

СОДЕРЖАНИЕ

Том 85, номер 4, 2021

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА

- Трансформация третичной сферы экономики в регионах России
в постсоветский период
С. Г. Сафронов 485
- Наукометрический анализ пространственной дифференциации генерации научного
знания в приграничных городах России
А. А. Михайлова, Я. А. Вендт, А. П. Плотникова, Я. Танг, А. С. Михайлов 500

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

- Признаки аридизации климата и их экосистемные проявления на территории Беларуси
*В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. С. Хомич, В. П. Семенченко,
А. В. Кулак, И. М. Степанович* 515
- Ветровой режим юго-востока Западно-Сибирской равнины как фактор риска
развития дефляции почв в агроландшафтах (на примере юга Томской области)
Н. С. Евсеева, З. Н. Квасникова, М. А. Каширо, М. А. Волкова, О. В. Носырева 528
- Гидролого-морфодинамическая характеристика и переформирования
разветвленного русла нижней Оби (в пределах Ямало-Ненецкого АО)
*Р. С. Чалов, А. С. Завадский, А. А. Камышев, А. А. Куракова,
Н. М. Михайлова, С. Н. Рулева* 539

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

- Донные отложения рек техногенно нарушенных геосистем Восточного Донбасса:
сравнительная оценка уровня загрязнения тяжелыми металлами
по отечественным и зарубежным критериям
В. Е. Закруткин, В. Н. Решетняк, О. С. Решетняк, Е. В. Гибков 554

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

- Идентичность калининградцев: влияние социальных убеждений
на выбор самоидентификации
О. И. Вендина, А. А. Гриценко, М. В. Зотова, А. С. Зиновьев 565
- Климатический эффект восстановления лесов в дельте р. Или
*О. Н. Липка, Д. Г. Замолотчиков, В. В. Каганов, Г. А. Мазманянц,
М. В. Исупова, А. А. Алейников* 579

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА

- Актуализированное районирование территории России по климатическим условиям
дорожного движения в связи с продолжающимся потеплением
А. В. Ширяева 595

ИСТОРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ НАУКИ

- Ю.Г. Липец и отечественная социально-экономическая география
Л. М. Синцеров, В. Н. Стрелецкий, А. И. Трейвиш 607

“ДИСКУССИОННАЯ ТРИБУНА”

Подходы к палеогеополитическому исследованию на основе изучения
литературного наследия (на примере наследия Ф.М. Достоевского)

К. Э. Аксенов, М. В. Михновец

616

В НАУЧНЫХ ЦЕНТРАХ РОССИИ

Результаты и перспективы гидрологических исследований
на Курской биосферной станции Института географии РАН

С. В. Ясинский, Е. А. Кашутина, М. В. Сидорова

629

Contents

Volume 85, No. 4, 2021

Territorial Organization of Society

- Transformation of the Tertiary Sphere of Russia's Regions Economy
in the Post-Soviet Period
S. G. Safronov 485
- A Spatial Scientometric Analysis of Knowledge Production
in the Border Cities of Russia
A. A. Mikhaylova, J. A. Wendt, A. P. Plotnikova, Y. Tang, and A. S. Mikhaylov 500
-

Natural Processes and Dynamics of Geosystems

- Climate Aridization Signs and Their Ecosystem Displays on the Territory of Belarus
*V. F. Loginov, S. A. Lysenko, V. S. Khomich, V. P. Semenchenko,
A. V. Kulak, and I. M. Stepanovich* 515
- Wind Regime of the Southeast of the West Siberian Plain as a Risk Factor
for the Soil Deflation Development in Agricultural Landscapes
(the Case of the South of Tomsk Oblast)
N. S. Yevseyeva, Z. N. Kvasnikova, M. A. Kashiro, M. A. Volkova, and O. V. Nosyreva 528
- Hydrology-Morphodynamic Characteristics and Reforming the Branched Channel
in the Lower Reaches of the Ob River (within the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug)
*R. S. Chalov, A. S. Zavadskii, A. A. Kamyshev, A. A. Kurakova,
N. M. Mikhailova, and S. N. Ruleva* 539
-

Natural Recourse Use and Geocology

- River Bottom Sediments of Technogenic Disturbed Geosystems of the Eastern Donbas:
Comparative Assessment of Pollution Level with Heavy Metals by Russian
and International Criteria
V. E. Zakrutkin, V. N. Reshetnyak, O. S. Reshetnyak, and E. V. Gibkov 554
-

Regional Geographical Problems

- Identity of the Kaliningrad Oblast Inhabitants: The Impact of Social Beliefs
on the Choice of Self-Identification
O. I. Vendina, A. A. Gritsenko, M. V. Zotova, and A. S. Zinovyev 565
- Climate Effect of the Ili Delta Reforestation
*O. N. Lipka, D. G. Zamolodchikov, V. V. Kaganov, G. A. Mazmanians,
M. V. Isupova, and A. A. Aleinikov* 579
-

Interaction of Nature and Society

- Updating Climatic Zoning of Russian Territory by Road Traffic Conditions
in Connection with Continued Warming
A. V. Shiryayeva 595
-

History of Geography and Historical Geography

- Yu.G. Lipets and Soviet and Russian Human Geography
L. M. Sintserov, V. N. Streletsky, and A. I. Treivish 607
-

“Discussion Tribune”

Approaches to Paleogeopolitical Research Based on the Study of Literary Heritage
(the Case of the Heritage of F.M. Dostoevsky)

K. E. Axenov and M. V. Mikhnovets

616

In Scientific Centers of Russia

Results and Prospects of Hydrological Research at the Kursk Biosphere Station
of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences

S. V. Yasinsky, E. A. Kashutina, and M. V. Sidorova

629

УДК 911.3(470)

ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРЕТИЧНОЙ СФЕРЫ ЭКОНОМИКИ В РЕГИОНАХ РОССИИ В ПОСТСОВЕТСКИЙ ПЕРИОД

© 2021 г. С. Г. Сафронов*

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия
*e-mail: saffff@mail.ru

Поступила в редакцию 28.02.2021 г.
После доработки 19.03.2021 г.
Принята к публикации 27.04.2021 г.

Тенденция к снижению роли первичного и вторичного секторов в экономике России стала особенно заметной в постсоветский период в процессе перехода к рыночным отношениям. При анализе ускоренного развития третичного сектора главный акцент обычно делается на его объективный характер и соответствие общемировым трендам. Однако, несмотря на общую с европейскими странами модель трансформации структуры экономики, результаты количественно и качественно отличаются от более развитых стран. Различия еще сильнее проявляются на уровне регионов. В статье итоги развития третичного сектора России представлены в сравнении с другими европейскими странами и на уровне субъектов РФ. Информационная база исследования включает: базы данных EuroStat и World Bank (межстрановые сопоставления); материалы Росстата (типологизация регионов России); квартальные сведения о поступлении налогов Федеральной налоговой службы (анализ устойчивости подотраслей третичного сектора в условиях коронавирусного кризиса). Отставание России по доле третичного сектора в экономике, быстро сокращавшееся в первые полтора десятилетия постсоветского периода, в последние годы стабилизировалось. Отставание обуславливают утяжеленная структура экономики в сочетании с непростыми институциональными условиями для развития услуг B2B, пониженные стандарты потребления населения, в том числе в связи с его относительно низкими доходами, разреженность расселения, более позднее начало терциаризации. На региональном уровне количественный и качественный рост третичной сферы характерен для стабильной по составу группы из полутора десятков наиболее продвинутых субъектов РФ. В большинстве остальных он скорее вторичен и происходит на фоне спада в других секторах экономики. Устойчивость третичной сферы в период коронавирусного кризиса определялась соотношением более инерционных нерыночных и уязвимых рыночных подотраслей. В группу с наибольшими относительными потерями попали как сильные регионы с умеренной диверсификацией третичного сектора и повышенной долей услуг B2B, так и самые слабые территории, где рыночные отрасли представлены преимущественно розничной торговлей.

Ключевые слова: сектор услуг, динамика структуры экономики, COVID-19, коронавирусный кризис, устойчивость третичной сферы, типология регионов России

DOI: 10.31857/S2587556621040087

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рост третичной сферы в экономике развитых стран проявился давно, а термин “терциаризация” уже стал неотъемлемой частью научного дискурса. Принципиальная схема “третьей волны”, впервые целостно сформулированная Д. Беллом еще в конце 1950-х годов, в дальнейшем получила развитие в концепциях информационного, а затем сетевого общества (Тоффлер, 2009; Castells, 2009). Построенная в логике модернизационного подхода она на каком-то этапе представлялась универсальной для всего мира: вступление в постиндустриальную эпоху было связано с усложнением человеческих потребностей и, как следствие, многоплановым развитием

сектора услуг, для которых ключевое значение приобретала информация и методы ее обработки. Однако уже к середине 1970-х годов однозначно позитивные оценки перспектив постиндустриального будущего стали предметом дискуссий даже применительно к развитым странам (Уэбстер, 2004). Среди проблем наметившейся “эпохи разобщенности” – барьеры в формирующейся новой социальной стратификации общества, усиление социальной дифференциации, трансформация традиционных мотиваций развития для разных групп населения. “На смену проблеме ограниченности дистрибутивных благ пришла проблема ограниченности благ статусных, кото-

рая, похоже, вообще не имеет решения” (Белл, Иноземцев, 2007, с. 244–245).

Все это имеет и полимасштабную региональную проекцию. Для стран, не занимающих верхние этажи в мир-системной иерархии, в некотором роде предопределено дальнейшее отставание от лидеров, источников технологических и институциональных инноваций. Проблемы больших и асимметричных государств, где инновационные ядра напоминают острова в море периферии, усугубляются их неоднородностью (Трейвиш, 2009). Свою роль играют и субъективные факторы: так, Россия, по мнению ряда экспертов, принадлежит к числу государств, которых сложившаяся за последние два десятилетия система управления экономикой и политические институты практически лишили надежд стать самостоятельными частями постиндустриального мира (Иноземцев, 2018). Конечно, трудно избежать искушения попытаться разглядеть передовые западные тренды и в современных российских реалиях (Пилясов, 2009; Замятина, Пилясов, 2018). Однако это, скорее, всего лишь фиксация очередных волн “инструментальной модернизации”, столь характерной для стран догоняющего развития, когда иллюзия сближения с лидерами создается за счет концентрации материальных и организационных ресурсов на отдельных, в основном стратегических, направлениях в весьма ограниченном числе центров (Вишневский, 1998).

Все это не отменяет сам процесс терциаризации, который в странах мировой полупериферии, в том числе и в России, проявляется прежде всего в расширении ареалов структурного доминирования сектора услуг и для многих регионов остается формой кризисной адаптации хозяйства в условиях спада в других секторах экономики. Развитие и усложнение третичной сферы, связанное со способностью усваивать, адаптируя под себя, внешние инновации и продуцировать собственные, свойственно относительно небольшому числу территорий. В результате возникает более или менее широкий спектр региональных типов терциаризации. Цель настоящего исследования — попытаться систематизировать региональные типы на примере России.

ИЗУЧЕННОСТЬ ВОПРОСА

Работы, посвященные третичному сектору, в отечественной регионалистике можно разделить на три направления. В рамках первого анализируется общая логика постиндустриальной трансформации экономики с точки зрения структуры ВРП и занятости: близость к европейской модели сочетается с сильной внутренней дифференциацией, в том числе наличием большой группы регионов, идущих по американо-азиатскому пути

(Трейвиш, 2008). Второе направление посвящено анализу внутренней структуры валовой добавленной стоимости (ВДС) третичного сектора, межстрановым сопоставлениям и типологиям, основанным на системе формализованных индексов (Савлов, 2012). Комплексных исследований, посвященных анализу территориальных аспектов развития третичного сектора в России, немного (Иванов, 2012). Чаще эти проблемы затрагиваются или в региональной социально-экономической аналитике, или в отраслевых работах, большинство из которых посвящены социальным услугам (Зубаревич, 2013) или розничной торговле (Зотова, 2006; Россия регионов ..., 2005; Территориальная ..., 2017). Эта отрасль имеет широкий территориальный охват и лучше обеспечена информационными и статистическими материалами, поэтому она часто выступает в качестве ключа для анализа барьеров распространения инноваций в третичной сфере (Баранов, Сафронов, 2019).

Понятия и термины, определяющие третичный сектор экономики, в последние годы активно обсуждались в отечественной научной периодике: на смену узкому пониманию, ассоциирующемуся с уходящим в советскую эпоху понятием сферы услуг как части нематериальной сферы народного хозяйства, приходит более широкое толкование с позиций, по меткому выражению А.А. Ткаченко и А.А. Фомкиной, экономического подхода (Зубаревич, 2013; Савлов, 2018; Ткаченко, Фомкина, 2016). В данной статье понятия “сектор услуг”, “третичный сектор”, “третичная сфера” используются как синонимы и включают самый широкий спектр услуг, потребителями которых выступают не только население, но и юридические лица (Ачкасова, 2013). На произошедший сдвиг в научном дискурсе повлияли как реалии жизни, в которых рыночные услуги занимают все более и более значимое место, а уровень их развития служит индикатором состояния региональной экономики, так и переход на западные стандарты статистического учета.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методической проблемой изучения изменений в сфере услуг является поиск индикаторов уровня и качества происходящей трансформации. Хотя идеи о выделении четвертичного и пятеричного секторов экономики были высказаны еще Д. Беллом много десятилетий назад, прийти к консенсусу об их составе и вычленить их на основе имеющейся статистики пока однозначно не удастся (Иноземцев, 2000). В данной статье для этой цели используется понятие *верхнего этажа* третичной сферы, или *продвинутых* услуг. Они включают рыночные направления, ориентирую-

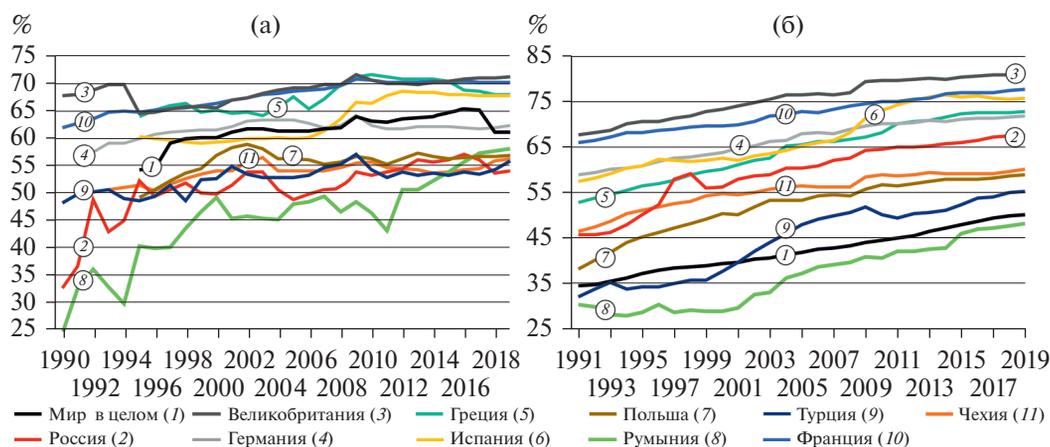


Рис. 1. Динамика доли третичного сектора в некоторых европейских странах и в России в 1991–2019 гг., %: (а) в ВВП, (б) в занятости. Составлено по данным World Bank.

щиеся на конечного потребителя, прежде всего юридических лиц, обычно относимые к услугам типа *B2B*¹. В отличие от *традиционных*, в первую очередь социальных, ориентированных на население услуг вклад продвинутых услуг в налоговые поступления третичной сферы намного существеннее, а центры их повышенной концентрации относительно немногочисленны.

Статья основывается на материалах трех типов источников. Межстрановые сопоставления по доле третичного сектора в ВВП и занятости проводились на основе данных World Bank, а по структуре валовой добавленной стоимости третичного сектора – информационной базы EuroStat. Их корректное сравнение с данными Росстата стало возможным начиная с данных 2016 г., после “гармонизации” верхних этажей группировок ОКВЭД-2 (Общероссийского классификатора видов экономической деятельности) с классификацией, применяемой в странах ЕС (*NACE Rev.2*). Материалы Росстата также использовались для типологии регионов по структуре ВРП третичного сектора в 2016–2018 гг. и анализа трансформации структуры третичной занятости в 1990–2018 гг. Такой анализ возможен лишь в общем виде из-за несопоставимости использовавшихся в разные годы классификаторов ОКОНХ/ОКВЭД (ОКОНХ – Общероссийский классификатор отраслей народного хозяйства). Ситуация в третичной сфере в период коронавирусного кризиса представлена на основе квар-

тальной статистики Федеральной налоговой службы (ФНС) в разбивке по видам экономической деятельности (ВЭД). Типы структуры ВДС третичного сектора и особенностей его динамики в период кризиса построены на основе сложных группировок по двум основным и нескольким дополнительным признакам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Переход России к постиндустриальной экономике проходил по европейскому варианту, через непродолжительный по историческим меркам период относительного доминирования в структуре ВВП и в занятости вторичного сектора (Трейвиш, 2009). Поэтому сравнение результатов трансформации в разных типах европейских стран наиболее логично (рис. 1). В государствах Восточной Европы она началась позднее и тормозилась политическими факторами (Грицай и др., 1991; Нефедова, Трейвиш, 1994). Другая причина более медленного развития сектора услуг, и в первую очередь его верхних этажей, – утяжеленная структура экономики России, медленный рост и сильная дифференциация доходов населения. Серьезное, но не определяющее значение имеет и сильная территориальная разобщенность российских крупногородских центров, концентрирующих в себе наиболее развитые виды услуг.

На начальном этапе постиндустриальной трансформации было принято обращать внимание прежде всего на ее социальный характер, отмечая, что, как правило, уровень производительности труда в третичном секторе ниже, чем в обрабатывающих производствах. В последние десятилетия в связи с развитием информационно-коммуникационных технологий ситуация

¹ В их число включены пять крупных видов экономической деятельности по ОКВЭД-2: Деятельность в области информации и связи; Деятельность финансовая и страховая; Деятельность по операциям с недвижимым имуществом; Деятельность профессиональная, научная и техническая; Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги.

Таблица 1.* Структура валовой добавленной стоимости третичного сектора в странах Европы, в среднем в 2016–2018 гг., % от общего объема третичного сектора**

ВЭД	Россия	Велико- британия	Франция	Германия	Греция	Испания	Норвегия	Ирландия	Чехия	Польша	Румыния	Турция
Торговля оптовая и розничная	23.5	13.4	13.1	14.5	15.1	17.2	12.5	13.0	18.1	27.5	18.0	22.1
Транспортировка и хранение	11.2	5.1	5.7	6.5	9.4	6.4	7.5	3.8	9.6	11.0	10.8	15.1
Гостиницы и общественное питание	1.4	3.7	3.6	2.4	8.6	8.4	2.3	3.0	3.1	2.0	3.5	5.6
Информационные услуги	4.1	8.6	6.8	7.1	3.9	5.2	6.8	21.7	9.5	6.7	9.6	4.7
Финансы и страхование	7.0	8.6	5.3	5.7	6.7	5.4	8.3	10.3	7.2	6.8	4.4	5.6
Операции с недвижимым имуществом	15.8	16.9	16.2	15.3	21.2	15.7	12.0	9.8	13.9	7.5	13.7	12.8
Профессиональная, научная деятельность	6.9	10.0	10.3	9.4	4.2	6.4	7.3	7.7	8.7	9.2	8.6	4.1
Административные услуги	3.8	6.7	7.4	7.5	2.2	5.6	4.5	10.9	3.2	4.0	4.6	5.4
Государственное управление	12.6	6.2	9.8	8.9	12.7	8.3	10.4	5.6	9.4	8.3	8.3	8.8
Образование	5.4	7.2	6.7	6.4	6.9	7.1	8.2	4.4	6.9	7.0	5.9	7.7
Здравоохранение	5.7	9.5	11.6	11.1	5.4	8.9	17.1	7.7	7.1	6.7	7.1	4.6
Культура, спорт, досуг	1.6	2.0	1.8	2.0	2.0	2.9	1.5	1.3	1.7	1.2	3.1	1.7
Прочие виды услуг	1.0	2.2	1.7	3.2	1.8	2.5	1.6	0.9	1.6	2.1	2.4	1.8
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
в том числе:												
продвинутые услуги	37.7	50.8	46.0	45.0	38.1	38.4	38.9	60.4	42.4	34.2	40.9	32.6
традиционные услуги	25.2	24.9	30.0	28.4	26.9	27.1	37.2	18.9	25.1	23.2	24.3	22.8
<i>Справочно:</i>												
Доля третичного сектора от общего объема ВДС, %	58.9	78.8	78.9	68.6	79.6	74.0	64.6	59.8	61.8	64.3	63.6	61.3

* В таблице и на рисунках приняты сокращения названий разделов ОКВЭД-2, например, “Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов” – торговля оптовая и розничная; “Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение” – государственное управление; и т.п.

** В ценах 2018 г. в национальных валютах.

Рассчитано по: Российский статистический ежегодник. М.: Росстат, 2019; EuroStat.

стала меняться и, в первую очередь, в развитых странах (Демидова, 2006). В какой мере это коснулось России, по целому ряду причин, в том числе информационных, можно судить лишь косвенно. Она относится к числу стран, в которых доля третичного сектора в занятости устойчиво выше его доли в структуре ВВП (на 8–10 п. п.), что связано не только с особенностями структуры экономики и статистического учета третичного сектора, но и с более низкой производительностью труда в секторе услуг.

Хотя в 1990–2000-х годах России удалось несколько сократить отставание по доле третичного сектора в структуре ВВП, на протяжении 2010-х годов этот разрыв оставался стабильным. Существующая динамика пока никак не позволяет приблизиться к лидерам, и устойчивое положение в группе стран с транзитивной экономикой

практически не меняется. По итогам 2020 г. можно ожидать проседания отдельных отраслей третичного сектора в связи с коронавирусом кризисом (Кузнецова, 2020; Мониторинг ..., 2020).

По структуре ВДС третичного сектора Россия также ближе всего к группе восточноевропейских стран с более высокой долей розничной торговли и транспорта и существенным отставанием продвинутых услуг, выступающих индикатором качественного уровня развития третичной сферы (табл. 1). Пониженная доля последних сближает Россию и с более широким кругом стран европейской периферии, в том числе с менее развитыми по европейским меркам государствами Южной Европы. Несмотря на постепенный рост численности занятых в верхних этажах сектора услуг, динамика их доли в ВВП в этой группе стран остается неустойчивой (рис. 2). Доля соци-

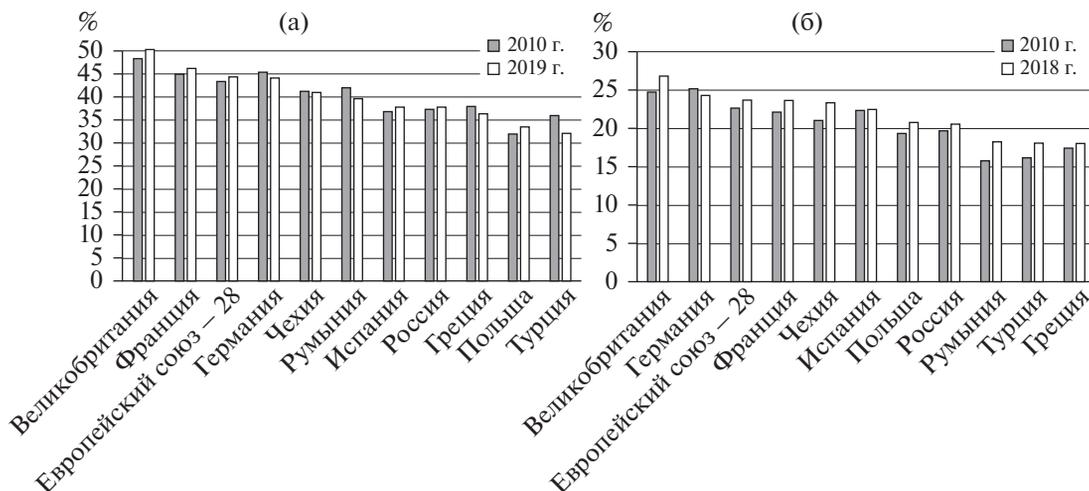


Рис. 2. Доля продвинутых отраслей сектора услуг в третичном секторе в некоторых европейских странах и в России в 2010 и 2018 (2019) гг., %: (а) в ВДС, (б) в занятости. Составлено по данным EuroStat.

альных услуг заметно варьируется и напрямую не характеризует ситуацию в третичном секторе, поскольку, скорее, связана с особенностями национальных систем здравоохранения и образования, как, например, в Норвегии.

Занятость в третичном секторе

Одна из ключевых социальных функций третичного сектора – поддержание стабильности рынка труда. Роль третичной занятости в эконо-

мике России за последние 30 лет заметно выросла, преодолев 50-процентный рубеж еще в 1997 г. Значительно увеличилась и абсолютная численность работников сектора услуг в большинстве российских регионов (рис. 3). Из отдельных отраслей третичной сферы наибольший рост, почти в 2.3 раза, показала розничная торговля, принявшая на себя значительную часть избыточной занятости 1990-х годов (Россия регионов ..., 2005). Оценить динамику продвинутых отраслей довольно сложно ввиду отсутствия сопоставимых

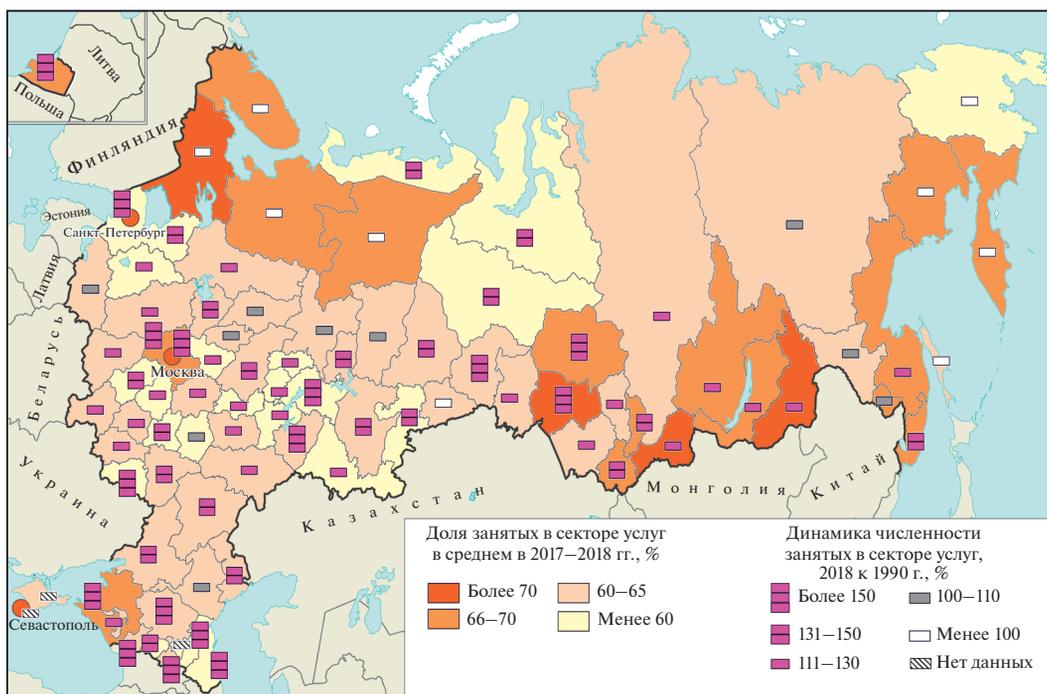


Рис. 3. Занятость в третичном секторе по регионам России в 1990–2018 гг. Составлено по данным ЕМИСС.

рядов данных. Очевидный спад 1990-х годов, в основном связанный с сокращением научного и технического персонала, в 2000-х годах сменился постепенным ростом, но уже за счет специальностей, обслуживавших предпринимательскую деятельность. Однако он был остановлен чередой кризисов в середине 2010-х годов. Межрегиональные различия в скорости развития сферы услуг во многом определялись неравномерностью постиндустриального перехода, особенностями структурной трансформации региональных экономик и процессами диффузии инноваций.

На региональном уровне ощутимая положительная динамика абсолютной численности работников третичной сферы в 1990–2018 гг. (в 1.5–2 раза) была характерна для двух контрастных типов регионов. Один тип – это полтора десятка наиболее развитых, миграционно привлекательных субъектов РФ с крупными, растущими центрами, где процесс терциаризации шел и количественно, и качественно, существенным образом изменив структуру экономики. Другой тип – это регионы, в которых рост занятости как во всей экономике, так и в третичной сфере был во многом связан с выходом из тени малых и средних предпринимателей, разрастанием розничной торговли на фоне спада в обрабатывающих производствах и сохранения избыточной занятости в сельском хозяйстве (в большинстве северокавказских республик).

Существенно больше регионов – с умеренным и даже незначительным ростом числа работников третичного сектора, происходящим на фоне снижения общей занятости в экономике (в 1.1–1.6 раза). В этом контексте можно рассматривать, во-первых, кризисную терциаризацию – снижение численности занятых в третичной сфере при резком увеличении ее доли, когда сектор рыночных услуг стал прибежищем для рабочей силы, высвобождаемой из других секторов экономики. Такие процессы были характерны для регионов со сжимающимся расселением, кризисными явлениями в экономике и интенсивным миграционным оттоком на севере Европейской России и на Дальнем Востоке (см. рис. 3). Во-вторых, так называемую ложную терциаризацию, представляющую собой увеличение значимости простых услуг на фоне низкого уровня экономического развития (в наименее развитых национальных республиках).

Хотя с количественной точки зрения третичная сфера в постсоветский период и выполнила роль важного социального демпфера, произошедшая трансформация структуры занятости, как правило, вела к снижению социального статуса и нерациональному использованию потенциала работников других отраслей экономики и в

большинстве регионов не стимулировала рост квалификации занятых.

Третичный сектор в ВРП регионов России

Доля третичного сектора в суммарном ВРП регионов России превысила 50-процентный рубеж относительно поздно – лишь в 2004 г. Достигнув максимума в 57% в 2014 г., доля вновь снизилась до 54% в 2018 г. Такая ситуация связана как с унаследованным от советского периода индустриальным перекосом в экономике, так и с усилением уже в постсоветский период ее сырьевых отраслей. Значительно превосходят среднероссийский уровень по доле третичного сектора в ВРП (от 60 до 70%) лишь города федерального значения и субъекты РФ, столицы которых выполняют функции межрегиональных центров услуг. В верхнюю часть рейтинга также попадают слаборазвитые национальные республики с ложной терциаризацией. Замыкают его нефте- и газодобывающие регионы (до 35%) и области, специализирующиеся на экспортоориентированных отраслях промышленности.

При анализе приходится учитывать, что фиксируемая статистикой доля третичного сектора, как отмечают эксперты, скорее всего, несколько завышена (Кузнецова, 2018). Это связано с особенностями организации статистического учета, например, включением в третичный сектор, в раздел НИОКР, производственных подразделений исследовательских организаций, производящих товары. Поэтому, несмотря на то, что в 1999–2018 гг. темпы роста третичного сектора обгоняли темпы роста ВРП в целом (соответственно 2.5 против 2.1 раза), вопрос о качестве и содержании произошедшей терциаризации остается открытым. Перечень регионов с повышенным по сравнению со среднероссийским уровнем *душевого ВРП в третичном секторе* в 2016–2018 гг. был невелик: всего 11, а без учета транспорта – всего 10. В их число кроме двух столиц и Московской области входят или нефте- и газодобывающие регионы с благополучными бюджетами и повышенной платежеспособностью жителей, или регионы с высокой стоимостью эксплуатации социальной инфраструктуры, которую не в состоянии скорректировать никакие поправочные коэффициенты, обычно используемые для межрегиональных сопоставлений² (рис. 4). Для многих регионов азиатской части страны и Европейского Севера повышенные социальные расходы бюджетов и высокая стоимость нерыночных услуг – два фактора, взаимно усиливающие друг друга.

В течение 1999–2018 гг. *душевой ВРП в третичном секторе* в сопоставимых ценах в целом в

² Например, “Стоимость фиксированного набора товаров и услуг” по субъектам РФ, регулярно публикуемая Росстатом.

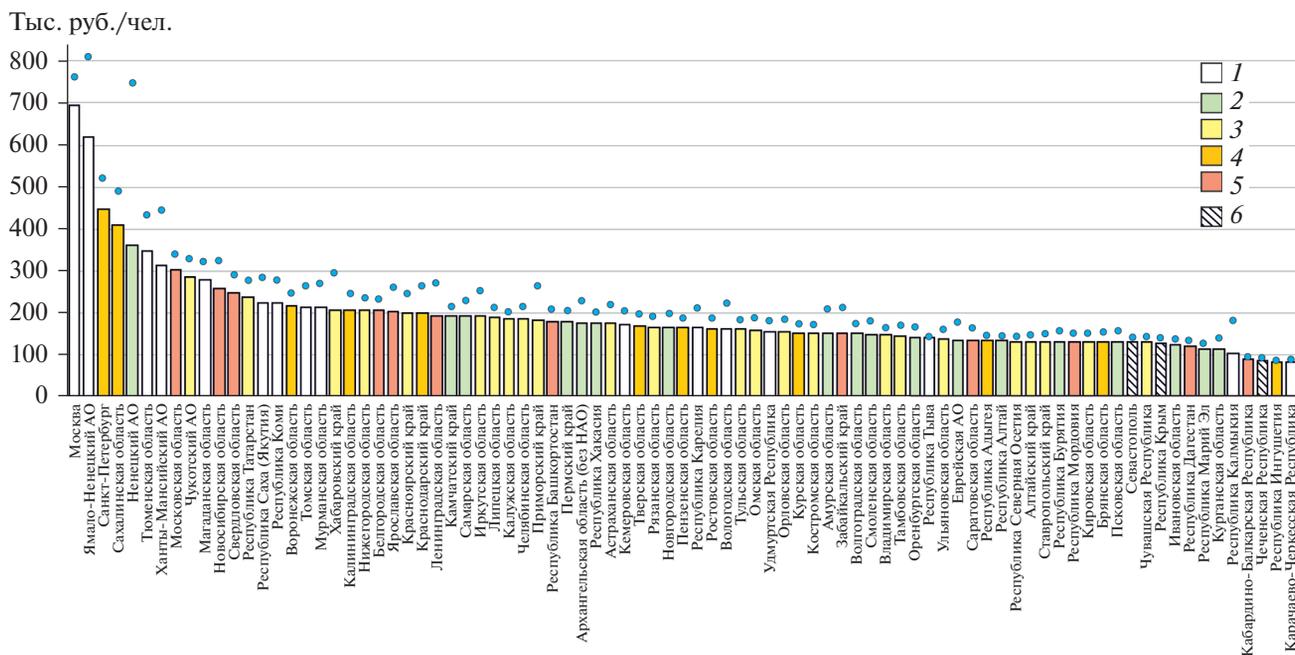


Рис. 4. Среднегодовой душевой ВРП в секторе услуг и его динамика в регионах России: 1) 2016–2018 гг. (столбцы – без учета, точки – с учетом транспортных услуг), тыс. руб./чел.; 2) 2016–2018 гг. к 1999–2001 гг. (в сопоставимых ценах, скорректированных на стоимость жизни), % (цвет столбцов): 1 – менее 200, 2 – 200–240, 3 – 241–300, 4 – 301–330, 5 – более 330, 6 – нет данных.
Составлено по данным ЕМИСС.

России увеличился в 2,3, а без учета транспортных и логистических услуг – в 2,4 раза. При анализе динамики эти виды услуг были исключены из расчетов, поскольку они искажали картину, улучшая показатели удаленных регионов с высокими транспортными издержками, трудно интерпретируемыми тарифами, развитой сетью технологического транспорта, а также слаборазвитых регионов с низким уровнем развития других подотраслей третичного сектора.

Если не считать Московскую область, которой интенсивное развитие услуг в поясе, непосредственно прилегающем к границам столицы, позволило войти в число лидеров, основные изменения заметнее всего во втором–третьем десятках рейтинга (см. рис. 4). Перераспределительная политика государства подтянула, но не более того, к среднероссийскому уровню регионы с ведущими крупногородскими агломерациями (Новосибирская, Свердловская, Воронежская, Ленинградская области), а также области, успешно реализовавшие имевшийся потенциал или вновь открывшиеся возможности развития (Ярославская, Белгородская).

