the western regions of the BAM-zone, iron ore, gold for the middle regions of BAM, coal, gold, lumber for the eastern regions of BAM.

Keywords: BAM, export resource potential, mineral resource subpotential, fossil fuel, forest resource subpotential, timber industry, energy resource potential, electric power industry

REFERENCES

Arshba L.N. Economic assessment of the effectiveness of the development strategies of the Baikal-Amur Railway. *Extended Abstract of Cand. Sci. (Econ.) Dissertation*. Novosibirsk: Sib. St. Univ. of Railway Trans., 2005. 23 p.

Baklanov P.Ya. *Ekonomicheskoe raionirovanie vostochnoi zony vliyaniya BAM* [Economic Zoning of the Eastern Zone of Influence of the BAM]. Vladivostok, 1977. 40 p.

Baklanov P.Ya., Sevost'yanov V.N., Sektor I.R. Fractional economic zoning of the eastern zone of influence of the BAM (concept and methodology). *Isv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 1978, no. 6, pp. 65–79. (In Russ.).

BAM: stroitel'stvo, khozyaistvennoe osvoenie [BAM: Construction, Economic Development]. Aganbegyan A.G., Ed. Moscow: Ekonomika Publ., 1984. 143 p.

Bandman M.K. *Izbrannye trudy i prodolzhenie nachatogo* [Selected Works and Continuation of What Was Started]. Malov V.Yu., Ed. Novosibirsk: IEIE SB RAS, 2014. 448 p.

Bandman M.K., Larina N.I., Cherevikina M.Yu. *Territorial'no-proizvodstvennye kompleksy: planirovanie i upravlenie* [Territorial Production Complexes: Planning and Management]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1984. 284 p.

Bandman M.K., Malov V.Yu. Siberia and its problem regions: approaches to the development of their development programs. *Ekonomist,* no. 4, pp. 58–66. (In Russ.).

Buzulutskov V.F., Kibalov E.B., Pyataev M.V. Calculations for evaluating the macroeconomic effects of the project aimed at modernizing the infrastructure of the Baikal-Amur and Trans-Siberian Railways. *Vopr. Novoi Ekon.*, 2020, no. 2, pp. 70–80. (In Russ.).

Chelovek i priroda v zone BAMa [Man and Nature in the BAM zone]. Vorob'ev V.V., Naprasnikov A.T., Eds. Irkutsk: Inst. Geogr., 1984. 156 p.

Geograficheskie problemy zony BAMa [Geographic Problems of BAM Zone]. Vorob'ev V.V., Belov A.V., Eds. Novosibirsk: Nauka Publ., 1979. 143 p.

Gladkevich G.I. Strategy for exporting natural gas from the Far East and potential risks. In *Sotsial'no-geograficheskaya struktura i dinamika sovremennogo evraziiskogo prostranstva: vyzovy i vozmozhnosti dlya Rossii i ee regionov* [Social-Geographical Structure and Dynamics of the Modern Eurasian Space: Challenges and Opportunities to Russia and Its Regions]. Baklanov P.Ya., Moshkov A.V., Eds. Vladivostok: TIG DVO RAN, 2020, pp. 155–161. (In Russ.).

Glazyrina I.P., Brezgin V. S. Export of forest resources in the context of the concept of the ecological Kuznets curve. *Geogr. Prir. Resur.*, 2003, no. 3, pp. 125–131. (In Russ.).

Glazyrina I.P., Kalgina I.S., Lavlinskii S.M. Problems of development of the mineral resource base of the East of Russia and prospects for modernization of the regional economy in terms of cooperation with China. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya*, 2012, no. 4, pp. 202–220. (In Russ.).

Goncharenko S.S., Prokofieva T.A. Local free economic zones at line Sevsib-BAM as a factor of economic growth and security of Russia. *Vestn. Transporta*, 2004, no. 10, pp. 6–13. (In Russ.).

Gruzovye vagony: rynki operatorov i proizvoditeleii 2021. Analiticheskii otchet Instituta problem estestvennykh monopolii [Freight Wagons: Operator and Manufacturer Markets of 2021. Analytical Report of the Institute for Natural Monopoly Problems] "IPEM" Publ., 2021. 169 p.

Kibalov E.B., Bikadorov S.A. Trans-Siberian Railway and BAM: the system view on the problem of competitiveness increase systematic. *ECO*, 2016, no. 1, pp. 5–25. (In Russ.).

Kibalchich O.A. Industrial and territorial structure of BAM-influence zone. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. Geogr.*, 1975, no. 4, pp. 29–35. (In Russ.).

Kin A.A. Evaluating the effectiveness of the BAM — Transsib system: scenario analysis. *Region: Ekon. and Sotsiol.*, 1998, no. 4, pp. 46–56. (In Russ.).

Komogortsev I.I. Sources and forms of recruitment of a team of builders of BAM. In *Problemy istorii demografii SSSR* [Problems of the History of Demography of the USSR]. Tomsk, 1982, vol. 2, pp. 56–60. (In Russ.).

Maergoiz I.M. The uniqueness of the economic and geographical position of the Soviet Far East and some problems of its use in the future. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. Geogr.*, 1974, no. 4, pp. 3–8. (In Russ.).

Problemnye regiony resursnogo tipa: prognozirovanie i realizatsiya programm osvoeniya [Resource-Type Problem Regions: Forecasting and Implementation of Development Programs]. Bandman M.K. Malov V.Yu., Eds. Novosibirsk: IEIE SB RAS, 1998. 216 p.

Problemy khozyaistvennogo osvoeniya zony Baikalo-Amurskoi magistrali [Problems of Economic Development of BAM Zone]. Novosibirsk, 1975. 148 p.

Region BAM: kontseptsiya razvitiya na novom etape [BAM Region: Concept of Development on the New Stage]. Granberg A.G., Ed. Novosibirsk: SO RAN, 1996. 211 p.

Sochava V.B. Problems of applied geography in connection with the construction of the Baikal-Amur Mainline. *Izv. VGO*, 1975, vol. 107, no. 5, pp. 385–396. (In Russ.).

Treivish A.I. The role of the economic and geographical position of the Far East in the formation of its territorial and economic structure. In *Territorial'no-ekonomicheskie struktury Dal'nego Vostoka* [Territorial and Economic Structures of the Far East]. Vladivostok: AN SSSR, 1982, pp. 104–118. (In Russ.).

Vlasov G.P. The history of economic development of the Baikal-Amur railway area, 1970–1980. *Cand. Sci. (Hist.) Dissertation*. Irkutsk, 1999.

Vlasov G.P., Vlasov N.G., Vlasov L.G. *Gosudarstvennaya politika i praktiki po ee realizatsii v novykh raionakh osvoeniya Sibiri* [State Policy and Practices for Its Implementation in New Areas of Development of Siberia]. Bratsk, 2011.

Zaionchkovskaya Zh.A. *Novosely v gorodakh* [New Settlers in Cities]. Moscow: Statistika Publ., 1972. 160 p.

EDN: HNLPOQ
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 639–650

ВОПРОСЫ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

УДК 913.1/913.8

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В ВЕРХОВЬЯХ ДОНА С КОНЦА XII ДО НАЧАЛА XX вв. (НА ПРИМЕРЕ БАЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА “ЖУРИШКИ”, ТУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2022 г. О. В. Бурова[a], *, А. Н. Наумов[a], **

[a]Государственный музей-заповедник “Куликово поле”, Тула, Россия

**e-mail: olgacalm@mail.ru*

***e-mail: naumov@kulpole.tula.net*

Поступила в редакцию 06.02.2020 г.
После доработки 06.02.2022 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

На примере типичного в ландшафтно-геоморфологическом отношении ключевого участка рассмотрены основные этапы заселения и хозяйственного освоения территории Куликова поля начиная с XII в. Ретроспективный анализ материала позволил охарактеризовать направленность и особенности территориальной организации хозяйственных угодий на каждом этапе. Приводятся данные о степени антропогенной трансформации исходной ландшафтной структуры на различных этапах заселения и хозяйственного освоения территории. Для первого, древнерусского этапа (XII–XIV вв.) и следующего позднесредневекового этапа (XVI–XVII вв.) характерна слабая степень антропогенной трансформации. В хозяйственный оборот было вовлечено не более 30% исходной лесной территории. Антропогенные комплексы были представлены организованными многолетними пашнями и территориями поселений. Под пастбища и сенокосы часто использовались окраины лесных массивов и заброшенные пашни. На протяжении нового этапа (XVII – конец XIX вв.) в силу несовершенных экстенсивных агрономических технологий расширение пахотных угодий по-прежнему осуществляется за счет сведения леса. Во второй половине XVIII в. степень антропогенной трансформации стала сильной. Более 50% территории водораздельного, исходного лесного ландшафта превращено в безлесные сельскохозяйственные угодья (многолетние пашни, сенокосные и пастбищные угодья). К концу XIX в. уцелевшие участки леса занимают менее 10% и представлены вторичными или восстановленными лесами. Степень антропогенной трансформации становится очень сильной. Сельскохозяйственные угодья вместе с поселениями занимают более 90% территории. Это пашни, сенокосы и выпасы, существующие на определенных геоморфологических уровнях на протяжении веков. Таким образом, к началу XX в. произошла коренная перестройка структуры исходного природного ландшафта на водоразделе Дона и Мокрой Таболы, с формированием агроландшафта современного типа.

Ключевые слова: Куликово поле, Верхний Дон, лесостепь, трансформация ландшафта, агроландшафт, ретроспективный анализ территории

DOI: 10.31857/S2587556622040033

ВВЕДЕНИЕ

Верховья речной системы Дона, в природном относящиеся к Придонскому известняково-карстовому физико-географическому району лесостепной провинции Среднерусской возвышенности (Физико-географическое ..., 1961), являются уникальной территорией для анализа эволюции всей среднерусской лесостепи в последнее тысячелетие благодаря многолетним комплексным археологическим и географическим исследованиям в районе Куликова поля. В широком историческом понимании район Куликова поля (в отличие от узкого – места знаменитого Донского побоища 1380 г.) захватывает весь район верховий Дона от истока реки до г. Данкова. На протяжении более чем 35 лет здесь проходили комплексные историко-географические исследования силами сотрудников Института географии РАН и Государственного исторического музея в сотрудничестве с Государственным музеем-заповедником “Куликово поле” (Александровский, 1990; Гоняный, 2005; Гоняный и др., 2007; Фоломеев и др., 1990; Хотинский и др., 1985). Полученные данные позволили получить многовековую картину изменений природного ландшафта. Имеющиеся исторические и палеогеографические материалы дают возможность проследить динамику взаимодействия человека и природы в широких хронологических

рамках и определить время и факторы коренной перестройки лесостепной структуры и его замещения агроландшафтом (Александровский, 1987; Бурова, 2005; Бурова, Гласко, 2007; Горская и др., 2016), что поможет решению задач восстановления исторического облика Куликова поля и музеефикации этой территории (Гоняный и др., 1997; Бурова, 2005).

Настоящая статья вводит в научный оборот новые данные по изменению структуры землепользования на хорошо изученном ключевом участке в типичном для района балочном ландшафте. На этой основе предлагается периодизация заселения и хозяйственного освоения территории и выявляется период коренной перестройки ландшафтной структуры с формированием агроландшафтов современного типа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для крупномасштабного географического анализа взят участок с комплексом древнерусских поселений (археологические памятники “Журишки 1–5”), который входит в состав обширной историко-культурной территории Куликова поля (рис. 1). Участок площадью 640 га занимает пологий приводораздельный склон, осложненный разветвленным ложбинно-лощинным комплексом в верховье одноименной балки. Современный ландшафт представлен агроценозами и залежами на пологих склонах водораздела. По склонам балки и днищ – лугово-степная и луговая растительность со следами пастбищной дигрессии. В юго-западной части (прибалочно-придолинный склон) и в восточной части (водораздел) расположены два лесных массива.

Данные палеогеографических реконструкций – отправная точка, характеризующая доантропогенный ландшафт (Бурова, Гласко, 2007; Хотинский и др., 1985). Эти сведения позволили выполнить достаточно точную оценку степени антропогенной трансформации лесостепного ландшафта как на локальном участке, так и в регионе в целом. Особенность археологического комплекса “Журишки 1–5” в том, что древнерусские поселения возникли не в традиционном для того времени месте. Большинство древнерусских поселений (75%) располагались вдоль долин рек (пойменные, террасовые участки, реже коренные слоны) в условиях максимального ландшафтного разнообразия – сочетание лесных, лугово-степных, луговых участков. Древнерусские поселения “Журишки 1–5”, как и еще 25% археологических комплексов, были основаны на высоких водоразделах в ложбинно-лощинных частях верховий крупных балок. Здесь отмечается близкое залегание грунтовых вод (до 1.5 м) и полное залесение.

Исторические материалы свидетельствуют о трех пиках активизации заселения и хозяйственного освоения территории Куликова поля. Первый относится к древнерусскому времени (начало XII – середина XIV вв.), второй – позднесредневековый (конец XVI – начало XVIII вв.), третий – это период нового времени (начало XVIII – конец XIX вв.).

Источником данных по доантропогенной ландшафтной структуре и особенностям заселения и хозяйственного освоения древнерусского (конец XII – XIV вв.) и позднесредневекового этапа освоения (конец XV – начало XVIII в.) стали палеогеографические, археологические и историко-статистические материалы. Расчеты площадей основных сельскохозяйственных угодий проводились по материалам Л.В. Милова (2003). Возможное пространственное размещение хозяйственных угодий восстанавливалось по данным археологии и историческим актовым документам. Для этапа нового времени (начало XVIII – конец XIX вв.) были использованы исторические карты, которые были привязаны по опорным точкам на исходные слои в программе ArcGis 10.3.1. for Desktop.