Однако число таких регионов невелико. Почти половина лидеров по темпам роста – регионы с низкой базой, где рост произошел в первую очередь за счет улучшения ситуации в предоставлении социальных нерыночных услуг или реализа-

ции инфраструктурных проектов. Пожалуй, главное исключение – Санкт-Петербург (рост за 1999–2018 гг. без учета услуг транспорта в 3,2 раза), финансовые возможности которого в 2000-е годы существенно улучшились. Это заметно на контрасте с Москвой, где показатели уже были высокими и за двадцать лет увеличились лишь на 60%. При этом достигнутый душевой уровень ВРП в третичной сфере в столице, где зарегистрированы подразделения крупных компаний, обслуживающих внешнеторговые операции, скорее всего несколько завышен.

Несмотря на почти двукратное за двадцать лет сокращение разрыва между лидерами и аутсайдерами, которое произошло в основном за счет подтягивания самых отстающих регионов на фоне более медленного роста лидеров, в трети субъектов РФ уровень душевого ВРП в третичном секторе (без учета транспортных и логистических услуг) по-прежнему составляет не более 50% от среднероссийского уровня. Почти треть субъектов РФ в 1999–2018 гг. показали пониженные темпы роста душевого ВРП в третичном секторе при исходной не слишком высокой базе.

Типы регионов по структуре ВРП сектора услуг

Основные различия между субъектами РФ по структуре совокупного ВРП третичного сектора определяются вкладом в него розничной торгов-

Таблица 2. Типы регионов России по структуре ВРП в секторе услуг в 2016–2018 гг.

Тип	ВЭД третичного сектора	Подтип	Число регионов	Доля в структуре добавленной стоимости сектора услуг				
				социальные услуги	торговля	государственное управление	транспортные услуги	операции с недвижимостью
I. Сервисный	Сбалансированная многопрофильная структура	I-с	2	8–16	25–37	4–6	9–14	13–13
		I-ц	5	13–15	22–32	6–8	12–24	7–15
		II-о	25	14–24	18–43	8–16	8–19	2–13
II. Торгово-социальный	Торговля и социальные услуги	С повышенной долей:						
		II-г	7	17–28	22–32	13–25	5–16	3–12
		II-тр	17	14–29	15–32	6–16	15–30	5–14
III. Социально-управленческий	Социальные услуги и государственное управление	II-н	13	12–22	22–37	8–15	7–16	14–21
		III-о	5	26–41	13–19	25–36	3–13	1–5
		С повышенной долей:						
IV. Торгово-ресурсный	Оптовая торговля, лизинговые услуги, научная деятельность по обслуживанию горнодобывающих отраслей	III-тр	5	14–22	5–15	10–23	20–51	4–11
		III-т	4	25–32	20–27	23–29	5–7	3–10
		IV	2	11–18	13–33	6–8	19–29	5–9

Источник: составлено по данным ЕМИСС.

ли, транспорта и расходов на государственное управление. В 2016–2018 гг. они в сумме давали более 2/3 добавленной стоимости, создаваемой в российском секторе услуг. Это позволяет разделить российские регионы на четыре типа (группы) и выделить несколько подтипов – от субъектов с наиболее разнообразной структурой третичного сектора до территорий, где он фактически сведен к социальным услугам, имеющим преимущественно нерыночный характер и подушевое финансирование (табл. 2, рис. 5).

В *первый тип (I)* входят экономически развитые регионы, имеющие наиболее разнообразный и сбалансированный состав третичного сектора. Их число невелико: в них располагаются ведущие межрегиональные центры обслуживания (*I-ц*). Отдельно выделяются Москва и Санкт-Петербург (*I-с*), в которых разнообразие дополняется и максимально доступным в России уровнем, и эксклюзивностью целого ряда предоставляемых услуг (см. рис. 5).

Предпосылок для расширения этой группы нет: даже в “тучные годы” (2000–2008) сверхконцентрация всего и вся, от финансов до кадрового потенциала, в двух федеральных городах (Москве и Санкт-Петербурге) и ограниченном числе крупных агломераций так и не позволила что-то принципиально изменить в структуре сектора услуг других регионов (Зубаревич, 2007). Единственное исключение – Тюменская область, бла-

годаря ресурсной ренте сумевшая за последние два десятилетия увеличить долю верхних этажей сектора услуг.

Второй тип (II) – наиболее многочисленная группа – включает большинство рядовых российских регионов, в структуре третичного сектора которых доминируют торговля и социальные услуги (*II-о*). В сумме они составляют не менее 50% ВРП третичной сферы (без учета транспорта). Повышенная доля услуг госуправления характерна для более слабых регионов с глубинным или периферийным положением на территории России и для базы Черноморского флота – Севастополя (*II-з*).

Третий тип (III) состоит из наименее экономически развитых национальных республик и периферийных регионов. Наряду с социальными услугами непропорционально большую долю составляют услуги госуправления (*III-о*). В сумме эти два ВЭД дают от 50 до 73% объемов ВРП третичной сферы (без учета транспорта). Торговля в них развита слабее, ее доля превосходит 20% лишь в трех северокавказских республиках (*III-м*).

Более четверти всех регионов относятся к подтипу с повышенной долей транспортных услуг (*II-тр* и *III-тр*), ведущая роль в которых принадлежит грузозуму транспорту. Некоторые из них специализируются на добыче и экспорте полезных ископаемых (республики Коми и Якутия),

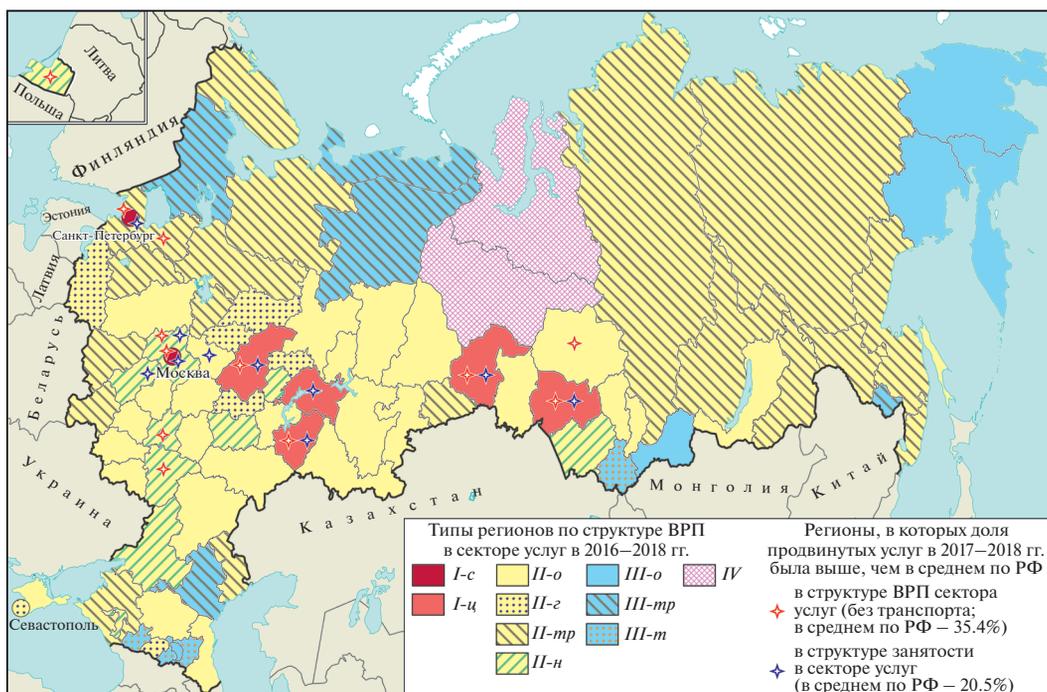


Рис. 5. Типы регионов России по структуре ВРП третичной сферы (см. табл. 2).

другие – благодаря выгодному транспортно-географическому положению имеют развитый транспортный комплекс (Краснодарский и Приморский края, Ленинградская, Мурманская и Архангельская области). Ряд областей извлекают выгоду из своего приграничного или транзитного положения на важных транспортных магистралях (Смоленская, Брянская, Курганская области, Забайкальский край). В Калмыкии рекордные 42% вклада транспорта в ВРП третичной сферы связаны с обслуживанием проходящего по ее территории магистрального нефтепровода (Каспийского Трубопроводного Консорциума (КТК)).

Заметную группу составляют регионы с повышенной долей операций с недвижимостью (*II-н*). Как правило, это субъекты РФ с динамично развивающимися ареалами крупногородского расселения, в которых благодаря благоприятным экономическим и природно-климатическим условиям идет более активное развитие строительного комплекса. Два региона – Краснодарский край и Ленинградскую область – можно отнести к двум подтипам (*II-тр* и *II-н*).

Особая структура третичного сектора у двух нефтегазодобывающих округов, выделяемых в отдельный тип (*IV*). В них велика доля транспорта, а также “административной деятельности и сопутствующих дополнительных услуг”, за которыми стоит инженерно-техническое и проектное сопровождение проектов в нефтегазовой сфере. Повышенная доля этого ВЭД характерна также для Республики Коми и Ненецкого АО, имеющих много общего с западносибирскими округами в структуре экономики. В Ямало-Ненецком АО кроме того повышена доля торговли, в первую очередь оптовой, связанной с реализацией продукции газодобывающей отрасли.

Территории с повышенной долей продвинутых услуг не образуют целостной группы (см. рис. 5). В нее кроме регионов из типа *I* можно за счет повышенной доли “Операций с недвижимым имуществом” включить некоторые субъекты РФ из подтипа *II-н*, а также Томскую область, имеющую развитую науку.

Коронавирусный кризис

Сложный по своей природе коронавирусный кризис 2020 г. поставил вопрос об экономической устойчивости, или резилиентности, третичной сферы и проявил другие особенности ее структуры, хуже улавливаемые стандартной статистикой³. Хотя шоковые социальные ограничения в период весеннего локдауна в той или иной мере коснулись всего третичного сектора, наиболее острая фаза кризиса затронула его отрасли в разной степени.

Относительно небольшое влияние кризис оказал на нерыночные услуги, имеющие в структуре налоговых отчислений высокую долю НДСЛ – госуправление, образование и здравоохранение (рис. 6). После небольшого спада во втором, наиболее сложном, квартале они постепенно вышли на уровень соответствующего периода 2019 г. Пожарные вливания в здравоохранение и рост объемов ковидной помощи не оказали значимого влияния на налоговые отчисления и, видимо, не сумели скомпенсировать сокращение объемов остальных медицинских услуг, качество и доступность которых существенно снизились.

Отрасли, даже с учетом инфляции продемонстрировавшие *небольшой рост*, – розничная торговля, которая стала ускоренно перестраиваться в результате развития *online* сегмента; информационные услуги, спрос на которые заметно вырос; а также административные услуги за счет заметного роста спроса на услуги клининговых компаний⁴, обеспечивающих уборку и дезинфекцию в госучреждениях, торговых сетях, медицинских и транспортных организациях, а также в прочих помещениях различного назначения.

Наиболее сильный спад наблюдался в отраслях, предоставляющих рыночные услуги и имеющих в отчислениях более высокую долю налога на прибыль: большинство из них так и не сумели к концу III квартала восстановить хотя бы докризисный уровень. Кроме работающих на конечного потребителя учреждений гостиничного бизнеса, общественного питания, культуры, спорта и досуга, в эту группу попадают и большинство отраслей, оказывающих услуги юридическим лицам. Перспективы восстановления последних связаны не только с нормализацией социальной жизни, но и с общими перспективами возобновления экономического роста.

Хотя на начальном этапе кризиса важным фактором динамики была глубинность положения региона на территории России, непосредственно повлиявшая на сроки введения ограничительных мер, в конечном итоге *территориальная проекция кризиса в третичной сфере* определилась вкладом рыночных и нерыночных подотраслей в ее валовую продукцию. Более устойчивой и адаптивной кроме столичных регионов оказалась третич-

³ В качестве экспресс-индикатора масштабов спада в апреле–июле 2020 г. можно использовать квартальные данные о поступлении налогов и сборов в консолидированный бюджет РФ по видам экономической деятельности. Эти сведения позволяют оценить экономическую активность большинства отраслей третичной сферы, в которых отсутствуют значительные, неопределенным образом “размазанные” по месяцам года объемы возврата НДС, других налогов и акцизов, как, например, на транспорте.

⁴ По ОКВЭД-2 клининговые услуги входят в раздел “Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги”.

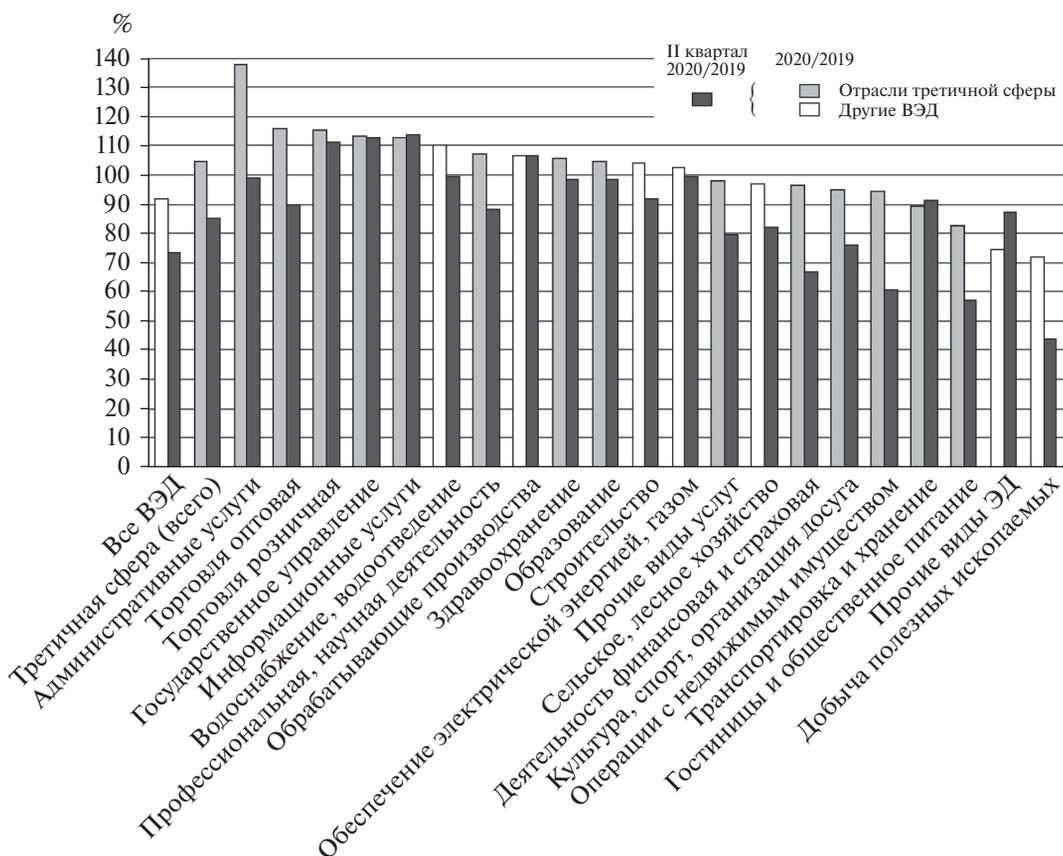


Рис. 6. Динамика налоговых поступлений по видам экономической деятельности, 2020 г. к соответствующему периоду 2019 г., %.
 Составлено по данным ФНС, https://www.nalog.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/

ная сфера крупных городских агломераций и центров с развитой и диверсифицированной структурой услуг (Новосибирск, Воронеж). Сильный спад отмечается, во-первых, в более индустриальных субъектах РФ, где снижение платежеспособного спроса населения усугубило сокращение объема услуг *B2B*, предоставляемых в первую очередь предприятиям экспортоориентированных отраслей (рис. 7). Во-вторых, сильный спад отмечен в национальных республиках со слабо диверсифицированной экономикой, где социальные ограничения привели к сокращению товарооборота розничной торговли, основной из представленных рыночных отраслей третичного сектора.

В регионах Азиатской России и Европейского Севера с очаговым типом освоения негативное воздействие на ситуацию, по-видимому, оказал расселенческий фактор. Он обуславливает повышенную концентрацию услуг в ограниченном числе крупногородских центров, более уязвимых с эпидемиологической точки зрения.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. По роли третичного сектора в экономике Россия занимает промежуточное положение в Европе — между наиболее развитыми государствами и более слабыми странами с транзитивной экономикой. Отставание по доли третичного сектора в структуре ВРП и занятости, несколько сократившееся в начале 1990-х годов, в десятилетие кризисов практически не меняется. Основные причины отставания — не только историческая задержка в развитии третичного сектора, но и сохраняющаяся утяжеленная структура экономики, особенности расселения, инерционность в трансформации образа жизни.

2. Современная структура ВДС третичного сектора России наиболее близка к восточноевропейским государствам с более высокой долей традиционных отраслей — розничной торговли и транспорта — и существенным отставанием продвинутых услуг. Наряду с другими странами с утяжеленной структурой экономики в России сохраняется разрыв между долей сектора услуг в ВВП и в занятости, что косвенно свидетельствует о со-

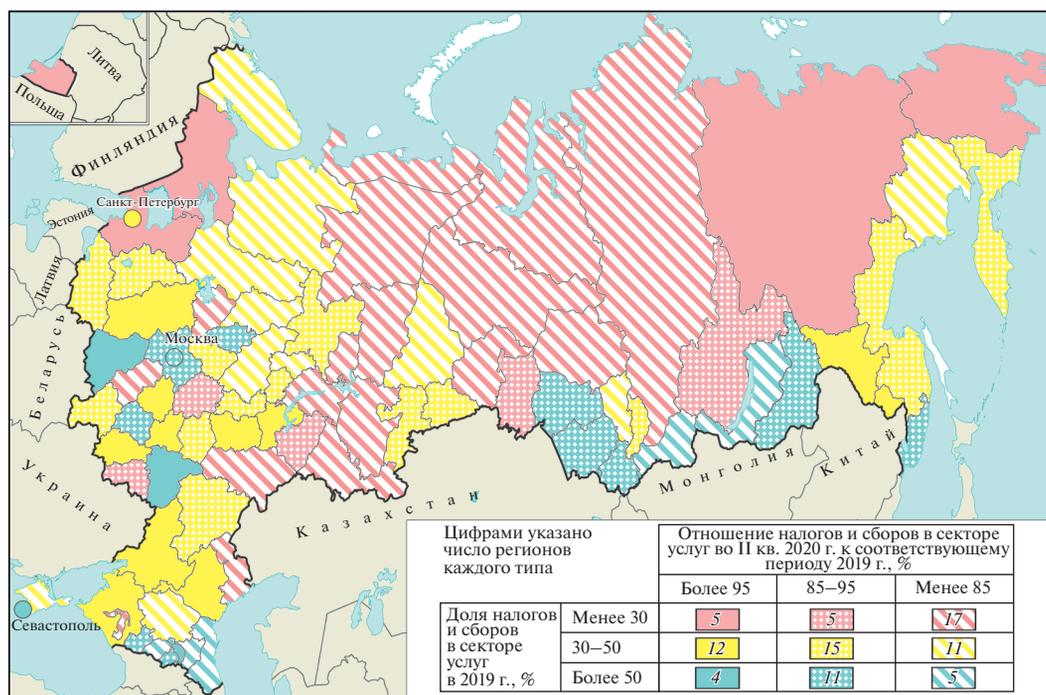


Рис. 7. Типы регионов России по соотношению доли третичного сектора (без транспорта) в налоговых поступлениях в 2019 г. и динамики налоговых поступлений во II квартале 2020 г. к соответствующему периоду 2019 г. Составлено по данным ФНС, https://www.nalog.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/

хранении в нем и более низкой производительности труда.

3. Рост занятости в *третичной сфере*, не затронувший лишь регионы сильного миграционного оттока на Европейском Севере и Дальнем Востоке, был значительно территориально дифференцирован. Лишь в 15 более развитых и миграционно привлекательных субъектах РФ темпы роста третичной занятости были не ниже среднероссийского уровня и сочетались с качественными изменениями в третичном секторе. В северокавказских республиках высокие темпы роста были связаны скорее с частичным выходом из тени малого и среднего бизнеса. В остальных регионах данный процесс носил характер вынужденной адаптации рынка труда в условиях сокращения рабочих мест в других секторах экономики.

4. В целом для большинства российских регионов различия в структуре ВДС третичного сектора не слишком велики. На фоне почти повсеместно доминирующих в разных пропорциях социальных услуг и розничной торговли главную дифференцирующую роль играют транспорт, непропорционально утяжеляющий вес третичного сектора периферийных регионов, и продвинутые услуги, сконцентрированные в ограниченном числе удаленных друг от друга межрегиональных центров – фокусов крупных агломераций.

5. Число регионов, *душевой ВРП* которых в третичном секторе в 1999–2018 гг. заметно вырос,

невелико. Половина из них – регионы с низкой базой, где рост связан с улучшением ситуации в предоставлении социальных нерыночных услуг или реализацией инфраструктурных проектов. Почти треть субъектов РФ показали пониженные темпы роста при исходной не слишком высокой базе. Несмотря на почти двукратное сокращение разрыва между лидерами и аутсайдерами, в трети регионов уровень душевого ВРП в третичном секторе составляет не более 50% от среднероссийского уровня.

6. Коронавирусная пандемия показала, что устойчивость *налоговых поступлений от третичной сферы* зависит в первую очередь от соотношения нерыночных и рыночных отраслей. Если первые довольно инерционны и относительно устойчивы, то вторые испытывают двойную нагрузку в условиях, когда спад потребительского спроса усиливается снижением деловой активности в ведущих отраслях специализации. Поэтому естественно, что в наибольшей степени страдает экономика третичной сферы сильных регионов с умеренной диверсификацией третичного сектора. При этом самые слабые территории, где рыночные отрасли представлены лишь розничной торговлей, также оказываются в зоне риска.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена в рамках госбюджетной темы НИР географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова № 1.17 “Современная динамика и факторы социально-экономического развития регионов и городов России и стран Ближнего Зарубежья”.

FUNDING

The work was carried out in the Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, within the framework of the state-ordered research theme no. 1.17 “Modern dynamics and factors of socioeconomic development of regions and cities in Russia and in the CIS countries.”

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ачкасова Т.А.* География третичного сектора // Социально-экономическая география: понятия и термины. Словарь-справочник / отв. ред. А.П. Горкин. Смоленск: Ойкумена, 2013. С. 65.
- Баранов К.В., Сафронов С.Г.* Развитие территориальной структуры крупносетевой торговли продовольственными товарами в России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2019. № 4. С. 100–109.
- Белл Д.* Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования М.: Асадемия, 2004. 944 с.
- Белл Д., Иноземцев В.Л.* Эпоха разобщенности: Размышления о мире XXI века. М.: Центр исследований постиндустриального общества, 2007. 304 с.
- Демидова Л.* Сфера услуг: изменение динамики производительности // Мировая экономика и международные отношения. 2006. № 12. С. 40–52.
- Вишневский А.Г.* Серп и рубль: Консервативная модернизация в СССР. М.: ОГИ, 1998. 432 с.
- Грицай О.В., Иоффе Г.В., Трейвиш А.И.* Центр и периферия в региональном развитии. М.: Наука, 1991. 168 с.
- Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н.* Российская Арктика: к новому пониманию процессов освоения. М.: Эдиториал УРСС, 2018. 400 с.
- Зотова М.В.* Особенности развития торговых сетевых структур в крупнейших городах России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2006. № 6. С. 71–80.
- Зубаревич Н.В.* Социальное развитие регионов России: проблемы и тенденции переходного периода. М.: Эдиториал УРСС, 2007. 264 с.
- Зубаревич Н.В.* Трансформация сельского расселения и сети услуг в сельской местности // Изв. РАН. Сер. геогр. 2013. № 3. С. 26–38.
- Зубаревич Н.В.* География сектора услуг: новые вызовы // Вопросы географии. Сб. 135. География населения и социальная география / отв. ред. А.И. Алексеев, А.А. Ткаченко. М.: Издательский дом “Кодекс”, 2013. С. 483–491.
- Иноземцев В.Л.* Несовременная страна. Россия в мире XXI века. М.: Альпина Паблишер, 2018. 404 с.
- Иноземцев В.Л.* Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспективы: Учеб. пособие. М.: Логос, 2000. 304 с.
- Иванов Д.С.* Трансформация сектора услуг регионов России. Дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012. 142 с.
- Кузнецова О.В.* Структура экономики российских регионов и уровень их социально-экономического развития // Научн. тр.: Ин-т народнохозяйственного прогнозирования РАН / гл. ред. А.Г. Коровкина. М.: МАКС Пресс, 2018. С. 473–493.
- Кузнецова О.В.* Уязвимость структуры региональных экономик в кризисных условиях // Федерализм. 2020. № 2. С. 20–38.
- Мониторинг экономической ситуации в России: тенденции и вызовы социально-экономического развития. 2020. № 28 (130). Ноябрь / Ин-т Гайдара и РАНХиГС. <https://www.iep.ru/ru/publikacii/publication/monitoring-ekonomicheskoy-situatsii-v-rossii-28-130-noyabr-2020-g.html> (дата обращения 10.12.2020).
- Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И.* Районы России и других европейских стран с переходной экономикой. М.: Институт географии РАН, “Ваш Выбор”, 1994. 70 с.
- Пилясов А.Н.* И последние станут первыми. Северная периферия на пути к экономике знания. М.: УРСС. 2009. 542 с.
- Россия регионов: в каком социальном пространстве мы живем? / под ред. Н.В. Зубаревич. М.: Поматур, 2005. 278 с.
- Савлов М.Е.* Методика оценки структуры третичного сектора хозяйства стран мира // Изв. РАН. Сер. геогр. 2018. № 1. С. 21–30.
- Савлов М.Е.* Третичный сектор мировой экономики: подходы к созданию типологии стран // Региональные исследования. 2012. № 4. С. 33–46.
- Территориальная организация третичного сектора экономики / под ред. А.М. Носонова, И.А. Семиной. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. 208 с.
- Ткаченко А.А., Фомкина А.А.* География сферы обслуживания и география сектора услуг: пройденный путь, состояние, перспективы // Региональные исследования. 2016. № 3. С. 5–13.
- Тоффлер Э.* Третья волна. М.: Издательство АСТ, 1999. 784 с.
- Трейвиш А.И.* Город, район, страна и мир: Развитие России глазами страноведа. М.: Новый хронограф, 2009. 372 с.
- Трейвиш А.И.* Типология регионов по структуре экономики (карты, графики, пояснительный текст) // Национальный атлас России. В 4-х т. Т. 3. М.: Роскартография, 2008. С. 462–463.
- Уэбстер Ф.* Теории информационного общества / пер. с англ. М.В. Арапова, Н.В. Малыхиной / под ред. Е.Л. Варгановой. М.: Аспект Пресс, 2004. 400 с.
- Castells M.* The Rise of the Network Society. Information Age. Vol. 1. Wiley-Blackwell, 2009. 656 p.

Transformation of the Tertiary Sphere of Russia's Regions Economy in the Post-Soviet Period

S. G. Safronov*

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

*e-mail: saffff@mail.ru

The downward trend in the role of the primary and secondary sectors of the Russian economy has become especially noticeable in the post-Soviet period during the transition to market relations. When analyzing the accelerated development of the tertiary sector, the main emphasis is usually placed on its objective nature and compliance with global trends. However, despite the common model of transformation of the structure of the economy with European countries, the results achieved both quantitatively and qualitatively differ from the level of more developed countries. These differences are even more pronounced at the regional level. In the article, the results of the tertiary sector development in Russia in the post-Soviet period are presented in comparison with other European countries and by the federal subjects. The research information base includes Eurostat and World Bank databases for cross-country comparisons, Rosstat materials for the typology of Russian regions, and quarterly data on tax contributions from the Federal Tax Service for the analysis of the stability of the tertiary sector sub-sectors in the context of the coronavirus crisis. Russia's lagging in terms of the share of the tertiary sector in the economy, which was rapidly decreasing in the first decade and a half of the post-Soviet period, has stabilized in recent years. The lagging behind developed European countries is determined by the weighted structure of the economy, combined with unfavorable institutional conditions for the development of B2B services, lowered consumption standards of the population, including those associated with its relatively low incomes, the sparseness of the settlement system, and tardy entry into the period of tertiarization. At the regional level, the quantitative and qualitative tertiary sector growth is characteristic of a stable group of fifteen of the most advanced federal subjects. In most of the rest regions, it is rather derivative on the background of a recession in other sectors of the economy. The resilience of the tertiary sector during the coronavirus crisis has been determined by the ratio of more inertial non-market and vulnerable market subsectors. The group with the largest relative losses includes both strong regions with moderate diversification of the tertiary sector and an increased share of B2B services and the weakest regions, where market branches are mainly represented by retail trade.

Keywords: service sector, dynamics of economic structure, COVID-19, coronavirus crisis, tertiary sector resilience, typology of Russian regions

REFERENCES

- Achkasova T.A. Geography of tertiary sector. In *Sotsial'no-ekonomicheskaya geografiya: ponyatiya i terminy. Slovar'-spravochnik* [Socioeconomic Geography: Concepts and Terms. Dictionary-reference]. Gorkin A.P., Ed. Smolensk: Oikumena Publ., 2013, 65 p. (In Russ.).
- Baranov K.V., Safronov S.G. Main spatial trends in the development of network food trade in Russia in 2000–2017. *Reg. Res. Russ.*, 2019, vol. 9, no. 3, pp. 256–266. doi 10.1134/S207997051903002X
- Bell D. *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture of Social Forecasting*. Penguin, 1976. 507 p.
- Bell D., Inozemtsev V.L. *Epokha razobshchennosti: Razmyshleniya o mire XXI veka* [The Era of Disunity: Reflections on the World in the XXI Century]. Moscow: Tsentr Issled. Postind. O-va, 2007. 304 p.
- Castells M. *The Rise of the Network Society. Information Age*. Wiley-Blackwell, 2009, vol. 1. 659 p.
- Demidova L. Service sector: changing productivity dynamics. *Mirovaya Ekonomika i Mezhdunarodnye Otnosheniya*, 2006, no. 12, pp. 40–52. (In Russ.).
- Gritsai O.V., Ioffe G.V., Treivish A.I. *Tsentr i periferiya v regional'nom razviti* [Center and Periphery in Regional Development]. Moscow: Nauka Publ., 1991. 168 p.
- Inozemtsev V.L. *Nesovremennaya strana. Rossiya v mire XXI veka* [A Non-Modern Country. Russia in the World of the 21 Century]. Moscow: Al'pina Publ., 2018. 404 p.
- Inozemtsev V.L. *Sovremennoe postindustrial'noe obshchestvo: priroda, protivorechiya, perspektivy* [Modern Postindustrial Society: Nature, Contradictions, Prospects]. Moscow: Logos Publ., 2000. 304 p.
- Ivanov D.S. Transformation of the service sector in the regions of Russia. *Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Moscow State Univ., 2012. 142 p.
- Kuznetsova O.V. Structure of the economy of Russian regions and the level of their socioeconomic development. In *Nauchn. Tr.: In-t narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN* [Scientific Works: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences]. Korovkin A.G., Ed. Moscow: MAKSPress, 2018, pp. 473–493. (In Russ.).
- Kuznetsova O.V. Vulnerability of the structure of regional economies in crisis conditions. *Federalizm*, 2020, no. 2, pp. 20–38. (In Russ.).
- Monitoring ekonomicheskoi situatsii v Rossii: tendentsii i vyzovy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya* [Monitoring the Economic Situation in Russia: Trends and Challenges of Socioeconomic Development]. Gaidar Inst., RANKhiGS, 2020, no. 28 (130). Available at: <https://www.iep.ru/ru/publikacii/publication/moni->

- toring-ekonomicheskoy-situatsii-v-rossii-28-130-noyabr-2020-g.html (accessed: 15.05.2021). (In Russ.).
- Nefedova T.G., Treivish A.I. *Raiony Rossii i drugikh evropeiskikh stran s perekhodnoi ekonomikoi* [Districts of Russia and Other European Countries with Transition Economies]. Moscow: IGRAN, Vash Vybor Publ., 1994. 70 p.
- Pilyasov A.N. *I poslednie stanut pervymi. Severnaya periferiya na puti k ekonomike znaniya* [And the Latter will be the First. Northern Periphery on the Way to the Knowledge Economy]. Moscow: URSS Publ., 2009. 542 p.
- Rossiya regionov: v kakom sotsial'nom prostranstve my zhivem? [Russia of Regions: What Social Space do We Live in?]. Zubarevich N.V., Ed. Moscow: Pomatur Publ., 2005. 278 p.
- Savlov M.E. Methodology for assessing the structure of the tertiary sector of the economy of the countries of the world. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2018, no. 1, pp. 21–30. (In Russ.).
- Savlov M.E. The tertiary sector of the world economy: Approaches for creating a typology of countries. *Reg. Issled.*, 2012, no. 4, pp. 33–46. (In Russ.).
- Territorial'naya organizatsiya tretichnogo sektora ekonomiki* [Territorial Organization of the Tertiary Sector of the Economy]. Nosonov A.M., Semina I.A., Eds. Saransk: Mordov. Univ., 2017. 208 p.
- Tkachenko A.A., Fomkina A.A. The geography of the service sphere and the geography of the service sector: The past path, state, prospects. *Reg. Issled.*, 2016, no. 3, pp. 5–13. (In Russ.).
- Toffler A. *The Third Wave*. Bantam Books, 1981. 537 p.
- Treivish A.I. *Gorod, raion, strana i mir: Razvitie Rossii glazami stranoveda* [City, District, Country and World: The Development of Russia Through the Eyes of a Regional Geographer]. Moscow: Novyi Khronograf Publ., 2009. 372 p.
- Treivish A.I. Typology of regions according to the structure of the economy (maps, graphs, explanatory text). In *Natsional'nyi atlas Rossii* [National Atlas of Russia]. Moscow: Roskartografiya Publ., 2008, vol. 3, pp. 462–463. (In Russ.).
- Vishnevskii A.G. *Serp i rubl': Konservativnaya modernizatsiya v SSSR* [A Snake and a Ruble: Conservative Modernization in the USSR]. Moscow: OGI Publ., 1998. 432 p.
- Webster F. *Theories of the Information Society*. Routledge, 2014. 416 p.
- Zamyatina N.Yu., Pilyasov A.N. *Rossiiskaya Arktika: k novomu ponimaniyu protsessov osvoeniya* [The Russian Arctic: Towards a New Understanding of the Development Processes]. Moscow: URSS Publ., 2018. 400 p.
- Zotova M.V. Features of the development of trade network structures in the largest cities of Russia. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2006, no. 6, pp. 71–80. (In Russ.).
- Zubarevich N.V. Geography of the service sector: New challenges. In *Voprosy geografii* [Problems of Geography]. Vol. 135: *Geografiya naseleniya i sotsial'naya geografiya* [Population Geography and Social Geography]. Alekseev A.I., Tkachenko A.A., Eds. Moscow: Kodeks Publ., 2013, pp. 483–491. (In Russ.).
- Zubarevich N.V. *Sotsial'noe razvitie regionov Rossii: problemy i tendentsii perekhodnogo perioda* [Social Development of Russian Regions: Problems and Trends of the Transitional Period]. Moscow: URSS Publ., 2007. 264 p.
- Zubarevich, N.V. Transformation of the rural settlement pattern and social services network in rural areas. *Reg. Res. Russ.*, 2013, vol. 3, pp. 221–233. doi 10.1134/S2079970513030118

УДК 911.372.3

НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ГЕНЕРАЦИИ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ В ПРИГРАНИЧНЫХ ГОРОДАХ РОССИИ

© 2021 г. А. А. Михайлова^а, Я. А. Вендт^б, А. П. Плотникова^а, Я. Танг^с, А. С. Михайлов^{а, д, *}

^аБалтийский федеральный университет имени И. Канта, Калининград, Россия

^бГданьский университет, Гданьск, Польша

^сСычуаньский университет, Сычуань, Китай

^дИнститут географии РАН, Москва, Россия

*e-mail: mikhailov.andrey@yahoo.com

Поступила в редакцию 11.05.2020 г.