С конца XII в. основная часть территории Куликова поля до настоящего времени сохраняет зерноводческую сельскохозяйственную специализацию. Поэтому основными территориальными хозяйственными системами, пришедшими на смену лесостепным комплексам стали пашни, луга и пастбища. Их размещение и площадь характеризуют пространственную структуру агроландшафта на каждом этапе и отражают степень антропогенной трансформации местных ландшафтов в целом. Для количественной оценки степени освоения лесостепной экосистемы участка “Журишки” использовались расчетные площади виды аграрных и селитебных угодий (пашни, сенокосы, пастбища, поселения), выраженные в процентах к общей площади исходного лесостепного ландшафта, реконструированного по палеогеографическим данным. Результаты расчетов представлены в табл. 1 и на рис. 2.

Доля освоенных площадей рассматривается как количественная оценка степени антропогенной трансформации лесостепной экосистемы. Принята следующая шкала: суммарная площадь аграрных и селитебных угодий менее 35% – слабая степень антропогенной трансформации; 35–50% – средняя; 50–75% – сильная; более 75% – очень сильная.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По данным палеогеографических реконструкций (Гоняный и др., 2007), в XI в., до начала древнерусского освоения, верховья балки “Журиш-

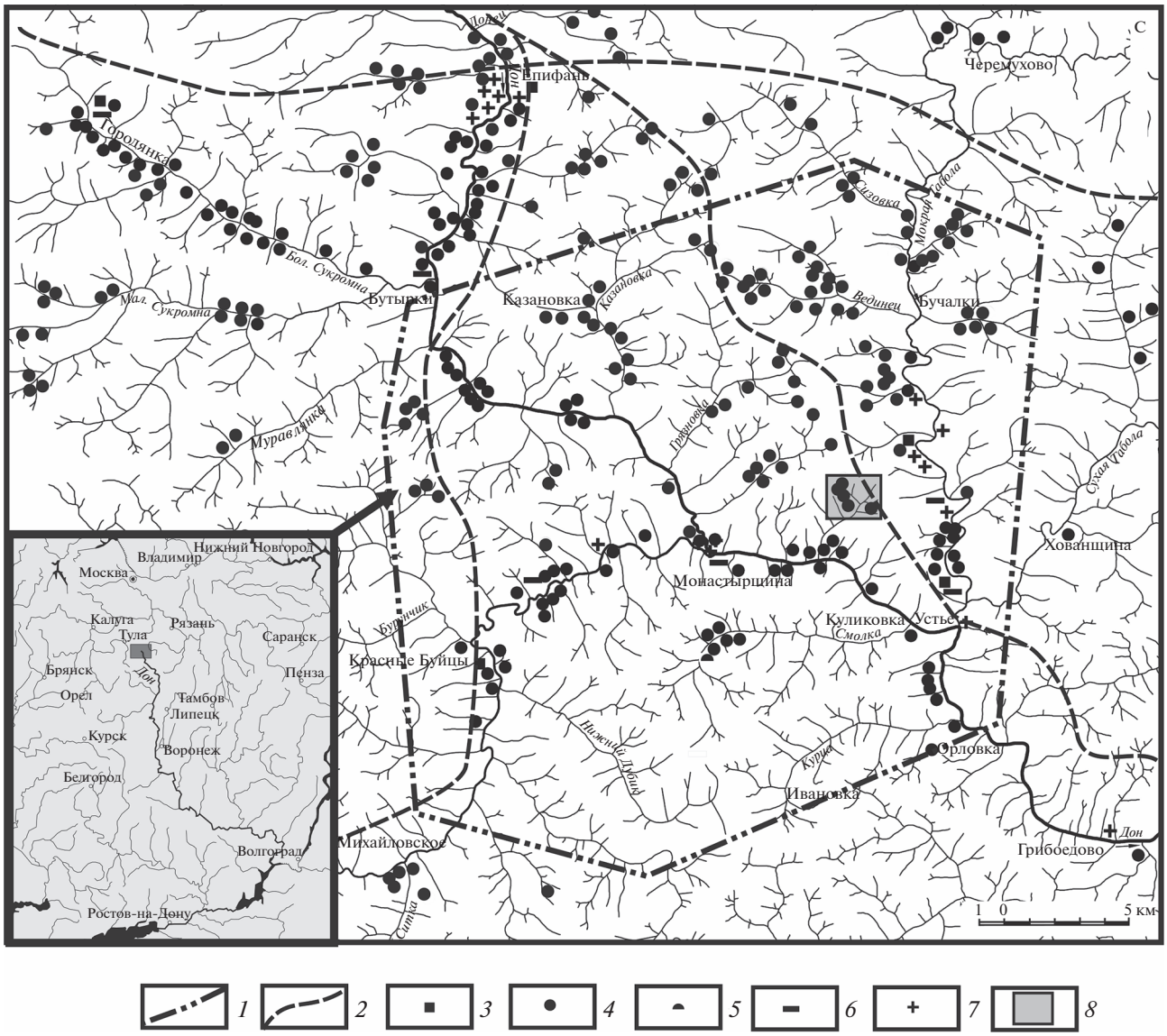

Рис. 1. Карта Куликова поля с положением археологических памятников древнерусского времени (начало XII – середина XIV вв.). *1* – граница территории исторического ландшафта; *2* – дороги, существовавшие в древнерусское время; археологические памятники: *3* – городища, *4* – селища; *5* – курганы; *6* – грунтовые могильники; *7* – стоянки каменного века и эпохи бронзы; *8* – комплекс археологических пятников "Журишки 1–5".

ки" и прилегающие участки склонов были полностью покрыты лесом, за исключением небольших переувлажненных участков в днище балки, где господствовала луговая и даже водная растительность (рис. 3а). Расчлененность верховий балки была более значительной – днище глубже современного на 0.7 м, в отдельных местах – 1.5 м (Гоняный, 2006).

Начало антропогенной трансформации исходного природного ландшафта было положено колонизацией в конце XII в. древнерусским населением. В древнерусский период в верховьях балки "Журишки", в самом центре огромного лесного массива, который в XVI в. получил название Себинского леса, появляется группа из 6 малодворных неукрепленных поселений (Археологическая ..., 2000). Появление в сильно залесенной местности первопоселенцев было обусловлено прохождением в данной местности одного из крупных сухопутных торговых путей, который шел из рязанских земель на юг к Старому Данкову и далее в южнорусские степи и позднее получил название Старой Данковской дороги (Куликово ..., 1999). Именно транзитный торговый путь привлекал первопоселенцев, хотя расположение в центре крупного лесного массива было не самым неудобным для хлебопашества.

Таблица 1. Этапы заселения и хозяйственного освоения территории в районе балки “Журишки”, структура и соотношение угодий

Этап	Номер	Время	Площадь, га			
			поселения	пастбища и сенокосы	пашни	леса
Доантропогенный	1	Ранее кон. XI – нач. XII вв.	–	–	–	640
Древнерусский	2	Кон. XI – нач. XII до сер. XIV вв.	4	33	130	473
Запустение	3	Сер. XIV – кон. XVI вв.	–	–	–	640
Позднесредневековый	4	1591–1607 гг.	3	55	165	417
Запустение	5	1607–1700 гг.	1	15	60	564
Новый	6а	1700–1776 гг.	37	11	235	357
	6б	1776–1854 гг.	45	20	475	100
	6в	1854–1898 гг.	52	25	503	60

Древнерусские памятники приурочены к мысовым участкам, располагаясь выше бровки балочного склона (Гоняный и др., 2007). Для Куликова поля площадь одного крестьянского двора, который включал в себя жилой дом, сооружения и постройки, составляла 500–800 м^2. Как показали исследования, в древнерусский период здесь существовало около 20 крестьянских дворов. Как правило, одна крестьянская семья в этот период состояла из 4–5 человек (Урланис, 1941). Таким образом, в верховьях балки “Журишки” в это время одновременно проживало 80–100 человек. Общая площадь выявленных древнерусских селищ не превышает 4 га, что составляет менее 1% территории.

Согласно исследованиям Л.В. Милова (1992), в древнерусский период для семьи из 5 человек при пашенном земледелии надо было иметь не менее 6 десятин распашки. Формирование сельскохозяйственных угодий на древнерусском этапе проходило, преимущественно, за счет сведения леса. Историко-археологические и литературные данные показывают, что в это время не наблюдалось строгой последовательности перехода от подсечно-огневой и переложной систем к паровой дву- и трехпольной (Данилов, 1998). Таким образом, журишкинские крестьяне в этот период распахивали не менее 120 десятин (130 га), что составляет 20% территории. Но можно предположить, что в это время из-за низкого уровня агротехники пашни могли занимать и бóльшие площади. Размещение сельскохозяйственных пахотных угодий реконструировано А.Л. Александровским

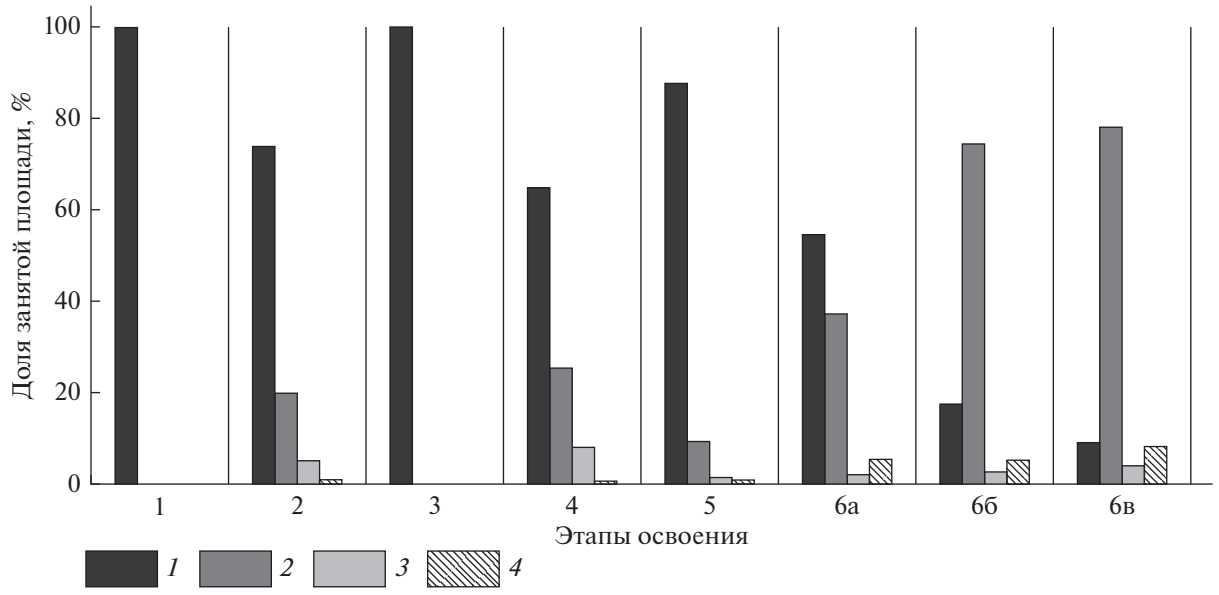

Рис. 2. Изменение структуры землепользования в районе балки Журишки на разных этапах освоения (номера этапов соответствуют табл. 1). *1* – лес, *2* – пашня; *3* – пастбища и луга; *4* – территория поселений.

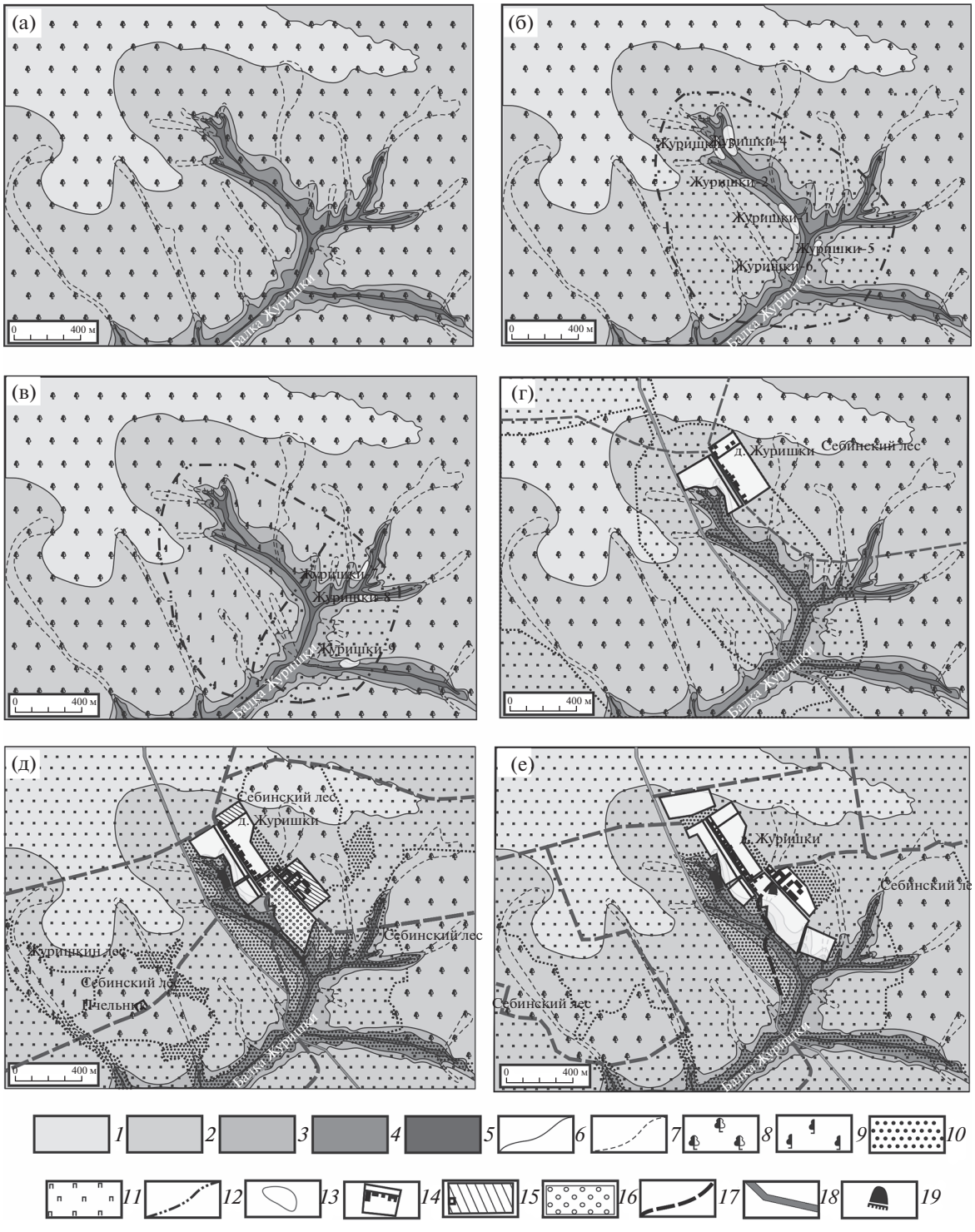

Рис. 3. Динамика землепользования в верховьях балки Журишки в XII–XIX вв.: до начала XII вв. (а); начало XII – середина XIV вв. (б); 1591–1607 гг. (в); 1700–1776 гг. (г); 1776–1854 гг. (д); 1854–1898 гг. (е). *I. Элементы рельефа: 1* – водоразделы (уклоны до 3°); *2* – приводораздельные комплексы (уклоны 3–5°); *3* – прибалочные склоны (уклоны до 8°); *4* – балочные склоны (уклоны более 8°); *5* – днища балок; *6* – границы мезоформ рельефа; *7* – лощины и ложбины. *II. Растительность и сельскохозяйственные угодья: 8* – широколиственные леса, реконструированные по ареалам серых лесных почв и оподзоленных черноземов; *9* – леса, восстановленные на заброшенных пашнях; *10* – луга и лугово-степные сообщества, используемые под сенокосы и выпасы; *11* – пахотные угодья, реконструированные по историческим источникам и картам (XVI–XIX вв.); *12* – границы пахотных угодий XII–XIV вв., реконструированные по старопахотным горизонтам почв. *III. Селитебные комплексы: 13* – археологические памятники (Журишки 1–6 – XII–XVII вв.; Журишки 7–9 – XVII–XVIII вв.); *14* – сельские поселения XVIII–XIX вв. (жилые дома и хозяйственные постройки, огороды, сады, гумно и др.); *15* – барские усадьбы; *16* – парк. *IV. Прочее: 17* – местные грунтовые дороги; *18* – дорога Епифань–Данков; *19* – плотины и пруды.

(Гоняный и др., 2007) по ареалам длительной распашки, установленным по сильно проградированным серым лесным (старопахотным) почвам XII–XIV вв. Они располагались вокруг поселений, выходя на плоские поверхности водораздела к северу.

Под сенокосы и пастбища, обеспечивавшие крестьянские хозяйства необходимым количеством зеленых и сухих кормов, использовали луговые пространства по днищу балки "Журишки", а также окраинные и опушечные части лесов, отличающиеся высоким биологическим потенциалом. В условиях пашенного земледелия при трехпольном севообороте в качестве пастбищ и сенокосов могли использовать и паровые поля, а при подсечно-огневом – отработанные, зарастающие вторичными лесами.

Для минимального количества домашних животных крестьянская семья должна была заготовить около 300 пудов сена, что обеспечивало минимум стойлового содержания скота (Милов и др., 2007). Для получения такого количества сухих кормов нужна была площадь до 1.5 десятин сенокосных угодий. Таким образом, при указанном количестве крестьянских дворов под сенокосные угодья использовалась площадь около 30 десятин или 33 га (5%). Учитывая, что журишкинские селища располагались в центре большого лесного массива, нужно полагать, что одним из ведущих видов промысловой деятельности здесь были охота, бортничество, собирательство.

Таким образом, на древнерусском этапе в активном хозяйственном обороте находилось под жилыми усадьбами, пашней, сенокосами и пастбищами около 170 десятин (185 га) или 26% изучаемой территории. Естественный лесной ландшафт исследуемого участка сохранился на площади около 74% (рис. 3б). Возможно, площадь вырубленного леса могла быть больше, так как хозяйственные нужды крестьян требовали значительного объема древесины: для возведения построек, сооружений, топлива, домашней утвари, корма скоту и др.

Древнерусские селища в верховьях балки "Журишки" просуществовали сравнительно недолго. Примерно за 50 лет до Куликовской битвы большая часть населения покидает эту территорию. Далее более чем на 200 лет эти территории оставались пустынными. В период запустения пашенные угодья и территории поселений зарастают лесной растительностью. Ландшафт приблизился к доантропогенному состоянию. По палеогеографическим данным время запустения было благоприятно для произрастания леса в лесостепи (Сычева и др., 1998). Несмотря на незначительные площади освоения, слабую степень воздействия на природные компоненты в древнерусский этап и более чем 200-летнее запустение этой территории, в начале следующего этапа все еще отмечаются следы антропогенного присутствия – участки леса, отличающиеся по внешнему виду от исходных лесных природных комплексов. В описаниях здешних земель в начале следующего этапа присутствуют такие характеристики угодий, как "пустоши" и "пашня лесом поросла".

Второй, позднесредневековый этап заселения и хозяйственного освоения Куликова поля и верховий балки "Журишки" начинается в конце XVI в. и продолжается до начала XVII в. Этот этап заселения и освоения идет не очень успешно. Начавшийся процесс прерывается многолетним перерывом, очевидно, связанным со сложными геополитическими процессами у южных окраин и Смутным временем внутри государства.

Согласно писцовой книге 1628 г., на водоразделе рр. Дона и Мокрой Таболы в это время было две деревни (Медведева, Ждурихинская). Ждурихинская была основана после 1591 г., но до 1607 г. – времени первых татарских нападений на Епифанский уезд в Смутное время. Место д. Ждурихинской рубежа XVI–XVII вв. позволяют установить данные археологии. Она располагалась на месте трех селищ к юго-востоку от современной деревни (Археологическая ..., 2000). Их территория не совпала с древнерусскими селищами, а находилась восточнее. Вероятно, новое поселение возникло на старопахотных землях XII–XIV вв., которые к концу XVI в. уже превратились в лесные поляны Себинского леса. Местоположение и размеры селищ позволяют считать, что здесь было 7–9 крестьянских дворов. Земельные угодья их составляли "110 четьи пашни, а в дву потому же, по Дону, Таболе и дубравам 500 копен сенокосов и 4 квадратные версты черного и дубровного леса Себинского" (Итоги ..., 1902). В пересчете на современные меры это около 165 га пашни (26%), 55 га сенокосов и пастбищ (9%) и 1816 га леса (65%). Таким образом, на рубеже XVI–XVII вв. общая площадь освоенных земель (селищ, паши, сенокосов и пастбищ) составила в пределах участка "Журишки" примерно 220 га, что составляет около 35% территории.

Оптимальными для использования была территория в радиусе 1 км от поселений. Поэтому ареалы хозяйственных угодий на период с конца XVI до начала XVII в. показаны гипотетические. Можем предположить, что вторичные леса занимали площади, используемые под пахотные угодья предыдущего этапа (рис. 3в).

Как видно из текста писцовой книги, после Смутного времени населения в д. Ждурихинской не осталось. Вотчинник либо бросил эти земли, либо сгинул в кровавых событиях Смутного времени. Наступает очередной период запустения территории в районе участка "Журишки", который мог длиться до 50 и даже 80 лет. В 1614 г. это

поместье было отдано в вотчину князю Д.Ш. Муромцеву. Но даже к 1628 г. его земли не были освоены. Расчеты, археологические данные и материалы писцовых книг позволяют говорить о небольших масштабах хозяйственного воздействия в это время. Пашня занимала не более 10%, сенокосные угодья – около 2%, остальное – леса, включая вторичные, на территориях, использованных ранее под пашню или выгоны.

Новый этап заселения и освоения территории Куликова поля начинается в силу благоприятных политических причин – перемещения границы России значительно южнее. Это отражается и на участке "Журишки". Новое поселение появляется в документах начала XVIII в. и именуется д. Журихина. Она снова поменяла свое месторасположение. Теперь деревня располагалась в самых истоках, на правом берегу правого отвершка балки, получившего на планах XVIII в. название Журишкинский проток.

На протяжении всего XVII и в начале XVIII вв. д. Журихина оставалась владением дворян Муромцевых. Данные по численности населения в 1700-е годы дает ландратская книга Епифанского уезда. На 1710 г. в деревне 145 человек – 77 мужчин и 68 женщин (РГАДА, Ф. 350). По ревизии 1763 г. в деревне проживало уже 204 человека. По данным IV ревизии 1782 г., рукописного межевого плана земельной дачи с. Себина и текстового описания дачи в "Экономических примечаниях" генерального межевания Епифанского уезда всего на 1782 г. в деревне проживало 236 человек, то есть за 72 года население увеличилось на 91 человека. Исходя из этих данных видно, что за 150 лет (1628–1776 гг.) на данной территории число дворов увеличилось в 3 раза, количество населения – в 7 раз. Расширение площадей под селения, пашню и сенокосы шло за счет лесов. Их площадь уменьшилась за этот период почти вдвое (см. табл. 1, рис. 2).

Для этого периода мы находим первое изображение деревни на межевом плане 1776 г. (ГАТО, Ф. 291). В документах конца XVIII в. на плане земельной дачи название деревни приобретает современное звучание – "деревня Журишки". На плане 1776 г. деревня изображена двумя линиями домов, протянувшимися с севера на юг, вдоль отвершка Журишкин проток и дорогой из Епифани на Данков. В деревне не обозначены пруды. Согласно тексту "Экономических примечаний" "...жители водой довольствуются из ... вырытых колодезей, коя ко употреблению людем и скоту здорова" (ГАТО, Ф. 291). Межевые планы дают нам представление о размещении хозяйственных угодий в окрестностях д. Журишки (рис. 3г). Пашни расположены вокруг поселения и занимают около 40% территории, пастбища и луга – около 5%, по пологим склонам и днищам отвершков балочного комплекса. Таким образом, Себинский лес как представитель исходного доантропогенного ландшафта сохраняется на этом этапе более чем на половине своей площади.

"Экономические примечания" и план 1776 г. дают интересный материал для характеристики почв, лесов, сенокосов, животного мира, крестьянских повинностей и промыслов. Так, в даче с. Себино межевщиками в 1776 г. отмечено, что земля здесь плодородна, еще не истощена и может обрабатываться без внесения удобрений. В технике обработки земли повсеместно господствовала древняя система трехпольного севооборота. На дворах крестьян располагались гумна, огороды и конопляники. Отмечено, что сенокосные угодья здесь хуже по сравнению с другими местностями Епифанского уезда. Значительные по площади лесные массивы занимали обширную территорию в междуречье рр. Дона и Мокрой Таболы. Преобладающими породами в Себинском лесу были дуб, береза и осина. При этом здесь строевая древесина была смешана с дровяной. Последняя преобладала.

В начале XIX в. происходят изменения в составе землевладельцев д. Журишки. Всего в деревне в 1816 г. проживало 45 крестьянских семей – всего 333 человека, включая 162 мужчины и 171 женщину (Дворянское ..., 1912). В это время наблюдается постепенное сокращение владельцев деревни и численности крестьян. По данным ревизионных комиссий в 1860 г. в сельце Журишки было 267 человек. К этому времени у журишкинских крестьян под усадьбами находилось 19 десятин (21 га) земли. Они обрабатывали 216 десятин (234 га) пашни. Господской земли, которую обрабатывали крестьяне на издельщине, было 266 десятин (288 га). К деревне примыкали выгоны для скота общей площадью 15 десятин (16 га). Сено крестьяне косили по оврагам и лесу. Лесных и сенокосных угодий они не имели. Количество неудобий было значительным – 250 десятин, или 271 га (Приложение ..., 1860).

Представление о пространственной организации ландшафта дает военно-топографическая карта Тульской губернии 1854 г. издания А.И. Менде и Ф.Ф. Шуберта (Часть ..., 1854, Лист 16). На ее основе выполнена карта размещения поселений и хозяйственных угодий в середине XIX в. (рис. 3д). Пахотные угодья занимают более 70% территории (см. табл. 1, рис. 2).

Сравнительный анализ карт 1776 и 1854 гг. показывает, насколько изменилась залесенность территории за 80 лет. Некогда огромный Себинский лес, занимавший всю территорию междуречья Дона и Мокрой Таболы, неуклонно уменьшается в размерах. В 1770-е годы Себинский лес в даче с. Себино представлял собой практически единый массив площадью более 900 га, который

занимал водораздельный участок между Доном и Мокрой Таболой. К 1854 г. Себинский лес уже не представлял собой единое целое. Он весь уже состоял из отдельных частей, разделенных пахотными полями. Небольшие лесные массивы (26 десятин, 28 га) располагались к северо-востоку, востоку (130 десятин, 141 га) и юго-западу (102 десятин, 110 га) от д. Журишки. Все три леса к 1854 г. имели свежие вырубки. В двух лесах располагались три пасеки. В целом, в даче с. Себино лесные угодья с 1776 по 1854 г. сократились более чем на треть (см. табл. 1, рис. 2).

В 1870-е годы поместье в сельце Журишки последний раз меняет своего владельца. Его купил епифанский купец 1-й гильдии И.К. Расторгуев. В структуре поселения появляется яблоневый сад площадью 7 десятин (7.5 га) с редкими посадками вишни, который был разбит на рубеже 1880–1890-х годов. Расторгуевы выкопали на территории усадьбы в верховьях балочного отвершка пруд, который был обсажен ивой (Бассейн ..., 1904).

После отмены крепостного права, согласно уставной грамоте, к 1871 г. 127 крестьян мужского пола сельца Журишки имели надел в 262 десятин и 320 кв. сажен (284 га). Все крестьяне с 1871 г. относились к разряду собственников (Список ..., 1871). Сравнивая цифры мужского населения видно, что за истекшие 10 лет население сельца росло очень медленно. За 1871–1899 гг. число мужского населения увеличилось еще на 33 человека. Всего в конце XIX в. в сельце было 65 крестьянских хозяйств, 160 мужчин, 145 женщин, 9 семей были бездомными.