После доработки 28.03.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Усложнение процесса генерации нового знания привело к росту международных сетей научного сотрудничества, а интеграцию в них сделало важнейшим фактором конкурентоспособности. Развитие трансграничного научного сотрудничества преследует две генеральные цели: во-первых, регионального развития – за счет особенностей экономико-географического положения, во-вторых, экономическую – посредством снижения затрат и повышения эффективности обмена знаниями в результате сочетания географической и нетерриториальных видов близости. Исследование сфокусировано на изучении приграничных городов России в контексте определения их способности к созданию научного знания, а также потенциала интеграции в приграничные научные сети сотрудничества. В исследовании применяются наукометрические методы в сочетании с качественными оценками, что позволило получить более целостные представления о траектории развития научного пространства приграничья России. Результаты данного исследования показали, что приграничные города России концентрируют в себе значительный научный потенциал. Однако его реализация зависит от размера города, удаленности от границы и сильного научного центра, степени институциональной, когнитивной, культурной и иной близости с соседними городами приграничных государств и уровня развития научно-исследовательской деятельности в последних.

Ключевые слова: приграничный город, наукометрический анализ, научный центр, новое знание, трансграничное научное сотрудничество

DOI: 10.31857/S2587556621040075

ВВЕДЕНИЕ

Граница – традиционный объект геополитических и геоэкономических исследований (Колосов, 2016; Кудияров, 1996; Kolosov, Scott, 2013). Изучение особенностей развития приграничных регионов – центральная тема многих экономико-географических научных работ (Вардомский, 2017; Дружинин, 2018). Ярко выраженная специфика в развитии приграничья формируется соотношением барьерной и контактной функций границы. Приграничные регионы испытывают постоянное и ощутимое влияние внешнеполитического, экономического, межкультурного, демографического, миграционного и экологического характера. Доминирование барьерной функции способствует периферизации приграничных территорий, снижая их возможности по использованию своего экономического потенциала (Колосов и др.,

2016; Федоров, 2019). Расширение контактной функции границы создает благоприятные условия для формирования устойчивых трансграничных деловых, культурных, личных связей и дополнительных точек экономического роста (Бакланов, Романов, 2010). Регулярные приграничные контакты – основа формирования добрососедских отношений, поощряемых укреплением нетерриториальных видов близости (Зотова и др., 2018). Синергизм трансграничных связей рождает конкурентные преимущества, недоступные участникам взаимодействия по отдельности.

Особый тип трансграничного сотрудничества – научно-технологическое, способствующее обмену научными знаниями и технологиями между приграничными регионами, выступая катализатором процесса непрерывного обучения (Makkonen et al., 2018). В данном контексте контактная

функция границы играет важную роль в развитии интеллектуального капитала приграничных регионов, однако эмпирических исследований по данной проблематике все еще недостаточно. Хорошим примером устойчивого взаимовыгодного научного сотрудничества являются государственно-члены Европейского Союза (ЕС), для которых трансграничные коллаборации — признанная форма исследований, поддерживаемая на национальном и наднациональном уровнях (Bergé, 2017). Международные, часто междисциплинарные, научные коллективы имеют доступ к целевому грантовому финансированию и исследовательской инфраструктуре в разных странах, что приводит к снижению общих затрат на исследования и простоев дорогостоящего лабораторного оборудования. Дополнительная ценность — обмен мыслями, идеями, неявными знаниями, заключенными в опыте, навыках и компетенциях, а также реальное сотрудничество по созданию научной продукции. Важное значение имеет синергетический эффект, получаемый в совместных исследованиях.

Реализация международного партнерства по коммерциализации результатов научных исследований — более сложная форма взаимодействия, требующая высокого уровня доверия и соответствующей институциональной основы (van den Broek J., Smulders, 2015). Вопросы участия в затратах, лицензиях, правах, патентах и распределении потенциального дохода — традиционный предмет обсуждения при заключении договоренностей, прежде всего в практикоориентированных областях науки. Однако и экономический эффект от такого сотрудничества в долгосрочной перспективе может быть выше, нежели от замыкания инновационного процесса внутри национальных границ одной страны (Bathelt, Henn, 2014). Таким образом, содействие трансграничной мобильности интеллектуального капитала становится важным фактором развития приграничных регионов, а формирование трансграничных научных связей — значимым преимуществом в межрегиональной конкуренции.

Представляет интерес изучение внутренней неоднородности научного пространства приграничья, основные узлы которого — города, концентрирующие основную часть интеллектуальных, человеческих, финансовых, экономических, институциональных и иных ресурсов и задающие динамику приграничного научного сотрудничества. Данное исследование направлено на анализ пространственной специфики генерации научного знания в приграничье России с использованием наукометрического подхода. Его целью является оценить территориальные и функциональные различия между приграничными и внутренними российскими городами в создании научного знания. В основе исследования лежит гипотеза о том,

что территориальная близость к границе — существенный фактор научной продуктивности города. В круг исследовательских вопросов вошли поиск зависимости между результативностью генерации научного знания и размером города по численности населения, а также оценка перспектив развития европейского и азиатского векторов научного сотрудничества России с приграничными странами.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТАННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Знания все активнее становятся объектом изучения современной экономической географии как логическое продолжение эмпирического исследования моделей хозяйственной активности на мезоуровне (Земцов и др., 2016; Malecki, 2010). В фокусе экономико-географических работ последних десятилетий находятся вопросы организационно-территориального построения взаимодействий между заинтересованными участниками (фирмами, научно-исследовательскими организациями, институтами и др.) по поводу обмена знаниями в процессе ведения инновационно-экономической деятельности (Бабурин, Земцов, 2013), а также оценки затрат, связанных с передачей кодифицированного и неявного знания на расстоянии (Ansoffi, 2000).

Отдельного внимания заслуживают сравнительные исследования, выполненные на материалах регионов (Balland, Rigby, 2017; Zemtsov, Kotsimir, 2019) и фирм (Shearmur, Doloreux, 2009), по оценке неоднородности распределения научного знания в пространстве и выявлению областей его локализации и дефицита. Согласно (Cantwell, Zaman, 2018), географическая удаленность определяет разнообразие генерируемых знаний, а возросшая сложность знания не позволяет обеспечивать его устойчивую генерацию только в одном месте. При этом географическое расстояние негативно влияет на частоту личных взаимодействий ввиду роста затрат и усилий на их осуществление (Hoekman et al., 2010).

Существенным методическим стимулом для развития географии знания выступила пространственная наукометрия, подходы которой позволили реализовывать более масштабные работы по изучению “архипелагов научных знаний” (Thrift, 1999), в том числе на уровне города, обычно слабо представленного в традиционной статистике. Городам в современной экономике принадлежит главная роль в производстве знаний, что обусловлено нарастанием агломерационных процессов, сопровождающихся интеграцией интеллектуального и территориального капиталов, значимостью городской среды для обмена знаниями (Zhang, Wu, 2019).

Города занимают лидирующее место по созданию научных знаний. Одни сформировали более эффективные локальные научные системы, а другие все еще остаются невидимками на научных картах. Согласно современным исследованиям (György, 2018; Maisonobe et al., 2016), факторами успеха в конкурентной борьбе выступают сложившийся научный авторитет; развитие более востребованных, цитируемых областей наук; активное участие в международном, межрегиональном или межгородском научном сотрудничестве.

Представляют интерес работы на стыке экономической географии и сетевых исследований, рассматривающие процесс обмена знаниями в контексте сочетания географической и иных нетерриториальных видов близости: институциональной, социальной, когнитивной, организационной, культурной, исторической и др. (Замятина, Пилясов, 2017; Gui et al., 2018). Географическая близость способствует более частым взаимодействиям лицом к лицу, что увеличивает и улучшает передачу знаний, в том числе благодаря перетоку неявных знаний (Desrochers, 2001). Увеличение географического расстояния нередко обуславливает ослабление культурной близости и более высокие языковые барьеры (Bathelt, Henn, 2014; Boschma, 2005).

Гравитационная модель международных совместных исследований предсказывает, что вероятность сотрудничества увеличивается с уменьшением физического или социального расстояния между участниками (Frenken et al., 2009). Под социальным расстоянием понимается степень нетерриториальной близости участников взаимодействия. Во многих международных научных коллаборациях партнеры – коллеги с предыдущих мест работы, бывшие студенты или профессора и др., поскольку у них уже установились доверительные отношения, основанные на социальной близости (Agrawal et al., 2015). Таким образом, сотрудничество на значительном географическом удалении возможно и может быть продуктивно, однако должно компенсироваться институциональным, социальным, когнитивным, организационным и/или культурным единством взаимодействующих сторон. Также для поддержания международных коллабораций в научной сфере имеет важное значение комплементарность генерируемых в городах областей знания, которые достаточно устойчивы во времени (Wuestman et al., 2019).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Необходимость решения задач по выявлению специфики расположения и функционирования городов – генераторов научного знания в приграничье России – и оценке потенциала их международного научного взаимодействия определила логику, методы и подходы к построению исследо-

вательской стратегии. Оценка проходила в два этапа. На первом проведен наукометрический анализ процесса генерации научного знания в городах РФ и выявлены его территориальные особенности. Для этого обоснованы критерии формирования выборки городов; определен набор наукометрических и статистических показателей с последующим сбором и анализом данных; проведена дифференциация городов по удаленности от государственной границы с выделением нескольких приграничных зон; определены межгородские различия в генерации научного знания в зависимости от территориального расположения. На втором этапе дана оценка возможностей формирования приграничных научных связей между Россией и соседними странами на основе плотности иностранных городов – потенциальных участников сотрудничества, и качественных оценок экспертов из Польши, Литвы, Румынии, Японии и Китая.

Учтены научные, образовательные организации, предприятия и иные субъекты, участвующие в сопроизводстве знания. Источник наукометрических данных – реферативная база научного цитирования Scopus. Выбор обусловлен ее международным, а не национальным статусом, позволяющим учитывать научные публикации с участием зарубежных ученых; сравнительно большим среди других международных баз покрытием научных публикаций, аффилированных с Россией; наличием встроенных поисковых и аналитических (SciVal) инструментов.

Выгрузка массива данных осуществлялась во втором квартале 2019 г. за пятилетний период: 2013–2017 гг. При создании базы наукометрических данных по городам выборки выдержаны следующие принципы: *самодостаточности* – отдельный поисковый запрос для каждого города; *дополнительности* – статьи без указания города идентифицировались по организации(-ям), в которой(-ых) выполнено исследование, в случае нескольких авторов учитывалась аффилиация каждого, а статьи без указания страны не учитывались; *неопределенности* – учитывалась вариативность в написании названий городов, научных организаций; *разнообразия* – учитывались все организации и предприятия, чьи сотрудники – авторы научных статей, опубликованных в журналах из базы Scopus в 2013–2017 гг.

В первичную оценку вошло 1118 городов РФ, из которых сформирована выборка в 440 (без учета Республики Крым и Севастополя). Критерий выборки – наличие не менее одной статьи в Scopus за период изучения. Для этих городов построены научные профили по семи наукометрическим показателям: общий уровень цитируемости; взвешенное по области знания цитирование; удельный вес статей в соавторстве с иностранны-

Таблица 1. Распределение городов выборки по группам

По численности населения	Приграничные					Внутренние
	Всего	1 пояс	2 пояс	3 пояс	4 пояс	
Всего	219	78	36	55	50	221
От 250 тыс. чел. (А)	40	14	6	14	6	78
Менее 250 тыс. чел. (Б)	179	64	30	41	44	143

ми учеными; удельный вес статей в соавторстве с учеными из разных организаций одной страны; доля статей в топ-10% журналах Scopus; научная продуктивность по количеству статей относительно численности населения; доминирующая область знания по абсолютному количеству статей. При интерпретации результатов учитывались отличия городов по численности населения и положению относительно государственной границы с выделением потенциально контактных зон (табл. 1).

Города выборки дифференцировались по двум критериям:

– *размеру*: “группа А” объединила миллионники, крупнейшие, крупные города с населением свыше 250 тыс. человек; “группа Б” объединила большие, средние, малые города с населением менее 250 тыс. человек;

– *удаленности от границы*: “внутренние”, удаленные от нее более чем на 300 км; “приграничные”, расположенные не более чем в 300 км от государственной границы, с выделением 4 поясов: 1-го – до 50 км от государственной границы; 2-го – 50–100 км; 3-го – 100–200 км; 4-го – 200–300 км.

Учеными России и стран СНГ протяженность территории пограничья и приграничья в контексте изучения вопросов социально-экономического сотрудничества, транспорта и трудовых миграций оценивается в 5–30 км, реже 50 км (Вардомский, 2008; Зотова, Терещенко, 2020; Изотов, Юн, 2011; Лажник, 2011; Осадчая, Ремизов, 2013), что обусловлено как существующими административными режимами, так и функциональными факторами, например, необходимостью тесных регулярных контактов. Выбор в данном исследовании более обширной географической зоны обоснован стремлением проследить изменение закономерностей в генерации научного знания с удалением от государственной границы и опирается на результаты предшествующих тематических исследований в области передачи знания (Abramo et al., 2020; Inoue et al., 2019). В четыре приграничных пояса вошло 219 городов, из них 137 – в приграничных субъектах РФ. За пределами 300 км исследуемой зоны осталось всего 6 городов выборки приграничных субъектов РФ, которые рассмотрены в составе внутренних городов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 300 км приграничной зоне России расположено 49.8% всех городов выборки, в том числе 17.7% в 1-м поясе в непосредственной близости от государственной границы. Несмотря на почти равное в количественном отношении распределение объектов исследования между приграничьем и внутренними территориями, имеются существенные различия в их составе. Более 80% приграничных городов имеет население менее 250 тыс. человек, в то время как в группе внутренних городов данный показатель существенно ниже – около 65%. Это говорит о том, что научный ландшафт приграничья складывается в большей степени из небольших городов, поддерживаемых рядом крупных, из которых семь – миллионники (в 1-м поясе – Санкт-Петербург и Ростов-на-Дону; во 2-м – Омск; в 3-м – Челябинск, Самара, Воронеж и Волгоград).

Наукометрические показатели за 2013–2017 гг. по группам приграничных и внутренних городов РФ представлены в табл. 2 и 3. Расчет показателей производился следующим образом: среднее рассчитано как среднее арифметическое по городам группы за период; “минимальное” – наименьшее отличное от нуля значение, встречающееся среди городов данной группы за период; “нулевое” показывает количество городов, для которых данный показатель был нулевым в 2013–2017 гг.

В среднем приграничные города России в 4.8 раза уступают внутренним по научной продуктивности. В 1, 3 и 4-м приграничных поясах характерна более высокая научная продуктивность для городов группы А, а во 2-м поясе разрыв между группами А и Б минимален. Для внутренних городов наблюдается обратная тенденция: группа Б почти в 2 раза превосходит группу А по научной продуктивности. Это свидетельствует о ключевой роли городов с населением свыше 250 тыс. человек как драйверов процесса генерации научного знания в приграничье. Вероятно, из-за близкого и достаточно компактного расположения в приграничной зоне (особенно в европейской части страны) они оттягивают ресурсы из более мелких населенных пунктов, снижая их научный потенциал. В случае же внутренних городов, преимущественно расположенных на значительном расстоянии друг от друга, их удален-

Таблица 2. Наукометрические показатели приграничных городов России, 2013–2017 гг.

Показатель	Значение	Приграничные города (А – от 250 тыс. чел., Б – менее 250 тыс. чел.)								
		Всего	1 пояс		2 пояс		3 пояс		4 пояс	
			А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
П1, цитаты/ статья	Макс.	83.0	6.0	38.6	16.3	9.0	8.3	83.0	5	9.4
	Среднее	2.79	2.58	3.54	2.93	2.46	2.51	4.32	2.02	1.43
	Мин.	0.17	0.2	0.17	1.1	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3
	Нулевое (число городов)	50	1	18	1	4	2	8	1	15
П2, цитаты/ статья	Макс.	3.96	1.16	2.98	2.4	2.97	3.96	2.4	1.05	2.73
	Среднее	0.49	0.52	0.41	0.75	0.55	0.69	0.34	0.57	0.35
	Мин.	0.02	0.07	0.04	0.33	0.02	0.13	0.05	0.16	0.03
	Нулевое (число городов)	50	1	18	1	4	2	8	1	15
П3, %	Макс.	100	35.3	100	42.3	100	28	100	21.9	100
	Среднее	15.5	15.3	23.0	12.0	23.9	12.2	12.1	9.4	9.6
	Мин.	1.7	6.4	16.7	4.8	7.7	4.3	2.0	1.7	2.0
	Нулевое (число городов)	94	6	26	1	10	4	18	3	26
П4, %	Макс.	100	78.6	100	60.0	33.3	60.0	100	80.0	100
	Среднее	18.1	19.1	12.8	22.5	7.31	25.2	20.4	28.1	17.5
	Мин.	2.1	3.5	10.0	10.8	2.3	2.1	4.0	5.5	2.8
	Нулевое (число городов)	80	3	29	1	9	2	14	1	21
П5, %	Макс.	60	16.7	60.0	25.0	16.7	10.4	12.5	9.3	23.1
	Среднее	3.48	5.73	5.08	5.61	2.34	3.35	0.69	2.91	1.73
	Мин.	0.6	2.1	4.0	1.5	1.3	1.3	6.7	0.6	4.4
	Нулевое (число городов)	130	7	37	2	15	8	26	4	31
П6, статей/чел.	Макс.	1248	13.1	1248	3.097	18.7	8.76	3.21	3.15	3.98
	Среднее	1.17*	2.21	1.19*	1.11	1.396	1.79	0.34	1.04	0.35
	Мин.	0.007	0.016	0.11	0.007	0.023	0.007	0.013	0.044	0.014

Примечание. П1 – Общий уровень цитируемости; П2 – Взвешенное по области знания цитирование; П3 – Доля статей в соавторстве с иностранными учеными; П4 – Доля статей в соавторстве с учеными из разных организаций одной страны; П5 – Доля статей в топ-10% журналах Scopus; П6 – Научная продуктивность.

* Из расчета среднего значения исключен Нижний Архыз (Карачаево-Черкесская Республика), имеющий экстремально высокий уровень показателя.

Источник: рассчитано по данным базы Scopus.

ность выступает позитивным фактором, способствующим развитию научного потенциала вне зависимости от размера. Данное предположение нашло отражение в полученном распределении по показателю научной продуктивности (см. табл. 2 и 3).

Общий и взвешенный средние уровни цитируемости публикаций авторов из приграничных городов РФ в международном научном пространстве, косвенно указывающие на востребованность генерируемого знания и осведомленность о нем других ученых, сопоставимы с аналогичными показателями для внутренних городов, что не позволяет говорить о наличии явных преимуществ от близости к зарубежным научным центрам (см. табл. 2; рис. 1).

По среднему взвешенному по области знания цитированию и доле статей в топ-10% индексируемых журналах прослеживается тенденция преобладания городов группы А над группой Б вне зависимости от территориального расположения. В целом статьи из более крупных научных центров РФ имеют больший отклик мирового научного сообщества, в том числе за счет превосходства по доле публикаций в журналах с высокими импакт-факторами. Полученные результаты демонстрируют существенную неоднородность городов приграничья России как по цитируемости научных статей, так и по доле в топ-10% журналах Scopus. В 1-м и 3-м поясах по уровню общей цитируемости группа Б существенно опережает группу А на фоне значительно больших разрывов между лидерами и аутсайдерами. В 2-м и 4-м поя-

Таблица 3. Наукометрические показатели внутренних городов России, 2013–2017 гг.

Показатель	Значение	Внутренние города (А – от 250 тыс. чел., Б – менее 250 тыс. чел.)		
		всего	А	Б
П1 – Общий уровень цитируемости, цитаты/статья	Макс.	33.4	33.4	29.4
	Среднее	2.26	2.78	1.97
	Мин.	0.1	0.5	0.1
	Нулевое	37	0	37
П2 – Взвешенное по области знания цитирование, цитаты/статья	Макс.	6.89	4.99	6.89
	Среднее	0.5	0.6	0.45
	Мин.	0.02	0.13	0.02
	Нулевое	38	0	38
П3 – Доля статей в соавторстве с иностранными учеными, %	Макс.	100	41.1	100
	Среднее	11.5	12.3	11.1
	Мин.	1.2	1.2	2.5
	Нулевое	102	10	92
П4 – Доля статей в соавторстве с учеными из разных организаций одной страны, %	Макс.	100	100	100
	Среднее	24.7	25.2	24.5
	Мин.	1.0	5.6	1.0
	Нулевое	60	1	59
П5 – Доля статей в топ-10% журналах Scopus, %	Макс.	100	28.6	100
	Среднее	4.1	5.2	3.51
	Мин.	0.8	0.8	1.6
	Нулевое	136	19	117
П6 – Научная продуктивность, статей/чел.	Макс.	384.3	50.5	384.3
	Среднее	5.56	3.07	6.91
	Мин.	0.011	0.016	0.011

Источник: рассчитано по данным базы Scopus.

сах наблюдается обратная закономерность: бо́льшая востребованность научного знания, генерируемого группой А, и более равномерное распределение по показателю П1. По общему уровню цитируемости приграничные города 2-го и 4-го поясов в большей степени повторяют динамику внутренних. Значительный интерес представляет распределение городов в приграничье по объему публикаций в топ-10% журналах: на фоне сохранения общего паттерна превосходства группы А над Б по показателю П5 есть существенные различия между поясами. Наиболее высокие средние значения П5 у групп А и Б в поясе 1, далее идут пояса 2 и 3, а самые низкие – в поясе 4.

Распределение приграничных городов по уровню включенности в международные и национальные сети научного сотрудничества прослежено на основе показателей П3 и П4 (рис. 2). Средняя доля публикаций в соавторстве с иностранными учеными у приграничных городов РФ составляет 15.5%, что на 4 п. п. выше, чем у внут-

ренних (11.5%). При этом может быть прослежена интересная закономерность в зависимости от размера города и его удаленности от государственной границы. В городах поясов 1 и 2, наиболее близко расположенных к границе, средняя доля совместных публикаций с зарубежными авторами выше, чем у городов поясов 3, 4 и внутренних (см. табл. 2 и 3). При этом как в первом, так и во втором поясе более контактными являются меньшие по численности населения города группы Б. В 3-м и 4-м поясах существенно более низкая доля статей в международном соавторстве, чем в 1-м и 2-м поясах, без критичных различий в зависимости от размера города.

По уровню национальной научной кооперации внутренние города превосходят приграничные: 24.7 против 18.1%. При этом наблюдаются иные закономерности в распределении городов по доле статей в соавторстве с учеными из разных научных организаций России. Во-первых, как в случае внутренних, так и приграничных городов в

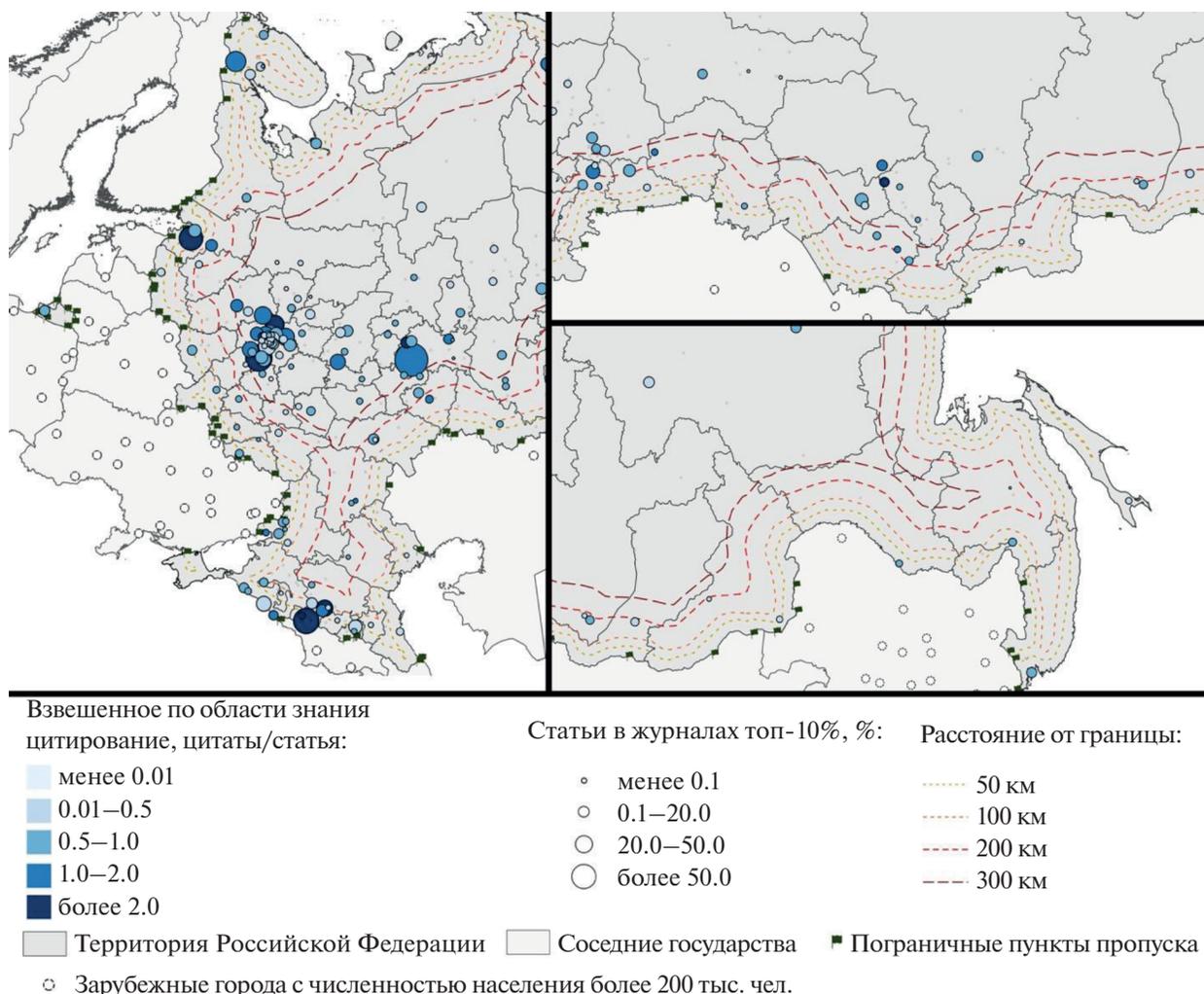


Рис. 1. Распределение приграничных городов России по востребованности генерируемых научных знаний в 2013–2017 гг.

среднем более контактной на национальном уровне является группа А. Во-вторых, наиболее высокие средние показатели доли статей в национальном соавторстве среди приграничных городов – у более удаленных в поясах 3 и 4.

Доминирующими областями знания для приграничных научных центров РФ, в которых генерируется наибольший объем публикаций, являются инжиниринг – 21%, науки о Земле и планетология – 14.6%, сельскохозяйственные и биологические науки – 12.8%, физика и астрономия – 9.1% (рис. 3). Общественные и гуманитарные науки представлены в меньшей степени. В приграничных городах 1-го пояса выявлено 16 доминирующих областей научного знания, 2-го и 3-го поясов – по 14, 4-го пояса – 13. Наибольшее разнообразие областей знаний представлено в 1-м и 2-м приграничных поясах в европейской части России. Приграничье центральной и восточной части страны в меньшей степени диверсифицировано по областям ге-

нерации научных знаний с ориентацией на инжиниринг, науки о Земле и планетологию, физику и астрономию.

РАЗВИТИЕ НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ С ПРИГРАНИЧНЫМИ СТРАНАМИ

Поскольку сотрудничество – результат совместной заинтересованности, то существенное влияние на установление партнерских связей и последующее получение выгод оказывает специфика научных систем соседних стран. Полезность совместных международных исследований выше, если партнер имеет более высокий уровень научно-технологического развития. Среди приграничных стран, с которыми у России есть сухопутная граница, наиболее активное научное сотрудничество на западе ведется с Польшей, Украиной и Финляндией, на востоке – с Китаем (рис. 4, табл. 4).

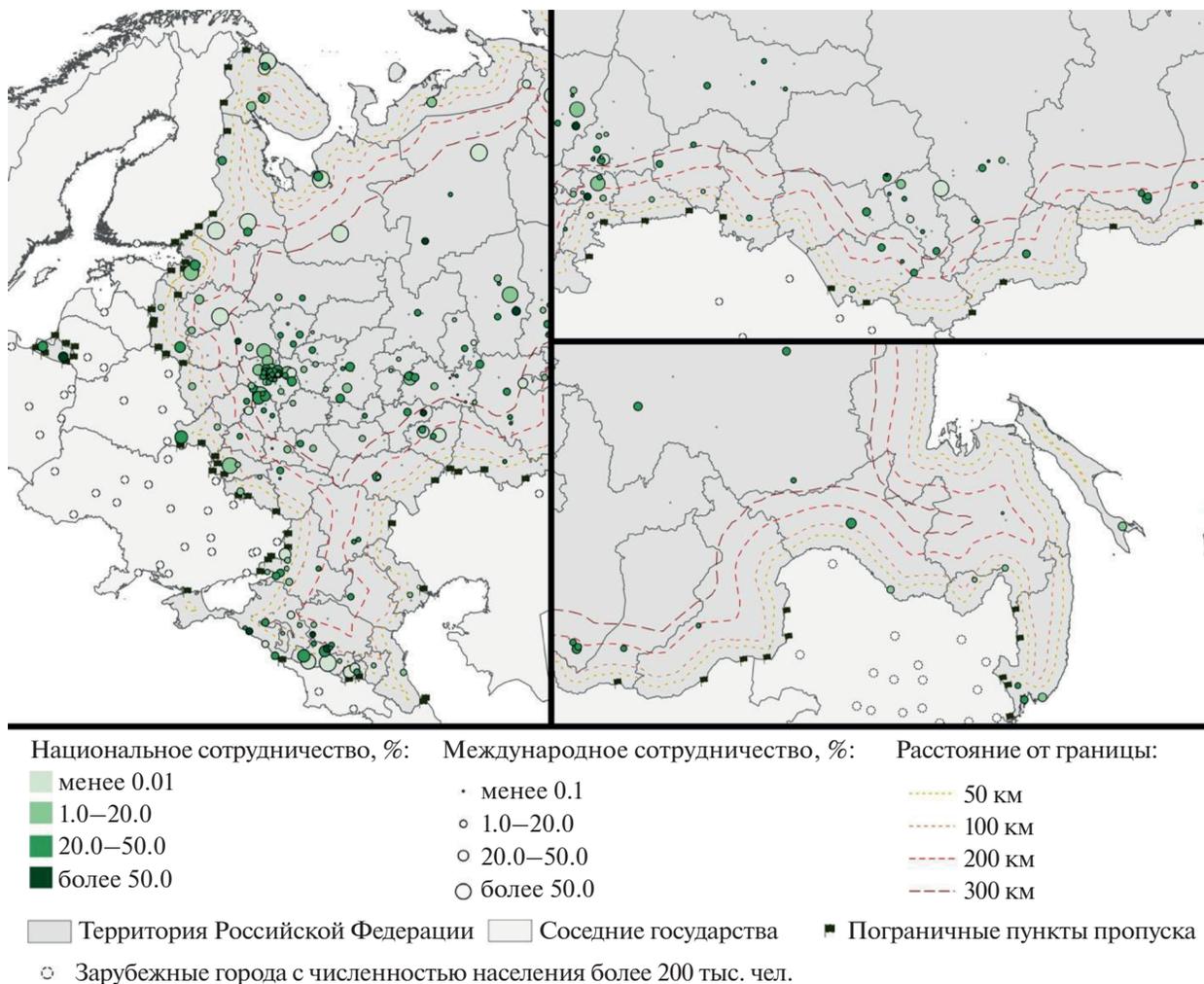


Рис. 2. Распределение приграничных городов России по доле публикаций в международном и национальном соавторстве в 2013–2017 гг., %.

Европейское направление приграничного научного взаимодействия России представлено двумя группами стран: 1) Норвегией, Финляндией, Эстонией, Латвией, Литвой, Польшей; 2) Беларусью, Украиной, Азербайджаном и Грузией. Для первой группы, несмотря на высокие значения индекса барьерности границы (Колосов и др., 2016) (см. рис. 4), характерны более высокие показатели публикационной активности и цитируемости (см. табл. 4). В 2010–2019 гг. на Норвегию и 5 стран ЕС приходилось 31.6 тыс., или 43%, совместных публикаций России с приграничными странами, а также 53.4% цитат и 27% вовлеченных в сотрудничество организаций.

В соответствии с европейской стратегией международного научно-технологического сотрудничества¹ установление приграничных научно-исследовательских и образовательных связей — важнейший фактор регионального развития. При этом сохраняются трудности в ее реализации,

обусловленные разрывом между западным и восточным приграничьем ЕС. Научное сотрудничество России со странами первой группы сопровождается теми же проблемами, что внутри ЕС, однако, согласно обобщенному мнению опрошенных экспертов из Польши, Литвы, Румынии, отягощено дополнительными барьерами исторической, экономической, языковой, институциональной и политической природы. К ним относятся:

— ограниченные возможности приграничных регионов в проведении собственной политики в области науки, транспорта и мобильности, трансграничного сотрудничества на фоне высокой степени централизации в решении данных вопросов;

¹ A Strategic European Framework for International Science and Technology Cooperation. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009. DOI 10.2777/25128

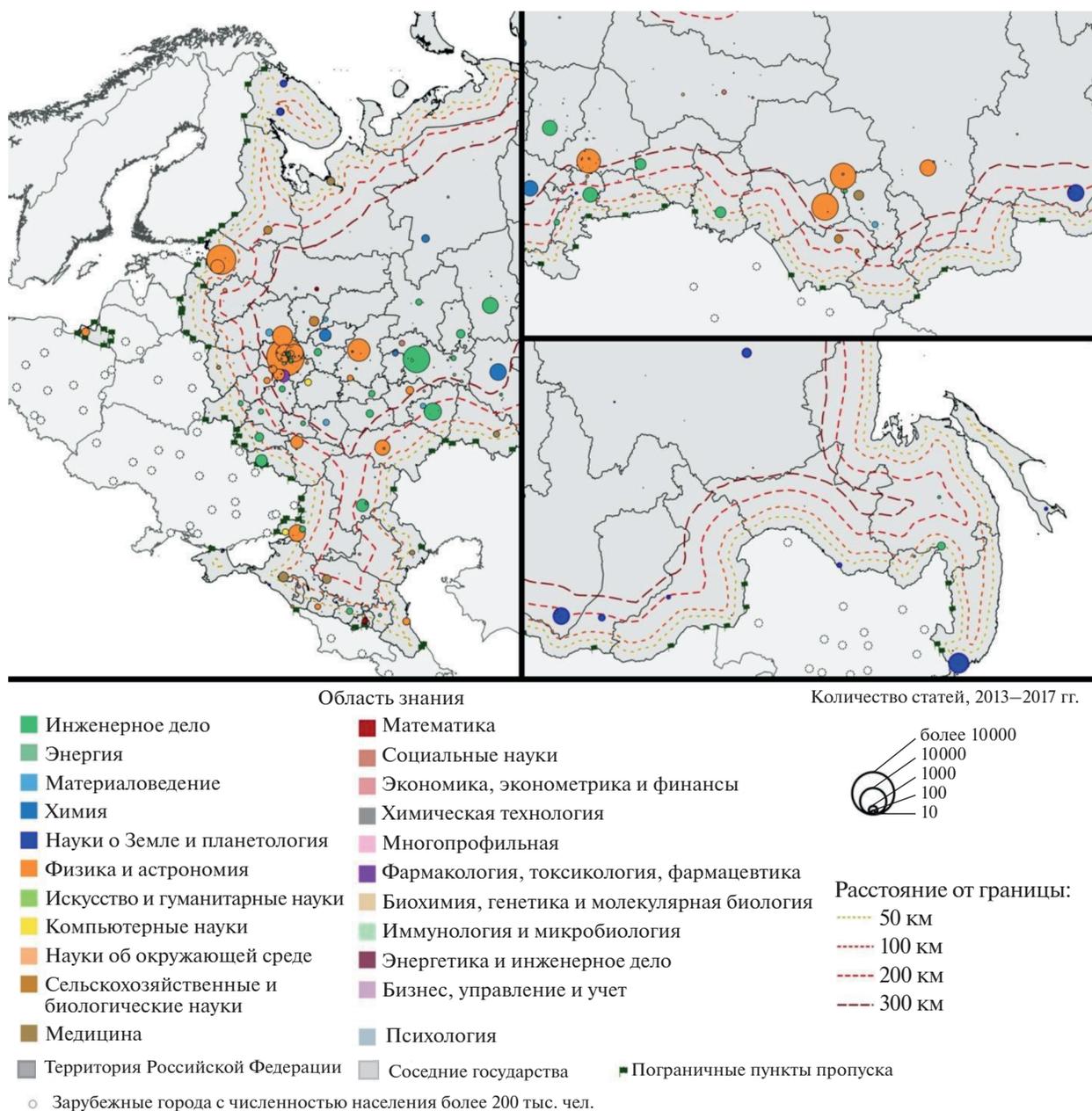


Рис. 3. Распределение приграничных городов России по доминирующим областям генерируемого научного знания в 2013–2017 гг.

– действие визовых режимов на границе России и стран ЕС, что снижает частоту научных контактов лицом к лицу, несмотря на заинтересованность университетов в более тесных взаимодействиях;

– разность взглядов на национальном уровне и отсутствие реального сотрудничества по многим историческим, политическим и экономическим вопросам, что не способствует установлению трансграничных научных контактов в общественных, гуманитарных, экономических науках и проведению совместных исследований;

– различия в действующих системах оценки научных работников в университетах на основе публикаций (например, одни и те же публикации (статьи в рецензируемых журналах или материалах конференций) имеют различную ценность с позиции измерения исследовательской работы в России и Польше);

– сохраняющиеся языковые барьеры при изучении и цитировании научных статей, опубликованных на национальных языках, и подготовке совместных научных текстов, что часто требует

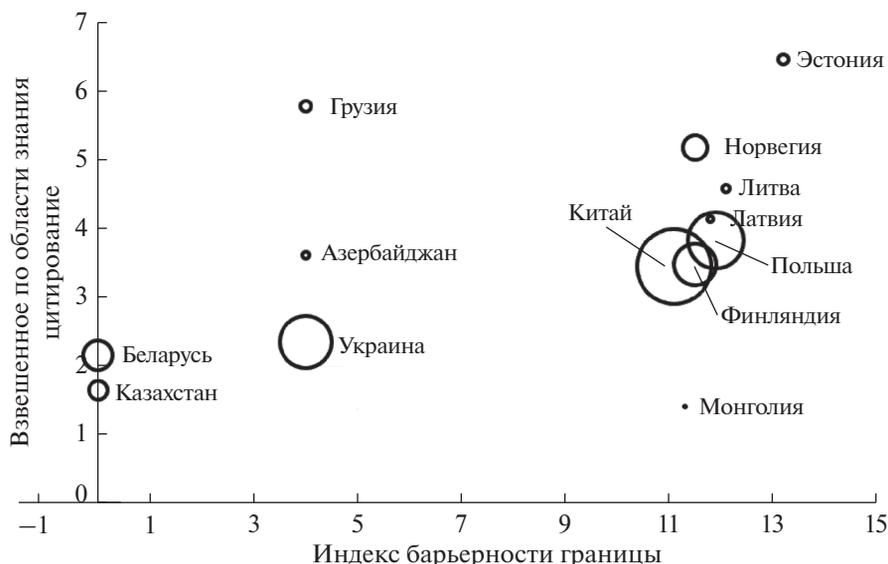


Рис. 4. Распределение приграничных России стран по соотношению показателей научного сотрудничества и индекса барьерности границы в 2010–2019 гг.

Примечание: размер круга соответствует общему количеству совместных научных публикаций с Россией, представленных в базе Scopus за 2010–2019 гг. Индекс барьерности границы представлен в (Колосов и др., 2016).

многостороннего неоднократного языкового перевода.

Вторая группа включает 4 страны с низким индексом барьерности границы (для Беларуси равным 0), на которые в 2010–2019 гг. приходилось 29% совместных статей, 22.9% цитат и 14% вовлеченных в сотрудничество организаций. Результаты ранних исследований (Михайлов и др., 2020) и анализ динамики прироста совместных публикаций показывают, что научное сотрудничество в приграничных регионах РФ и стран постсоветского пространства развивается медленнее, чем со странами ЕС. Среди всех приграничных с Россией стран наименьшие темпы прироста совместных публикаций в 2013–2017 гг. у Украины (26.1%) и Грузии (32.7%), что связано с усилением политической напряженности в отношениях.

Азиатский вектор трансграничного научно-исследовательского сотрудничества представлен слабее, что нашло отражение в целом ряде наукометрических показателей (см. табл. 4, рис. 4). За 2010–2019 гг. количество научных публикаций России с приграничными азиатскими странами в 2.6 раза уступает европейским, а количество российских ученых, вовлеченных в данное сотрудничество, ниже в 2.8 раза. Основным научным партнером России на данном направлении является Китай, на который приходилось 15.4 тыс., или 9%, от общего количества всех совместных публикаций за период 2010–2019 гг. Отметим, что среди приграничных с Россией стран в 2013–2017 гг. Китай продемонстрировал одни из наиболее высоких темпов прироста совместных публи-

каций (в 2 раза), уступив лишь Латвии (3.5 раза) и Казахстану (3.4 раза).

Согласно обобщенным оценкам опрошенных экспертов из Китая и Японии, установлению научных связей России в азиатском регионе препятствуют различия в языке и менталитете, уровне научного развития, укоренившихся научных специализациях, подходах, исследовательских процедурах, что увеличивает социальное расстояние при формировании партнерских связей. В контексте развития российско-азиатского вектора трансграничного научно-технологического сотрудничества определенную ограничивающую роль играют расселенческий (меньшая плотность иностранных городов с численностью населения свыше 250 тыс. чел. в приграничье, способных выступить крупными научными партнерами) и инфраструктурный (небольшое количество пунктов пропуска, их необустроенность и малая пропускная способность (Колосов и др., 2016)) факторы. Перспектива российско-азиатского сотрудничества видится во взаимодействии в приоритетных на национальном уровне областях знания, поддерживаемых грантами исследовательских фондов на проведение совместных исследований.

ВЫВОДЫ

В ранних исследованиях (Hsu et al., 2015; Rodríguez, Nieto, 2012) показано, что международное сотрудничество способствует генерации сложного научного знания с высокой отдачей, а трансграничные исследовательские сети – более деше-

Таблица 4. Наукометрические показатели научного сотрудничества России и приграничных стран, 2010–2019 гг.

Страна	Число совместных публикаций, тыс. ед.	Число соавторов, тыс. чел.		Цитаты		Просмотры		Количество организаций сотрудничества
		РФ	зарубежная страна	всего, тыс.	на 1 публикацию	всего, тыс.	на 1 публикацию	
Норвегия	5.2	6.2	3.8	311.3	59.6	569.5	109.1	62
Финляндия	8.8	9.2	5.7	368.8	41.9	746.5	84.9	59
Эстония	2.5	3.2	1.3	166.5	66.5	416.9	166.5	11
Латвия	1.5	2.1	0.9	68.6	44.5	216.9	140.7	22
Литва	2.0	2.5	1.0	113.1	55.8	318.7	157.2	16
Польша	11.5	11.2	7.8	504.1	44.0	1041.0	90.8	193
Беларусь	6.3	9.1	3.4	154.0	24.4	549.3	86.9	15
Украина	10.6	12.5	7.9	261.3	24.5	699.0	65.7	159
Грузия	2.5	3.2	0.8	166.7	66.4	467.8	186.3	6
Азербайджан	1.8	2.7	0.9	75.6	42.5	215.9	121.3	10
Европейский вектор сотрудничества	52.8	61.9	33.4	2189.9	47.0	5241.6	120.9	553
Казахстан	4.2	6.2	5.0	52.1	12.5	206.0	49.5	58
Монголия	0.8	1.3	0.5	12.2	15.1	35.7	44.0	6
Китай	15.4	14.5	21.2	613.3	39.7	1209.5	78.4	708
Азиатский вектор сотрудничества	20.4	22.0	26.7	677.6	22.4	1451.2	57.3	772

Источник: составлено по данным базы Scopus.

вая и устойчивая форма его создания из-за сравнительно небольшого географического расстояния между взаимодействующими сторонами. Наше исследование позволило определить наличие специфических закономерностей в научном пространстве приграничья России и его сильную внутреннюю неоднородность, зависящую от размера и территориального расположения городов, не подтвердив главенство приграничного фактора для научной продуктивности. Выявлено, что внутренние города РФ, удаленные далее, чем на 300 км от государственной границы, в среднем характеризуются более высоким уровнем генерации научных публикаций на душу населения, при этом значимую роль в научном пространстве играют не только крупные города, но и, что важно, с численностью населения менее 250 тыс. человек. Также они более открыты к межгородскому сотрудничеству в науке на национальном уровне.

В приграничье основными драйверами научного развития выступают города-миллионники, аккумуляторы человеческие, финансовые, инфраструктурные, институциональные и иные ресурсы, в том числе соседних территорий. Результаты нашего исследования не подтвердили прямую взаимосвязь между приграничным положением и

уровнем цитируемости научных публикаций. Близость к сопредельным странам сама по себе не может рассматриваться как драйвер востребованности генерируемого знания. Большее значение в данном контексте имеет размер города. Более крупные города, как правило, имеют лучшие показатели цитируемости научных публикаций.

Преимущества приграничного положения города в контексте развития науки обнаруживаются (однако не далее 100 км от границы) в отношении кооперации с зарубежными учеными в подготовке совместных публикаций, в том числе в высокорейтинговые международные журналы. При этом уровень барьерности границы не оказывает определяющего влияния на развитие научного сотрудничества, поскольку ведущие приграничные партнеры России по количеству совместных публикаций — страны с высокими значениями данного индекса (Китай и Польша).

Ввиду большой протяженности государственной границы России с запада на восток существуют значительные различия между европейской и азиатской частями приграничных территорий, выражающиеся в превосходстве первой по плотности городов — полюсов генерации научного знания; разнообразии доминирующих областей

специализации; интегрированности в сети международного и межгородского соавторства. Отмеченные выше факторы обуславливают имеющуюся разность в оценке европейского и азиатского векторов трансграничного научного сотрудничества приграничных городов России, которая усиливается спецификой научных систем сопредельных стран.

В настоящее время европейские страны (в первую очередь, входящие в ЕС и Норвегия) продолжают играть ведущую роль в развитии приграничного научного сотрудничества России. Это проявляется как в значительном объеме совместных публикаций, так и в более высокой востребованности мировым сообществом генерируемого ими научного знания, прослеживаемой через просмотры и цитируемость. Однако на фоне растущей внешнеполитической напряженности в отношениях России и стран Запада, в том числе сворачивания научных связей с Украиной, занимающей 3-е место среди приграничных стран по количеству публикаций с РФ, набирает обороты российско-китайский вектор сотрудничества. В него уже вовлечено свыше 700 организаций и 35 тыс. ученых с обеих сторон, при этом имеются значительные резервы роста за счет преодоления существующих барьеров к сокращению социального расстояния между учеными двух стран.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФ № 19-77-00053 “География знания: кластеризация и сетевые связи национальных центров компетенций”.

FUNDING

The study was funded by Russian Science Foundation, project no. 19-77-00053 “Knowledge geography: clustering and networking of national competence centers.”

БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарим Ю. Мураками из Университета Васэда (Токио, Япония) за ценные советы при подготовке статьи.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Yu. Murakami from Waseda University (Токио, Japan) for valuable comments on this study.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабурин В.Л., Земцов С.П. География инновационных процессов в России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2013. № 5. С. 25–32.
 Бакланов П.Я., Романов М.Т. Геополитические факторы развития трансграничных регионов // Тамо-

женная политика России на Дальнем Востоке. 2010. № 2 (51). С. 60–71.
 Вардомский Л.Б. Постсоветская интеграция и экономический рост нового приграничья России в 2005–2015 гг. // Пространственная экономика. 2017. № 4. С. 23–40.
 Вардомский Л.Б. Приграничное сотрудничество на “новых и старых” границах России // Евразийская Экономическая Интеграция. 2008. № 1 (1). С. 90–108.
 Дружинин А.Г. О феномене “западное порубежье России” // Региональные исследования. 2018. № 3 (61). С. 35–44.
 Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н. Концепция близости: зарубежный опыт и перспективы применения в России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 3. С. 8–21.
 Земцов С.П., Мурадов А.К., Баринаева В.А. Факторы региональной инновационной активности: анализ теоретических и эмпирических исследований // Инновации. 2016. № 5. С. 42–51.
 Зотова М.В., Колосов В.А., Гриценко А.А., Себенцов А.Б., Карпенко М.С. Территориальные градиенты социально-экономического развития российского пограничья // Изв. РАН. Сер. геогр. 2018. № 5. С. 7–21.
 Зотова О.А., Терещенко Т.А. Приграничное расселение как междисциплинарная тема научных исследований // Вестн. ТвГУ. Сер. География и геоэкология. 2020. № 3 (31). С. 43–56.
 Изотов Д.А., Юн С.Е. Приграничное сотрудничество как объект исследования // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2011. № 4 (19). С. 8–21.
 Колосов В.А. Российское пограничье: сотрудничество и вызовы соседства // Российское пограничье. Социально-политические и инфраструктурные проблемы / под ред. В.А. Колосова, А.Б. Володина. М., 2016. С. 8–26.
 Колосов В.А., Зотова М.В., Себенцов А.Б. Барьерная функция российских границ // Изв. РАН. Сер. геогр. 2016. № 5. С. 8–20.
 Кудияров В.Т. Пограничные пространства России // Вестн. границы России. 1996. № 2. С. 35–46.
 Лажник В.И. Дистанционный подход к оценке приграничного положения территорий // Актуальные проблемы современной геологии, геохимии и географии: Сб. матер. междунауч.-практ. конф. Ч. 2: география, природопользование / ред. М.А. Багдосаров. Брест: БрГУ, 2011. С. 93–96.
 Михайлов А.С., Вендт Я.А., Пекер И.Ю., Михайлова А.А. Пространственно-временные закономерности трансфера научных знаний в приграничье // Балтийский регион. 2020. № 12 (1). С. 132–155.
 Осадчая О.П., Ремизов Д.В. Основные формы организации приграничного сотрудничества. Рубцовск: Рубцовский индустриальный ин-т, 2013. 155 с.
 Федоров Г.М. Социально-экономическая дифференциация регионов западного порубежья России // Региональные исследования. 2019. № 4 (66). С. 58–72.
 Abramo G., D’Angelo C.A., Di Costa F. Does the geographic proximity effect on knowledge spillovers vary across research fields? // Scientometrics. 2020. Vol. 123 (2). P. 1021–1036.

- Agrawal A., McHale J., Oettl A.* Collaboration, Stars, and the Changing Organization of Science: Evidence from Evolutionary Biology // *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy* / A.B. Jaffe, B.F. Jones. (eds.). 2015. P. 75–102.
- Ancori B.* The economics of knowledge: the debate about codification and tacit knowledge // *Ind. Corp. Change*. 2000. № 9 (2). P. 255–287.
- Balland P., Rigby D.* The geography of complex knowledge // *Econ. Geogr.* 2017. № 93 (1). P. 1–23.
- Bathelt H., Henn S.* The geographies of knowledge transfers over distance: Toward a typology // *Environ. Plan. A*. 2014. № 46 (6). P. 1403–1424.
- Bergé L.R.* Network proximity in the geography of research collaboration // *Papers in Regional Sci.* 2017. № 96 (4). P. 785–815.
- Boschma R.* Proximity and Innovation: A Critical Assessment // *Reg. Stud.* 2005. № 39 (1). P. 61–74.
- Cantwell J., Zaman S.* Connecting local and global technological knowledge sourcing // *Competitiveness Rev.* 2018. № 28 (3). P. 277–294.
- Desrochers P.* Geographical proximity and the transmission of tacit knowledge // *Rev. Austrian Econ.* 2001. № 14(1). P. 25–46.
- Frenken K., Hoekman J., Kok S., Ponds R., van Oort F., van Vliet J.* Death of Distance in Science? A Gravity Approach to Research Collaboration // *Innovation Networks. Understanding Complex Systems* / A. Pyka, A. Scharnhorst. (eds.). Berlin, Heidelberg: Springer, 2009.
- Gui Q., Liu C., Du D.* International Knowledge Flows and the Role of Proximity // *Growth and Change*. 2018. № 49 (3). P. 532–547.
- György C.* Factors Influencing Cities' Publishing Efficiency // *J. Data Inf. Sci.* 2018. № 3(3). P. 43–80.
- Hoekman J., Frenken K., Tijssen R.J.W.* Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe // *Res. Policy*. 2010. № 39 (5). P. 662–673.
- Hsu C.-W., Lien Y.-C., Chen H.* R&D internationalization and innovation performance // *Int. Bus. Rev.* 2015. № 24 (2). P. 187–195.
- Inoue H., Nakajima K., Saito Y.U.* Localization of collaborations in knowledge creation // *Ann. Reg. Sci.* 2019. № 62 (1). P. 119–140.
- Kolosov V., Scott J.* Selected Conceptual Issues in Border Studies // *Belgeo*. 2013. № 4. P. 9–21.
- Maisonobe M., Eckert D., Grossetti M. et al.* The world network of scientific collaborations between cities: domestic or international dynamics? // *JOI*. 2016. № 10. P. 1025–1036.
- Makkonen T., Williams A.M., Mitze T., Weidenfeld A.* Science and technology cooperation in cross-border regions: A proximity approach with evidence for northern Europe // *Eur. Plan. Stud.* 2018. № 26 (10). P. 1961–1979.
- Malecki E.J.* Everywhere? the geography of knowledge // *J. Reg. Sci.* 2010. № 50 (1). P. 493–513.
- Rodríguez A., Nieto M.J.* The internationalization of knowledge-intensive business services: the effect of collaboration and the mediating role of innovation // *Service Ind. J.* 2012. № 32 (7). P. 1057–1075.
- Shearmur R., Doloreux D.* Place, space and distance: Towards a geography of knowledge-intensive business services innovation // *Industry and Innovation*. 2009. № 16 (1). P. 79–102.
- Thrift N.* Steps to an ecology of place // *Human Geography Today* / D. Massey, J. Allen, P. Sarre (Eds.). Cambridge: Polity, 1999. P. 295–322.
- van den Broek J., Smulders H.* Institutional hindrances in cross-border regional innovation systems // *Reg. Stud. Reg. Sci.* 2015. № 2 (1). P. 116–122.
- Wuestman M.L., Hoekman J., Frenken K.* The geography of scientific citations // *Res. Policy*. 2019. № 48 (7). P. 1771–1780.
- Zemtsov S., Kotsemir M.* An assessment of regional innovation system efficiency in Russia: the application of the DEA approach // *Scientometrics*. 2019. Vol. 120. № 2. P. 375–404.
- Zhang F., Wu F.* Rethinking the city and innovation: A political economic view from China's biotech // *Cities*. 2019. № 8. P. 150–155.

A Spatial Scientometric Analysis of Knowledge Production in the Border Cities of Russia

A. A. Mikhaylova¹, J. A. Wendt², A. P. Plotnikova¹, Y. Tang³, and A. S. Mikhaylov^{1,4, *}

¹*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

²*Gdansk University, Gdansk, Poland*

³*Sichuan University, Chengdu, China*

⁴*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*e-mail: mikhailov.andrey@yahoo.com

The complexity of knowledge generation has led to the growth of international networks of scientific cooperation, and integration into these networks is a vital factor of competitiveness. The development of cross-border scientific cooperation pursues two general objectives: firstly, regional development due to the peculiarities of the economic-geographical position, and secondly, economic development by reducing costs and increasing the efficiency of knowledge sharing as a result of a combination of geographical and a-spatial types of proximity. This article focuses on the study of the border cities of Russia in the context of determining their ability to create scientific knowledge, as well as the potential for integration into cross-border scientific cooperation networks. The study uses scientometric methods in combination with qualitative assessments,

which made it possible to obtain more holistic ideas about the development trajectory of the scientific space of the Russian borderland. The results of this study showed that the border cities of Russia concentrate significant scientific potential. However, its implementation depends on the population size of the city, the distance from the border and a strong scientific center, the degree of institutional, cognitive, cultural, and other proximity to neighboring cities of the bordering states, and the development level of research in the latter.

Keywords: border city, scientometrics, knowledge geography, competence center, cross-border cooperation

REFERENCES

- Abramo G., D'Angelo C.A., Di Costa F. Does the geographic proximity effect on knowledge spillovers vary across research fields? *Scientometrics*, 2020, vol. 123, pp. 1021–1036.
- Agrawal A., McHale J., Oetl A. Collaboration, stars, and the changing organization of science: evidence from evolutionary biology. In *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy*. Jaffe A.B., Jones B.F., Eds. Chicago: Univ. of Chicago Press, 2015, pp. 75–102.
- Ancori B., Bureth A., Cohendet P. The economics of knowledge: the debate about codification and tacit knowledge. *Ind. Corp. Change*, 2000, vol. 9, no. 2, pp. 255–287.
- Baburin V.L., Zemtsov S.P. Geography of innovation processes in Russia. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2013, no. 5, pp. 25–32. (In Russ.).
- Baklanov P.Ya., Romanov M.T. Geopolitical factors for the development of cross-border regions. *Tamozhennaya Politika Rossii na Dal'nem Vostoke*, 2010, vol. 51, no. 2, pp. 60–71. (In Russ.).
- Balland P., Rigby D. The geography of complex knowledge. *Econ. Geogr.*, 2017, vol. 93, no. 1, pp. 1–23.
- Bathelt H., Henn S. The geographies of knowledge transfers over distance: Toward a typology. *Environ. Plan. A*, 2014, vol. 46, no. 6, pp. 1403–1424.
- Bergé L.R. Network proximity in the geography of research collaboration. *Pap. Reg. Sci.*, 2017, vol. 96, no. 4, pp. 785–815.
- Boschma R. Proximity and innovation: a critical assessment. *Reg. Stud.*, 2005, vol. 39, no. 1, pp. 61–74.
- Cantwell J., Zaman S. Connecting local and global technological knowledge sourcing. *Competitiveness Rev.*, 2018, vol. 28, no. 3, pp. 277–294.
- Csomos G. Factors influencing cities' publishing efficiency. *J. Data Inf. Sci.*, 2018, vol. 3, no. 3, pp. 43–80.
- Desrochers P. Geographical proximity and the transmission of tacit knowledge. *Rev. Austrian Econ.*, 2001, vol. 14, no. 1, pp. 25–46.
- Druzhinin A.G. On the 'Russia western borderline' phenomenon. *Reg. Issled.*, 2018, vol. 61, no. 3, pp. 35–44. (In Russ.).
- Fedorov G.M. Socio-economic differentiation of the regions of Russia's Western borderland. *Reg. Issled.*, 2019, vol. 66, no. 4, pp. 58–72. (In Russ.).
- Frenken K., Hoekman J., Kok S., Ponds R., van Oort F., van Vliet J. Death of distance in science? A gravity approach to research collaboration. In *Innovation Networks. Understanding Complex Systems*. Pyka A., Scharnhorst A., Eds., Heidelberg: Springer, 2009, pp. 43–57.
- Gui Q., Liu C., Du D. International knowledge flows and the role of proximity. *Growth Change*, 2018, vol. 49, no. 3, pp. 532–547.
- Hoekman J., Frenken K., Tijssen R.J.W. Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. *Res. Policy*, 2010, vol. 39, no. 5, pp. 662–673.
- Hsu C.-W., Lien Y.-C., Chen H. R&D internationalization and innovation performance. *Int. Bus. Rev.*, 2015, vol. 24, no. 2, pp. 187–195.
- Inoue H., Nakajima K., Saito Y.U. Localization of collaborations in knowledge creation. *Ann. Reg. Sci.*, 2019, vol. 62, no. 1, pp. 119–140.
- Izotov D.A., Yun S.E. Cross-border cooperation as an object of scientific research. *Oikumena. Regionoved. Issled.*, 2011, no. 4 (19), pp. 8–21. (In Russ.).
- KolosoV V.A. Russian borderlands: cooperation and challenges of neighborhood. In *Rossiiskoe pogranič'je. Sotsial'no-politicheskie i infrastrukturnye problemy* [Russian Borderland: Socio-Political and Infrastructural Problems]. KolosoV V.A., Volodin A.B., Eds. Moscow: Oikumena Publ., 2016, pp. 8–26. (In Russ.).
- KolosoV V.A., Zotova M.V., Sebentsov A.B. The barrier function of Russia's borders. *Reg. Res. Russ.*, 2016, vol. 6, pp. 387–397. doi 10.1134/S2079970516040092
- Kolossov V., Scott J. Selected conceptual issues in border studies. *Belgeo. Revue belge de géographie*, 2013, no. 4, pp. 9–21.
- Kudiyarov V.T. Borderland spaces of Russia. *Vestn. Granitsy Rossii*, 1996, no. 2, pp. 35–46. (In Russ.).
- Lazhnik V.I. Remote approach to assessing the border position of territories. In *Aktual'nye problemy sovremennoy geologii, geokhimii i geografii* [Actual Problems of Modern Geology, Geochemistry and Geography]. Part 2: *Geografiya, prirodopol'zovanie* [Geography, Nature Management]. Brest: Brest. Gos. Univ., 2011, pp. 93–96. (In Russ.).
- Maisonobe M., Eckert D., Grossetti M., Jégou L., Milard B. The world network of scientific collaborations between cities: domestic or international dynamics? *J. Informetr.*, 2016, vol. 10, no. 4, pp. 1025–1036.
- Makkonen T., Williams A.M., Mitze T., Weidenfeld A. Science and technology cooperation in cross-border regions: A proximity approach with evidence for northern Europe. *Eur. Plan. Stud.*, 2018, vol. 26, no. 10, pp. 1961–1979.
- Malecki E.J. Everywhere? the geography of knowledge. *J. Reg. Sci.*, 2010, vol. 50, no. 1, pp. 493–513.
- Mikhaylov A.S., Wendt J.A., Peker I.Yu., Mikhaylova A.A. Spatio-temporal patterns of knowledge transfer in the borderland. *Baltic Region*, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 132–155.

- Osadchaya O.P., Remizov D.V. *Osnovnye formy organizatsii prigranichnogo sotrudnichestva* [The Main Forms of Organizing Cross-Border Cooperation]. Rubtsovsk: Rubtsovsk. Ind. Inst., 2013. 155 p.
- Rodríguez A., Nieto M.J. The internationalization of knowledge-intensive business services: The effect of collaboration and the mediating role of innovation. *Serv. Ind. J.*, 2012, vol. 32, no. 7, pp. 1057–1075.
- Shearmur R., Doloreux D. Place, space and distance: Towards a geography of knowledge-intensive business services innovation. *Industry and Innovation*, 2009, vol. 16, no. 1, pp. 79–102.
- Thrift N. Steps to an ecology of place. In *Human Geography Today*. Massey D., Allen J., Sarre P., Eds. Cambridge: Polity Publ., 1999, pp. 295–322.
- van den Broek J., Smulders H. Institutional hindrances in cross-border regional innovation systems. *Reg. Stud. Reg. Sci.*, 2015, vol. 2, no. 1, pp. 116–122.
- Vardomskii L.B. Cross-border cooperation on the “new and old” borders of Russia. *Evrasiiskaya Ekonomicheskaya Integratsiya*, 2008, no. 1 (1), pp. 90–108. (In Russ.).
- Vardomskii L.B. Post-soviet integration and economic growth of the new borderland of Russia in 2005–2015. *Prostranstvennaya Ekonomika*, 2017, no. 4, pp. 23–40. (In Russ.).
- Wuestman M.L., Hoekman J., Frenken K. The geography of scientific citations. *Res. Policy*, 2019, vol. 48, no. 7, pp. 1771–1780.
- Zamyatina N.Yu., Pilyasov A.N. Concept of proximity: Foreign experience and prospects of application in Russia. *Reg. Res. Russ.*, 2017, vol. 7, no. 3, pp. 197–207. doi 10.1134/S2079970517030108
- Zemtsov S., Kotsemir M. An assessment of regional innovation system efficiency in Russia: the application of the DEA approach. *Scientometrics*, 2019, vol. 120, no. 2, pp. 375–404.
- Zemtsov S.P., Barinova V.A., Muradov A.K. Factors of regional innovation activity: Analysis of theoretical and empirical studies. *Innovatsii*, 2016, no. 5, pp. 42–51. (In Russ.).
- Zhang F., Wu F. Rethinking the city and innovation: A political economic view from China’s biotech. *Cities*, 2019, vol. 85, pp. 150–155.
- Zotova M.V., Kolosov V.A., Gritsenko A.A., Sebensov A.B., Karpenko M.S. Territorial gradients of socioeconomic development of Russia’s borderland. *Reg. Res. Russ.*, 2019, vol. 9, pp. 32–43. doi 10.1134/S2079970519010118
- Zotova O.A., Tereshchenko T.A. Border settlement pattern as an interdisciplinary topic of scientific studies. *Vestn. Tver. Gos. Univ., Ser. Geogr. i Geoekol.*, 2020, vol. 31, no. 3, pp. 43–56. (In Russ.).

УДК 551.583:58.056:591.543(476)

ПРИЗНАКИ АРИДИЗАЦИИ КЛИМАТА И ИХ ЭКОСИСТЕМНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

© 2021 г. В. Ф. Логинов^а, С. А. Лысенко^а, В. С. Хомич^{а, *}, В. П. Семенченко^б,
А. В. Кулак^б, И. М. Степанович^с

^аИнститут природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

^бНаучно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Беларусь

^сИнститут экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь

*e-mail: valery_khomich@mail.ru

Поступила в редакцию 01.09.2020 г.

После доработки 20.04.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Представлены результаты исследований изменений агрометеорологических условий на территории Беларуси в последние десятилетия и их влияние на состояние растительности и животного мира. Показано, что изолиния годовой суммы активных суточных температур, превышающих 10°C, продвигается с юга на север Беларуси со средней скоростью около 12 км/год. Северная граница продолжительности периода вегетации с начала современного потепления сместилась к северу Беларуси примерно на 280 км, а средняя продолжительность вегетации увеличилась на 12 дней. Рост температуры воздуха и испарения при практически неизменном годовом количестве атмосферных осадков обуславливает усиление засушливости климата Беларуси. Средняя для Беларуси годовая сумма эффективных осадков (за вычетом потенциального испарения) понижается со скоростью около 6 мм/год, а граница нулевого баланса между осадками и потенциальным испарением продвигается на север Беларуси со средней скоростью 19 км/год. Статистический анализ связи листового индекса (LAI) с метеорологическими параметрами для теплого периода года показывает, что в настоящее время главным фактором, лимитирующим рост биологической продуктивности экосистем на территории Беларуси, является количество атмосферных осадков. Современные изменения климата не способствуют росту биологической продуктивности обрабатываемых земель в южной и центральной частях Беларуси (ниже широты Минска), листовая индекс которых понижается со скоростью до 2% за год. Смещение агроклиматических зон и усиление засушливости климата привели к экспансии на территорию Беларуси степных видов растений и животных различного систематического положения, а также к изменениям во флоре и фауне водоемов и водотоков.

Ключевые слова: изменение климата, агроклиматические зоны, биологическая продуктивность экосистем, биологическое разнообразие, ксерофитизация растительных сообществ, инвазии степных видов животных

DOI: 10.31857/S2587556621040063

ВВЕДЕНИЕ

Современное потепление климата уменьшает температурную разницу между сезонами и температурный контраст между северными и южными широтами. В результате уменьшается продолжительность зимнего периода, общее количество тепла, доступное для растений, а агрометеорологические зоны продвигаются с юга на север (Bjorkman et al., 2018; Xu et al., 2013). В наземных экосистемах умеренных и субарктических широт по мере роста температуры воздуха увеличивается доля теплолюбивых и засухоустойчивых растений, а бореальные виды угнетаются и отступают на север (Rustad, 2012; Soudzilovskaia, 2013; Xu et al., 2013).

Увеличение продолжительности вегетационного периода и рост содержания углекислого газа в атмосфере положительно сказываются на продуктивности растительного покрова в глобальном масштабе, что подтверждают данные спутниковых наблюдений листового индекса и наземной биомассы для последних десятилетий (Chen et al., 2019; Liu et al., 2015; Zhu et al., 2016). Однако во многих регионах планеты рост биологической продуктивности наземных экосистем сдерживается негативными последствиями изменения климата, такими как увеличение частоты и продолжительности жарких периодов с дефицитом осадков, возникновение засух и лесных пожаров, нарушение гидрологического режима почв и др.

(Babst et al., 2019; Heimann, Reichstein, 2008; Xu et al., 2013). Расчеты глобальных климатических моделей последнего поколения (CMIP5), несмотря на большую неопределенность их проекций будущего климата, показывают статистически значимое усиление атмосферных и почвенных засух в текущем столетии при всех сценариях эмиссии парниковых газов (Lu et al., 2019; Marvel et al., 2019; Swann et al., 2016), что может иметь крайне негативные последствия для природы многих регионов.

На территории Беларуси в последние десятилетия наблюдается быстрое смещение агроклиматических зон в северном направлении и формирование на юге страны климатических условий, характерных для лесостепной зоны Украины и России (Логинов и др., 2020). Среднегодовая температура воздуха в Беларуси с 1976 по 2019 г. возросла со скоростью $0.06^{\circ}\text{C}/\text{год}$, что втрое превышало среднюю по планете скорость потепления. При этом годовая сумма атмосферных осадков за период потепления не претерпела существенных изменений, способных компенсировать увеличение испарения. В результате на территории республики, и особенно в ее южных регионах с легкими песчаными почвами, начали проявляться признаки аридизации климата, представляющие серьезную проблему для лесного и сельского хозяйства. По данным реанализа Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды ERA5, среднее для Беларуси значение индекса аридности, определяемого как отношение годовой суммы осадков к потенциальной испаряемости, с 1979 по 2019 г. уменьшилось примерно на 30%. Среднее значение индекса аридности для Гомельской области в настоящее время составляет около 0,8, что соответствует превышению потенциального испарения над осадками на 20%. Участвовавшие в последние годы засухи и длительные волны тепла приводят к ухудшению влагообеспеченности почв, обмелению рек, систематическому понижению уровня грунтовых вод, увеличению заболеваемости лесных культур и массовому поражению хвойных лесов жуком-короедом (Логинов и др., 2020; Лысенко, Логинов, 2020).

В настоящей статье представлены результаты анализа изменений агрометеорологических характеристик на территории Беларуси в последние десятилетия и оценки их последствий для продуктивности и видового разнообразия растительного и животного мира.

В первой части статьи дается описание современных агрометеорологических условий на территории Беларуси (расположения агроклиматических зон, продолжительности вегетационного периода, водного баланса) и их изменений за пе-

риод потепления. Вторая часть содержит оценки влияния изменений климата на продуктивность растительных сообществ, характеризуемую их листовым индексом. В третьей части статьи рассматриваются изменения флоры и фауны в Беларуси за период современного потепления.

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Агроклиматические зоны Беларуси, традиционно определяемые по годовой сумме активных температур выше 10°C , за прошедший период потепления претерпели значительные изменения. Еще недавно считалось, что в Беларуси из трех агроклиматических зон, существовавших до начала потепления – Северной, Центральной и Южной (Шкляр, 1973), осталось только две, а на юге формируется новая зона с суммой активных температур от 2600 до 2800°C (Мельник и др., 2018). Однако данные последних 20 лет показывают (рис. 1), что новая агроклиматическая зона к настоящему времени продвинулась выше широты Минска, охватив половину Минской, Гродненской и Могилевской областей. “Северная” агроклиматическая зона полностью ушла с территории Беларуси, а от “центральной” зоны остались два небольших участка на севере республики. При этом на юге годовая сумма активных температур уже превышает 2800°C , что свидетельствует о формировании еще одной агроклиматической зоны.

Средняя для Беларуси годовая сумма активных температур с 1976 по 2019 г. возросла на 590°C и в настоящее время составляет 2420°C на севере и 2980°C на юге, уменьшаясь на 126°C с каждым градусом северной широты. В результате глобального потепления изолинии годовой суммы активных температур продвигаются с юга на север со скоростью около $12\text{ км}/\text{год}$. При сохранении этой тенденции в последующие 30 лет на всей территории Беларуси могут быть абсолютно новые агроклиматические условия с суммой активных температур не ниже 2900°C , характерные для лесостепной зоны Украины в период, предшествующий современному потеплению климата.