Материалы переписи дают интересную картину функционального распределения территории крестьянских усадеб села. Из 18.4 десятин (20 га) усадебной площади 2.6 десятин (2.8 га) была занята постройками, 0.7 десятин (0.76 га) – садами, 15.0 десятин (16.2 га) – огородами. В огородах: 10.0 десятин (10.8 га) – посадки картофеля, 5.0 десятин (5.4 га) – конопли. Обработка пашни крестьянами в сельце оставалась практически на уровне средневековья. Мы видим абсолютное господство трехполья и обработку земли плугом и даже сохой. Технический прогресс проявился в смене в крестьянских хозяйствах однокорпусных плугов на двухкорпусные, в наличие на 65 крестьянских хозяйств 2 механических молотилки и 4 веялки. Хотя 16 хозяйств вообще не имели инвентаря для сельскохозяйственных работ (Итоги ..., 1902). Наблюдается сокращение поголовья крупного рогатого скота, требующего значительных площадей для выпаса. Это свидетельствует о хронической нехватке земли (Материалы ..., 1914).

Изменения ландшафта окрестностей сельца во второй половине XIX в. продолжало предыдущую тенденцию расширения распашки за счет сведения лесов. Полностью был сведен лес к северо-востоку от сельца. К 1899 г. 20 десятин (21.5 га) его бывшей территории было распахано, а 6 десятин (6.5 га) представляло собой луг с единичными дубами 40–60-летнего возраста. В лесном массиве к востоку от сельца был вырублен участок площадью 47 десятин (51 га). Лесной массив к юго-западу уменьшился в восточной части на 18 десятин (19.5 га). Здесь уже к 1898 г. существовали пахотные угодья (Бассейн ..., 1904). Их площадь составляла 79% (рис. 3е). Леса сохранились только в частной собственности – у купцов Расторгуевых (Журишкинский лес к юго-западу от сельца) и себинского помещика А.Н. Янькова (Себинский лес к юго-востоку от сельца). В таком виде они дошли до нашего времени.

По переписи 1911 г. в журишкинской крестьянской общине с 1899 г. население практически не изменилось и даже слегка уменьшилось. Крестьяне стали больше арендовать земли. По-прежнему были актуальны отходничество и занятия промыслами.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате освоения земель древнерусским земледельцами в районе балки “Журишки” было сведено около 20% лесных площадей, главным образом, под пашню. Сенокосы и пастбища в чистом виде (без использования ресурсов леса) занимали не более 5% всех земель. Степень антропогенной трансформации на древнерусском этапе составляла менее 30% и была незначительной. Ландшафт в верховье балки “Журишки” не теряет свою исходной структуру, остается лесным. Появляются новые урочища, представленные обширными полянами на месте вырубок, занятыми сельскохозяйственными угодьями. Можно предположить, что расширение количества местообитаний могло способствовать увеличению биологического разнообразия этой территории. Последовавший продолжительный, более чем 250-летний, этап полного запустения полностью вернул территории лесной облик.

Почти такая же ситуация складывается и в позднесредневековый этап. До первой трети XVII в. интенсивность хозяйственного освоения и степень антропогенной трансформации природных комплексов в районе балки “Журишки” и всей Донской левобережной части Куликова поля оставалась слабой, составляя от 25 до 35%. И опять освоение территории прерывается кратковременным периодом запустения, длившимся, предположительно, от 50 до 80 лет.

Эволюционное развитие помещичьего и крестьянского землевладения и изменения в природном и аграрном ландшафтах наблюдаются на протяжении нового периода с середины XVII в. до середины – второй половины XVIII в. На данном

этапе идут более масштабные процессы заселения. Степень антропогенной трансформации постепенно нарастает, достигая 50%. Типичный лесной комплекс верховья балки "Журишки" был превращен в ходе хозяйственной деятельности в ландшафтный участок с лесостепными чертами, характерными для более южных районов Куликова поля на правобережье р. Дон. В этот период леса занимают половину территории и представлены в основном коренными ценозами, а безлесные участки – агроценозами.

Дальнейшее воздействие на ландшафт в районе исследуемого участка, как и в регионе в целом, зависело от нескольких факторов: естественного прироста населения, особенностей агротехники, земельных реформ. Вследствие естественного прироста населения деревни неизбежно возникала проблема продовольственного обеспечения, которую можно было решить лишь расширением пространства, пригодного для производства продуктов питания. Эти пространства местные крестьяне могли получить лишь путем обращения в пашню ранее незадействованных элементов ландшафта (луга, леса), либо перераспределения земли с крупными землевладельцами. Последнее в политических реалиях царской России было невозможно, даже после реформ 1861 г. Экстенсивность сельского хозяйства еще более усугублялась технической отсталостью и низкой производительностью крестьянского хозяйства. Трехполье и плуг и даже соха были незыблемы на протяжении всего рассматриваемого периода. В результате в период чуть более 120 лет с 1776 по 1854 г. степень антропогенной трансформации стала очень сильной, сельскохозяйственные комплексы в районе Журишек стали занимать 83% территории. До конца 1898 г. рост пахотных угодий за счет сведения леса продолжался. Таким образом, во второй половине XIX в. исходный лесостепной ландшафт на водоразделе Дона и Мокрой Таболы, как и на территории всего Куликова поля, почти полностью заменился агроландшафтом.

Попытка расширения пахотных угодий за счет сведения лесов и уничтожения луговых пространств имела хорошо известные существенные последствия для природного ландшафта и экологии: эрозия и проградация серых лесных почв, заиливание рек, расширение овражной сети, сокращение видового разнообразия и популяций животных и растительных сообществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбранный для исследования участок "Журишки" отражает основные тренды заселения и развития землепользования в районе Куликова поля и бассейне Верхнего Дона на протяжении более чем восьми столетий. Изучение палеогеографических, археологических, исторических письменных и картографических источников позволило детально охарактеризовать три этапа заселения и хозяйственного освоения территории (древнерусский, позднесредневековый, новый), определить для каждого этапа освоения степень антропогенной трансформации и конкретные изменения исходной ландшафтной структуры.

Проведенный ретроспективный анализ показывает, что при достаточно длительной истории освоения коренная антропогенная перестройка ландшафтной структуры в районе балки "Журишки" произошла в период с начала XVIII до середины XIX в. В это время степень антропогенной трансформации стала очень сильной – больше 80% территории стали занимать агроландшафты. Сформированная в этот отрезок времени ландшафтная структура с преобладанием агроценозов, вторичными лесами и залежами по неудобьям сохранилась до настоящего времени.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа поддержана грантом РФФИ № 19-44-710001.

FUNDING

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project no. 19-44-710001.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александровский А.Л. Антропогенная эволюция почв Куликова поля // Антропогенная эволюция почв и их компонентов. М.: ИГ АН СССР, 1987. С. 88–104.

Александровский А.Л. Палеопочвенные исследования на Куликовом поле // Куликово поле: материалы исследования. Тр. ГИМ. 1990. № 73. С. 54–71.

Археологическая карта России. Тульская область. Ч. 2 / сост. А.М. Воронцов, М.И. Гоняный, А.В. Григорьев, В.П. Гриценко, О.Н. Заидов, Ю.Г. Екимов, Р.В. Клянин, А.Н. Наумов, Г.К. Патрик, Г.А. Шебанин, А.В. Шеков. М.: Институт археологии РАН, 2000. 271 с.

Бассейн Дона. Водосборы Непрядвы, Мокрой и Сухой Табол и правой стороны Дона до впадения р. Красивой Мечи. Исследования лесоводственного отдела 1898 г. // Тр. экспедиции для исследования источников главнейших рек Европейской России. М.: Тип. "Товарищество И.Н. Кушнерев и К", 1904. Т. XXXIV. 182 с.

Бурова О.В. История землепользования и формирование агроландшафта в лесостепи верхнего дона с XII по XX в. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2005. № 3. С. 22–37.

Бурова О.В., Гласко М.П. Восстановление лесостепных экосистем верхнего Дона (Куликово поле) на основе палеоэкологических реконструкций // Изв. РАН. Сер. геогр. 2007. № 1. С. 107–119.

ГАТО. Ф. 291 "Тульская губернская чертежная". Оп. 18/62. Д. 377.

ГАТО. Ф. 291 “Тульская губернская чертежная”. Оп. 32. Д. 690.

Гоняный М.И. Археологические памятники района Куликова поля (конец XII – третья четверть XIV в.) // Куликово поле и Донское побоище 1380 года. Тр. ГИМ. М.: ГИМ, 2005. Вып. 150. С. 114–124.

Гоняный М.И., Зайцев А.К., Александровский А.Л., Гласко М.П., Янович Я.Д. Проблемы музеефикации Куликова поля // Археологический фактор в планировочной организации территории. М.: Ин-т наследия, 1997. С. 120–145.

Гоняный М.И., Александровский А.Л., Гласко М.П. Северная лесостепь бассейна Верхнего Дона времени Куликовской битвы. М.: ГИМ, 2007. 208 с.

Горская Е.А., Гласко М.П., Александровский А.Л. Изменения почв и рельефа поймы верховьев Дона в районе поселений XVI–XVII вв. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2016. № 6. С. 67–81.

Данилов Л.В. Крестьянский опыт природопользования в историческом центре Средневековой Руси // Традиционный опыт природопользования в России. М.: Наука, 1998. С. 57–76.

Дворянское сословие Тульской губернии. Ополчение 1812 г. Материалы / сост. В.И. Чернопятов. Приложение. М.: Тип. А.П. Пецман, 1912. Т. X (XIX). 162 с.

Итоги оценочно-экономического исследования Тульской губернии. Епифанский уезд. Таблицы. М.: Тип. “Т-во скоропеч. А.А. Левенсон”, 1902. Т. I. Вып. I. 134 с.

Куликово поле. Документы по землевладению XVII в. / ред.-сост. Н.К. Фомин. Тула: “Гриф и К”, 1999. 239 с.

Материалы для оценки земель Тульской губернии. Т. III. Епифанский уезд. Вып. I. Крестьянское хозяйство. Подворная перепись 1911 г. Пообщинные таблицы и текст. Тула: Изд. Тульской губернской земской управы, 1914. 310 с.

Милов Л.В. Природно-климатический фактор и особенности российского исторического процесса // Вопросы истории. 1992. № 4–5. С. 37–55.

Милов Л.В. Особенности исторического процесса в России // Вестн. РАН. 2003. Т. 73. № 9. С. 171–187.

Приложение к трудам редакционных комиссий для составления Положений о крестьянах, выходящих из крепостной зависимости. Сведения о помещичьих имениях. Т. IV. Извлечения из описаний имений по великороссийским губерниям. Тульская губерния. СПб.: Комис. Для сост. Положений о крестьянах, 1860. 385 с.

РГАДА. Ф. 350 “Ландратские книги и ревизские сказки”. Оп. 1. Д. 117.

Список мировых участков и волостей по Тульской губернии к 1-му февраля 1871 года. Б. м., б. г. 126 с.

Сычева С.А., Гласко М.П., Маркова А.К. Многовековой ритм развития ландшафтов в голоцене и время Куликовской битвы в его структуре // Изучение историко-культурного и природного наследия Куликова поля. М.–Тула: Тульский полиграфист, 1999. С. 87–114.

Урланис Б.П. Рост населения в Европе. М.: ОГИЗ-Госполитиздат, 1941. 436 с.

Физико-географическое районирование Центральных Черноземных областей / под ред. Ф.Н. Милькова. Воронеж, 1961. 262 с.

Фоломеев Б.А., Александровский А.Л., Гласко М.П., Гоняный М.И., Гуман М.А. Древние поселения и природная среда приустьевой части Непрядвы // Куликово поле. Матер. исследования. Тр. ГИМ. 1990. Вып. 73. С. 10–53.

Хотинский Н.А., Фоломеев Б.А., Александровский А.Л., Гуман М.А. Куликово поле: природа и история последних 6 тыс. лет // Природа. 1985. № 12. С. 30–38.

Часть губернии Тульской. Масштаб: 3 версты в Английском дюйме // Издание А.И. Менде и Ф.Ф. Шуберта. Гравировал контур чиновник Антонов, леса и прочее топограф Макеев, горы – чиновники Иванов 5-й, Чайский и Иванов 8-й. Ряд XV. Л. 16.

Changing Structure of the Land Use System in the Don River Upper Reaches from the End of the 12th to the Beginning of the 20th Century (the Case of the Zhurishki Beam Complex, Tula Oblast)

O. V. Burova[1, *] and A. N. Naumov[1, **]

[1]State Military-Historical and Natural Museum-Reserve “Kulikovo field,” Tula, Russia

**e-mail: olgacalm@mail.ru*

***e-mail: naumov@kulpole.tula.net*

The article considers the main stages of settling and economic development of the Kulikovo field area starting from the 12th century on the case of a site typical in landscape and geomorphological terms. A retrospective analysis of the material characterized lands' orientation and territorial organization at each stage was carried out. Data are given on the degree of anthropogenic transformation of the original landscape structure at various stages of settling and economic development of the territory. The first, Old Russian period (12th–14th centuries) and the next late medieval period (16th–17th centuries) are characterized by a weak degree of anthropogenic transformation. Agriculture used no more than 30% of the original forest area. Anthropogenic complexes consisted of long-term arable land and the settlements' territory. Forest edges and abandoned arable lands were used for pastures and hayfields. During the new stage (17th–the end of the 19th centuries), the expansion of arable land is carried out at the expense of deforestation, as in the previous stage. The reason is the use of extensive agronomic technologies. In the second half of the 18th century, the degree of anthro-

pogenic transformation has become strong. More than 50% of the forest area has been cut down. Agricultural plots (perennial arable lands, hay, and pasture lands) appeared on the site of the cut down forest. By the end of the 19th century, forests occupy less than 10% of the territory and are represented by secondary or restored forests. The degree of anthropogenic transformation becomes very strong. Agricultural land, together with settlements, covers more than 90% of the territory. These are arable lands, hayfields, and pastures that have existed at certain geomorphological levels for centuries. Thus, by the beginning of the 20th century, there was a radical restructuring of the original natural landscape structure. On the watershed of the Don and Mokraya Tabola rivers, an agricultural landscape of the modern type was formed.