Быстрому продвижению агроклиматических зон с юга на север Беларуси способствует как рост температуры воздуха, так и увеличение продолжительности вегетационного периода. Его средняя продолжительность, определяемая по датам устойчивого перехода среднесуточной температуры весной и осенью через $+5^{\circ}\text{C}$, в последние 20 лет составила 159 дней на севере и 179 дней на юге Беларуси, тогда как в базовый климатический период 1961–1990 гг. этот диапазон был 149 и 165 дней соответственно (рис. 2). Северная граница начала вегетации в период современного

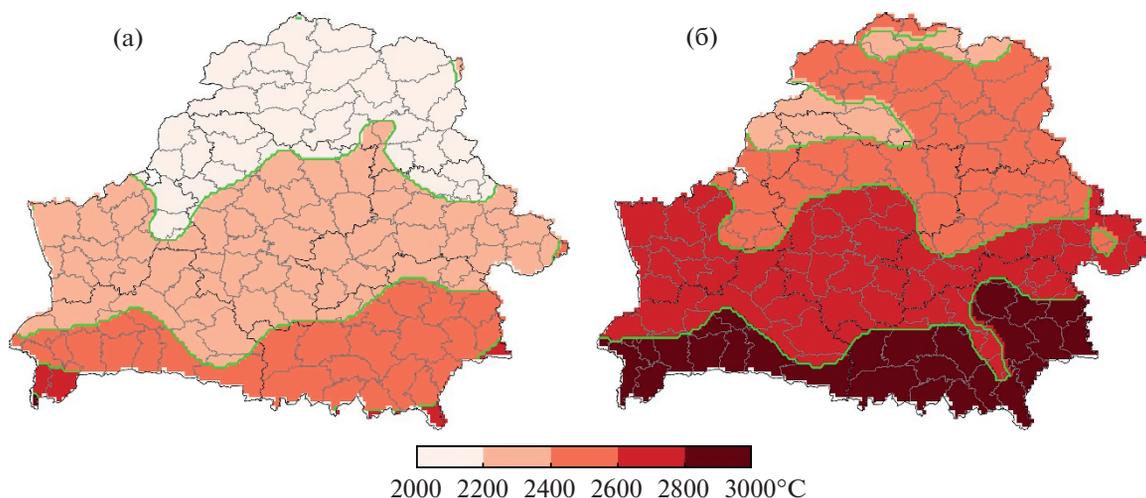


Рис. 1. Распределение годовых сумм активных температур (°C) на территории Беларуси в 1961–1990 гг. (а) и 2000–2019 гг. (б).

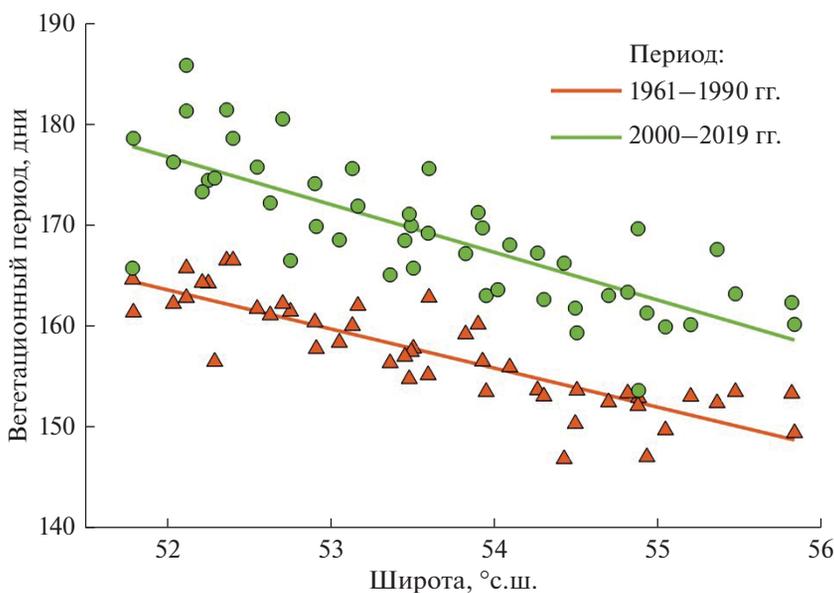


Рис. 2. Широтные зависимости продолжительности вегетационного периода в Беларуси, рассчитанные по суточным данным по приземной температуре воздуха за 1961–1990 и 2000–2019 гг.
Примечание: Символы – станционные данные, прямые – аппроксимации.

потепления сместилась к северу Беларуси примерно на 280 км, а продолжительность вегетации увеличилась на 12 дней.

Наблюдаемые тенденции потепления климата в целом улучшают агрометеорологические условия на севере Беларуси, где главным сдерживающим фактором развития земледелия раньше были низкие температуры воздуха. Однако в регионе Белорусского Полесья, подвергнувшегося в 1960–80-х годах осушительной мелиорации, степень благоприятности новых агрометеорологических условий во

многом определяется доступной и продуктивной почвенной влагой.

За рассматриваемый период сумма атмосферных осадков в вегетационный период на территории Беларуси не претерпела существенных изменений. В июне, когда происходит наиболее активная вегетация, их количество даже уменьшается (примерно с 1980 г.). В июле наблюдается тенденция увеличения доли ливневых осадков на юге Беларуси, которые малоэффективны для пополнения запасов почвенной влаги. Кроме того, частые и

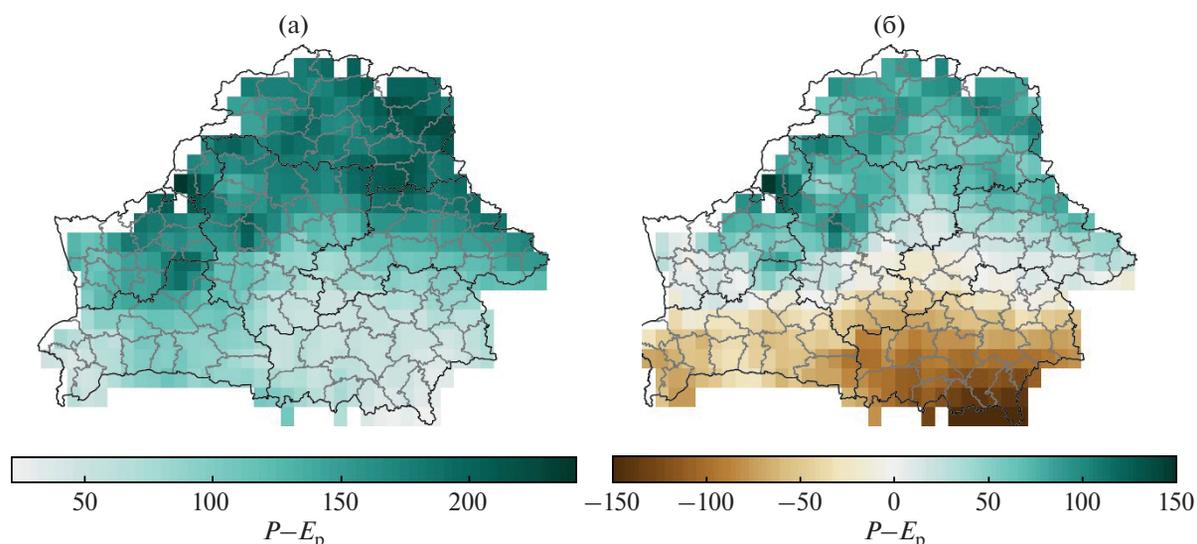


Рис. 3. Разность годовых сумм атмосферных осадков (P) и потенциального испарения (E_p), рассчитанная по данным реанализа Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды ERA5 для периодов 1980–1999 гг. (а) и 2000–2019 гг. (б).

продолжительные зимние оттепели не способствуют накоплению снежного покрова и хорошему увлажнению почв ранней весной, в результате чего почвенные засухи в последние годы стали возникать в самом начале вегетационного периода.

О тенденциях в условиях влагообеспеченности территории Беларуси, складывающихся в результате изменения климата, можно судить по разностям годовых сумм осадков и потенциального испарения (испаряемости) для двух периодов: 1980–1999 и 2000–2019 гг. (рис. 3). До 2000 г. годовое количество осадков превышало годовую испаряемость на всей территории Беларуси, причем в северных регионах это превышение доходило до 300 мм. За период 2000–2019 гг. соотношение между осадками и испаряемостью поменялось кардинальным образом: в настоящее время отрицательный баланс наблюдается на всей территории Брестской и Гомельской областей, нулевой баланс – на юге Гродненской, Минской и Могилевской областей, а максимальное значение этого баланса в остальной части страны не превышает 150 мм. Такое снижение водного баланса, очевидно, вызвано быстрым потеплением воздуха, а вместе с этим и влагоемкости атмосферы при отсутствии роста количества атмосферных осадков.

Изменение увлажненности территории Беларуси в современный период характеризуется уменьшением разницы годовых сумм осадков и испаряемости со средней скоростью около 6 мм/год и продвижением на север границы нулевого баланса осадков и испаряемости со скоростью 19 км/год.

КЛИМАТОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИСТОВОГО ИНДЕКСА

Для количественной характеристики фотосинтетически активной надземной биомассы на больших территориях удобно использовать листовой индекс подстилающей поверхности (Leaf Area Index, LAI), измеряемый со многих спутниковых платформ (Baret, Buis, 2008; Ganguly et al., 2014). В статье используются данные по листовому индексу для Беларуси спутникового радиометра MODIS за 2000–2019 гг. (Myneni et al., 2015).

На основе исходных 8-дневных композиционных карт LAI с пространственным разрешением 500 м формировались среднесезонные (с мая по сентябрь) карты LAI с равномерной сеткой по широте и долготе местности $0.05^\circ \times 0.05^\circ$. На такую же сетку интерполировались среднесезонные данные по трем основным метеорологическим параметрам, влияющим на фотосинтез: температура воздуха (T), количество осадков (P) и поток солнечной радиации на нижней границе атмосферы (S). По первым двум параметрам использовались стационарные наблюдения на территории Беларуси (Лысенко и др., 2019), по солнечной радиации – данные реанализа Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды ERA5.

Отметим, что при сезонном усреднении метеорологических параметров P и S они проявляют высокую степень взаимосвязи, обусловлено их обоюдной зависимостью от облачности. Этот факт приводит к ложному (отрицательному) знаку коэффициента парной корреляции между LAI и S , поскольку увеличение солнечной радиации

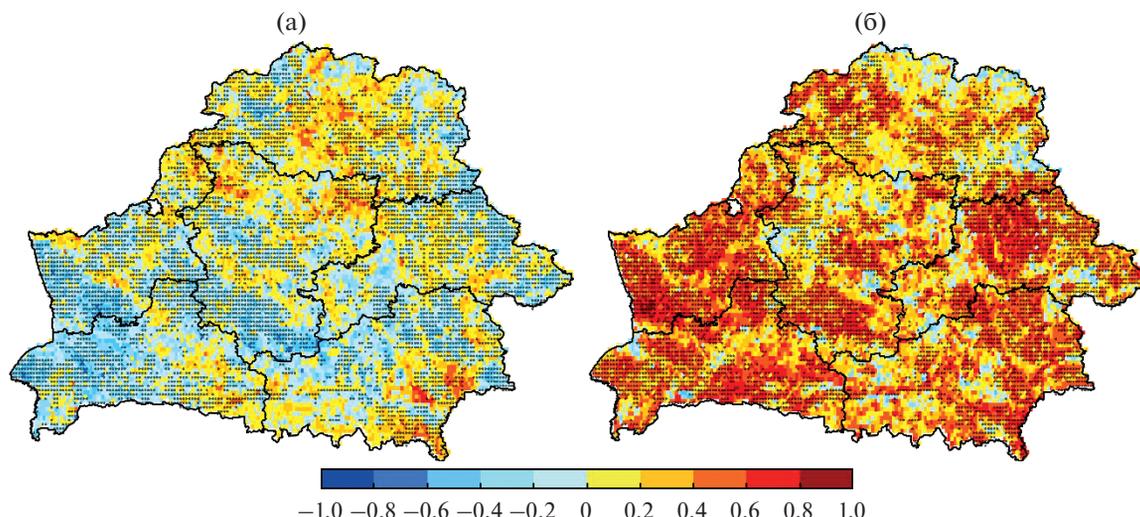


Рис. 4. Коэффициенты корреляции LAI со средней температурой воздуха (а) и количеством осадков (б) с мая по август. *Примечание.* Точками обозначены посевные площади.

при пониженной облачности сопровождается уменьшением выпадения атмосферных осадков. Это негативно сказывается на состоянии растительности. Поэтому связь LAI с *S* имеет смысл рассматривать только во множественной регрессии наряду с другими метеорологическими параметрами.

О зависимости LAI от средней температуры и количества осадков с мая по сентябрь можно судить по картам коэффициентов парной корреляции, представленным на рис. 4. Для исключения возможности возникновения ложных корреляций из всех рассматриваемых величин вычитался линейный тренд и рассматривались только их межгодовые вариации относительно линии тренда.

Зависимость LAI от средней температуры воздуха в вегетационный период проявляется слабо, а для посевных площадей имеет отрицательный знак (рис. 4а). Это говорит о том, что в настоящее время средние тепловые ресурсы территории Беларуси не только не ограничивают развитие земледелия, но даже избыточны, а *превышение средних значений температуры не приводит к повышению продуктивности агроценозов.*

Из рассматриваемых метеорологических параметров наиболее значимую связь с LAI имеет количество атмосферных осадков (рис. 4б). Эта связь является положительной практически для всей территории Беларуси, а для посевных площадей межгодовые вариации объясняют свыше 40% общей дисперсии временного ряда LAI (за вычетом тренда). Таким образом, в современный период главным фактором, лимитирующим рост

биопродуктивности экосистем, является количество атмосферных осадков, необходимых для пополнения запасов продуктивной влаги.

Теперь рассмотрим долгосрочные тенденции в изменениях биопродуктивности экосистем под влиянием климатических факторов. Для этой цели строились множественные линейные регрессии между межгодовыми вариациями LAI и метеорологических параметров. Межгодовые вариации всех анализируемых величин отсчитывались относительно их трендов, что позволило в значительной степени исключить из рассмотрения не связанные с климатом факторы долгосрочных изменений LAI, такие как рост интенсивности фотосинтеза с увеличением концентрации углекислого газа в атмосфере, естественное зарастание заброшенных территорий, изменения в структуре землепользования и др.

Для вычисления трендов метеорологических величин использовался период 1979–2019 гг., первый год которого соответствует началу потепления в Беларуси и в целом в северном полушарии. Линейный тренд LAI вычислялся для периода, охватываемого данными MODIS (2000–2019 гг.).

Коэффициенты уравнения множественной линейной регрессии для LAI, где независимыми переменными выступают температура воздуха, осадки и солнечная радиация, позволяют оценить чувствительность LAI к каждому из этих метеорологических параметров. Далее, зная коэффициенты линейных трендов метеорологических параметров и чувствительности к ним LAI, несложно рассчитать линейный тренд LAI, обу-

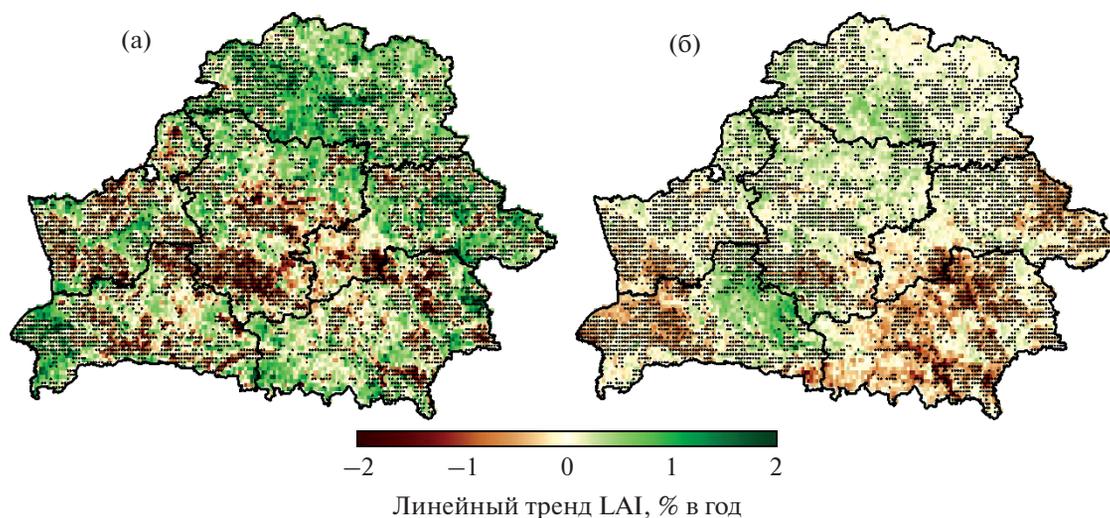


Рис. 5. Линейный тренд LAI (а) и его климатобусловленная составляющая (б).
Примечание. Точками обозначены посевные площади.

словленный долгосрочными изменениями параметров, т.е. климатобусловленный тренд.

Фактический и климатобусловленный тренды LAI рассчитывались для всей территории Беларуси с разрешением 0.05° . Пространственное распределение коэффициентов этих трендов сопоставлено на рис. 5. Видно, что листовой индекс посевных площадей, обозначенных на картах точками, уменьшается со скоростью до 2% за год практически на всей территории, за исключением некоторых районов Витебской области. Это свидетельствует об ухудшении агрометеорологических условий для традиционных культур республики. В то же время листовой индекс лесных массивов и необрабатываемых земель Беларуси возрастает, что связано с повышением уровня углекислого газа в атмосфере и с зарастанием залежей.

Из представленного на рис. 5б распределения тренда LAI видно, что в южной части Беларуси (ниже широты Минска) современные изменения климата отрицательно сказываются на продуктивности растительности. Это особенно заметно для Гомельской области, где происходит наибольший рост летней температуры воздуха при практически неизменяющемся количестве летних осадков. Из рис. 5б видно, что от изменения климата на юге Беларуси страдают не только пахотные земли, но и многие лесные массивы. Так, согласно данным Глобального мониторинга лесов¹, в Гомельской области лишь за последние четыре года потери лесного покрова (без учета новых лесонасаждений) составили 106 тыс. га, или

примерно 5.4% от его общей площади в 2010 г. Исключением являются лесные массивы на северо-востоке Брестской области, где благодаря большому количеству болот поддерживается благоприятный гидрологический режим почв.

На севере Минской области и во всей Витебской области современные изменения климата благоприятствуют росту биологической продуктивности местных экосистем. Скорость роста летних температур здесь примерно на четверть ниже, чем на юге Беларуси, а проблемы засух успешно нивелируются высокой влагоудерживающей способностью преобладающих в регионе суглинистых и глинистых почв.

Таким образом, быстрый рост температуры воздуха и преобладание годовой испаряемости над осадками на юге Беларуси уже проявляется в снижении продуктивности местных растительных сообществ, не приспособленных к новым климатическим условиям. В то же время на территории Беларуси увеличивается присутствие новых видов растений из лесостепной зоны Украины. В связи с этим рассмотрим изменения видовой разнообразия представителей растительного и животного мира за период современного потепления в Беларуси.

ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Положение Беларуси в центре европейского континента представляет собой арену активного взаимопроникновения неморальной (широко-

¹ Global Forest Watch. <https://gfw.global/39noH42/> (дата обращения 28.03.2021).

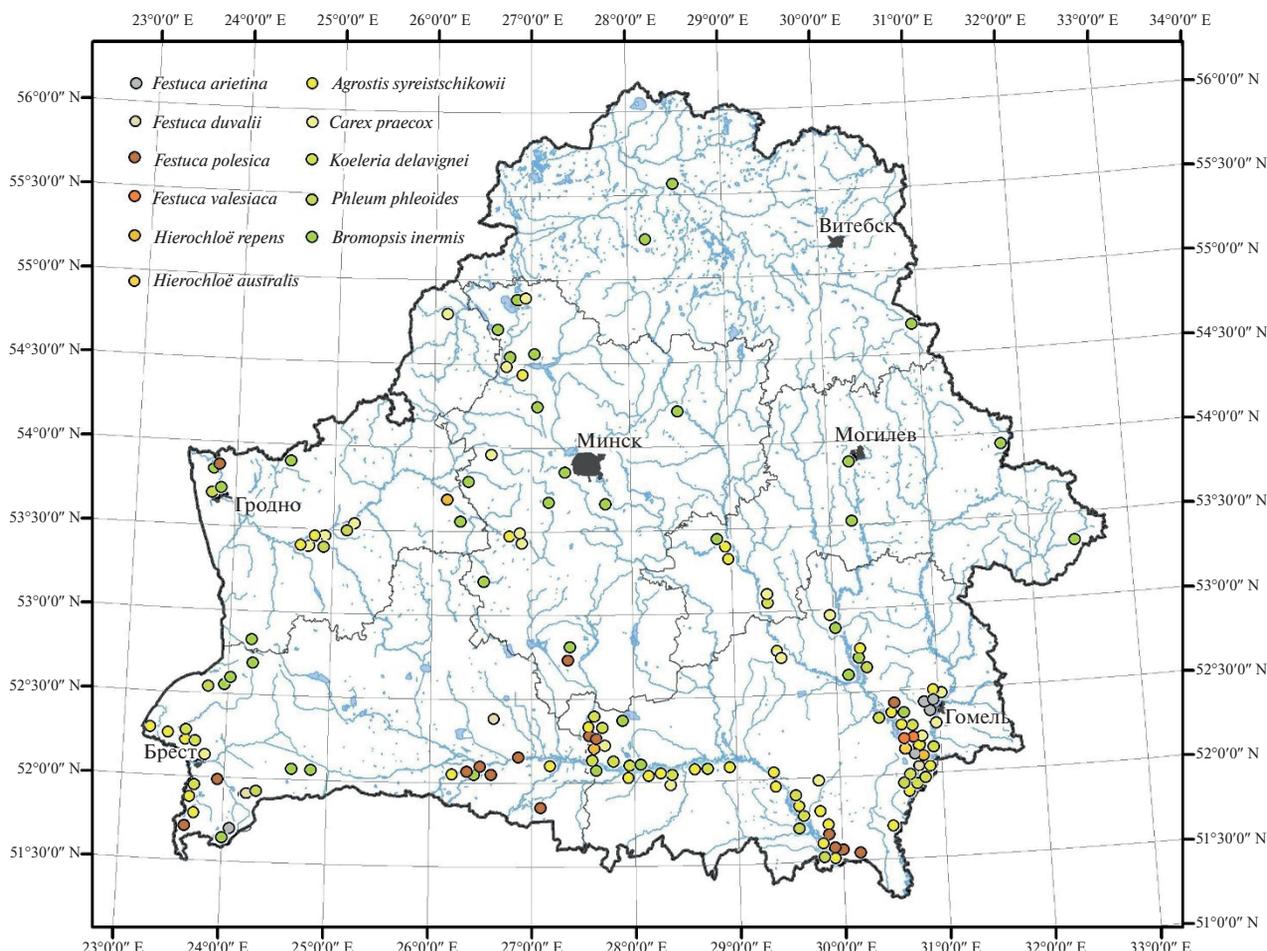


Рис. 6. Распространение сообществ *Festuco-Brometea* с доминированием ксеротермных растений.

лиственных лесов) и бореальной (таежной) растительности. Под влиянием масштабного осушения территории и на фоне глобального потепления наблюдается активизация теплолюбивых и засухоустойчивых растений. Бореальные виды (ель европейская) и аркто-бореальные (водяника, морошка) угнетаются и отступают на север. Представители флоры степей и субтропиков, наоборот, присутствуют во всех экосистемах страны, включая водные (речные и озерные) и агроэкосистемы. В природных экосистемах (луговых, лесных) наиболее активны ксеротермные и псаммофильные травы, формирующие целые сообщества (Сцепанович, 1997).

В синтаксономической структуре растительности ксеротермные сообщества отнесены к трем классам европейской системы: 1. *Festuco-Brometea (erecti)* – остепненные (ксеротермные) луговые сообщества, 2. *Trifolio-Geranietea sanguinei* – ксеротермные сообщества лесных опушек и 3. *Rhamno-Prunetea* – сообщества ксеротермных кустар-

ников. Первый класс представлен 7 ассоциациями, второй – 3, третий – 2 (Сцепанович, 2006).

На картосхеме (рис. 6) показано распространение остепненных травяных сообществ наиболее представительного класса *Festuco-Brometea* с доминированием 11 характерных видов. Остепненные травяные сообщества с доминированием овсяниц (*Festuca arietina*, *F. duvalii*, *F. valesiaca*), зубровки ползучей (*Hierochloë repens*) и келерии (*Koeleria delavignei*) встречаются исключительно на юге страны. В абсолютном большинстве к Южной геоботанической подзоне приурочены сообщества овсяницы полесской (*Festuca polesiaca*). Здесь наиболее характерны травостой с господством полевицы (*Agrostis syreistschikowii*) и тимopheвки степной (*Phleum phleoides*). Они формируются также в западной части Центральной геоботанической подзоны – в поймах Немана и Вилии. И самые широко распространенные (заходят в Северную геоботаническую подзону) – сообщества осоки ранней (*Carex praecox*) и кост-

реца безостого (*Bromopsis inermis*). Фитоценозы с участием зубровки южной (*Hierochloë australis*) встречаются в центральной части Беларуси. За исключением кострцевого (ассоциации *Bromopsidetum inermis*) все ксеротермные сообщества произрастают в юго-западной части страны по линии Гомель — Минск — Вильнюс, где преобладают почвы легкого гранулометрического состава и мягче климат.

Сообщества класса *Festuco-Brometea*, как правило, приурочены к вершинам и хорошо прогреваемым склонам высоких прирусловых грив и надпойменных террас крупных и низовий средних рек, а также южной экспозиции склонов холмов. Причем в низовьях междуречий концентрация травянистых ксерофитов наибольшая, потому что здесь больше гумусированного и аэрированного аллювия и слабая конкуренция со стороны древесно-кустарниковой растительности.

Наши наблюдения за последние около 40 лет свидетельствуют о заметной ксерофитизации состава сухолюбивых сообществ других классов растительности. Так, в классе *Molinio-Arrhenatheretea* — сообщества настоящих (эумезофильных) и сырых лугов — фитоценологами выделен союз *Trifolion montani*, представленный в Беларуси тремя ассоциациями с обилием эвтрофных (люцерн серповидной и хмелевидной) и мезотрофных (мятлика узколистного, земляники зеленой, клевера горного, подмаренников мягкого и настоящего, подорожника среднего, душицы обыкновенной и др.) ксеромезофитов. В классе *Artemisietea vulgaris* — травяные сообщества залежей и нарушенных земель — группу сообществ с господством эвтрофных ксеромезофитов (донников белого и лекарственного, моркови дикой, пажиты обыкновенной) представляет союз *Dauco-Melilotion* (Сцепанович, 2006). Сообщества данного союза распространены без очевидной закономерности по всей территории страны. При этом такие ценозообразователи, как донники белый (*Melilotus albus*) и лекарственный (*M. officinalis*.) — инвазионные виды, и их активность возрастает.

Остепнение, или ксерофитизация, проявляется как в увеличении присутствия засухоустойчивых и теплолюбивых травянистых видов — представителей европейско-малоазиатского и евросибирско-аралокаспийского биотических комплексов, — так и в значительном (средний показатель 1.4 раза) расширении общей площади ксеротермных травяных и формировании некоторых лесных и древесно-кустарниковых сообществ в естественных условиях (Пугачевский и др., 2011). Среди травянистой растительности наиболее заметную реакцию на изменения температурного режима и влажности среды проявляют сообщества с доминирова-

нием осоки ранней (асс. *Allio-Caricetum praecocis*) и клевера среднего (асс. *Trifolietum medii*), площади которых увеличились местами втрое за счет вытеснения эвмезофильных (типично луговых), других ксеромезофильных (остепненных), а также психромезофильных (обедненных) травяных фитоценозов.

В светлых лесах, на опушках и среди кустарников по высоким берегам рек в основном южной части Беларуси активно распространяется адвентивный боярышник (*Crataegus curvisepala*). Общее повышение температуры и сухость воздуха способствуют распространению в поймах р. Западный Буг и других рек средиземноморских терновников (*Prunus spinosa*). Еще недавно их можно было встретить на высоких прирусловых валах поймы Западного Буга. Теперь они встречаются севернее — в нижнем течении р. Березины (в Светлогорском районе Гомельской области).

Среди древесных ксерофитов все активнее заявляют о себе инвазионные виды — робиния лежачая (*Robinia pseudoacacia*) и клен ясенелистный (*Acer negundo*), местами претендующие на доминирование в фитоценозах. Так, наибольшие площади они занимают на юге Беларуси, а в Полесском радиационно-экологическом заповеднике (Гомельская область) на селитебных землях робиния формирует монодоминантные сообщества.

В отношении растительности изменение климата проявляется двояко: положительно — при достаточной влажности почво-грунтов стимулируется развитие фитомассы, что способствует распространению популяций и сообществ ценных в кормовом отношении видов (бекманный обыкновенный, люцерны хмелевидной, мятлика узколистного, тонконога Делявина, полевицы Сырейщикова и др.); и негативную — при дефиците влаги угнетается и изреживается травостой, из него выпадают ценные злаки и бобовые, усиливается эрозия почвы, повышается вероятность внедрения в аборигенные фитоценозы инвазионных видов, в том числе опасных для человека (например, амброзии полынолистной) и природных экосистем.

Таким образом, наибольшим видовым и фитоценотическим разнообразием ксеротермной растительности характеризуется Южная геоботаническая подзона Беларуси, особенно ее юго-восточная часть (Добрушский, Гомельский, Лоевский и другие районы), расположенная в 100 км от украинских степей. Здесь количество атмосферных осадков в сравнении с Белорусским Поозерьем (Северная геоботаническая подзона) меньше на 200 мм в год. В связи с дефицитом влаги в период активной вегетации и повышенным температур-

ным фоном в растительных сообществах происходят как количественные, так и качественные изменения: обилия засухоустойчивых видов и площади, занятой их популяциями, видового состава флоры, структуры и продуктивности надземной фитомассы, которая, как правило, снижается.

В результате потепления и усиления засушливости климата в Беларуси произошли значительные изменения и в животном мире. Поскольку любой вид животных необходимо рассматривать не как изолированную независимую единицу, а в составе экосистемы, где он занимает определенную экологическую нишу, то становится понятным, что выпадение аборигенных и/или появление новых видов в результате потепления климата может вызывать ряд перестроек экосистемных процессов, и, наоборот, изменения в экосистеме будут сказываться на состоянии популяций видов.

Формирование новых агроклиматических зон в Беларуси, которые можно охарактеризовать как “лесостепные”, привело к изменению в видовом составе и численности представителей фауны: появлению степных видов и снижению численности (а иногда и исчезновению) других видов, в основном бореальных.

Таким образом, потепление и усиление засушливости, создающие агроклиматические условия близкие к степным, могут приводить и уже приводят к изменениям в распространении видов, утрате местообитаний, изменениям в трофических цепях, интенсификации инвазионных процессов, увеличению скорости вымирания редких и уязвимых видов.

Хорошо известно, что изменения климата обычно тесно связаны с изменением увлажненности территорий. Быстрое потепление и усиление засушливости южных регионов Беларуси вынуждает популяции одних видов смещаться в более увлажненные и прохладные широты, а других (например, степных) — продвигаться на север.

Среди позвоночных животных, которые появились на юге Беларуси, отметим интродуцированную лошадь Пржевальского (*Equus przewalskii caballus*), золотистого шакала (*Canis aureus*), орла степного (*Aquila nipalensis*), суслика крапчатого (*Spermophilus suslicus*), кольчатую горлицу (*Streptopelia decaocto*), сирийского дятла (*Dendrocopos syriacus*), тиркушку степную (*Glareola nordmanni*).

Появился и целый ряд новых (южных) видов насекомых. Так, на юге Беларуси отмечены тарантул (*Lycosa singoriensis*), богомол (*Mantis religiosa*), саранча (*Locusta migratoria*), роющие осы (*Sceliphron destillatorium* и *S. Curvatum*). Расширяют свой ареал степной иксодовый клещ (*Dermatocen-*

ter marginatus), обыкновенная хлебная жужелица (*Zabrus tenebrioides*).

С конца XX в. на юге Беларуси обнаружены некоторые виды чешуекрылых насекомых более южного происхождения. На территории соседней Украины они обитают главным образом в лесостепи и степи, на территории Польши — в основном в южных воеводствах. Это совка медная (*Chersotis cuprea*), ленточница пестрая (*Grammodes stolidia*), совка капюшонница (*Cucullia pustulata*), пяденица толстолобая (*Therapis flavicaria*) и др. Кроме того, вследствие теплых зим, отмечено проникновение чужеродных североамериканских насекомых: ложнощитовка туевая (*Parthenolecanium fletcheri*), белоакациевая моль (*Phylloborycter robiniella*) и др.

В последнее время все чаще наблюдается низкий весенний уровень воды в реках южной части Беларуси, что ведет к потере нерестилищ для рыб, размножающихся на залитых водой речных поймах. Увеличение среднегодовой температуры и снижение поступления талых вод в реки и водохранилища, привело к возрастанию минерализации воды. Так, в р. Припяти за последние 20 лет она возросла в два раза. Это способствовало проникновению чужеродной понто-каспийской фауны (Никифоров, Семенченко, 2011). Ряд понто-каспийских водных беспозвоночных, а также черноморских бычков распространились на всем протяжении р. Припяти (Semenchenko, Rizevskiy, 2017). На некоторых участках реки они составляют от 20 до 40% в общей численности макрозообентоса и ихтиофауны. Данное явление известно как биологическое загрязнение экосистем и представляет опасность для аборигенной фауны.

Типичным примером изменений в трофической цепи является массовое развитие сине-зеленых водорослей, вызывающее в летнее время “цветение” воды в озерах. Пусковым механизмом размножения этих планктонных организмов является высокая летняя и осенняя температура. Установлено, что для большинства видов пресноводных сине-зеленых водорослей температурный оптимум — около 30°C. Например, для широко распространенного вида *Microcystis aeruginosa* он составляет +32°C. Такие или близкие к ним высокие летние температуры воды все чаще наблюдаются в мелководных озерах и водохранилищах на юге Беларуси (Никифоров, Семенченко, 2017).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные результаты свидетельствуют о наметившейся тенденции усиления засушливости климата, вызванной быстрым ростом температуры воздуха и испарения при практически неизменной годовой сумме атмосферных осадков

Беларуси. В ее южных регионах эти изменения климата существенным образом отражаются на продуктивности и разнообразии растительного и животного мира.

Границы агроклиматических областей Беларуси продвигаются в северном направлении со скоростью около 12 км/год. При сохранении этой тенденции уже через 30 лет на территории республики сформируются новые агроклиматические условия с суммой активных температур не ниже 2900°C, характерные для лесостепной зоны.

Одновременно с ростом температуры воздуха происходит уменьшение уровня увлажненности территории страны. Средняя разница между годовым количеством осадков и испаряемостью уменьшается со скоростью примерно 6 мм/год, а граница нулевого баланса между осадками и испаряемостью продвигается с юга на север Беларуси со средней скоростью 19 км/год. В настоящее время годовая испаряемость превалирует над осадками практически на всей территории Брестской и Гомельской областей.

Рост продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода в целом улучшают агрометеорологические условия на севере Беларуси, где до начала современного потепления главным фактором, ограничивающим развитие земледелия, считался недостаток тепла. В настоящее время средние тепловые ресурсы территории Беларуси не только не ограничивают развитие земледелия, но даже избыточны. Отрицательная корреляция межгодовых вариаций листового индекса и температуры воздуха для посевных площадей Беларуси указывает на то, что дальнейшее повышение теплообеспеченности вегетационного периода без принятия необходимых мер в сельском хозяйстве уже не приведет к повышению биологической и хозяйственной продуктивности агроценозов.