Keywords: Kulikovo field, beam of Zhurishki, Upper Don, natural landscape, agrolandscape, peasants, extensive agriculture, arable land, steppe, forests

REFERENCES

Aleksandrovskii A.L., Anthropogenic evolution of soils in the Kulikovo pole. In *Antropogennaya evolyutsiya pochv i ikh komponentov* [Anthropogenic Evolution of Soils and Their Components.]. Moscow: Institut Geografii Akademii Nauk SSSR, 1987, pp. 88–104. (In Russ.).

Aleksandrovskii A.L. Paleosoil studies on the Kulikovo pole. In *Trudy Gos. Istor. Muz. Sb. 73: Kulikovo pole: materialy issledovaniya* [Works of State Historical Museum Vol. 73: Kulikovo Field: Research Materials]. 1990, pp. 54–71. (In Russ.).

Arkheologicheskaya karta Rossii Tul'skaya oblast'. Chast' 2 [Archaeological Map of Russia. Tula Oblast. Part 2]. Moscow: Institut Arkheologii Rossiyskoy Akademii Nauk, 2000. 271 p.

Don River basin. Catchment areas of Nepryadva, Mokraya Tabola and Sukhaya Tabola and the right side of the Don River before the Krasivaya Mecha River mouth. Research of the Forestry department of 1898. In *Trudy Ekspeditsii Dlya Issledovaniya Istochnikov Glavneishikh Rek Evropeiskoi Rossii. Tom XXXIV.* [Works of Expeditions to Study the Sources of the Main Rivers of European Russia. Tom XXXIV]. Moscow: Tip. Tovarishchestvo I.N. Kushnerev i K Publ., 1904. 182 p. (In Russ.).

Burova O.V. The history of land use and the formation of an agrolandscape in the forest-steppe of the Upper Don from the 12th to the 20th centuries. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2005, no. 3, pp. 22–37. (In Russ.).

Burova O.V., Glasko M.P. Restoration of forest-steppe ecosystems of the Upper Don (Kulikovo Field) based on paleoecological reconstructions. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2007, no. 1, pp. 107–119. (In Russ.).

Tula provincial drawing map. *Gosudarstvennyi Arkhiv Tul'skoi Oblasti* [State Archive of the Tula Oblast]. coll. 291, aids 18/62, fol. 377.

Tula provincial drawing map. In *Gosudarstvennyi Arkhiv Tul'skoi Oblasti*. State Archive of the Tula Region. coll. 291, aids 32, fol. 690.

Gonyanyi M.I. Archaeological sites of Kulikovo Field district (end of the 12th–third quarter of the 14th century). In *Trudy Gos. Istor. Muz.: Kulikovo pole i Donskoe poboishche 1380 goda. Sb. 150.* [Works of State Historical Museum Vol. 150: Kulikovo Field and the Don Battle of 1380]. Moscow. 2005, pp. 114–124. (In Russ.).

Gonyanyi M.I., Alexandrovskii A.L., Glasko M.P. *Severnaya lesostep' basseina Verkhnego Dona vremeni Kulikovskoi bitvy* [North Forest Steppe of the Upper Don Basin of the Battle of Kulikovo Epoch]. Moscow: Gos. Istor. Muz., 2007. 208 p.

Gonyanyi M.I., Zaitsev A.K., Aleksandrovskii A.L., Glasko M.P., Yanovich Ya.D. Problems of museumification of the Kulikovo Field. In *Arkheologicheskii faktor v planirovochnoi organizatsii territorii* [Archaeological Factor in the Planning Organization of the Territory]. Moscow: Institut Naslediya, 1997, pp. 120–145. (In Russ.).

Gorskaya E.A., Glasko M.P., Aleksandrovskii A.L. Soil and relief changes in the floodplain of the upper reaches of the Don in the area of settlements of the 16th–17th centuries. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2016, no. 6, pp. 67–81. (In Russ.).

Danilov L.V. Peasant experience of environmental management in the historical center of Medieval Russia. In *Traditsionnyi opyt prirodopol'zovaniya v Rossii* [Traditional Experience of Natural Recourse Use in Russia]. Moscow: Prosveshchenie Publ., 1998, pp. 57–76. (In Russ.).

Noble estate of Tula province. Militia 1812. In *Materialy Tom X (XIX). Prilozheniya* [Materials. Tom X (XIX). Applications]. Moscow: Izdatel'skiy Dom A.P. Petzman Publ., 1912. 162 p. (In Russ.).

Epiphane County. In *Itogi otsenochno-ekonomicheskogo issledovaniya Tul'skoi gubernii. Tom. I. Vypusk 1, Tablitsy* [The Results of the Assessment and Economic Research of the Tula Province. Tables. Tom. I. Issue I]. Moscow: Izdatel'skiy Dom "T-vo skoropech A.A. Levenson", Publ., 1902. 134 p. (In Russ.).

Kulikovo pole. Dokumenty po zemlevladeniyu XVII vek [Kulikovo Field. Land Tenure Documents of the 17th century]. Fomin N.K., Ed. Tula: "Griff and K". Publ., 1999. 239 p.

Materials for the assessment of the lands of Tula province. Vol. III. Epiphane County. Issue I. In *Krest'yanskoe khozyaistvo. Podvornaya perepis' 1911 g. Poobshchinnye tablitsy i tekst* [Peasant Farming. The 1911 Census. Community Tables and Text]. Tula: Tul'skaya Gubernskaya Zemskaya Uprava Publ., 1914. 310 p. (In Russ.).

Milov L.V. Natural and climatic factor and features of the Russian historical process. *Voprosy Istorii,* 1992, nos. 4–5, pp. 37–55. (In Russ.).

Milov L.V. Features of the Historical Process in Russia. *Vestn. Akad. Nauk,* 2003, vol. 73, no. 9, pp. 171–187. (In Russ.).

Applications to the works of editorial commissions for the preparation of regulations on peasants emerging from serfdom. Information about landowners' estates. In *Re-*

daktsionnye Komissii Dlya Sostavleniya Polozhenii o Krest'yanakh Vykhodyashchikh iz Krepostnoi Zavisimosti. Tom IV [Drafting Commissions for Drawing up Regulations on Peasants Emerging from Serfdom. Tom IV]. St. Peterburg: Tipografiya V. Bezobrazova i Komp. Publ., 1860. 385 p. (In Russ.).

Landrat books and revision tales. In *Rossiiskii Gosudarstvennyi Arkhiv Drevnikh Aktov* [Russian State Archive of Ancient Acts. coll. 350, aids 1, fol. 117. (In Russ.).

Spisok mirovykh uchastkov i volostei po Tul'skoi gubernii k 1-mu fevralya 1871 goda [The List of Administrative Precincts and Parishes in Tula Province by February 1, 1871]. Tula, 1871. 126 p.

Sycheva S.A., Glasko M.P., Markova A.K. Centuries-old rhythm of landscape development in the Holocene and the time of the Battle of Kulikovo in its structure. In *Izuchenie Istoricheskogo i Kul'turnogo i Prirodnogo Naslediya Kulikova polya* [Exploring the Historical, Cultural and Natural Heritage of Kulikov Field]. Moscow, Tula: Tul'skiy Poligrafist Publ., 1999. pp. 87–114. (In Russ.).

Urlanis B.P. *Rost naseleniya v Evrope* [Population Growth in Europe]. Moscow: OGIZ-Gospolitizdat Publ., 1941. 436 p.

Fiziko-geograficheskoe raionirovanie Tsentral'nykh Chernozemnykh oblastei [Physical-Geographical Zoning of the Central Chernozem Regions]. Mil'kov F.N., Ed. Voronezh, 1961. 262 p.

Folomeev B.A., Aleksandrovskii A.L., Glasko M.P., Gonyanyi M.I., Guman M.A. Ancient settlements and natural environment near the mouth of the Nepryadva. In *Trudy Gos. Istor. Muz. Sb. 73: Kulikovo pole: materialy issledovaniya* [Works of the State Historical Museum Vol. 73: Kulikovo Field: Research Materials], 1990, pp. 10–53. (In Russ.).

Khotinskii N.A., Folomeev B.A., Aleksandrovskii A.L., Guman M.A. Kulikovo Field: nature and history of the last 6 thousand years. *Priroda,* 1985, no. 12, pp. 30–38. (In Russ.).

Chast' gubernii Tul'skoi. Masshtab: 3 versty v Angliiskom dyuyme [Part of the Tula Province (Scale: 3 miles in the English Inch)]. A.I. Mende and F.F. Schubert Publ. Engraved by officer Antonov, forests etc. – topographer Makeyev, mountains – officers Ivanov 5-y, Chayskiy i Ivanov 8-y. Row XV, Sheet 16. (In Russ.).

EDN: IREWPG
ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 651–660

ВЗГЛЯД ГЕОГРАФА

УДК 338.2;911.3

ТУРИСТСКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ ПАНДЕМИИ

© 2022 г. Ю. Н. Голубчиков*

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия
**e-mail: golubchikov@list.ru*

Поступила в редакцию 02.10.2021 г.
После доработки 01.02.2022 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

Результаты борьбы с коронавирусом рассматриваются как индикаторы жизнеспособности государств. В статье, по данным о числе заболевших и умерших на 1 млн человек по странам мира, прослежены межнациональные различия в успехах борьбы с коронавирусом. Показано, что пандемия обостряет межстрановые и межцивилизационные различия и усугубляет значение географического фактора в жизни общества. Исследуется влияние пандемии на туризм. Обеспечив примат национальных и социальных интересов над глобальными и экономическими, борьба с пандемией выдвинула приоритет нематериальных благ. Рассмотрено значение ускоренного развития цифровой экономики в активизации сельского туризма и дачной деурбанизации как рекреационной реакции населения на пандемию. Подчеркивается их значение в создании предпосылок для восстановления заброшенных сел и деревень. Коронавирусная пандемия усиливает значение уединенных ландшафтотерапевтических прогулок, краеведения, сельского туризма. Обосновывается профилактическое значение ландшафтотерапии. Целительной ее силой можно пользоваться чуть ли не все время и почти повсеместно, и на месте стационарного пребывания, и в среде путешествия. Следование природе и есть здоровье, а законы природы – это законы красоты. Целебны все места, воспринимаемые как красивые; красота ландшафта – важнейший природный и оздоровительный ресурс. Доверяя своим ощущениям, опыту и интуиции, каждый может установить для себя целительную силу тех или иных ландшафтов. Ландшафтотерапия интегрирует географию, медицину и науку о человеке. Пандемия способствует переориентации географии и экологии с решения задач преобразования природы и ее охраны к преображению человека и его спасению.

Ключевые слова: пандемия COVID-19, дачная субурбанизация, сельский туризм, рекреация, ландшафтотерапия, красота, страноведение, краеведение, возрождение села

DOI: 10.31857/S2587556622040057

СТРАНОВЕДЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАНДЕМИИ

Пандемия предоставила уникальную возможность по-новому взглянуть на страны мира. Межнациональные различия, связанные с короновирусом, уже обрели свою форму[1]. При этом с момента вспышки коронавируса в Китае сценарии развития событий были схожими во всех странах. Одинаково ко всем людям независимо от их национальности и вероисповедования относился и коронавирус. Соответственно, демографические последствия пандемии, масштабы их проявления в контексте принятых национальных стратегий борьбы с ковидом можно рассматривать как важнейшие индикаторы жизнеспособности государств.

Отметим, что не выдержали тест на коронавирус считавшиеся лучшими управленческие системы США и большинства европейских стран. В Европе по числу смертей от коронавируса лидируют Венгрия (3.2 на 1 млн), Босния и Герцеговина (3.0), Чехия (2.8), Северная Македония (2.7), Болгария (2.7), Черногория (2.6), Сан-Марино (2.6), Словакия (2.3), Бельгия (2.2), Словения (2.1), Италия (2.1), Хорватия (2.0), Польша (1.9), Великобритания (1.9), Румыния (1.8). Самой неблагоприятной ситуацией с коронавирусом отличаются страны Латинской Америки. В Перу число смертей на 1 млн жителей достигло рекордной величины в 5.9, в Бразилии – 2.7.

Швеция довольно долго проводила мягкую стратегию без введения мер изоляции и карантина. Ныне по числу зараженных на 1 млн человек (110) и по числу смертей (1.2) она заметно не отличается от других европейских стран: Нидерландов (число зараженных 111 на 1 млн, умерших 1 на 1 млн), Испании (101 и 1.8 соответственно),

[1] Worldometer. COVID-19 Coronavirus pandemic, updated: August 20, 2021. https://www.worldometers.info/coronavirus (дата обращения 20.08.2021).

Франции (100 и 1.7), Чехии (156 и 2.8). Беларусь вообще не вводила противокоронавирусных ограничений. Число заболевших там (49 на 1 млн жителей) не намного выше, чем в России (46 на 1 млн).

Прослеживаются достижения в борьбе с пандемией в исламских странах, где гигиена традиционно поставлена на должном уровне. Наиболее низкую смертность от коронавируса из бывших советских республик продемонстрировали Таджикистан (13 умерших на 1 млн чел.), Узбекистан (30 на 1 млн), Киргизстан (372 на 1 млн) и Беларусь (386 на 1 млн). Пожалуй, наилучшими системами здравоохранения следует признать таковые в Киргизии и Беларуси, поскольку число заболевших в Таджикистане (1.6 на 1 млн жителей) и Узбекистане (4.3 на 1 млн) было невелико.

Россия по абсолютному количеству зараженных находится на 4-м месте (6.7 млн чел.), уступая лишь США (38.2 млн), Индии (32.4 млн) и Бразилии (20.5 млн). Однако по числу зараженных на 1 млн жителей (46), страна оказалась на 90-м месте среди 222 стран, по которым ведется мониторинг. По числу умерших от коронавируса на 1 млн чел. Россия находится на 48-м месте. Хуже на постсоветском пространстве обстоят дела со смертностью от коронавируса в Украине (1.3 на 1 млн), Латвии (1.4 на 1 млн), в Молдове (1.6 на 1 млн) и Армении (1.6 на 1 млн).

В считающейся неблагополучной по коронавирусу Индии число зараженных на 1 млн (23) и умерших на 1 млн жителей (311) свидетельствует о высоком уровне медицины. Это же характерно и для восточноазиатских буддистских стран: Лаоса (число умерших 1 на 1 млн жителей), Бутана (4 на 1 млн), Сингапура (4 на 1 млн), Гонконга (28 на 1 млн), Южной Кореи (4 на 1 млн), Тайваня (35 на 1 млн). Люди там очень исполнительны и законопослушны, доверяют правительству и делают замечание тем, кто не выполняет его предписаний, привержены к чистоте и, в целом, более ответственно относятся к своему здоровью.

Впечатляющих успехов в борьбе с пандемией достиг Китай. Смертность от ковида в этой стране составила 3 чел. на 1 млн жителей. Китайцы отличаются высокой дисциплинированностью: им было сказано, как себя вести, и за редким исключением, никто не смел ослушаться. Крайне низкой была смертность в Китае и от эпидемии испанки 1918 г., когда в Китае выздоровело 97% заболевших. Большую роль тут сыграла, по мнению J. Breitnauer (2019), давняя традиция высокого доверия населения к своей медицине, которая давала людям совершенно определенные и четкие рекомендации.

В целом, вопреки мнению аналитиков, предрекавших будущее человечества за наднациональными структурами, евроинтеграцией и Евросоюзом, в центр развития в связи с пандемией неожиданно выдвинулись географическое разнообразие и национальная специфика. Президент Русского географического общества С.Б. Лавров еще задолго до пандемии (в 1995 г.) предвидел глобальный всплеск географической и этнической самоидентификации не только в постсоциалистических странах. Отмечавшиеся им процессы еще более актуализировались в условиях пандемии COVID-19.

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕКРЕАЦИИ И ТУРИЗМА ПОД ВЛИЯНИЕМ ПАНДЕМИИ

Еще недавно прогнозировался переход общества к глобальному туризму с путешествиями как универсальной и доминирующей чертой людей. Казалось, наступают времена беспрецедентной мобильности. Все политические, экономические и языковые барьеры представлялись преодолимыми благодаря технологиям и знаниям. Ожидалось, что универсальность путешествий станет стилем жизни нового человека (Zotic et al., 2014).

Еще не утихли опасения по поводу “овертуризма”, как туристов вообще не стало. Туризм оказался главным фактором глобального распространения инфекции и от нее же в наибольшей степени и пострадал. Ни одна из отраслей экономики не упала так быстро, как туристская. Получили распространение суждения о конце туризма. На деле происходит скорее его перезагрузка. Завтра туризм может возродиться, тому есть несколько предпосылок.

Во-первых, пандемия интенсифицировала все тренды постмодерна. Среди них И.В. Зорин и С.Г. Лаковский (2018) выделяют снижение роли труда в жизни населения. Может быть, впервые в истории труд перестал быть жизненно необходимым в массовых масштабах. Невиданно возросло главное богатство человека – свободное время.

Во-вторых, здоровье в связи с пандемией стало важнейшим приоритетом людей.

В-третьих, благодаря карантину и самоизоляции люди научились работать вне замкнутых микроколлективов. В то же время развитие технологий дистанционного обучения отвязало образование от конкретного места. Потенциально люди стали гораздо подвижнее.

Сделав очевидным примат национальных и социальных интересов над глобальными и экономическими, вызов пандемии выдвинул приоритет нематериальных благ (безопасность, здоровье, чистота, тишина, зелень, красота, совмещение места жительства и места работы). Начался пересмотр техник прогресса и его целей.

В истории человечества именно блокады и ограничения, а не технократическая вседозволенность, в конечном итоге и порождают прогресс. “Ограничение рождает изобретение. Континентальная блокада заставила наполеоновскую

Францию открыть сахарную свеклу; ограничения между двумя мировыми войнами привели Германию к открытию множества синтетических продуктов" (Сен-Марк, 1977, с. 237). Не стала исключением и пандемия COVID-19. С появлением коронавируса и внедрением ограничительных мер коммуникационного и социального взаимодействия открылись локальные возможности и решения. Существенно возросла скорость цифровизации экономики. Во многих семьях покупки продуктов, одежды и развлечений через Интернет навсегда заменят посещение магазинов.

Интернет и сотовый телефон предоставили людям столь высокую степень личной свободы, мобильности и автономности, что отныне человек может работать, пребывая в путешествии, и путешествовать, не отрываясь от работы. Если еще недавно основу туристского рынка составляли оплачиваемые отпуска рабочих и служащих, то теперь для многих людей "все" может стать туризмом. В то же время благодаря онлайн-платформам появились новые доступные для проживания места. Туризм перестал быть атрибутом свободного времени и вступил в повседневную жизнь.

С пандемией коронавируса начался спад туризма в городах. Пандемия показала, что проживание в многоэтажном доме в районах с высокоплотной застройкой стало не просто неудобным, но и рискованным. Появились предложения расселения жителей мегаполисов по средним и малым городам с полицентрическим развитием урбанизированных территорий (Кочуров, Ивашкина, 2020).

А.И. Зырянов в связи с пандемией добавляет к плотности населения новый географический показатель скученности населения (Зырянов и др., 2020). Плотность проживания населения может быть не очень большой, но люди при этом могут проживать в очень скученном состоянии, например, в коммуналках, хрущевских многоэтажках, в армейских казармах или временно пребывать в нем где-нибудь в загородном переполненном автобусе.

Высокая плотность и скученность населения – главные факторы любых заражений. Одним из наиболее опасных видов загрязнений – отмечал А.Л. Чижевский (1964, 1989) – является воздух, выдыхаемый людьми. Люди вокруг нас бывают больными и не обязательно инфекционно. Их выдохи содержат опасные для окружающих мельчайшие частицы их организмов. Можно ожидать, что северные мегаполисы более подвержены им, поскольку здесь человек больше времени проводит в замкнутых пространствах офисов, метро, транспорта, жилища.

Создается странная ситуация. Пребывая год в переполненном офисе, человек северного мегаполиса устремляется отдыхать на не менее переполненное курортное побережье или же в столь многолюдные туристические центры. Между тем доказано, что вирусы обладают способностью выживать в течение длительного времени на песчаных пляжах, где выше увлажнение и снижается дезинфицирующее воздействие ультрафиолета. Особенно активизируются вирусы во время ливневых стоков, смывающих на пляжи всякий мусор (Zielinski and Botero, 2020).

К счастью, обширные пространства обеспечивают нашим жителям высокие стандарты если не уровня, то качества жизни. Ни один гражданин ни в одной другой стране не наделен такими просторами, как житель России. В начале XIX в. на нашей планете проживало меньше 1 млрд людей. На каждого из них приходилось 7.9 га земельных угодий. В 2005 г. их площадь "сжалась" до 2 га (Клюев и др., 2010, с. 21). А на каждого человека в России приходится сегодня по 8 га земли, как в начале XIX в. на всех жителей Земли.

Ни у кого в мире нет столь обширных подворий и приволий, нигде не найти таких поместий. Это наше национальное достояние. "Мало кто знает, что в России уже построены тысячи домов европейского качества, 300 квадратных метров по цене не выше 65 тыс. долларов за дом. Но они строятся без помощи власти, наоборот, через сопротивление... вышеозначенные достижения постоянно замалчиваются и тормозятся людьми индустриальной и потребительской эпохи" (Матвейчев, 2012, с. 126).

По подсчетам А.И. Трейвиша (2014) у россиян загородных владений только в садово-дачных товариществах насчитывается 17–20 млн домов, то есть 120–140 строений на 1000 жителей. А еще многие горожане имеют просто домик в деревне, вне садово-дачных товариществ. Есть также немало жителей сельской местности, владеющих далеко за пределами своего подворья отдельной дачей. Ни в какие категории дачников они при этом не попадают и зачастую работают в городе, как например, автор данного текста. С ними со всеми наберется не менее 150–200 строений на 1000 жителей.

В других европейских языках нет слов, с помощью которых можно точно передать смысл понятия "дача". Оно заимствуется из русского языка; в английском языке используется понятие *second home* – второй дом. Распространенность вторых загородных домов в странах Европы оценивается в 70–90 строений на 1000 человек (Nikolaeva and Rusanov, 2020). В США на каждые 1000 жителей вне основного места проживания приходится только 13 загородных строений (Трейвиш, 2014). Характерно, что на землях вторых домов в Европе и Америке запрещено выращивание сельскохо-

зяйственной продукции, можно только цветы и сады разводить.

Только на постсоветском пространстве отдых городских людей традиционно связан с выращиванием сельскохозяйственной продукции в своих загородных владениях. И происходит такое не от бедности, а в форме отдыха и престижного потребления (Трейвиш, 2014). На этом поприще формируется “народная наука”, идет становление “народного искусства”, оформился “народный спорт”. Стремление к изоляции во избежание короновирусной инфекции еще более усиливает внимание населения к производству собственных продуктов питания.

Благодаря дачам, Россия, по всей видимости, лидирует в глобальном процессе субурбанизации. Горожане уже возобладали в сельском ландшафте Подмосковья. В Московской области число садово-дачных поселков (11.7 тыс.) почти в 2 раза превысило число сельских населенных пунктов (Браде и др., 2013; Махрова, 2014). По состоянию на начало XXI в., примерно половина земель принадлежала одному млн московских семей (или около 2.5 млн человек) (Ioffe and Nefedova, 2001). Еще не менее половины среди подмосковных землевладельцев составляли жители городов Подмосковья и других регионов страны.

Благодаря высокой концентрации дачники пользуются явно выраженным превосходством над разобщенными местными жителями. Вместе с тем дачники существенно поддерживают местное население. Они нуждаются в рабочей силе для ремонта и обустройства домов, ухода за участками, покупают у населения грибы, ягоды, рыбу, молоко. Все это стимулирует новые виды занятости в деревнях и стабилизирует численность населения в сельской местности (Нефедова, Медведев, 2020). Без дач Московская область была бы такой же лесной пустыней, как соседние с ней области. Дачно-рекреационный комплекс в программах развития села уже давно выступает драйвером “комплексного развития сельских территорий”.

В последние 20 лет зарубежные ученые и политики стали уделять все больше внимания идее многофункциональности сельского хозяйства. Дачное природопользование на постсоветском пространстве служит уже готовой моделью такой многофункциональности. Дачи тут используются от оздоровления до выращивания сельскохозяйственной продукции (Трейвиш, 2014). С распространением короновирусной инфекции к прежним функциям добавилась санитарно-эпидемиологическая. Дачные дома все больше становятся круглогодично жилыми.

Дачное природопользование стало рекреационной реакцией населения на пандемию. Это новый драйвер сельского развития. Его интенсификация и пространственное расширение создает предпосылки для восстановления брошенных сел и деревень. Одновременно можно ожидать возрождения выведенных из постоянного использования рыбных и охотничьих угодий. Немаловажное значение имеет расширение поголовья рабочих лошадей, поначалу для рекреационных целей, а в перспективе как замена части сектора двигателей внутреннего сгорания

Геополитическое значение последствий пандемии как раз и заключено в возможности восстановления заброшенных сел и деревень. Современное сельское население его регионов составляет 1/3 от количества 1959 г. В отдельных регионах (Кировская, Псковская области) население за указанный период сократилось в 4–5 раз (Аверкиева, 2013). В 3–5 раз сократилось сельское население Нечерноземья. С географической карты исчезли 26.8 тыс. населенных пунктов (Смирнова, Ткаченко, 2019). Очевидно, что каждый год к этому числу добавляется еще одна–другая тысяча селений. Депопуляция сельских территорий в России приобрела угрожающие размеры и привела к формированию в сердце России, по словам А.Н. Гуни и А.Б. Ефимова, «новой “Сибири”, где заброшены села, опустели поля, зарастающие лесом, одиноко стоят выжившие в советское время остовы церквей» (2018, с. 20). Как замечает Б.Б. Родоман (2017), упадочные, депрессивные местности, парадоксально расположены не столько на географических окраинах России, сколько повсеместно внутри нее, в так называемой российской глубинке. Повсеместность этой “глубинки” вселяет надежды на новое возрождение сельской местности в условиях постпандемии и ожидаемого развития сельского туризма.

Статистически российские туристы предпочитают отдых на зарубежных курортах, а доля сельского туризма в России оценивается лишь в 2% (Охотина, 2018). Но если в сельский туризм включить посещение дач, то окажется, что этот вид туризма самый массовый. Большинство россиян именно на дачах предпочитает проводить свои отпуска и выходные. Тогда этот вид туризма окажется самым массовым. Он охватывает все слои населения, хотя и носит неорганизованный, стихийный характер. На этом поприще отдых сливается с продовольственным самоснабжением. С вирусофобией уединенный сельский туризм в еще большей степени перевешивает международный. Его низкая плотность снижает опасность заражения во время поездки.

Преобладающая часть населения России всегда вовлечена в сельский туризм, хотя бы для самозаготовок недревесной продукции леса. Если экотуризм позволяет уносить с собой из природы только фотографии, то сельский туризм может также сопровождаться заготовками грибов, ягод,

орехов, лечебных растений, а где-то охотой и рыбалкой.

Похожая ситуация и за рубежом. В Великобритании число путешествующих в выходные дни, каникулы и отпуска (*holiday tourism sector*) в три раза превосходит число выезжающих за пределы страны (Willams, 2009). Но там путешествующие предпочитают останавливаться в повсеместно распространенных гостиницах и сдающихся для туристов домах.

В России государство не проявляет особого интереса к поддержке сельского туризма. Он развивается стихийно. Между тем, сохранение села и загородного пейзажа все в большей степени рассматривается как дело сохранения нации и, соответственно, национальной безопасности и национальной целостности. Возродить периферию сегодня во многих случаях могут рекреация и туризм. Правильно организованный сельский туризм помогает сохранить сельское наследие, когда фермер, занимаясь туризмом, не отрывается от ведения сельского хозяйства. Многие из ферм Европы не были бы жизнеспособны без туристической составляющей. С другой стороны, они не были бы жизнеспособными в качестве туристических объектов без продолжения занятия сельским хозяйством (Баденков, 2017).