Главным фактором, лимитирующим рост продуктивности агроценозов на территории страны, является количество атмосферных осадков, которым объясняется свыше 40% межгодовой изменчивости листового индекса посевных площадей. В южной части Беларуси (ниже широты Минска) быстрый рост температуры воздуха и уменьшение количества эффективных осадков (за вычетом испарения) обуславливают отрицательный тренд продуктивности не только агроценозов, но и многих природных экосистем (лесов и древесно-кустарниковой растительности), о чем говорят отрицательные значения климатообусловленного тренда их листового индекса (в отдельных районах до 2% за год). Исключение составляет северо-восток Брестской области, где высока доля болот.

Усиление засушливости климата на юге Беларуси, с одной стороны, сопровождается снижением продуктивности аборигенной растительности, не приспособленной к новым климатическим условиям, с другой — распространением новых видов растений степной и лесостепной зон различных жизненных форм, особенно ксеротермных трав и полукустарничков, расширением занимаемых ими местообитаний, что свидетельствует о процессах остепнения. Наблюдается корреляционная связь активности ксеротермных видов и растительных сообществ с распределением среднегодовых сумм активных температур и количеством атмосферных осадков. Климатические факторы являются одними из определяющих в современном развитии флоры и формировании фитоценозов. Однако определяющим фактором в современной динамике растительного покрова остается хозяйственная деятельность человека.

Формирование в южной части Беларуси агроклиматических условий, близких к лесостепным и степным, сопровождается изменениями в распространении различных видов животных, утрате местообитаний, изменениями в трофических цепях, интенсификацией инвазионных процессов, увеличением скорости вымирания редких и уязвимых видов. Аридизация вынудила популяции некоторых аборигенных видов животных смещаться в более увлажненные и прохладные широты (снизилась численность лесного хорька и горностая, практически исчезла белая куропатка и др.). Одновременно в результате потепления и усиления засушливости климата на территорию Беларуси расширился ареал степных видов животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Логинов В.Ф., Лысенко С.А., Мельник В.И. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования. 2-е изд. Минск: УП “Энциклопедикс”, 2020. 264 с.
- Лысенко С.А., Логинов В.Ф. Роль лесов в поддержании водного баланса на территории Беларуси // Докл. НАН Беларуси. 2020. Т. 64. № 2. С. 225–232.
- Лысенко С.А., Чернышев В.Д., Коляда В.В. Сеточный архив метеорологических данных Республики Беларусь и возможности его применения для исследования пространственно-временных особенностей изменений климата // Природопользование. 2019. № 1. С. 17–27.
- Мельник В.И., Данилович И.С., Кулешова И.Ю., Комаровская Е.В., Мельчакова Н.В. Оценка агроклиматических ресурсов территории Беларуси за период с 1989 по 2015 г. // Природные ресурсы. 2018. № 2. С. 88–101.

- Никифоров М. Семенченко В. Биоразнообразие в теплеющем мире // Наука и инновации. 2011. № 4 (98). С. 17–20.
- Пукачевский А., Степанович И., Ермохин М. Растительность в новых природных условиях // Наука и инновации. 2011. № 4 (98). С. 21–24.
- Цецановіч І.М. Ксератэрмныя (астэпаваныя) лугавыя супольніцтвы Беларусі // Весці АН Беларусі. Сер. біял. навук. 1997. № 2. С. 12–20.
- Цецановіч Я.М. Фітацэнаразнастайнасць расліннасці Беларусі // Ботаника: Исследования. 2006. Вып. XXXIV. С. 264–281.
- Шкляр А.Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве. Минск: Вышэйшая школа, 1973. 432 с.
- Babst F., Bouriaud O., Poulter B., Trouet V., Girardin M.P., Frank D.C. Twentieth century redistribution in climatic drivers of global tree growth // Sci. Adv. 2019. Vol. 5. № 1. eaat4313.
- Baret F., Buis S. Estimating Canopy Characteristics from Remote Sensing Observations: Review of Methods and Associated Problems // Adv. in Land Rem. Sens./ S. Liang (ed.). Dordrecht: Springer, 2008. P. 173–201.
- Bjorkman A.D., Myers-Smith I.H., Elmendorf S.C. et al. Plant functional trait change across a warming tundra biome // Nature. 2018. Vol. 562. P. 57–62.
- Chen C., Park T., Wang X., Piao Sh., Xu B., Chaturvedi R.K., Fuchs R., Brovkin V., Ciais Ph., Fensholt R., Tommervik H., Bala G., Zhu Z., Nemani R.R., Myneni R.B. China and India lead in greening of the world through land-use management // Nat. Sustain. 2019. Vol. 2. P. 122–129.
- Ganguly S., Nemani R.R., Baret F. Green Leaf Area and Fraction of Photosynthetically Active Radiation Absorbed by Vegetation // Biophys. Applications of Satellite Rem. Sens. / J.M. Hanes (ed.). Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2014. P. 43–61.
- Heimann M., Reichstein M. Terrestrial ecosystem carbon dynamics and climate feedbacks // Nature. 2008. Vol. 451. P. 289–292.
- Liu Y.Y., van Dijk A.I.J.M., de Jeu R.A.M., Canadell J.G., McCabe M.F., Evans J.P., Wang G. Recent reversal in loss of global terrestrial biomass // Nat. Clim. Change. 2015. Vol. 5. P. 470–474.
- Lu J., Carbone G.J., Grego J.M. Uncertainty and hotspots in 21st century projections of agricultural drought from CMIP5 models // Sci. Rep. 2019. Vol. 9. № 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41196-z>
- Marvel K., Cook B.I., Bonfils C.J.W., Durack P.J., Smerdon J.E., Williams A.P. Twentieth century hydroclimate changes consistent with human influence // Nature. 2019. Vol. 569. P. 59–65.
- Myneni R., Knyazikhin Y., Park T. MOD15A2H MODIS Leaf Area Index/FPAR 8-Day L4 Global 500m SIN Grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. 2015.
- Rustad L.R., Campbell J., Dukes J.S., Huntington T., Fallon L.K., Mohan J., Rodenhouse N. Changing climate, changing forests: the impacts of climate change on forests of the northeastern United States and eastern Canada. Newtown Square, PA: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 2012.
- Semenchenko V.P., Rizevskiy V.K. Alien Species of Invertebrates and Fish in River Ecosystem of Belarus: Distribution, Biological Contamination, and Impact // Hydrobiol J. 2017. Vol. 53. № 1. P. 26–40.
- Soudzilovskaia N.A. Functional Traits Predict Relationship Between Plant Abundance Dynamic and Long-Term Climate Warming // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 2013. V. 110. № 45. P. 18180–18184.
- Swann A.L.S., Hoffman F.M., Koven C.D., Randerson J.T. Plant responses to increasing CO₂ reduce estimates of climate impacts on drought severity // PNAS. 2016. Vol. 113. № 36. P. 10019–10024.
- Xu L., Myneni R.B., Chapin III F.S., Callaghan T.V. et al. Temperature and vegetation seasonality diminishment over northern lands // Nat. Clim. Change. 2013. № 3. P. 581–586.
- Zhu Z., Piao Sh., Myneni R.B., Huang M. et al. Greening of the Earth and its drivers // Nat. Clim. Change. 2016. Vol. 6. P. 791–795.

Climate Aridization Signs and Their Ecosystem Displays on the Territory of Belarus

V. F. Loginov¹, S. A. Lysenko¹, V. S. Khomich¹*, V. P. Semenchenko²,
A. V. Kulak², and I. M. Stepanovich³

¹Institute of Nature Management of the NASB, Minsk, Belarus

²Scientific and Practical Center for Bioresources of the NASB, Minsk, Belarus

³Kuprevich Institute of Experimental Botany of the NASB, Minsk, Belarus

*e-mail: valery_khomich@mail.ru

The results of studies of changes in agrometeorological characteristics on the territory of Belarus in recent decades and their impact on the state of flora and fauna of the country are presented. It is shown that the isoline of the annual sum of active daily temperatures exceeding 10°C moves from the south to the north of the country at an average speed of about 12 km per year. The northern boundary of the growing season duration since the beginning of the period of modern warming has shifted to the north of Belarus by about 280 km and the average growing season duration has increased by 12 days. An increase in air temperature and evaporation

with an almost unchanged annual amount of precipitation causes an increase in the aridity of the climate of Belarus. The average annual effective precipitation (excluding potential evaporation) decreases at a rate of about 6 mm/year and the zero balance between precipitation and potential evaporation moves to the north of Belarus at an average speed of 19 km per year. Statistical analysis of the relationship between the leaf area index (LAI) and meteorological parameters for the warm season shows that at present time the main factor limiting the growth of ecosystems' biological productivity in Belarus is the precipitation amount. Modern climate changes do not contribute to an increase of the cultivated land biological productivity in the southern and central parts of Belarus (below the latitude of Minsk), the LAI here is decreasing at a rate of up to 2% per year. The displacement of agroclimatic zones and the increased climate aridity have led to the expansion of steppe plant and animal species of various taxonomic groups to the territory of Belarus as well as to changes in the aquatic flora and fauna.

Keywords: climate change, agro-climatic zones, ecosystem productivity, biological diversity, plant communities xerophytization, steppe animal species invasion

REFERENCES

- Babst F., Bouriaud O., Poulter B., Trouet V., Girardin M.P., Frank D.C. Twentieth century redistribution in climatic drivers of global tree growth. *Sci. Adv.*, 2019, vol. 5, no. 1, eaat4313. doi 10.1126/sciadv.aat4313
- Baret F., Buis S. Estimating canopy characteristics from remote sensing observations: Review of methods and associated problems. In *Advances in Land Remote Sensing*. Liang S., Ed. Dordrecht: Springer, 2008, pp. 173–201. doi 10.1007/978-1-4020-6450-0_7
- Bjorkman A.D., Myers-Smith I.H., Elmendorf S.C. et al. Plant functional trait change across a warming tundra biome. *Nature*, 2018, vol. 562, pp. 57–62.
- Chen C., Park T., Wang X., Piao Sh., Xu B., Chaturvedi R.K., Fuchs R., Brovkin V., Ciais Ph., Fensholt R., Tommervik H., Bala G., Zhu Z., Nemani R.R., Myneni R.B. China and India lead in greening of the world through land-use management. *Nat. Sustain.*, 2019, vol. 2, no. 2, pp. 122–129.
- Ganguly S., Nemani R.R., Baret F. Green leaf area and fraction of photosynthetically active radiation absorbed by vegetation. In *Biophysical Applications of Satellite Remote Sensing*. Hanes J., Ed. Berlin, Heidelberg: Springer, 2014, pp. 43–61. doi 10.1007/978-3-642-25047-7_2
- Heimann M., Reichstein M. Terrestrial ecosystem carbon dynamics and climate feedbacks. *Nature*, 2008, vol. 451, pp. 289–292.
- Liu Y.Y., van Dijk A.I.J.M., de Jeu R.A.M., Canadell J.G., McCabe M.F., Evans J.P., Wang G. Recent reversal in loss of global terrestrial biomass. *Nat. Clim. Change*, 2015, vol. 5, pp. 470–474.
- Loginov V.F., Lysenko S.A., Mel'nik V.I. *Izmenenie klimata Belarusi: prichiny, posledstviya, vozmozhnosti regulirovaniya* [Climate Change in Belarus: Causes, Consequences, Regulation Possibilities]. Minsk: Entsiklopediks Publ., 2020, 2nd ed. 264 p.
- Lu J., Carbone G.J., Grego J.M. Uncertainty and hotspots in 21st century projections of agricultural drought from CMIP5 models. *Sci. Rep.*, 2019, vol. 9, 4922. doi 10.1038/s41598-019-41196-z
- Lysenko S.A., Chernyshev V.D., Kolyada V.V. Grid archive of meteorological data of the Republic of Belarus and the possibility for its application for the study of spatial and temporal features of climate change. *Prirodopol'zovanie*, 2019, no. 1, pp. 17–27. (In Russ.).
- Lysenko S.A., Loginov V.F. The role of forests in maintaining water balance in Belarus. *Dokl. Natsional'noi Akad. Nauk Belarusi*, 2020, vol. 64, no. 2, pp. 225–232. (In Russ.).
- Marvel K., Cook B.I., Bonfils C.J.W., Durack P.J., Smerdon J.E., Williams A.P. Twentieth century hydroclimatic changes consistent with human influence. *Nature*, 2019, vol. 569, pp. 59–65.
- Melnik V.I., Danilovich I.S., Kuliashova I.Y., Komarovskaya A.V., Melchakova N.V. Assessment of the agroclimatic resources of the territory of Belarus for the period 1989–2015. *Prir. Resur.*, 2018, no. 2, pp. 88–101. (In Russ.).
- Myneni R., Knyazikhin Y., Park T. *MOD15A2H MODIS Leaf Area Index/FPAR 8-Day L4 Global 500m SIN Grid V006*. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, 2015. doi 10.5067/MODIS/MCD15A2H.006
- Nikiforov M., Semenchenko V. Biodiversity in the warming world. *Nauka i Innovatsii*, 2011, no. 4 (98), pp. 17–20. (In Russ.).
- Pugachevskii A., Stepanovich I., Ermokhin M. Vegetation to the new environmental conditions. *Nauka i Innovatsii*, 2011, no. 4 (98), pp. 21–24. (In Russ.).
- Rustad L.R., Campbell J., Dukes J.S., Huntington T., Fallon L.K., Mohan J., Rodenhouse N. *Changing Climate, Changing Forests: The Impacts of Climate Change on Forests of the Northeastern United States and Eastern Canada*. Gen. Tech. Rep. NRS-99. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 2012. 48 p.
- Semenchenko V.P., Rizevskiy V.K. Alien species of invertebrates and fish in river ecosystem of Belarus: Distribution, biological contamination and impact. *Hydrobiol. J.*, 2017, vol. 53, no. 1, pp. 26–40.
- Shklyar A.Kh. *Klimaticheskie resursy Belorussii i ispol'zovanie ikh v sel'skom khozyaistve* [Climatic Resources of Belarus and Their Use in Agriculture]. Minsk: Vysheishaya Shkola 1973. 432 p.
- Soudzilovskaia N.A. Functional traits predict relationship between plant abundance dynamic and long-term cli-

- mate warming. *PNAS*, 2013, vol. 110, no. 45, pp. 18180–18184.
- Stsepanovich I.M. Xerodermia (estephania) meadow communities in Belarus. *Vesci NAN Belarusi. Ser. Bijal. Navuk*, 1997, no. 2, pp. 12–20. (In Belarus).
- Stsepanovich Ya.M. The diversity of plant communities vegetation in Belarus. *Botanika: Issled.*, 2006, no. 34, pp. 264–281. (In Belarus).
- Swann A.L.S., Hoffman F.M., Koven C.D., Randerson J.T. Plant responses to increasing CO₂ reduce estimates of climate impacts on drought severity. *PNAS*, 2016, vol. 113, no. 36, pp. 10019–10024.
- Xu L., Myneni R.B., Chapin F.S. et al. Temperature and vegetation seasonality diminishment over northern lands. *Nat. Clim. Change*, 2013, no. 3, pp. 581–586.
- Zhu Z., Piao Sh., Myneni R.B. et al. Greening of the Earth and its drivers. *Nat. Clim. Change*, 2016, vol. 6, pp. 791–795.

УДК 551.435.7(-925.11)

ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ДЕФЛЯЦИИ ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ (НА ПРИМЕРЕ ЮГА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

© 2021 г. Н. С. Евсеева^а, З. Н. Квасникова^{а, *}, М. А. Каширо^а, М. А. Волкова^а, О. В. Носырева^а

^аТомский государственный университет, Томск, Россия

*e-mail: zojkwas@rambler.ru

Поступила в редакцию 29.05.2019 г.

После доработки 16.03.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Проведена оценка режима ветра как фактора риска развития дефляции почв в агроландшафтах юга Томской области на основе многолетних данных метеорологических станций Бакчар и Первомайское (1965–2015 гг.), Томск (1965–2017 гг.) и АМСГ Томск (1991–2015 гг.). Скорости ветра более 6 м/с на высоте флюгера способны вызывать дефляцию почв. Почвы региона, вовлеченные в агропроизводство, имеют преимущественно суглинисто-глинистый гранулометрический состав. Ветроустойчивость их к сильным ветрам слабая. Показатель дефляционной опасности почв, рассчитанный по методике, предложенной М.Е. Бельгибаевым, изменяется в основном от 0.2 до 1.2, т.е. почвы исследуемого региона сильноподатливые и среднеподатливые. Дефляция почв на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (в пределах Томской области) развивается как в холодное (октябрь–апрель), так и в теплое (май–сентябрь) время года.

Ключевые слова: Западно-Сибирская равнина, Томская область, ветер, дефляция, ветроустойчивость почв

DOI: 10.31857/S258755662104004X

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства защита почв от эрозии и дефляции – важнейшие проблемы мирового земледелия. По разным оценкам эти процессы охватывают огромные площади во всем мире: водной эрозии подвержены 32%, а ветровой – 34% суши (Толчельников, 1990). Согласно S.A. El-Swaify (1999), водная эрозия распространена на площади 1094 млн га, а ветровая – 549 млн га. В связи с этим актуально изучение факторов развития дефляции почв, в том числе имеющих региональные особенности, таких как ветер, ветроустойчивость (дефляционная опасность) почв и хозяйственная деятельность человека.

В названных аспектах режим ветра и дефляционная опасность почв агроландшафтов юго-востока зоны подтайги и подзоны южной тайги Западно-Сибирской равнины изучены слабо. В.Е. Мусохранов (1983) при характеристике почвенно-эрозионных зон Западной Сибири по степени и видам проявления эрозионных процессов относит южную часть Томской области к III подзоне среднего смыва и среднего размыва (3–8 м³/га) и слабой дефляции (до 3 м³/га). В пределах изучаемой территории к III подзоне относятся Кожев-

никовский, Шегарский, Асиновский, Кривошеинский, Томский, Зырянский, Молчановский и южные части Первомайского и Тегульдетского административных районов (рис. 1).

К.С. Кальянов (1986), проанализировав осадки, температурный режим и ветры территории России, отнес исследуемую территорию к 3 классу, в котором степень влияния климата на развитие эоловых процессов в теплое время года (апрель–октябрь) значительная, а в холодный период года (ноябрь–март) – пониженная (4 класс). Согласно данным института “Запсибгипрозем”, опасность проявления дефляции на юге и юго-востоке территории Томской области отсутствует, а развитие водной эрозии слабое (Основы ..., 1989). В перечисленных работах ветроустойчивость почв и хозяйственная деятельность человека как факторы развития эоловых процессов практически не рассматривались, как и подробный анализ ветрового режима.

Наши исследования факторов и интенсивности развития водной эрозии от стока талых снеговых вод в агроландшафтах юга Томской области показали, что в пределах пашни, на вырубках развиваются и эоловые процессы (Евсеева и др., 2018, 2016, 2013). Ветровая эрозия проявляется в

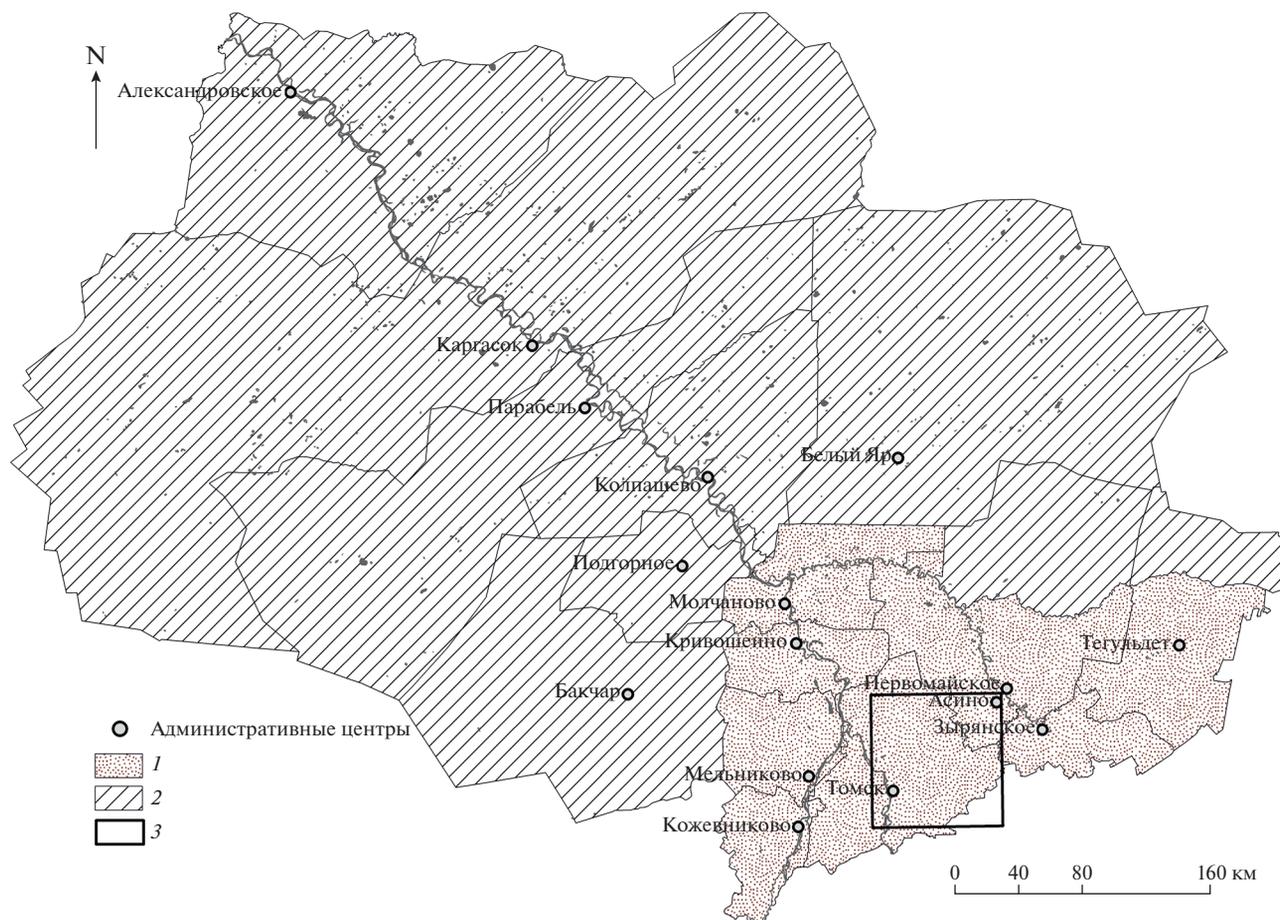


Рис. 1. Картограмма проявления почвенно-эрозионных процессов на территории Томской области [по (Мусохранов, 1983)]: 1 – III подзона среднего смыва и среднего размыва, слабой дефляции; 2 – V подзона слабого смыва и слабого размыва; 3 – исследуемый район.

течение всего года, в том числе и в холодный период (ХПГ) (октябрь–апрель), а не только в теплый (май–начало июня), когда почва агроландшафтов еще не закреплена растительностью. Ранее исследование дефляции ХПГ и факторов ее развития, в том числе ветрового режима, в пределах южной части Томской области не проводились.

Цель данной работы – анализ ветрового режима холодного периода года (октябрь–апрель) и оценка ветроустойчивости почв юго-востока Западно-Сибирской равнины (в пределах Томской области).

ОБЪЕКТ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – территория юга и юго-востока Томской области как одна из наиболее освоенных в сельскохозяйственном отношении (рис. 2). Климат континентальный. Средняя температура января – -19°C ... -20°C , июля – $+18^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков – 600–630 мм

в год, на холодный период года приходится около 34%. Снежный покров за 30-летний период (1989–2018 гг.) в 23 случаях устанавливался во второй-третьей декадах октября, с этого времени и происходит накопление пыли в его толще. Сход снежного покрова, как правило, происходит в апреле, но сугробы в депрессиях рельефа пашни, у лесополос и кромок леса в отдельные годы сохраняются до первой декады мая. Толщина снежного покрова на пашне за годы наблюдений в среднем составила на склонах южной экспозиции 53 см, северных – 57 см.

Наиболее пригодными для земледелия являются автоморфные почвы, приуроченные к хорошо дренируемым местоположениям. Классификационно они относятся к серым лесным (с выделением подтипов светло-серых, серых, темно-серых) с участием дерново-подзолистых почв, а на крайнем юге – черноземов выщелоченных и оподзоленных (Хмелев и др., 2001). Серые лесные почвы, получившие наибольшее распространение, развиваются в основном на покровных лес-

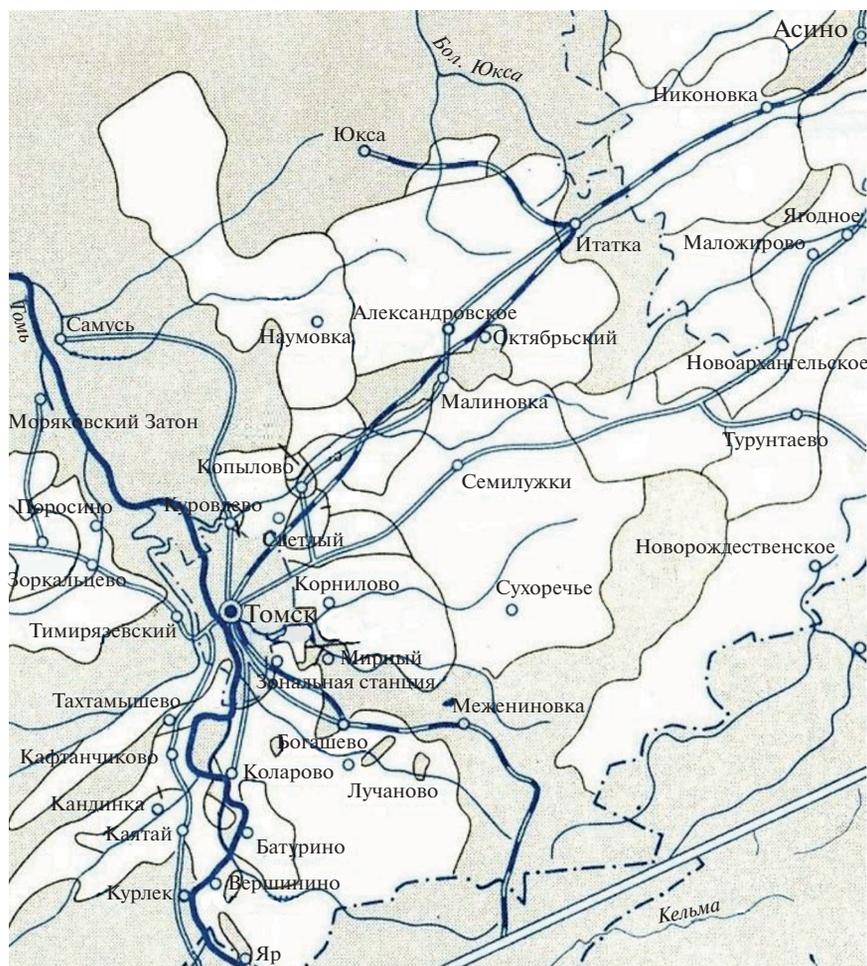


Рис. 2. Фрагмент схемы границ землепользования сельскохозяйственных предприятий (белый цвет) юго-востока Томской области.

совидных суглинках и глинах. Преобладающими фракциями в почвах являются крупная пыль и ил. Темно-серые лесные почвы по своим свойствам близки к черноземам оподзоленным и характеризуются сравнительно мощным гумусовым горизонтом А1, 40–50 см (Бельгибаев, 1973).

Исходными материалами для статьи послужили историко-географические, картографические, литературные источники; данные по скорости ветра за холодный период года (октябрь–апрель) метеорологических станций Томск (1965–2017 гг.), Первомайское (1965–2015 гг.), расположенных в зоне подтайги, и Бакчар (1955–2015 гг.) в подзоне южной тайги. Данный отрезок времени выбран с учетом периода до начала существенных изменений климатических факторов, начавшихся в 70-е годы XX в., для более объективной оценки скоростей ветра.

Для ключевого участка “Лучаново” (в 20 км юго-восточнее г. Томска, пашня) использованы данные наблюдений станции Томск (АМСГ Томск), расположенной среди сельскохозяй-

ственных угодий на открытой местности. Рассчитаны среднегодовые скорости ветра за 1991–2017 гг. с момента начала полевых наблюдений по опорным профилям за накоплением эолового осадка в толще снега и на его поверхности, проанализированы ежечасные данные метеорологических наблюдений по скоростям и направлению ветра, рассчитана их повторяемость по направлениям и скорости ≥ 10 м/с. При изучении ветровой эрозии необходимо учитывать режим ветра не только за длительные периоды времени (50–60 лет), но и за последние 10–15 лет. Вследствие чего данные по скорости ветра взяты из климатического архива ВНИИГМИ – МЦД¹ Томского ЦГМС, из дневников погоды АВ-6 АМСГ Томск. При обработке материалов использовались пакеты программ MS Excel, включающие стандартные методы обра-

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. <http://meteo.ru/data>

ботки рядов наблюдений на основе математической статистики и графических методов.

Полевые исследования эоловых процессов в течение 1989–2018 гг. включали ежегодные снего съемки по опорным профилям на ключевых участках в микромасштабе (замеры толщины снега через 5–20 м в зависимости от микрорельефа), маршрутные обследования; наблюдения за накоплением эолового наноса в снежной толще и на его поверхности на пашне и в кедровом лесу. Ежегодно производился отбор проб снега и почв с последующим изучением их гранулометрического и химического составов, содержания гумуса; определялась глубина оттаивания почв на склонах разной экспозиции; анемометром АРИ-49 измерялась скорость ветра на высоте 1.0 м над поверхностью земли и др.

Кроме того, согласно методике М.Е. Бельгибаева (1973) рассчитана противодефляционная устойчивость почв, а также рассмотрено влияние хозяйственной деятельности на развитие эоловых процессов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Природные и антропогенные факторы развития эоловых процессов. Для развития эоловых процессов необходимо сочетание следующих факторов: обнаженная поверхность, выровненная или наклонная, сложенная рыхлыми осадками; ветровой поток, длительно действующий со скоростями более 4 м/с; открытая местность, не создающая преград для переноса пылевато-песчаных частиц. Всем названным условиям отвечают распаханная земля, пастбища, нарушенные земли разного назначения. Вследствие этого эоловые процессы на исследуемой территории развиваются преимущественно в агроландшафтах, а в естественных условиях они незначительны.

Из истории земледельческого освоения. Освоение природных ресурсов региона началось в позднем палеолите (20–25 тыс. л.н.). Местное население занималось охотой, рыболовством, собирательством. У томских татар развивалось скотоводство и мотыжное земледелие (Очерки ..., 1968). С приходом русских стало развиваться пашенное земледелие и формироваться система сельского расселения: к концу XVII в. в Томском крае был один город (Томск), с десятков крепостей-острогов, 13 сел и 139 деревень, сосредоточенных в южной части области. Общая площадь “государева” поля в начале XVII в. составляла около 350 десятин (382.2 га), а запашки томских земледельцев были в десять раз обширнее (Бояршинова, 1951; Кабо, 1949). С проявлением дефляции почв столкнулись уже первые земледельцы. Так, в 1641 г. томские служилые люди сообщали в

Москву: “...хлебу недород, потому что была зима студеная, а снега были мелкие и на тех на наших пашнишках на горех рожь из земли корень выдуло ветром...” (Бояршинова, 1951, с. 112).

По состоянию на 1 января 2018 г. площадь сельскохозяйственных угодий составила 1371 тыс. га, в том числе пашня – 678.9 тыс. га, пастбища – 204.5 тыс. га, многолетние насаждения – 9.4 тыс. га и залежь – 1.3 тыс. га (Государственный ..., 2018). Около 90% площади пашни сосредоточено в южной половине Томской области. Сведение леса, распашка земель привели к развитию эоловых процессов, в том числе и в холодный период года (октябрь–апрель), так как ветры в это время наиболее сильные.

Ветровой режим. Исследуемая территория относится к району сильного ветра (Грингоф, Клещенко, 2011; Природные ..., 2002). Согласно районированию территории страны по максимальной скорости в год, она входит в IV–VI районы, где скорости ветра достигают 24–34 м/с. Кроме того, вероятно возникновение смерчей – 1 смерч в 6–10 лет. Примеры проявления сильных ветров в южной части Томской области многочисленны: 26 апреля 2014 г. в Бакчаре – 28 м/с, в Молчаново – 26 м/с; 21 октября 2015 г. на АМСГ Томск – 25 м/с, в Степановке – 28 м/с; 27 апреля 2015 г. – в Мельниково – 25 м/с; 31 марта 2017 г. – на АМСГ Томск – 27 м/с и др. (Государственный ..., 2018). В течение года на исследуемой территории на всех станциях, в том числе на АМСГ Томск, преобладают ветры юго-западного направления (210–220).

В табл. 1 приведены данные о повторяемости средней скорости ветра и динамике ветрового режима за последние 50 лет. Исследования Ю.С. Толчельникова (1990) показали, что при скоростях ветра от 2 до 5 м/с на месте остаются частицы менее 0.01 мм и более 1 мм, а частицы крупной пыли (0.01–0.05 мм) выносятся за пределы территории. Б.А. Федорович (1975) отмечает, что среднегодовые скорости ветра в 4.5–5 м/с способны вызвать дефляцию почв, а скорости 1.5–2.5 м/с – оседание пылевой взвеси. Анализ табл. 1 показывает, что скорости ветра на исследуемой территории способны как вызвать дефляцию почв, так и привести к аккумуляции взвешенных частиц.

При скорости ветра ≥ 6 м/с на высоте флюгера и отсутствии осадков устанавливается ветроэрозивная погода, и дефляции подвергаются почвы с легким гранулометрическим составом; при скорости ≥ 10 м/с – почвы с тяжелым механическим составом (Евсеева и др., 2018; Кальянов, 1976; Lancaster, 2009). По мнению авторов, наиболее объективно режим ветра характеризуют данные АМСГ Томск, расположенной на открытой местности. Средняя скорость ветра за 1991–2015 гг. по

Таблица 1. Повторяемость (%) средней скорости ветра по градациям за октябрь–апрель

Станция, годы наблюдений	Скорость ветра, м/с			Примечания
	1–4	5–10	>11	
Первомайское 1965–2015 гг. (подтайга)	72.5	12.0	0.2	Наиболее часто повторяемость средней скорости ветра 5–10 м/с отмечалась с 1965 по 1990–1991 гг. (от 11.5 до 28.4% случаев). С 1991–1992 гг. повторяемость таких ветров уменьшилась до 0.7–9.1%
Бакчар 1965–2015 гг. (южная тайга)	71.0	20.0	0.2	В период 1965–1976 гг. повторяемость средней скорости ветра 5–10 м/с изменялась от 11 до 23.1% случаев; в течение 1977–1981 гг. повторяемость таких ветров снизилась до 0.6–6.2%, а в период с 1982 по 2005 г. возросла до 17.6–39.2%, в 2013–2015 гг. составила 23–25.2%
Томск 1965–2017 гг. (подтайга)	68.0	15.9	0.5	В период с 1965–1967 до 1986–1987 гг. повторяемость ветра 5–10 м/с изменялась от 12.0 до 33.3% (1968/69 г.), затем с 1987–1988 по 2005–2006 гг. повторяемость таких ветров снизилась – от 0 до 3.1%. В период с 2006–2007 по 2016–2017 гг. повторяемость средней скорости ветра 5–10 м/с вновь возросла и изменялась от 34.0 до 48.5% случаев

данном АМСГ Томск составила 4 м/с, тогда как по ГМС Томск – менее 2 м/с. Углубленный анализ режима ветра за ХПГ 2011–2017 гг. по станции АМСГ Томск показал, что повторяемость скорости ветра 5–10 м/с в среднем составила 50.4%, 11–15 м/с – 30.4%, >16 м/с – 7.9%. Максимальная повторяемость средней скорости составила 3–5 м/с (44%). Более подробные сведения о режиме ветра в течение года можно получить, проанализировав данные об ежечасных скоростях ветра за 2006–2015 гг. по данным АМСГ Томск.

Для развития дефляции наиболее опасны ветры со скоростью ≥ 10 м/с на высоте флюгера (Кальянов, 1976). Среднее число дней за 2006–2015 гг. со скоростью ≥ 10 м/с составило 807. Максимальное число дней с такой скоростью отмечалось в марте – 78 дней, мае и декабре – по 77, минимальное – в июле – 11 дней. Максимальное число дней со скоростью ≥ 15 наблюдалось в апреле (7 дней). 27 марта 2017 г. зафиксирована максимальная скорость – 27 м/с. Таким образом, сильные ветры чаще наблюдаются в ХПГ и весной, когда снег практически сошел с полей, а почва не защищена растительностью.

Ветер исследуемого региона также характеризуется порывистостью (Кадастр ..., 2002). В 60–80% случаев непрерывная продолжительность порывистого ветра не превышает 1 ч, но зимой и в переходные сезоны года порывистый ветер может наблюдаться в течение 10 ч и более. Максимальная порывистость ветра отмечается при средней скорости 7–10 м/с (до 75.1%). Средняя максимальная скорость ветра с учетом порывов достигает 24 м/с (Журавлев, 2013). Порывы ветра в осенне-зимний период наблюдаются исключительно при южном и юго-западном направлении ветра. По нашим полевым наблюдениям скорость ветра при порывах на высоте 1 м над поверхностью земли на пашне достигает 20–25 м/с.

На залегание снежного покрова, его толщину также оказывают влияние метели (общие, низовые, поземные). Наибольшая их активность отмечается в декабре–январе, когда в среднем наблюдается до 6 дней с метелью (Горбатенко и др., 2018; Журавлев, 2013). Средняя продолжительность метели в день с метелью изменяется от 1.3 до 5.5 ч. Среднее число дней за год по станциям Томской области (см. рис. 1) за период с 1966 по 2017 г. составило: Бакчар – 11.2; Томск – 14.6; Кожевниково – 19.6; Молчаново – 16.9; Тегульдэт – 23.2; Первомайское – 24.9 (Горбатенко и др., 2018); на территории ключевого участка по данным АМСГ Томск – до 26 дней, а максимальная их продолжительность достигает 42.5 ч.

Сильные ветры во время метелей, порывы ветра сдувают снег с наветренных склонов южной экспозиции и возвышенных участков пашни, обнажают почвы. Размеры очагов дефляции изменяются от первых m^2 до 3 га, а время их существования от нескольких суток до очередных снегопадов (рис. 3). Поверхность пашни подвергается морозному выветриванию и оказывается подготовленной к развитию дефляции, т.к. верхний слой почвы иссушается, становится рыхлым до глубины 5 см и более. Почвенные агрегаты разрушаются до эрозионно-опасных фракций (Кальянов, 1976). В период залегания снежного покрова перенос снега и почвы происходит одновременно, поэтому в снежной толще появляются грязные прослойки снега (Евсеева и др., 2018).

Дефляционная опасность почв. Как отмечают многие исследователи, среди причин, обуславливающих податливость почв к ветровой эрозии, – их распыленность и структурное состояние. Степень податливости почв к дефляции можно определить на основе анализа их гранулометрического состава. М.Е. Бельгибаев предложил отношение процентного содержания физической глины (<0.01 мм) к



Рис. 3. Очаги дефляции на склоне пашни южной экспозиции ключевого участка “Лучаново” (фото М.А. Каширо, март 2019).

процентному содержанию физического песка ($>0.01-1.0$ мм) в пробе назвать показателем дефляционной опасности почв (ПДО), который определяется для верхних горизонтов почв (0–10, 10–20 см) (Бельгибаев, 1973). Значения ПДО распределяются следующим образом: 0–0.3 – очень сильно податливые; 0.3–0.6 – сильно податливые; 0.6–1.2 – средне податливые; 1.2–2.0 и более – слабо податливые. Почвы региона исследования в основном суглинисто-глинистые, в их гранулометрическом составе преобладают фракции пыли и ила. Содержание гумуса в почвах изменяется в значительных пределах – от 1.9 до 9.68%. Расчет ПДО по гранулометрическому составу произведен для более чем 100 образцов почв юга Томской области с использованием исследований А.Г. Дюкарева (2005), В.П. Серединой и др. (Серединая, Спирина, 2005), а также О.Э. Мерзлякова, В.Н. Назарова и других исследователей (Евсеева и др., 2016). Ветроустойчивость (ПДО) почв изменяется у дерново-подзолистых почв (11 образцов) от 0.2 до 1.5, но преобладают значения в интервале 0.3–1.0; у серых лесных почв и их подтипов (36 проб) – от 0.2 до 2.0; доминируют значения от 0.6 до 1.2. У черноземов выщелочных и оподзоленных (6 проб) – от 1.0 до 2.4.

Наиболее изучены нами почвы ключевых участков “Лучаново” и “10 км” на пашне бассейна р. Басандайки (см. рис. 2). Расчет ПДО почв на ключевых участках “Лучаново” (55 проб) и “10 км” (6 проб) показал, что у вовлеченных в агропроизводство серых лесных почв он изменяется от 0.2 до 2.0–2.8, но преобладают значения в интервале 0.3–0.6 (22 пробы) – 36.1% и 0.6–1.2 (37 проб) или 60.6%. Примеры расчета ПДО приведены в табл. 2. Таким образом, согласно значениям ПДО, почвы исследуемого региона относятся к сильно и средне-податливым к дефляции (96.71%).

На развитие эоловых процессов на пашне существенное влияние оказывает мезо- и микро-рельеф: на наветренных склонах и повышениях происходит усиление скорости ветра, приводящее к образованию очагов дефляции, а выпадение частиц почв из ветрового потока наблюдается вблизи препятствий в виде кромок леса, лесополос, в депрессиях разного генезиса. Свойства почвы оказывают решающее влияние на суммарную потерю массы, размеры и взаимное расположение формирующихся зон ветровой эрозии. Тяжелым по гранулометрическому составу почвам свой-

Таблица 2. Гранулометрический состав и показатель дефляционной опасности почв юга Томской области

Местоположение разреза	Горизонт, см	Содержание фракций, %						ПДО
	Гумус, %	1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	
Серая лесная, кедрач. Междуречье Томи и Басандайки вблизи с. Лучаново	$\frac{0-24}{8.17}$	0.45	19.22	52.46	9.32	7.11	10.94	0.4
Микроводораздел на южном склоне пашни. Междуречье Томи и Басандайки	$\frac{0-10}{3.66}$	0.80	15.20	44.00	8.00	12.00	20.0	0.7
Наветренный склон пашни. Междуречье Томи и Басандайки вблизи с. Лучаново	$\frac{0-10}{3.74}$	1.20	14.20	48.90	3.60	8.60	23.5	0.5
Темно-серая лесная, пашня, плакор. Междуречье Томи и Басандайки	$\frac{0-20}{8.52}$	0.27	11.56	29.18	12.72	11.04	32.21	0.6
Темно-серая лесная темногумусовая (лесополоса). Междуречье Томи и Басандайки вблизи с. Лучаново	$\frac{5-15}{6.28}$	0.38	7.11	30.00	14.10	10.43	33.23	1.1
Серая лесная, пашня, бассейн р. Басандайки	$\frac{0-10}{3.6}$	1.30	23.42	37.88	10.56	12.68	14.16	0.6
Край кедрового леса вблизи с. Ипатово, бассейн р. Басандайки	$\frac{0-10}{8.17}$	0.45	19.22	52.46	9.82	7.11	10.94	0.4
Серая лесная, пашня. Междуречье Томи и Басандайки, “10 км”	$\frac{0-10}{5.63}$	2.20	25.00	34.70	2.80	8.20	27.10	0.6

ственно равномерное по площади выдувание и близкое к описанному выше, закономерное сочетание зон эрозии, тогда как песчаным и супесчаным почвам – неравномерное, сопровождаемое образованием выдувов и соседствующих с ними бугров наноса (Кальянов, 1976; Толчельников, 1990).

Аккумуляция эолового материала происходит неравномерно: в годы активного развития процесса в снежной толще ключевого участка “Лучаново” визуально наблюдается от одной до пяти загрязненных прослоек снега толщиной от 1–2 до 10–12 см. Отбор проб снега из всей толщи по профилям показал, что за время залегания устойчивого снежного покрова в нем накапливается от 1–15.5 до 824–1848 г/м² эоловых частиц. Интенсивно дефляция почв проявляется и во время снеготаяния (март–апрель), когда сильные ветры быстро иссушают почвы в очагах дефляции. Выдутые из очагов дефляции почвенные ча-

стицы отлагаются на поверхности снега, покрывая до 70–90% исследуемого участка пашни, а толщина наноса местами достигает 13–30 мм.

Степень загрязнения эоловых волн также неравномерна. Отбор проб с поверхности снега (площадь 1 × 1 м) по опорным профилям длиной до 800 м показал накопление почвенных частиц от долей грамма до 320 г/м² за короткий промежуток времени. Во время интенсивного проявления дефляции (конец апреля – начало мая) по зяби на пашне нами наблюдались микросмерчи и горизонтальный перенос почвенных частиц на высоте до 30–50 см над поверхностью участка агроландшафта.

Развитие эоловых процессов в холодный период года на пашне в районе исследования неравномерно во времени и пространстве. Так, за 1989–2018 гг. усиление эоловых процессов отмечалось в

Таблица 3. Примеры интенсивности эоловой седиментации в разные годы наблюдений на пашне южной экспозиции ключевого участка юго-востока Томской области

Годы Сроки наблюдений	Количество суток	Интенсивность аккумуляции, пашня (в среднем значении), г/м ²	Толщина снежного покрова, см	Загрязненные прослойки в шурфе, шт.	Агрофон
1989–1990 30.10–25.03	144	301.0	53	До 5	Зябрь боронованная
1991–1993 27.10–24.03	147	4.2	52	Визуально не определялись	Чередование зябви и всходов трав
2002–2003 15.10–15.03	150	550.0	51	1–3	Зябрь с куртинами трав
2011–2012 29.10–02.03	123	752.4	29	1–4	Чередование зябви и всходов многолетних трав
2014–2015 16.10–14.03	148	266.0	69	1–5	Грубая зябрь по стерне
2016–2017 15.10–15.03	150	22.0	70	Визуально не определялись	Зябрь с контурным боро- нованием
2018–2019 26.10–16.03	130	23.2	56	Визуально не определялись	Зябрь боронованная

1989–1990 и в 2001–2005 гг., а также в 2012 и в 2015 гг. В 1990 г., например, в снежной толще пашни накопилось до 512 г/м² почвенных частиц; в 2012 г. — до 1848 г/м², а рядом расположенном кедровом лесу — до 6.6 г/м². В эоловых осадках преобладают фракции пыли, содержание гумуса в ряде проб достигает 4–5%, осадки имеют тесную генетическую связь с почвами региона. Во время снеготаяния очаги дефляции на пашне подвергаются и смыву почв разной степени интенсивности (Евсеева и др., 2013).

ВЫВОДЫ

Почвы исследуемого региона дефляционно-опасны, их ПДО изменяется в основном от 0.2 до 1.2. Дефляция почв на пашне носит очаговый характер и проявляется в холодный период года с разной степенью интенсивности. Установлено, что за 30-летний период проявление интенсивного процесса отмечалось в 1990, 2003, 2012, 2015 гг. (табл. 3).

Ветер региона характеризуется порывистостью. Когда скорость порыва ветра превышает критическую, развивается дефляция, при снижении порыва ветра ниже критической движение

почвенных частиц прекращается и происходит их аккумуляция.

На развитие эоловых процессов на пашне существенное влияние оказывает рельеф: почвы ветроударных склонов и вершины положительных микроформ рельефа подвергаются дефляции, а на остальной части пашни происходит в основном аккумуляция почвенных частиц.

Кроме того, развитие эоловых процессов (дефляции и аккумуляции) зависит от толщины снежного покрова, состояния агрофона (зябрь, стерня, всходы озимых и т.д.). Интенсивность аккумуляции эолового материала в снежной толще изменяется от слабой (0–50 г/м²) до сильной (500–1000 г/м²).

Генетический эоловый нанос тесно связан с почвами региона, содержание гумуса в нем достигает 4–5%. Весной на пашне одновременно проявляются два негативных для почв процесса — ветровая и водная эрозия.

Таким образом, агроландшафты юга-востока Томской области являются не только зоной накопления эолового материала, но и характеризуются значительным развитием дефляционных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бельгибаев М.Е.* К методике выявления и картографирования дефляционноопасных почв Северного Казахстана // Оценка и картографирование эрозионноопасных и дефляционноопасных земель. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. С. 286–289.
- Бояршинова З.Я.* К вопросу о развитии русского земледелия в Томском уезде в XVII веке // Вопросы географии Сибири. Томск, 1951. Вып. 2. С. 85–140.
- Горбатенко В.П., Журавлев Г.Г., Носырева О.В., Волкова М.А., Кижнер Л.И., Константинова Д.А.* Современные изменения климатических условий, определяющих накопление снега на автомобильных дорогах Томской области // Фундаментальная и прикладная климатология. 2018. № 4. С. 39–54.
- Государственный доклад “О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2017 году” / глав. ред. Ю.В. Лунева. Томск: Дельтаплан, 2018. 158 с.
- Грингоф И.Г., Клещенко А.Д.* Основы сельскохозяйственной метеорологии. Т. 1. Потребности сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельского хозяйственного производства погодные условия. Обнинск: ФГБУ “ВНИИГМИ – МЦД”, 2011. 808 с.
- Дюкарев А.Г.* Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири. Томск: Изд-во НТЛ, 2005. 284 с.
- Евсеева Н.С., Квасникова З.Н., Каширо М.А., Батманова А.С.* Стадийность развития эоловых процессов в агроландшафтах бассейнов малых рек Томской области в холодный период года // Изв. Саратовского ун-та. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2018. Т. 18. Вып. 2. С. 80–87.
- Евсеева Н.С., Квасникова З.Н., Каширо М.А., Батманова А.С., Назаров В.В., Мерзляков О.Э.* Скорости седиментации эоловой пыли в лесополосах на пашне подтайги юго-востока Западно-Сибирской равнины // Географический вестник. 2016. № 3 (38). С. 5–15.
- Евсеева Н.С., Пашнева Г.Е., Квасникова З.Н.* Делювиальный процесс в агроландшафтах юга Томской области и его эколо-геоморфологические аспекты // Вестн. Томского гос. ун-та. Биология. 2013. № 4 (24). С. 7–19.
- Журавлев Г.Г.* Динамика метелей Томской области в современный период // Вестн. Томского гос. ун-та. 2013. № 369. С. 181–187.
- Кабо Р.М.* Города Западной Сибири. М.: Географгиз, 1949. 209 с.
- Кадастр возможностей / под ред. Б.В. Лукутина. Томск: Изд-во НТЛ, 2002. 280 с.
- Кальянов К.С.* Динамика процессов ветровой эрозии почвы. М.: Наука, 1976. 143 с.
- Кальянов К.С.* Развитие эоловых процессов и ветровой эрозии почв на территории СССР // География процессов эрозии. 1986. С. 2–24.
- Мусохранов В.Е.* Использование эродированных земель в Западной Сибири. М.: Россельхозиздат, 1983. 191 с.
- Основы использования и охраны почв Западной Сибири / С.С. Трофимов, В.И. Щербин, В.В. Геймхе, И.М. Гаджиев и др. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1989. 226 с.
- Очерки истории Томской области. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1968. 116 с.
- Природные опасности России. Природные опасности и общество / под ред. В.А. Владимировой, Ю.А. Воробьева, В.И. Осипова. М.: Издательская фирма “КРУК”, 2002. Т. 1. 248 с.
- Середина В.П., Спирина В.В.* Почвообразование в подтаежной зоне Западной Сибири. Томск: Изд-во НТЛ, 2005. 284 с.
- Толчельников Ю.С.* Эрозия и дефляция почв. Способы борьбы с ними. М.: Агропромиздат, 1990. 158 с.
- Федорович Б.А.* Аридные процессы и морфоскульптуры в СССР // Морфоскульптура и экзогенные процессы на территории СССР. М., 1975. С. 112–179.
- Хмелев В.А., Каличкин В.К., Азаренко В.Г., Шипилин Н.Н.* Агроэкологические основы землепользования в Томской области. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 255 с.
- El-Swaify S.A.* With an international group of contributors. Sustaining the Global farm – Strategic Issues, Principles, and Approaches. International Soil Conservation Organization (ISCO), and the Department of Agronomy and Soil Science. Honolulu, Hawaii, USA: Univ. of Hawaii at Manoa, 1999. 60 p.
- Lancaster N.* Aeolian features and processes // Geological Monitoring / R. Young, L. Norby. Boulder, Colorado: Geological Society of America, 2009. P. 4–25.

Wind Regime of the Southeast of the West Siberian Plain as a Risk Factor for the Soil Deflation Development in Agricultural Landscapes (the Case of the South of Tomsk Oblast)

N. S. Yevseyeva¹, Z. N. Kvasnikova^{1,*}, M. A. Kashiroy¹, M. A. Volkov¹, and O. V. Nosyreva¹

¹National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

*e-mail: zojkwas@rambler.ru

The article analyzes in detail the wind regime of the cold period of the year (October–April) and assesses the deflationary danger of soils in the southern part of the Tomsk Oblast. The source materials were historical-geographical, cartographic, literary sources, wind speed data for the cold period of the weather stations Tomsk (1965–2017), Pervomayskoye (1965–2015) located in the subtaiga zone, and Bakchar (1965–2015) in

the southern taiga subzone. For the key section (20 km to the south-east of Tomsk), were used data from observations of the Tomsk aerometric station (AMSC Tomsk), located among agricultural land in an open area (1991–2015). Hourly data on wind speed and direction were analyzed for 2006–2015. Soil resistance to wind erosion is calculated according to the dependence proposed by M.E. Belgibaev. The ratio of the percentage composition of physical clay (less than 0.01 mm) and physical sand (0.01–1.0 mm) was proposed to be called the deflationary hazard indicator (DHI). This indicator is determined for the upper soil horizons (0–10 and 10–20 cm). The value of the DHI is distributed as follows: 0–0.3, very much pliable; 0.3–0.6, very pliable; 0.6–1.2, moderately pliable; 1.2–2.0 or more, slightly pliable. Soil deflation occurs unevenly in time and space and is cyclical in nature from 1–2 to 5–6 years. In the snow layer, up to 824–1848 g/m² of aeolian particles accumulate during the years of active manifestation (2012). Deflation is most intense in the cold period of the year in the little-snowy winter during blowing snow. In addition, the process develops unevenly due to the influence of the meso- and micro-relief of arable land. Aeolian deposits in the snow layer are closely related to the soils of the region, the humus content reaches in them 5.1%.

Keywords: Western Siberia, Tomsk Oblast, wind, deflation, soil resistance to wind

REFERENCES

- Bel'gibaev M.E. On a technique for identifying and mapping deflationally hazardous soils in the Northern Kazakhstan. In *Otsenka i kartografirovaniye erozionnoopasnykh i deflyatsionnoopasnykh zemel'* [Evaluation and Mapping of Erosion-prone and Deflationally Hazardous Lands]. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1973, pp. 286–289. (In Russ.).
- Boyarshinova Z.Ya. On the question of the development of Russian agriculture in the Tomsk district in the XVII century. In *Voprosy geografii Sibiri* [Problems of Geography of Siberia]. Tomsk, 1951, vol. 2, pp. 85–140. (In Russ.).
- Dyukarev A.G. *Landshaftno-dinamicheskie aspekty taizh-nogo pochvoobrazovaniya v Zapadnoi Sibiri* [Landscape-Dynamic Aspects of Taiga Soil Formation in Western Siberia]. Tomsk: NTL Publ., 2005. 284 p.
- El-Swaify S.A. *Sustaining the Global Farm – Strategic Issues, Principles, and Approaches*. Honolulu, Hawaii, USA: Int. Soil Conservation Organization (ISCO), and the Department of Agronomy and Soil Sci., Univ. of Hawaii at Manoa, 1999. 60 p.
- Evseeva N.S., Kvasnikova Z.N., Kashiro M.A., Batmanova A.S., Nazarov V.V., Merzlyakov O.E. Sedimentation rates of aeolian dust in forest belts on arable land are subtaiga of the Southeast of the West Siberian Plain. *Geogr. Vestn.*, 2016, vol. 38, no. 3, pp. 5–15. (In Russ.). doi 10.17072/2079-7877-2016-3-5-15
- Evseeva N.S., Kvasnikova Z.N., Kashiro M.A., Batmanova A.S. Stadiial development of aeolian processes in the agrolandscapes of the basins of small rivers of the Tomsk region in the cold period of year. *Izv. Saratov. Univ., Novaya Ser. Ser.: Nauki o Zemle*, 2018, vol. 18, no. 2, pp. 80–87. (In Russ.).
- Evseeva N.S., Pashneva G.E., Kvasnikova Z.N. Deluvial process in agricultural landscapes in the south of the Tomsk region and its ecological and geomorphological aspects. *Vestn. Tomsk. Gos. Univ. Biol.*, 2013, vol. 24, no. 4, pp. 7–19. (In Russ.). doi 10.17223/19988591/24/1
- Fedorovich B.A. Arid processes and morphosculptures in the USSR. In *Morfoskul'ptura i ekzogennye protsessy na territorii SSSR* [Morphosculpture and Exogenous Processes in the USSR]. Moscow, 1975, pp. 112–179. (In Russ.).
- Gorbatenko V.P., Zhuravlev G.G., Nosyreva O.V., Volkova M.A., Kizhner L.I., Konstantinova D.A. Modern changes in climatic conditions that determine the accumulation of snow on the roads of the Tomsk region. *Fundamental'naya i Prikladnaya Klimatologiya*, 2018, no. 4, pp. 39–54. (In Russ.).
- Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii i okhrane okruzhayushchei sredy Tomskoi oblasti v 2017 godu"* [State Report on the State and Environmental Protection in the Tomsk Region in 2017]. Lunev Yu.V., Ed. Tomsk: Del'taplan Publ., 2018. 158 p.
- Gringof I.G., Kleshchenko A.D. *Osnovy sel'skokhozyaistvennoi meteorologii* [Basics of Agricultural Meteorology]. Vol. 1: *Potrebnosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v agrometeorologicheskikh usloviyakh i opasnye dlya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva pogodnye usloviya* [Requirements of Agricultural Crops for Agrometeorological Conditions and Weather Conditions Dangerous for Agricultural Production]. Obninsk: VNIIGMI-MTsD, 2011. 808 p.
- Kabo R.M. *Goroda Zapadnoi Sibiri* [Cities of Western Siberia]. Moscow: Geografiz Publ., 1949. 209 p.
- Kadastr vozmozhnostei* [Cadaster of Opportunities]. Lukutina B.V., Ed. Tomsk: NTL Publ., 2002. 280 p.
- Kal'yanov K.S. The development of aeolian processes and wind erosion in the USSR. In *Geografiya Protsesov Eroзии* [Geography of Erosion Processes]. 1986, pp. 2–24. (In Russ.).
- Kal'yanov K.S. *Dinamika protsesov vetrovoi eroзии pochvy* [Dynamics of Wind Erosion Processes]. Moscow: Nauka Publ., 1976. 143 p.
- Khmelev V.A., Kalichkin V.K., Azarenko V.G., Shipilin N.N. *Agroekologicheskie osnovy zemlepol'zovaniya v Tomskoi oblasti* [Agroecological Basics of Land Use in Tomsk Region]. SO RAN, 2001. 255 p.
- Lancaster N. Aeolian features and processes. In *Geological Monitoring*. Young R., Norby L., Eds. Boulder, Colorado: Geol. Soc. Am., 2009, pp. 4–25.
- Musokhranov V.E. *Ispol'zovanie erodirovannykh zemel' v Zapadnoi Sibiri* [Use of Eroded Land in Western Siberia]. Moscow: Rosselkhozizdat Publ., 1983. 191 p.
- Ocherki istorii Tomskoi oblasti* [Essays on the History of the Tomsk Region]. Tomsk: Tomsk Gos. Univ., 1968. 116 p.
- Osnovy ispol'zovaniya i okhrany pochv Zapadnoi Sibiri* [Basics of the Use and Protection of Soils in Western Siberia].

- ria]. Trofimov S.S., Shcherbin V.I., Geimkhe V.V., Gadzhiev I.M. et al., Eds. Novosibirsk: Nauka Publ., 1989. 226 p.
- Prirodnye opasnosti Rossii. Prirodnye opasnosti i obshchestvo* [Natural Hazards in Russia. Natural Hazards and Society], vol. 1. Vladimirov V.A., Vorob'ev Yu.A., Osipov V.I., Eds. Moscow: KRUK Publ., 2002. 248 p.
- Seredina V.P., Spirina V.V. *Pochvoobrazovanie v podtaezhnoi zone Zapadnoi Sibiri* [Soil Formation in the Subtaiga Zone of Western Siberia]. Tomsk: NTL Publ., 2005. 284 p.
- Tolchel'nikov Yu.S. *Eroziya i deflyatsiya pochv. Sposoby bor'by s nimi* [Soil Erosion and Deflation. Ways to Deal with Them]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1990. 158 p.
- Zhuravlev G.G. Dynamics of blizzards in the Tomsk region in the modern period. *Vestn. Tomsk. Gos. Univ.*, 2013, vol. 369, pp. 181–187. (In Russ.).

УДК 627.152.122

ГИДРОЛОГО-МОРФОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ РАЗВЕТВЛЕННОГО РУСЛА НИЖНЕЙ ОБИ (В ПРЕДЕЛАХ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АО)

© 2021 г. Р. С. Чалов^{а, *}, А. С. Завадский^{а, **}, А. А. Камышев^{а, ***}, А. А. Куракова^{а, ****},
Н. М. Михайлова^{а, *****}, С. Н. Рулева^{а, *****}

^аМосковский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*e-mail: rschalov@mail.ru

** e-mail: az200611@rambler.ru

***e-mail: arsenii.kamyshev@yandex.ru

****e-mail: a.a.kurakova@mail.ru

*****e-mail: nmmikhailova@yandex.ru

*****e-mail: mnksl@yandex.ru

Поступила в редакцию 08.02.2021 г.

После доработки 29.04.2021 г.

Принята к публикации 28.06.2021 г.

Впервые дается анализ условий формирования русла, морфологии и руслового режима нижней Оби в пределах Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), которая в этом отношении, несмотря на важное хозяйственное значение, практически не изучена и выступает белым пятном в географии русловых процессов. Геоморфологическое строение долины обуславливает формирование широкопойменного русла; ежегодно затопляемая во время половодья пойма достигает в поперечнике 50 км и лишь у г. Салехарда сужается до 10 км. Морфодинамически русло раздвоено на всем протяжении в пределах ЯНАО и Ханты-Мансийского АО (ХМАО). В начале участка сток перераспределяется по квазипоперечному рукаву-протоке Большой Нюрик между основными рукавами – Малой (левой) и Большой (правый) Обью: выше протоки сток рассредотачивается по основным рукавам в соотношении 2 : 1, в пределах участка – 1 : 2. Каждый основной рукав имеет вторичное раздвоение, а многочисленные пойменные протоки снижают водность Малой Оби до 10% от общего расхода воды. Это сопровождается изменением морфологии русла, параметров излучин, развитием крутых синусоидальных их форм, снижением интенсивности переформирований и размывов берегов. На Малой Оби встречаются также отрезки прямолинейного неразветвленного русла, образующие вставки между сериями излучин, одиночные разветвления, в нижней части – протяженный участок односторонних разветвлений и “дельтовое” разветвление при слиянии с Большой Обью. На Большой Оби преобладает прямолинейное неразветвленное русло из-за расположения вдоль правого коренного берега. Для обоих рукавов раздвоенного русла и Оби ниже их слияния дана гидролого-морфологическая характеристика русел. Приводятся полученные в половодье сведения о распределении по рукавам мутности потока. На ее изменение большое влияние оказывают размывы берегов и наносоотсасывающая роль пойменных ответвлений, особенно на Малой Оби. Полученные результаты важны для обоснования проектов водохозяйственного и воднотранспортного освоения реки.

Ключевые слова: русловые процессы, раздвоенное русло, излучины, разветвления рукавов, рассредоточение стока, мутность воды

DOI: 10.31857/S2587556621040154

ВВЕДЕНИЕ

Нижняя Обь – крупнейшая водная артерия на севере Западной Сибири, являющаяся одним из основных путей сообщения, связывающих районы нефтегазодобывающего комплекса между собой и другими регионами. Вместе с тем река – источник значительных рисков, связанных с русло-

выми деформациями. Несмотря на это, нижняя Обь, как и широтный участок ее среднего течения (между устьями рр. Вах и Иртыш), не изучена в отношении русловых процессов. Хотя для обеспечения водного пути регулярно составляются, издаются и корректируются карты реки (раньше они назывались лоцманскими), на отдельных затруднительных для судоходства участках прово-

дятся систематические промеры и съемки русла изыскательскими партиями службы водного пути, их материалы имеют служебное, сугубо производственное назначение и не подвергаются научному анализу. В литературе имеются лишь общие гидрографические описания реки, в том числе ее русла (Беркович, 2012; Давыдов, 1955), инженерно-геологических условий динамики берегов (Герасимов, 1959; Трепетцов, 1973; Трофимов, 1964) и сведения о темпах их размыва на отдельных участках (Петров, 1979; Трепетцов, 1973), но во всех случаях без увязки с русловыми процессами. Только в последние годы были выполнены специальные исследования сначала на средней (2018), а затем на нижней Оби (2019) в пределах ХМАО, результаты которых частично опубликованы (Куракова, Чалов, 2020, 2019; Чалов и др., 2021). В 2020 г. были проведены исследования русловых процессов на нижней Оби в пределах ЯНАО, позволившие впервые дать комплексную гидролого-морфодинамическую характеристику, оценку деформаций русла и условий его формирования. Обь здесь разделяется на два самостоятельных рукава, разделенных широкой (до 50 км) поймой и образующих раздвоенное русло. Рукава различаются по условиям формирования русел, развитию морфодинамических типов, расщеплению стока и режиму русловых деформаций. Раздвоенное русло Оби впервые было рассмотрено в упомянутых работах авторов по выше лежащим участкам реки (Куракова, Чалов, 2020, 2019; Чалов и др., 2021). Здесь же оно является их продолжением, составляя с ними единое целое, но отличаясь рядом особенностей, иным расщеплением стока, водоносностью (из-за впадения р. Северной Сосьвы почти непосредственно по верхней границе участка и ряда других притоков), резким (почти в 5 раз) сужением дна долины у г. Салехарда. При этом именно раздвоенное русло – наименее изученная форма проявления русловых процессов, и даже само определение этого типа русла было дано уже в начале XXI в. (Смирнова, 2002).

Задачи статьи – дать оценку условий формирования и морфодинамическую характеристику русла нижней Оби в пределах ЯНАО – самого нижнего участка Оби, не освещенного пока в отношении русловых процессов; провести гидролого-морфологический анализ раздвоенного русла и русловых разветвлений, излучин рукавов и прямолинейных неразветвленных отрезков его рукавов. Это позволит, во-первых, закрыть белое пятно в географии русловых процессов и, во-вторых, завершить научное описание уникального по протяженности и морфологической сложности раздвоенного русла нижней Оби.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе исследований – результаты натурных экспедиционных работ, проведенных в половине 2020 г., и анализа переформирований русла на основе сопоставления карт нижней Оби, изданных в 1976 и 2014 гг. (Карта ..., 2014), материалов ежегодных съемок перекатных участков (2010–2020 гг.), проводимых изыскательскими партиями, и космических снимков серий “Sentinel-2”, “Landsat 5 TM”, “CORONAКН-4А” 1969–1988 и 2018–2020 гг. Натурные исследования заключались в измерениях расходов воды и съемках скоростных полей с применением акустического доплеровского определителя скоростей течения воды ADCP типа “Sontek River Surveyor M9”. Запись и обработка полученных с ADCP данных производились с помощью программы *River Surveyor Live*. Расходы воды определялись во всех рукавах раздвоенного русла, русловых разветвлениях и большинстве пойменных проток. Одновременно отбирались пробы воды на мутность и донные наносы. Определение мутности воды осуществлялось весовым (по фактическому содержанию взвешенных наносов в пробах) и в массовом количестве оптическим (турбидиметром, в относительных единицах по рассеянию света частицами наносов в пробах) способами. Для перехода от оптической мутности к реальной весовой была получена зависимость между их показателями, полученными для одних и тех же вертикалей.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РУСЛА

Река Обь в нижнем течении протекает в долине, достигающей на уровне поймы в поперечнике 50 км, что определяет свободные условия развития русловых деформаций и формирование широкопойменного русла. По правобережью днище долины ограничено уступами Полуйской возвышенности, сложенной ледниковыми и флювиогляциальными отложениями. Вдоль них расположен правый рукав – Большая Обь, определяющий преобладание относительно прямолинейного русла. Правый берег в основном залесен, и лишь местами на нем развиваются оползни и осыпи, наблюдается слабый размыв. По наблюдениям (Трепетцов, 1973), при подмыве рекой он отступает со скоростью 0.27 м/год, при сходе оползней (разовое явление) – до 47.5 м. Вдоль правого берега в отмелой полосе, занимающей иногда до половины ширины Большой Оби, русло выстилается валунами и галькой, отжимая стрежень к левому пойменному берегу и защищая берег от активного воздействия потока. По левобережью днище долины ограничивается Северо-Сосьвинской возвышенностью и уступами надпойменных террас, однако Малая Обь подходит к ним лишь изредка, не оказывая на них заметного влияния.

Широкая пойма Оби, луговая или заболоченная, высотой до 9 м над уровнем межени, сложена повсеместно песками и легкими суглинками.

Нижняя Обь относится к категории крупнейших рек. Водный режим характеризуется растянутым весенне-летним половодьем, максимальные расходы которого превышают среднемноголетние в 3–4 раза; в летне-осеннюю межень сток повышен. На весенне-летнее половодье приходится 50–55% годового стока, летне-осеннюю межень – 35–40%, зимнюю – 10–15%. Средняя продолжительность половодья – 140 дней. При высоких подъемах уровня воды затопливается вся пойма; ширина разливов достигает 50 км. Среднемноголетний расход воды в нижнем течении у с. Белогорье (ниже устья р. Иртыша) составляет 10200 м³/с, в г. Салехарде – 12800 м³/с. Максимальный расход воды в половодье в г. Салехарде – 42800 м³/с, минимальный зимний – 2000 м³/с.

Во время проведения исследований уровни половодья были близки к среднемноголетним (50% обеспеченности по гидропосту Октябрьское). Экспедиционные работы проходили в начале спада волны половодья при уровнях на 0.4–0.6 м ниже максимальных отметок, зафиксированных во второй половине мая 2020 г.; колебания уровней воды незначительны (10–15 см), что позволяет говорить об однородных гидрологических условиях и практически неизменном стоке воды. Крупные притоки, впадающие на участке – Казым (справа), Сыня (слева) – находятся в подпоре от Оби.

Годовая амплитуда уровней на нижней Оби у с. Белогорье – 12 м, у г. Салехарда – 7 м. Уклон реки в нижнем течении – 0.02‰. Непосредственно выше участка в Обь впадает слева Северная Сосьва и в конце участка у г. Салехарда справа – Полуя. Среди малых рек и ручьев выделяются вытекающие из озеровидных расширений – соров (“туманов”). Кроме того, сори (мелководные озера) изобилуют на пойме, заполняя обширные понижения в центральных и низовых частях пойменных массивов и выступая в роли естественного регулятора стока на спаде половодья.

На нижней Оби во время ледохода часто возникают ледовые заторы, однако он проходит в основном до пика половодья. Места заторов приурочены в большинстве случаев к крутым излучинам рукавов. Поэтому пойменные протоки, которые берут начало в привершинных частях излучин, наиболее многоводны, так как поток половодья, встречая возникшую ледовую плотину и обходя ее, направляется в истоки этих протоков, разрабатывая их русла.

Руслообразующие наносы – тонкопесчаные и илистые.

МОРФОДИНАМИЧЕСКИЕ ТИПЫ РУСЛА

Русло р. Оби в пределах ЯНАО на всем протяжении (до г. Салехарда) раздвоенное, сформированное меньшим по водности левым рукавом – Малой Обью (30–35% расхода воды в половодье) и более многоводным правым (65–70%) – Большой Обью, сливающимися в 70 км выше г. Салехарда. Их протяженность соответственно – 247 и 280 км (рис. 1). В начале участка большой квазипоперечный рукав – протока Большой Нюрик обеспечивает перераспределение стока между более многоводной выше по течению Малой Обью (62% общего стока в половодье) и правым рукавом Горной Обью, который ниже слияния с Большим Нюриком получил название Большая Обь. От Малой Оби ответвляется влево Малая Горная Обь, забирающая из нее 32.2% расхода воды, протяженностью 58 км; от Большой Оби в 21 км от ее слияния с Малой Обью отходит вправо протока Игорская Обь (22% расхода), составляющая вместе с Обью ниже слияния завершающее звено раздвоенного русла и сливающаяся с ним в 22 км выше г. Салехарда (устья р. Полуя).