ИСЦЕЛЕНИЕ ЛАНДШАФТОМ

В отечественной литературе термин “ландшафтотерапия” первым, по-видимому, употребил Д.Л. Арманд (1966, с. 7), хотя основоположником направления следует считать А.И. Воейкова (1957). В англоязычной литературе в 1990-е годы появился термин “терапевтический ландшафт” (Gesler and Wilber, 1992). Он определяется как метафора процессов исцеления, происходящих в определенных местах (или ситуациях, условиях, обстановках, средах) (Milligan and Wiles, 2010, p. 743).

Исцеление не синоним лечения. Целью ландшафтотерапии, как туризма в целом, можно считать повышение качества жизни, даже если идет оно наперекор болезням и недугам. Ландшафтотерапия не обязательно связана с перемещением за пределы постоянного места проживания, как в случае с туризмом. Возможно, каждому нужна своя ландшафтотерапия. “Собственные наблюдения человека за тем, что ему хорошо, а что вредно, есть самая лучшая медицина для сохранения здоровья”, – писал Фрэнсис Бэкон (1978, с. 422). Когда человек излечивает самого себя, то это творчество по своему совершенству и единству Аристотель уподоблял созданию гениальных произведений искусства и творчеству природы (Лосев, 1975).

Следование природе и есть здоровье, а законы природы – это законы красоты. Остается предположить, что целебны все места, воспринимаемые как прекрасные. Природа “проявляет себя в своих прекрасных продуктах как искусство не только случайно, но как бы преднамеренно” для нас, “поскольку мы нигде вне нас эту цель не обнаруживаем”, замечал И. Кант (1994, с. 174).

Ландшафтотерапия привносит в географию не только цвета, но и звуки, и запахи ландшафта (Grindle and Patil, 2009; Milligan and Wiles, 2010). В.П. Семенов-Тян-Шанский (1928) сожалел, что из географии выпали цвета, звуки и запахи ландшафта. «Так, изучению биопродуктивности ландшафтов (скорость и объемы прироста биомассы) посвящены сотни томов, а “географии запахов” – несколько сугубо маргинальных замечаний, и то лишь в художественной литературе и очерках путешествий» – пишет В.Л. Каганский (2009).

Сферы всех муз звучат в ландшафте. Все наши чувства участвуют в их восприятии. Тем самым, ландшафтотерапия возвращает в ландшафтоведение человека с его опытом и эмоциональной наполненностью.

Каждый ландшафт снабжает нас величайшим разнообразием паттернов (знаков, узоров, стилей) природы. Их созерцание успокаивает, наводит на размышления, ведет к медитации, исцеляет[2]. Скорее всего, как и пища, ландшафтотерапия должна быть как можно более разнообразной. Прогулки с прекрасными видами и ландшафтотерапия способствуют развитию сельских районов, обеспечивая круглогодичный туризм. Значит, они становятся важны с экономической точки зрения. По сравнению с другими видами туризма ландшафтотерапевтические прогулки оказывают наименьшее негативное экологическое воздействие.

В условиях пандемии самое время осознать исцеляющее значение красивых ландшафтов. “Прекрасный ландшафт есть дело государственной важности. Он должен охраняться законом” утверждал К.Г. Паустовский (1970, с. 295). Ему вторил Д.С. Лихачёв: “Выдающиеся пейзажи должны быть учтены и сохраняемы как памятники культуры” (1991, с. 429).

Доверяя своим ощущениям, опыту и интуиции, каждый может установить для себя целительную силу тех или иных ландшафтов. Критерием выбора “своего” ландшафта на первых порах вполне может быть то, что нравится, то место, где возникает ощущение отдохновения. При этом в зависимости от состояния организма и сезонно-метеорологических условий, пристрастия к определенным местам могут меняться. Для одних рас-

[2] Holmgren D. Permaculture. Principles and Pathways Beyond Sustainability / D. Holmgren (Ed.). Hampshire: Permanent Publications, 2002. http://library.uniteddiversity.coop/Permaculture/ Permaculture-Principles and Pathways Beyond Sustainability.pdf.

светы захватывающее зрелище, другие их не замечают.

Наиболее взыскательные и искушенные путешественники в целях своего оздоровления сами пытаются понять, что предлагает им то или иное место, чем отличается оно от других, как там практикуются местные методы исцеления, сохраняются ли древние и духовные традиции, какие существуют целительные растения и леса, лечебные грязи, минералы и воды, народная архитектура, местная пища и кулинарные традиции (Заварика, Федоренко, 2020).

Как следствие пандемии все больше оздоровительных курортов в России делают акцент на коронавирусе и вводят в свои услуги программы, направленные на профилактику заболеваний дыхательных путей. Но чтобы активизировать деятельность кислорода в нашем организме, надо учиться не столько правильно дышать, чему посвящены сотни руководств, сколько, где надо дышать. Как утверждал А.Л. Чижевский, отрицательно ионизированный кислород – самое замечательное и бесплатное лекарство.

Очень насыщен отрицательными ионами кислорода воздух после грозы, когда он напоен тысячами ароматов цветов, листьев, травы. Все растения и, особенно хвойные, служат важным источником отрицательных ионов кислорода (Чижевский, 1964, 1989). Отрицательные ионы кислорода активно образуются при механическом дроблении воды в результате аэрозолизации капель воды на препятствии или при аэродинамическом разрушении во время свободного падения. Поэтому очень ионизирован воздух во время морского прибоя или сильного дождя, у быстрых горных речек и высоких водопадов. Взаимодействуя с фитонцидами, выделяемыми деревьями, отрицательные ионы воздуха эффективно укрепляют врожденную иммунную систему (Grafetstätter et al., 2017).

Живший в XVI в. швейцарский врач Филипп фон Гогенгейм Парацельс утверждал, что растения очищают атмосферу, принимая в себя все выдыхаемое животными и людьми. Таким же образом перенимают они болезни от людей и животных. Все вредное растения вбирают в себя, преобразуя в целительный кислород. Мысли Парацельса стали находить подтверждение с открытием фитонцидов и терпенов.

Возникает вопрос: насколько географ имеет право в определенной степени быть врачом и рекомендовать людям те или иные ландшафты для подъема жизненных сил? А почему бы и нет? О лечебных свойствах многих растений современные медики почти ничего не знают, но с ними знакома старинная народная медицина. Логично предположить, что подобного рода содружество возможно и между медициной и географией. Связует их, прежде всего, ландшафтотерапия. Она играет важную роль в интеграции широкого круга географических, сервисных и образовательных отраслей.

Ландшафтотерапия должна быть ориентирована на естественные внемедикаментозные методы лечения, главным из которых является исцеление оздоровительными воздействиями ландшафтов и их паттернов. Но то, что хорошо для здоровья человека, то хорошо и для природы. Поэтому эта деятельность послужит сохранению природы в не меньшей степени, чем многозатратные экологические акции в ее защиту.

Будучи тесно связанной с естественнонаучными компонентами науки о человеке, ландшафтотерапия связывает между собой медицину, психотерапию и ландшафтоведение. Если туристическую географию рассматривать как широкое поле междициплинарных исследований и практик, то ландшафтотерапия образует как бы ядро этой междициплинарности. Однако в области взаимного пересечения многие дисциплины, как правило, оказываются на периферии каждой из них. Отсюда неудивительно, что на тему ландшафтотерапии неизвестно ни книг, ни учебных пособий ни в нашей стране, ни за рубежом. Опубликованы небольшие статьи, но не прослеживается монографического обзора проблемы. Есть много публикаций о лечебных свойствах лесов и растений, морей, климата, рек, но не об их естественных сочетаниях. При обилии книг о лечебных свойствах отдельных растений нет книг о лечении фитоценозом. Разработка методики применения этого исконно присущего организму средства исцеления еще впереди. Если бы на развитие ландшафтотерапии была выделена хотя бы незначительная часть тех средств, которые направлены на разработку химико-медикаментозных методов лечения, то, наверное, она бы стала эффективным средством оздоровления.

ВЫВОДЫ

В XXI в. человечество вступило в эпоху возрастания всевозможных неопределенностей, связанных со случайностью и многовариантностью будущего. В связи с коронавирусной инфекцией еще более насущной стала разработка стратегий выживания как нового императива географической науки. Пандемия обостряет межстрановые и межцивилизационные различия и усугубляет значение географического фактора в жизни общества.

С внедрением ограничительных мер коммуникационного и социального взаимодействия открылись новые локальные возможности и решения. Реакция общества на пандемию демонстрирует значение здоровья и способствует массовой дачной деурбанизации. С беспрецендентными

возможностями работы “на удаленке” люди получили больше свободного времени, темп его стал более естественным. Значит, завтра в еще большей степени может возрасти роль туризма уже в виде дачной рекреации, уединенных ландшафтотрапевтических прогулок, краеведения. Большие перспективы открылись перед сельским туризмом, носящим массовый, стихийный характер и не отображаемый достоверно статистикой.

Если в сельский туризм включить посещение дач, то этот вид туризма окажется самым массовым. Дачная дезурбанизация и сельский туризм стали рекреационной реакцией населения на пандемию. Они соединили две самые контрастные сферы: сельское хозяйство как старейшую и наиболее базисную основу глобальной экономики с туризмом и рекреацией – одними из новейших и быстро растущих экономических секторов.

Геополитические последствия пандемии заключаются, в том числе, в возможности восстановления заброшенных сел и деревень. С пандемией вновь появилась возможность увязать будущее России с сельской цивилизацией.

Важнейшим средством понимания связи между здоровьем и местом становится ландшафтотерапия. Целительной ее силой можно пользоваться чуть ли не все время и почти повсеместно, и на месте стационарного пребывания, и в среде путешествия. Исцеление не синоним лечения. Целью ландшафтотерапии, как и туризма в целом, можно считать повышение качества жизни, даже если идет оно наперекор болезням и недугам.

В условиях пандемии самое время осознать исцеляющее значение красивых ландшафтов. Важным в профилактике становится не столько правильно дышать, сколько, где надо дышать. Возможно, каждому нужна своя ландшафтотерапия. Доверяя своим ощущениям, опыту и интуиции, каждый может установить для себя целительную силу тех или иных ландшафтов. Ландшафтотерапия возвращает в ландшафтоведение человека с его опытом и эмоциональной наполненностью. Пандемия служит переориентированию географии и экологии от решения задач преобразования природы и ее охраны к преображению человека и его спасению.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках госзадания “Функционирование и трансформация территориальных туристско-рекреационных систем” (госбюджет, раздел 0110).

FUNDING

The research was carried out within the framework of the state-ordered research theme “Functioning and transformation of territorial tourist and recreational systems” (state budget, section 0110).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аверкиева К.В. Сельская местность Нечерноземья: депопуляция и возможные пути адаптации к новым условиям // Вопросы географии. Сб. 135. География населения и социальная география / ред. А.И. Алексеев, А.А. Ткаченко. М.: Изд. дом “Кодекс”, 2013. С. 108–125.

Арманд Д.Л. Нам и внукам. М.: Мысль, 1966. 254 с.

Баденков Ю.П. Жизнь в горах. Природное и культурное разнообразие – разнообразие моделей развития. М.: ГЕОС, 2017. 479 с.

Браде И., Махрова А.Г., Нефёдова Т.Г., Трейвиш А.И. Особенности субурбанизации в Московской агломерации // Изв. РАН. Сер. геогр. 2013. № 2. С. 19–29.

Бэкон Ф. Опыты / Ф. Бэкон. Сочинения в двух томах. Т. 2. М.: Мысль (Философское наследие), 1978. 575 с.

Воейков А.И. Исследование климатов для целей климатического лечения и гигиены. СПб.: тип. Имп. Акад. Наук, 1893. 13 с.

Гуня А.Н., Ефимов А.Б. Региональное разнообразие и различия в освоенности территории России как факторы ее современного развития (религиозно-философский аспект) // Культурное наследие России. 2018. № 2. С. 15–23.

Заварика Г.М., Федоренко К.С. Велнесс-туризм как возможность развития территории в условиях постконфликта и пандемии // Туризм и гостеприимство. 2020. № 2. С. 28–35.

Зорин И.В., Лаковский С.Г. Профессиональная направленность рекреационной сущности экогуманизма // V Международный форум “Туризм: наука и образование”: Сб. материалов международных научных конф. (2017 г., Москва–г.о. Химки) / под науч. ред. В.Ю. Питюкова. Российская международная академия туризма. М.: Университетская книга, 2018. С. 73–80.

Зырянов А.И., Балабан М.Ю, Зырянов Г.А. География коронавируса и вопросы туризма // География и туризм. 2020. № 2. С. 5–17.

Каганский В.Л. Культурный ландшафт: основные концепции в российской географии // Обсерватория культуры: журнал-обозрение. 2009. № 1. С. 62–70.

Кант И. Критика способности суждения. Серия История эстетики в памятниках и документах. М.: Искусство, 1994. 367 с.

Клюев Н.Н., Сдасюк Г.В., Тишков А.А. Мировые кризисы – необходимость реализации программ перехода к устойчивому развитию // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. С. 10–38.

Кочуров Б.И., Ивашкина И.В. Города после падемии COVID-19 // Мировая экологическая повестка и Россия: Материалы Всероссийской научной конф. с международным участием (16–18 ноября 2020 г., Москва). М.: Моск. ун-т имени М.В. Ломоносова. 2020. С. 223–226.

Лавров С.Б. Геополитика и регионалистика: взгляд ученых // Геополитические и геоэкономические проблемы России: Материалы научной конф. РГО (Октябрь 1994). СПб., 1995. С. 3–10.

Лихачёв Д.С. Охраняемый пейзаж / Д.С. Лихачёв. Книга беспокойств. М.: Новости, 1991. 528 с.

Лосев А.Ф. История античной эстетики. Аристотель и поздняя классика. М.: Искусство, 1975. Т. IV. 672 с.

Матвейчев О.А. Что делать России? Прорывные стратегии третьего тысячелетия. М.: Эксмо, 2012. 352 с.

Махрова А.Г. Особенности стадиального развития Московской агломерации // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 5. С. 10–16.

Нефедова Т.Г., Медведев А.А. Сжатие освоенного пространства в Центральной России: динамика населения и использование земель в сельской местности // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020. Т. 84. № 5. С. 645–659.

Охотина Н.М. Развитие сельского туризма в Республике Марий Эл // Сервис Plus. 2018. Т. 12. № 3. С. 26–33.

Паустовский К.Г. Письма из Тарусы // К.Г. Паустовский. Собр. соч. М.: Художественная литература, 1970. Т. 8. Литературные портреты, Очерки. Заметки. 447с.

Семенов-Тян-Шанский В.П. Район и страна. М.–Л., 1928. 311 с.

Сен-Марк Ф. Социализация природы. М.: Прогресс, 1977. 440 с.

Смирнова А.А., Ткаченко А.А. Сельские населенные пункты России: можно ли их сосчитать? // Старообжитые районы: генезис, исторические судьбы, современные тренды развития / отв. ред. В.Н. Стрелецкий. М.: ИП Матушкина И.И., 2019. С. 49–61.

Трейвиш А.И. “Дачеведение” как наука о втором доме на Западе и в России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 4. С. 22–32.

Чижевский А.Л. Атмосферное электричество и жизнь // Земля во Вселенной. М.: Мысль, 1964. С. 422–442.

Чижевский А.Л. Аэроионификация в народном хозяйстве. 2-е изд., сокр. М.: Стройиздат, 1989. 488 с.

Breitnauer J. The Spanish flu epidemic and its influence on history: Stories from the 1918–1920 global flu pandemic. Yorkshire–Philadelphia: Pen&Sword History, 2019. XIV. 138 p.

Gesler W., Wilbert M. Therapetic Landscapes: Medical Issues in Light of the New Cultural Geography // Soc. Sci. & Medicine. 1992. Vol. 34. P. 735–746.

Grafetstätter C., Gaisberger M., Prossegger J., Ritter M., Kolarz P., Pichler C., Thalhamer J., Hartl A. Does waterfall aerosol influence mucosal immunity and chronic stress? A randomized controlled clinical trial // J. Physiol. Anthropology. 2017. Vol. 36. № 10. https://doi.org/10.1186/s40101-016-0117-3 (дата обращения 24.08.2021).

Grindle B., Patil G.G. Biophilia: Does Visual Contact with Nature Impact on Health and Well-Being? // Int. J. Environ. Res. and Public Health. 2009. Sep. № 6 (9). P. 2332–2343.

Ioffe G., Nefedova T. Land use changes in the environs of Moscow // Area. 2001. Vol. 33. № 3. P. 273–286.

Milligan C., Wiles J. Landscapes of Care // Progr. in Human Geogr. 2010. Vol. 34. № 6. P. 736–754.

Nikolaeva U.G., Rusanov A.V. Self-isolation at the dacha: Can't? Can? Have to? // Population and Economics. 2020. Vol. 4. № 2. P. 182–198. https://doi.org/10.3897/popecon.4.e54577 (дата обращения 24.08.2021).

Williams S. Tourism geography: a new synthesis. 2nd ed. London and N.Y., 2009. 310 p.

Zielinski S., Botero C.M. Beach Tourism in Times of COVID-19 Pandemic: Critical Issues, Knowledge Gaps and Research Opportunities // Int. J. Environ. Res. and Public Health. 2020. Oct. Vol. 17 (19). № 7288. https://doi.org/10.3390/ijerph17197288

Zotic V., Alexandru D., Dezsi Ş. Debate on tourism in Postmodernism and beyond // The Business of Tourism. 2014, 13, June. P. 79–93.

Tourism-Geographical Consequences of the Pandemic

Yu. N. Golubchikov*

Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

**e-mail: golubchikov@list.ru*

The results of the fight against coronavirus are taken as indicators of the viability of states. According to the data on the number of patients and deaths per 1 million persons, there are inter-ethnic differences in success in the fight against coronavirus. It has been demonstrated that the pandemic exacerbates intercountry and intercivilizational differences and accentuates the human and social importance of geography. The impact of the pandemic on tourism is being studied. By giving primacy to national and social interests over global and economic pandemics, intangible goods have been given priority. The importance of the accelerated development of the digital economy in boosting rural tourism and dacha de-urbanization as a recreational response of the population to the pandemic was discussed. They have been suggested to be important in creating preconditions for the rehabilitation of abandoned villages. The coronavirus pandemic reinforces the importance of secluded landscapes' walks, local history, and rural tourism. The preventive value of landscape therapy was set. Landscape healing powers can be used almost all the time and almost everywhere, both in a fixed location and in a travel environment. The laws of nature are the laws of beauty. It is assumed that all places perceived as beautiful can heal. The article introduces the idea of the beauty of the landscape as an important natural and health resource. It is assumed that by trusting one's feelings, experience, and intuition, one can discover

for oneself the healing power of a particular landscape. Landscape therapy integrates geography, medicine, and human science. The pandemic serves to reorient geography and ecology from the transformation and protection of nature to the transformation and rescue of man.

Keywords: COVID-19 pandemic, dacha suburbanization, rural tourism, recreation, landscape therapy, beauty, country studies, local geography, rural revival

REFERENCES

Armand D.L. *Nam i vnukam* [Us and Our Grandchildren]. Moscow: Mysl` Publ., 1966. 254 p.

Averkieva K.V. Rural areas of the Non-Chernozem Zone: depopulation and possible ways of adaptation to new conditions. In *Voprosy geografii* [Problems of Geography]. Vol. 135: *Geografiya naseleniya i sotsial'naya geografiya* [Population and Social Geography]. Alekseev A.I., Tkachenko A.A., Eds. Moscow: Kodeks Publ., 2013, pp. 108–125. (In Russ.).

Badenkov Yu.P. *Zhizn' v gorakh. Prirodnoe i kul'turnoe raznoobrazie – raznoobrazie modelei razvitiya* [Life in the Mountains. Natural and Cultural Diversity – a Variety of Development Models]. Moscow: GEOS Publ., 2017. 479 p.

Bacon F. Experiments. In *Sochineniya v dvukh tomakh* [Works in Two Volumes]. Moscow: Mysl` Publ., 1978, vol. 2. 575 p. (In Russ.).

Brade I., Makhrova A.G., Nefedova T.G., Treivish A.I. Features of suburbanization in the Moscow agglomeration. *Izv. Akad. Nauk*, *Ser. Geogr.,* 2013, no. 2, pp. 19–29. (In Russ.).

Breitnauer J. *The Spanish flu epidemic and its influence on history: Stories from the 1918–1920 global flu pandemic*. Yorkshire – Philadelphia: Pen&Sword History, 2019. XIV. 138 p.

Chizhevskii A.L. Atmospheric electricity and life. In *Zemlya vo Vselennoi* [Earth in the Universe]. Moscow: Mysl` Publ., 1964, pp. 422–442. (In Russ.).

Chizhevskii A.L. *Aeroionifikatsiya v narodnom khozyaistve* [Aeiroionization in the National Economy]. Moscow: Stroiizdat Publ., 1989, 2d ed. 488 p.

Gesler W., Wilbert M., Therapetic landscapes: medical issues in light of the new cultural geography. *Soc. Sci. Med.*, 1992, vol. 34, pp. 735–746.

Grafetstätter C., Gaisberger M., Prossegger J., Ritter M., Kolarz P., Pichler C., Thalhamer J., Hartl A. Does waterfall aerosol influence mucosal immunity and chronic stress? A randomized controlled clinical trial? *J. Physiol. Anthropol.*, 2017, vol. 36, no. 10, pp. 1–12. https://doi.org/10.1186/s40101-016-0117-3

Grindle B., Patil G.G. Biophilia: does visual contact with nature impact on health and well-being? *Int. J. Environ. Res. Public Health,* 2009, vol. 6, no. 9, pp. 2332–2343.

Gunya A.N., Efimov A.B. Regional diversity and differences in the development of the territory of Russia as factors of its modern development (religious and philosophical aspect). *Kul'turnoe Nasledie Rossii*, 2018, no. 2, pp. 15–23. (In Russ.).

Ioffe G. Nefedova T. Land use changes in the environs of Moscow. *Area,* 2001, vol. 33, no. 3, pp. 273–286.

Kaganskii V.L. Cultural landscape: basic concepts in Russian geography. *Observatoriya Kul'tury: Zh.-Obozrenie*, 2009, no. 1, pp. 62–70. (In Russ.).

Kant I. *Kritika sposobnosti suzhdeniya* [Criticism of the Ability of Judgment]. Moscow: Iskusstvo Publ., 1994. 367 p.

Klyuev N.N., Sdasyuk G.V., Tishkov A.A. Global crises - the need to implement transition programmes to sustainable development. In *Ratsional`noe prirodopol'zovanie: mezhdunarodnye programmy, rossiiskii i zarubezhnyi opyt* [Rational Natural Resource Use: International Programs, Russian And Foreign Experience]. Moscow: KMK Publ., 2010, pp. 10–38. (In Russ.).

Kochurov B.I., Ivashkina I.V. Cities after COVID-19. In *Mirovaya ekologicheskaya povestka i Rossiya: Mat. Vseross. nauchn. konf. s mezhdunar. uch*. [World Ecological Agenda and Russia: Proc. All-Russ. Conf. with Int. Participants]. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 2020, pp. 223–226. (In Russ.).

Lavrov S.B. Geopolitics and regionalism: the scientific perspective. In *Geopoliticheskie i geoekonomicheskie problemy Rossii* [Geopolitical and Geoeconomical Problems of Russia]. SPb, 1995, pp. 3–10. (In Russ.).

Likhachev D.S. Protected landscape. In *Kniga bespokoistv*. Moscow: Novosti Publ., 1991. 528 p. (In Russ.).

Losev A.F. *Istoriya antichnoi estetiki* [History of Ancient Aesthetics]. Vol 4: *Aristotel' i pozdnyaya klassika* [Aristotle and Later Classics]. Moscow: Iskusstvo Publ., 1975. 672 p.

Makhrova A.G. Specific features of stadial development of the Moscow agglomeration. *Vestn. Mosk. Univ.*, *Ser. 5: Geogr.*, 2014, no. 5, pp. 10–16. (In Russ.).

Matveichev O.A. *Chto delat` Rossii? Proryvnye strategii tret'ego tysyacheletiya* [What Should Russia Do? Breakthrough Strategies of the Third Millennium]. Moscow: Eksmo Publ., 2012. 352 p.

Milligan C., Wiles J. Landscapes of care. *Progress Hum. Geogr.*, 2010, vol. 34, no. 6, pp. 736–754.

Nefedova T.G., Medvedev A.A. Compression of developed space in Central Russia: population dynamics and use of land in rural areas. *Izv. Akad. Nauk*, *Ser. Geogr.*, 2020, vol. 84, no. 5, pp. 645–659. (In Russ.).

Nikolaeva U.G., Rusanov A.V. Self-isolation at the dacha: Can't? Can? Have to? *Population and Economics*, 2020, vol. 4, no. 2, pp. 182–198. https://doi.org/10.3897/popecon.4.e54577

Okhotina N.M. Development of rural tourism in the Republic of Mari El. *Servis Plus*, 2018, vol. 12, no. 3, pp. 26–33. (In Russ.).

Paustovskii K.G. Letters from Tarusa. In *Sobranie Sochinenii* [Selected Works]. Vol. 8: *Literaturnye portrety, Ocherki. Zametki* [Literary Portraits. Essays. Notes]. Moscow: Khudozh. Literatura Publ., 1970. 447 p.

Semenov-Tyan-Shansky V.P. *Raion i strana* [Region and Country]. Moscow–Leningrad, 1928. 311 p.

Sen-Mark F. *Sotsializatsiya prirody* [Socialization of Nature]. Moscow: Progress Publ., 1977. 440 p.

Smirnova A.A., Tkachenko A.A. Rural settlements in Russia: can they be counted? In *Staroosvoennye raiony: genezis, istoricheskie sud'by, sovremennye trendy razvitiya* [Old-Developed Areas: Genesis, Historical Destinies, Modern Development Trends]. Streletskii V.N., Eds. Moscow: Matushkina I.I. Publ., 2019, pp. 49–61. (In Russ.).

Treivish A.I. "Dacha Studies" as the Science on Second Homes in the West and in Russia. *Reg. Res. Russ.*, 2014, vol.4, no. 3, pp. 179–188.

Voeikov A.I. *Issledovanie klimatov dlya tselei klimaticheskogo lecheniya i gigieny* [Climate Research for the Purposes of Climate Treatment and Hygiene]. St. Petersburg: Imp. Akad. Nauk, 1893. 13 p.

Williams S. *Tourism Geography: A New Synthesis*. London and New York, 2009, 2d ed. 310 p.

Zavarika G.M., Fedorenko K.S. Wellness tourism as an opportunity for the development of the territory in the conditions of post-conflict and pandemic. *Turizm i Gostepriimstvo*, 2020, no. 2, pp. 28–35. (In Russ.).

Zielinski S., Botero C.M. Beach tourism in times of COVID-19 pandemic: Critical issues, knowledge gaps and research opportunities. *Int. J. Environ. Res. Public Health,* 2020, vol. 17 (19), no. 7288. https://doi.org/10.3390/ijerph17197288.

Zorin I.V., Lakovskii S.G. Professional orientation of the recreational essence of ecohumanism. In *V Mezhdunarodnyi forum "Turizm: nauka i obrazovani"* [V International Forum "Tourism: Science and Education"]. Pityukova V.Yu., Ed. Moscow: Univ. Kniga Publ., 2018, pp. 73–80. (In Russ.).

Zotic V., Alexandru D., Dezsi Ş., Debate on tourism in Postmodernism and beyond. *The Business of Tourism*, 2014, no. 13, pp. 79–93.

Zyryanov A.I., Balaban M.Yu, Zyryanov G.A. The geography of the coronavirus and tourism issues. *Geografiya i Turizm*, 2020, no. 2, pp. 5–17. (In Russ.).