Ширина днища долины (пойма + русло) и разлива реки в половодье выше участка (еще в пределах ХМАО) – 60 км, в створе протоки Большой Нюрик она уменьшается до 40 км. Далее вниз по течению она возрастает до 50 км, что совпадает с вторичным раздвоением Малой Оби – ответвлением от нее протоки Малая Горная Обь. У г. Салехарда (в устье р. Полуя) происходит резкое сужение днища долины до 6.5 км, и вся река собирается в едином неразветвленном русле шириной 2.6 км, проходящем вдоль правого коренного берега и образующем обтекающую (Львовская, 2016) его изгиб излучину; ширина левобережной поймы здесь около 4 км.

Русло Малой Оби лишь на трех коротких участках (п. Мужа и ниже и от с. Шурышкары до устья) проходит возле левого борта долины. Вне этих участков меандрирующее русло располагается в пойменных берегах, встречаются отдельные одиночные разветвления и одно пойменно-русловое (Азовское), разделенные сериями излучин и прямолинейных отрезков (рис. 2, табл. 1). Лишь в нижнем течении (от слияния с Малой Горной Обью) русло Малой Оби, располагаясь вдоль левого коренного берега, образует 45-км участок с односторонними разветвлениями и заключающим его “дельтовым” разветвлением (Никитина, 1989) (при слиянии с Большой Обью). Это совпадает сначала с 2–3-кратным расширением русла, а затем – с еще большим – перед слиянием с Большой Обью. По-видимому, это – следствие формирования русла низовья Малой Оби в условиях подпора от Большой Оби (ее водность в 2 раза больше, длина на 33 км меньше). Свидетельством подпорных условий в низовьях Малой Оби

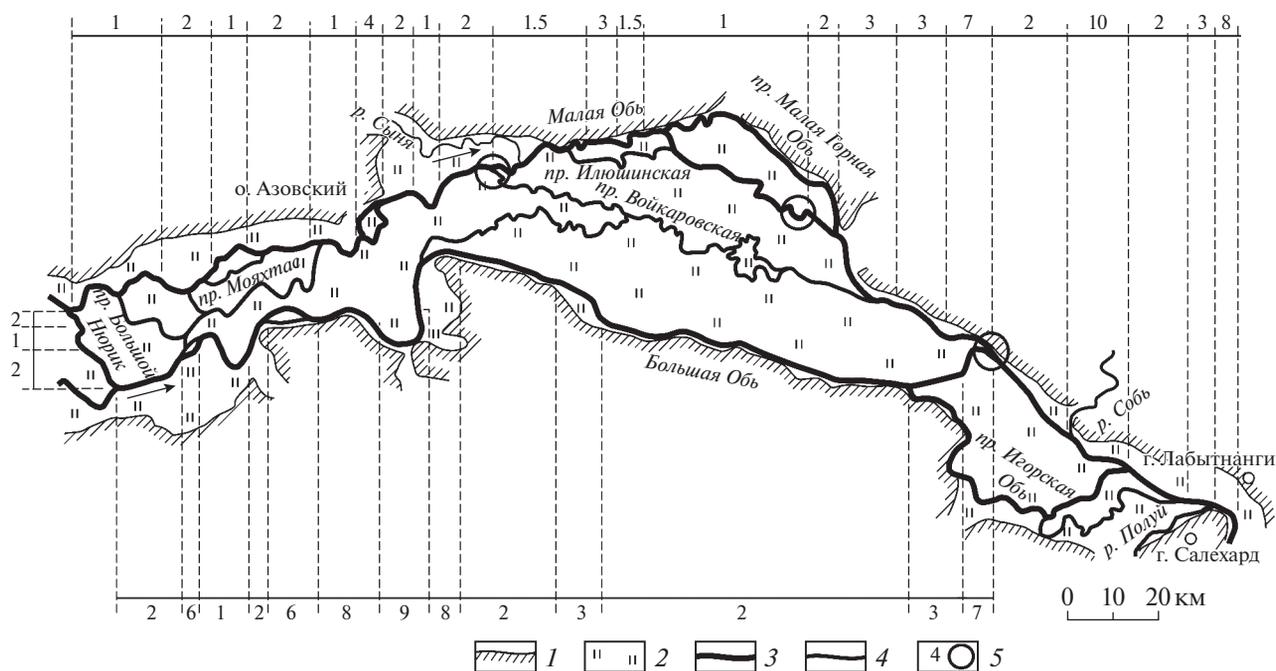


Рис. 1. Общая схема. 1 – коренные берега; 2 – пойма; 3 – рукава раздвоенного русла; 4 – пойменные протоки и притоки; 5 – положение участков русла на рис. 4, 6, 7; морфодинамические типы рукавов раздвоенного русла нижней Оби: 1 – прямолинейное неразветвленное русло; излучины: 2 – свободные, 3 – вписанные, 4 – вынужденные, 5 – обтекающие; русловые разветвления: 6 – одиночные, 7 – параллельно-рукавные, 8 – “дельтовые”, 9 – односторонние, 10 – пойменно-русловые.

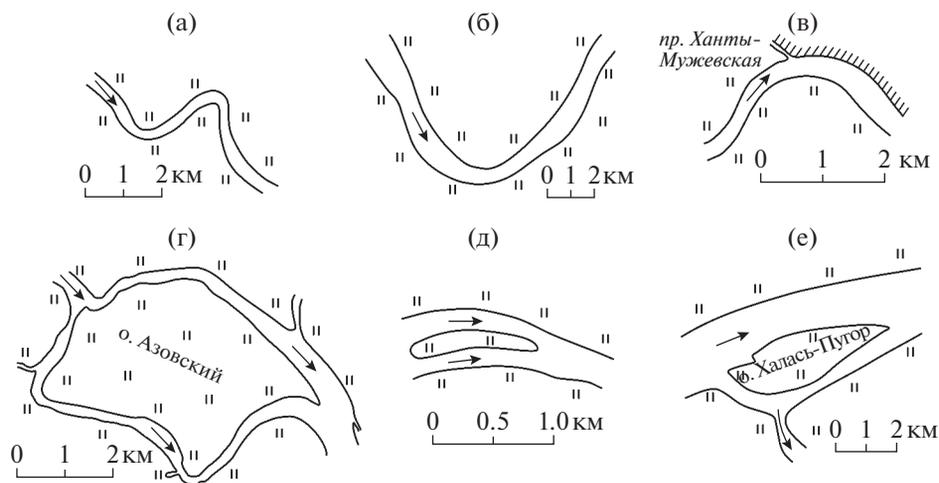


Рис. 2. Морфодинамические типы русла Малой Оби. Излучины: а) сегментная, б) синусоидальная, в) вынужденная; разветвления: г) пойменно-русловое, д) одиночное, е) одностороннее.

является морфология устьевых разветвлений – “дельта выполнения” приустьевого расширения русла Малой Оби, в которой во время половодья большой расход воды проходит в рукаве у левого берега – 20%, тогда как в судоходном вдоль стрелки – 15%. Большая Обь формирует “дельту выдвигания” в объединенную акваторию (на 6 км

ниже стрелки в узле слияния) с основным по водности рукавом вдоль стрелки (35%).

На Большой Оби превалирующим фактором, определяющим морфологию русла, является правый коренной берег на большей части рукава. В связи с этим разнообразие морфодинамических типов русла в нем меньше, чем на Малой Оби

Таблица 1. Распределение морфодинамических типов русла (по классификации МГУ (Чалов, 2017))

Характеристика		Прям. неразв.*	Излучины**					Разветвления***					Всего	
№	параметр		вын.	обтек.	впис.	св.	Σ	од.	одн.	парал.-рук.	дельт.	пойм.-русл.		Σ
Малая Обь														
1	Длина, км	87	7.5	—	—	107.5	115	7	49.5	—	12	15.5	84	286
2	% от суммарной длины	30.4	2.6	—	—	37.6	40.2	2.45	17.3	—	4.2	5.4	29.4	100
3	% от длины русла с данным морфодинамическим типом	100	6.5	—	—	93.5	100	8.3	58.9	—	14.3	18.5	100	—
4	Количество, ед.	12	3	—	—	25	28	2	4	—	1	1	8	48
5	% от суммарного количества форм русла	25	6.3	—	—	52.1	58.3	4.2	8.3	—	2.1	2.1	16.7	100
Большая Обь														
1	Длина, км	122	—	14	20	18	52	25	45	—	8	—	78	252
2	% от суммарной длины	48.4	—	5.6	7.9	7.1	20.6	9.9	17.9	—	3.2	—	31	100
3	% от длины русла с данным морфодинамическим типом	100	—	26.9	38.5	34.6	100	32.1	57.7	—	10.3	—	100	—
4	Количество, ед.	4	—	1	1	3	5	2	3	—	1	—	6	15
5	% от суммарного количества форм русла	26.7	—	6.7	6.7	20	33.3	13.3	20	—	6.7	—	40	100
Обь ниже слияния Малой и Большой Оби до г. Салехарда														
1	Длина, км	26	—	8	—	—	8	—	10	19	5	—	34	68
2	% от суммарной длины	38.2	—	11.8	—	—	11.8	—	14.7	27.9	7.4	—	50	100
3	% от длины русла с данным морфодинамическим типом	100	—	100	—	—	100	—	29.4	55.9	14.7	—	100	—
4	Количество, ед.	2	—	1	—	—	1	—	1	1	1	—	3	6
5	% от суммарного количества форм русла	33.3	—	16.7	—	—	16.7	—	16.7	16.7	16.7	—	50	100

Примечание. * Прям. неразв. — прямолинейное неразветвленное; ** вын. — вынужденные; обтек. — обтекающие; впис. — вписанные; св. — свободные; *** од — одиночные; одн. — односторонние; парал.-рук. — параллельно-рукавные; дельт. — дельтовые; пойм.-русл. — пойменно-русловые.

(рис. 3, см. табл. 1). Коренной берег сложен моренными отложениями, вследствие чего в правобережной части русла распространены высыпки галечно-валунного материала, образующие иногда широкие каменистые подводные отмели, занимающие до трети ширины русла, а у п. Горки (Кушеватская обтекающая (Львовская, 2016) излучина) — осередки посередине реки.

Гидравлически Малая и Большая Обь связаны слабо. Поперечных пойменных протоков, обеспечивающих переток воды из Большой Оби в Малую, мало, водность их незначительна (1–2% от расхода Большой Оби в половодье), и находятся

они в верхней ее части, где она еще не подошла к правому коренному берегу. Перераспределение стока между основными рукавами происходит за счет слива вод с затопленной поймы. Вместе с тем пойменная многорукавность, связанная с Малой Обью, весьма значительна, и пойменные протоки, иногда достаточно многоводные, расчлениают прилегающую к ней пойму, забирают или, наоборот, добавляют в нее в сумме до 10–15% расхода воды и часто играют наносотсасывающую роль (например, в протоке Войкаровской при $Q = 736 \text{ м}^3/\text{с}$ мутность $s = 71.8 \text{ г/л}$; в Малой Оби ниже захода в нее — при $Q = 4124 \text{ м}^3/\text{с}$ $s = 50.6 \text{ г/л}$; в протоке Ня-

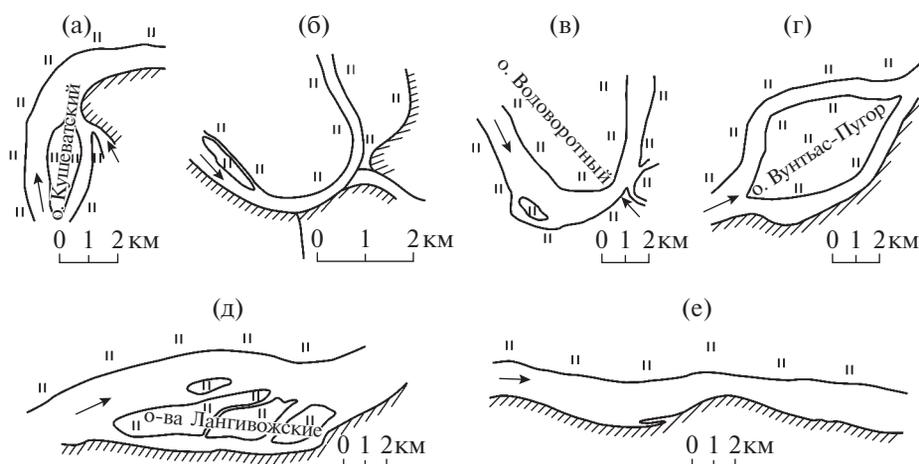


Рис. 3. Морфодинамические типа русла Большой Оби. Излучины: а) обтекающая, б) вписанная, в) свободная; разветвления: г) одиночное, д) одностороннее; е) прямолинейное неразветвленное.

нина $s = 72.5$ г/л при $Q = 389$ м³/с, тогда как на Малой Оби $s = 45.6$ г/л), так как протоки отходят от основного русла под большим углом (Маккавеев, 1955). Это определяет колебания мутности по длине Малой Оби, в отличие от Большой Оби, в которой продольные ее вариации невелики.

На Малой Оби преобладают свободные излучины (40.2% ее длины), происходит частая смена морфологически однородных участков. В трех местах, где река подходит к левому борту долины, формируются три вынужденные излучины и прямолинейное русло вдоль него. Доля относительно прямолинейного неразветвленного русла – 30.4% при общей его длине 87 км. Среди излучин встречаются синусоидальные с соотношением $r < 2.5b_p$ (r – радиус кривизны излучин, b_p – ширина русла), у которых динамическая ось потока проходит вдоль выпуклого берега, формируется местное расширение русла и возникает водоворотная зона (рис. 4). Все такие излучины (их пять) находятся между заходом и устьем протоки Малая Горная Обь, где относительная водность Малой Оби сокра-

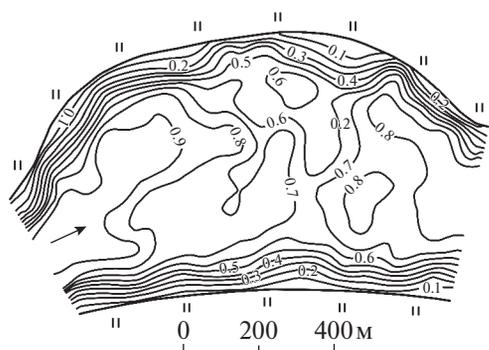


Рис. 4. Структура потока в привершинной части синусоидальной Войкарской излучины.

щается на 25%, а по отношению ко всей реке – до 11%. Степень развитости свободных излучин варьирует от 1.10 до 1.94. Число одиночных разветвлений невелико – 2.4% длины рукава. Пологие излучины ниже истоков пойменных притоков или рукавов раздвоенного русла (Большой Нюрик, Малая Горная Обь) осложнены разветвлениями 2-го порядка, образованными элементарными, или малыми, островами. Два участка с односторонними разветвлениями имеют общую длину 49.5 км (19.3%). Протяженность пойменно-руслового разветвления – Азовского – 15.5 км (5.4%); в нем правый судоходный рукав – меандрирующий, левый, более многоводный – протока Качегатка состоит из двух участков прямолинейного русла, разделенных вынужденной излучиной (оно сформировалось на перевале Малой Оби из центральной части днища долины к левому ее борту в условиях пересечения руслового и пойменного потоков во время половодья). В узле слияния с Большой Обью “дельтовое” разветвление имеет длину 12 км (4.2%).

На Большой Оби из-за преимущественного расположения вдоль правого коренного берега возрастает доля прямолинейного неразветвленного русла (местами оно осложнено одиночными разветвлениями второго порядка) – 122 км (48.4% от длины участка). Доля излучин – 20.6% (52 км). Специфическими являются две обтекающие излучины – изгибы русла вдоль выступов правого коренного берега и одна вписанная излучина, вогнутый берег которой представлен низкой песчаной надпойменной террасой. Обтекающие излучины [термин предложен в (Львовская, 2016)] встречаются только на больших реках, русло которых проходит вдоль хорошо выраженных выпуклых изгибов коренных берегов. На одной из таких излучин – Кушеватской – верхнее и ниж-

нее крылья представлены односторонними разветвлениями, образованными островами Кушеватским и Горкинским.

Свободных излучин всего две, они образуют морфологически однородный участок в верхней части рукава, где он еще не подошел к коренному берегу. Доля разветвленного русла составляет 31% (78 км), что сопоставимо с Малой Обью. Одиночные разветвления представлены тремя участками суммарной протяженностью 25 км; на два односторонних разветвления приходится 17.9% длины рукава (45 км). В узле слиянием с Малой Обью формируется “дельта выдвигения” протяженностью 8 км (3.2%).

Русло Оби ниже слияния Малой и Большой Оби до г. Салехарда длиной 68 км сначала прямолинейное неразветвленное, ниже представлено двумя разветвлениями: односторонним (10 км) и параллельно-рукавным (19 км). Последнее образовано цепочкой крупных островов посередине реки и примерно одинаковым распределением расходов воды между левым судоходным (50% в верхней части у о. Птичьего и 62% у о. Кишмель) и правым рукавами (соответственно 50 и 33%). Ниже устья р. Полуя единое, без островов, русло образует обтекающую Салехардскую излучину длиной 8 км (11.8%). Считается, что этот участок входит уже в устьевую область Оби.

В протоке Большой Нюрик (всего 28 км) имеется два участка относительно прямолинейного русла (суммарная длина 19 км, 79.2% длины) и две пологие излучины (5 км, 20.8%) со степенью развитости 1.23 и 1.27. Протока забирает из Малой Оби 42.1% ее расхода. Пересекая поперек пойму [между рукавье (Смирнова, 2002)] Малой и Горной Оби, она принимает многочисленные пойменные протоки и сливающиеся с поймы воды, что приводит к двукратному увеличению ее водности в половодье (5909 м³/с в истоке и 12566 м³/с в устье).

ГИДРОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

На нижней Оби в пределах ЯНАО выделена 41 свободная излучина рукавов раздвоенного русла; в основном они распространены на Малой Оби, на Большой Оби их всего 2. Гидролого-морфологический анализ излучин осуществлен для пяти участков с извилистым руслом Малой Оби, ограниченных ответвлениями или впадением крупных пойменных проток и Малой Горной Оби, различающихся по водности и, соответственно, по параметрам излучин: 1) разветвление с протокой Большой Нюрик – заход в протоку Мояхтас ($Q = 8117$ м³/с во время половодья, принимаемый для оценки последующего рассредоточения стока Малой Оби за 100%); 2) заход в протоку Маяхтас – ее впадение в Малую Обь (87%); 3)

устье протоки Мояхтас – устье р. Сыни (72%); 4) заход в протоку Илюшкинская Обь – ее устье (83%); 5) ответвление Малой Горной Оби – слияние с ней (77%).

Для всех излучин Малой Оби определены L – шаг, l – длина, r – радиус кривизны, l/L – степень развитости. Для каждого участка получены характерные значения r , L и l/L – минимальные, средние, максимальные (табл. 2). Значения шагов и радиусов кривизны излучин от протоки Большой Нюрик до истока протоки Мояхтас отличаются наибольшими величинами: $L_{\text{макс}} = 5.2$ км при $L_{\text{ср}} = 4.4$ км; $r_{\text{макс}} = 2.53$ км, $r_{\text{ср}} = 2.04$ км; l/L незначительная, все излучины пологие (17): максимальная – 1.33, минимальная – 1.14. Вниз по течению происходит снижение величин L и r и увеличение значений l/L , что связано с отвлечением части стока в пойменные протоки. Наименьшие значения шага и радиусов кривизны – на участке ниже ответвления Малой Горной Оби: $L_{\text{ср}} = 1.57$ км, $r_{\text{ср}} = 0.77$; здесь же $(l/L)_{\text{макс}} = 1.69$. Две свободные излучины Большой Оби (в верхней ее части) отличаются большими значениями параметров, что соответствует большой ее водности по сравнению с Малой Обью ($r = 2.6$ и 3.5 км, $L = 5.5$ и 5.6 км, $l/L = 1.7$ и 1.8).

Размеры островов, образующих русловые разветвления на Малой Оби, зависят от их типа: в одиночных – длина 0.57 км, ширина – 0.13–0.14 км; в односторонних – от 0.25×3.5 км (Мужевское разветвление) до 1.3×14.4 км (Шурышкарское), величины возрастают вниз по течению; в пойменно-русловом – 5.9×8.3 км и в “дельтовом” (о. Вандиасский) – 1.93×4.9 км. В разветвлениях 2-го порядка на излучинах соотношение параметров намного меньше, если острова находятся посередине рукава (0.2×1.25 или 0.25×0.92 км), или соизмеримые с ними при расположении возле выпуклых берегов (например, у о. Холдинского – 0.8×3.9 км). На Большой Оби острова русловых разветвлений все большие: Оленский – 2.8×9.3 , Кушеватский – 2.3×6.9 , Лангивожский – 1.4×7.4 км, тогда как встречающиеся в прямолинейном русле 2-го порядка – намного меньше (о. Гортский – 0.1×2.3 км). Ниже слияния Большой и Малой Оби острова, составляющие параллельно-рукавные разветвления, большие – 2.25×5.45 (о. Птичий) и 1.15×5.1 км (о. Кишмель), но в конце участка перед сужением дна долины и слиянием с Игорской Обью и р. Полуя правобережные односторонние разветвления представлены множеством малых островов.

ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ РУСЛА И РАЗМЫВЫ БЕРЕГОВ

Наиболее яркий показатель интенсивности русловых деформаций – размывы берегов. В пря-

Таблица 2. Параметры излучин Малой Оби

Параметры излучин	Макс.	Сред.	Мин.
От ответвления протоки Большой Нюрик до истока протоки Мояхтас			
Шаг L , км	5.20	4.40	3.60
Радиус кривизны r , км	2.53	2.04	1.47
Степень развитости l/L	1.33	1.25	1.14
От истока до устья протоки Мояхтас			
Шаг L , км	2.50	1.77	1.30
Радиус кривизны r , км	1.06	0.86	0.65
Степень развитости l/L	1.47	1.25	1.12
От устья протоки Мояхтас до устья р. Сыни			
Шаг L , км	3.80	2.39	1.20
Радиус кривизны r , км	1.77	1.07	0.53
Степень развитости l/L	1.50	1.36	1.18
От истока до устья протоки Илюшкинская Обь			
Шаг L , км	2.30	1.80	1.50
Радиус кривизны r , км	1.19	0.86	0.64
Степень развитости l/L	1.42	1.36	1.30
От ответвления до устья Малой Горной Оби			
Шаг L , км	2.20	1.57	1.20
Радиус кривизны r , км	1.37	0.77	0.44
Степень развитости l/L	1.69	1.34	1.11

молинейном русле они происходят в тех местах, где стрежень потока, огибая побочни, прижимается к ним. В односторонних разветвлениях размывы берегов сосредотачиваются в основном рукаве. В свободных излучинах размываемые берега составляют 42.2% (112.3 км) от общей их протяженности. Самая высокая доля размываемых берегов – на вписанной излучине Большой Оби (54.6% длины ее берегов, 10.5 км). Обтекающие на Большой Оби и вынужденные на Малой Оби излучины имеют минимальную длину фронта размыва берегов. В Азовском пойменно-руслевом разветвлении размывается 43.3% берегов, что обусловлено меандрированием рукавов. В одиночных разветвлениях размывается 40.7% берегов благодаря изгибам потока возле островов с соответствующим излучинам полем скоростей, обуславливающим размывы оголовков островов и противоположных им берегов. В параллельно-рукавном разветвлении Оби и “дельтовом” разветвлении Малой Оби при ее слиянии с Большой Обью длина фронта размыва – 20.2 км (длина береговой линии 72 км) и 10.7 км (при протяженности берегов 38.4 км).

На Малой Оби средние скорости размыва берегов C_{cp} колеблются от 0.7 до 1.7 м/год, и лишь на излучинах в начале участка – 2.9 и 3.0 м/год. Максимальные скорости C_{max} изменяются в диапазоне – от 1.0 (в прямолинейном неразветвленном русле) до 10.7 м/год (на Устремской излучине ниже истока протоки Большой Нюрик).

На Большой Оби C_{cp} колеблются от 1.1 до 2.9 м/год, причем тренд их изменений по длине не наблюдается, и только на одной из двух свободных излучин они достигают 3.7 м/год. C_{max} изменяются в диапазоне от 8.7 до 2 м/год, снижаясь вниз по течению и имея наименьшие значения в прямолинейном русле вдоль коренного берега.

Ниже слияния Большой и Малой Оби C_{cp} изменяются от 1.2 до 1.9 м/год в прямолинейном неразветвленном русле и рукавах параллельно-рукавного разветвления, C_{max} находятся в диапазоне 1.9 до 7.4 м/год, максимум зафиксирован у левого вогнутого берега обтекающей излучины напротив г. Салехарда.

На Большой Оби скорости размыва берегов зависят от степени развитости и радиусов кривизны излучин русла или излучин рукавов русловых раз-

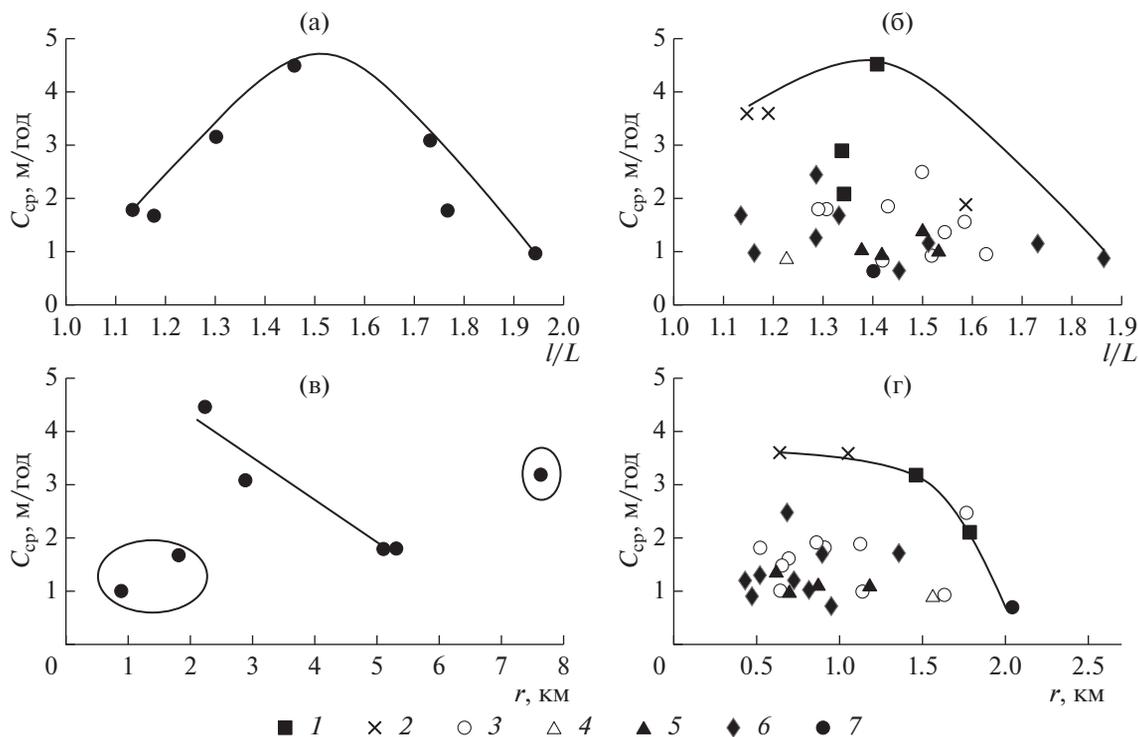


Рис. 5. Зависимость средней скорости ($C_{ср}$, м/год) размыва берегов от степени развитости l/L (а, б) и радиусов кривизны r , км (в, г) излучин русла и излучин рукавов русловых разветвлений Большой (а, в) и Малой (б, г) Оби. Малая Обь: 1 – от истока протоки Большой Нюрик до истока пойменной протоки Мояхтас; 2 – от истока до устья протоки Мояхтас; 3 – от устья протоки Мояхтас до устья р. Сыни; 4 – от устья р. Сыни до истока пойменной протоки Илюшинская Обь; 5 – от истока протоки Илюшинская Обь до захода в Малую Горную Обь; 6 – от захода до устья Малой Горной Оби; 7 – от устья Малой Горной Оби до слияния Малой и Горной Оби.

ветвлений (рис. 5а): до значения $l/L = 1.46$ скорости размыва растут, после чего снижаются. Это соответствует известной закономерности развития излучин (Куракова, Чалов, 2020, 2019), которую Н.И. Маккавеев (1955) объяснял с позиций гидравлической выгоды извилистой формы русла и потерь напора. Более сложна зависимость $C_{ср} = f(r)$: более пологим излучинам соответствует снижение темпов размыва берегов, что отражает обратную связь $r \sim (l/L)^{-n}$. Эта зависимость наблюдается для излучин русла и рукавов одиночных разветвлений ($C_{ср} = -\frac{0.8l}{L} - 5.9$). На графике (рис. 5в) точки слева и справа от зависимости соответствуют “дельтовым” и одностороннему разветвлениям.

Сравнительно небольшие скорости размыва берегов, несмотря на их мелкопесчаное однородное строение и высокую мощность потока, – свидетельствуют относительной устойчивости русла нижней Оби: число Лохтина $L = 5-6$ (Чалов, 2017). Этому соответствуют малые темпы деформаций русла и незначительная во времени изменчивость русла (русловых разветвлений, излучин

рукавов раздвоению русла). На Большой Оби стабильность русла поддерживается его расположением у правого коренного ведущего берега, что проявляется в поперечном распределении мутности вследствие поперечного перекаса водной поверхности в сторону затопленной поймы: возле левого пойменного берега она более чем вдвое больше, чем у правого коренного (по измерениям в штормовую погоду, из-за чего данные завышены), соответственно 115.3 и 116.1 мг/л в левых протоках в разветвлениях 2-го порядка и 52.5 и 68.7 мг/л в основных судоходных рукавах (в обычных условиях максимальная мутность воды не превышает 60–70 мг/л в обоих рукавах раздвоенного русла).

Наиболее заметные переформирования за последние 40–50 лет произошли в узле слияния Малой и Большой Оби. Интенсивный размыв стрелки, которая образует вогнутый берег излучины основного рукава Большой Оби, привел к полному смыву здесь о. Пароходского, входящего еще 40 лет назад в состав стрелки. При этом радиус кривизны излучины сократился с 2900 до 1700 м, а стрежень потока стал поворачивать почти на

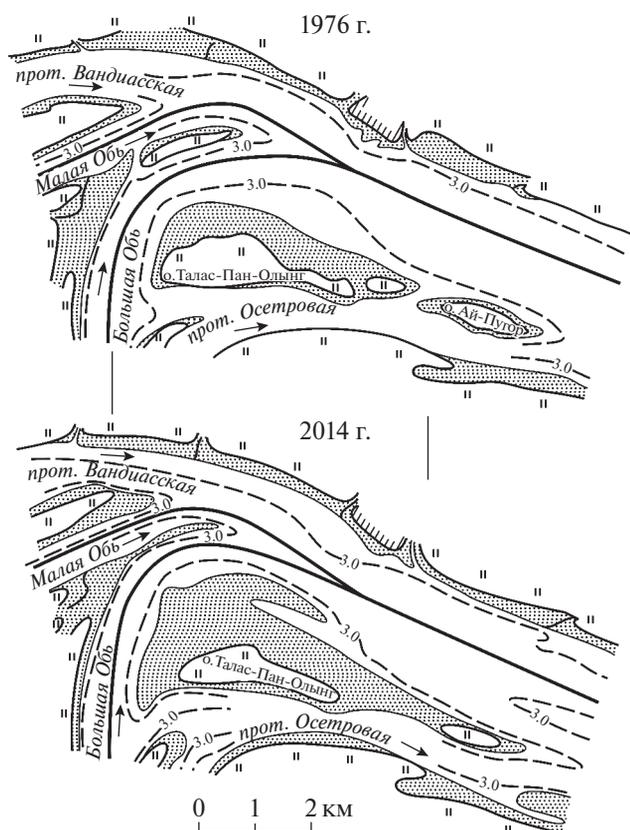


Рис. 6. Переформирования русла в узле слияния Большой и Малой Оби.

90°. В настоящее время стрелку образует узкая песчаная коса, обсыхающая в межень (рис. 6).

В обоих рукавах раздвоенного русла отмечено новообразование осередков в местных расширениях, возникающих из-за размыва вогнутых берегов, их зарастания и превращения в одиночные острова (Голубцов, 2020). Во вновь сформировавшихся разветвлениях происходит периодическое перераспределение стока между рукавами. Такой же процесс отмечен в некоторых старых разветвлениях у крупных островов (например, на Большой Оби у о. Оленского).

На Малой Оби размывы берегов и продольно-поперечное смещение излучин приводят к их искривлению, увеличению степени развитости и уменьшению радиусов кривизны до 1.5–2 раз (табл. 3). Деформации излучин ниже истока Малой Горной Оби определяются отвлечением в нее более 30% расхода воды. Здесь имеется 11 излучин, 2 из которых одиночные, остальные группируются в три серии из 2–4 смежных излучин. Преобладают крутые излучины с малыми радиусами кривизны и нарушением условий обтекания потоком берегов – правила Миловича: $r > 2.5b_p$ (Маккавеев, 1955; Чалов и др., 2004) (табл. 4), имеющие синусоидальную форму с крутыми изгибами фарватера (под углом 90°) в их вершинах, вследствие чего динамическая ось потока смещается к выпуклому берегу. При этом степень развитости излучин $l/L = 1.5–1.6$, т.е. является критиче-

Таблица 3. Изменение радиусов кривизны излучин Малой Оби

№№	Излучина		Радиус кривизны, м	
	Название	Расстояние от устья, км (Карта ..., 2014)	1976 г.	2014 г.
От разветвления с протокой Большой Нюрик до захода в протоку Мояхтас				
1	Устремская	635–630	2350	1400
2	Тегинская	630–622	2900	2450
3	Староустремская	622–617	2400	1800
4	Юхонт-Горт	617–614	2700	2400
5	2-я Тегинская	614–611.5	2150	2050
6	3-я Тегинская	611.5–608	2200	1150
От захода до устья протоки Мояхтас				
1	4-я Мояхтасская	589.5–587	1250	1100
2	5-я Мояхтасская	587–586	1350	1150
3	6-я Мояхтасская	586–584.5	1550	1350
4	7-я Мояхтасская	584.5–583.5	600	800
5	Илья-Горт	583.5–580	1400	1000

Таблица 4. Параметры излучин (радиус кривизны r и ширина русла b_p) Малой Оби на участке раздвоенного русла

№	Излучина			Параметры излучин			
	Серия	Название	Расстояние от устья, км (Карта ..., 2014)	r , м		b_p , м	
				1976 г.	2014 г.	1976 г.	2014 г.
1	I	Первая Восяховская	454–451.5	1850	1500	500	550
2	II	Вторая Восяховская	449–447	1100	1025	250	275
3		Лебяжья	447–445.3	750	700	300	300
4		Илюшинская	445.3–444	700	750	525	425
5	III	Войкаровская	437.5–435.5	1100	50	750	690
6	IV	Вторая Войкаровская	428–424.5	750	680	370	440
7		б/н	424.5–422	440	425	380	350
8	V	Первая Истоминская	416.5–415	825	780	330	250
9		Вторая Истоминская	415–413	550	480	300	330
10		Порысь-Гортская	413–408.5	690	600	$\frac{400^*}{380}$	$\frac{250^*}{250}$
11		Огневская	408.5–406	600	570	350	350

Примечание. * В числителе – в верхнем крыле, в знаменателе – в нижнем крыле.

ской. На космическом снимке (рис. 7) видны на право- и левобережной пойме старичные озера – следы спрямления петлеобразных излучин, форма которых по сравнению с современными свидетельствует о недавней трансформации петлеобразных излучин в синусоидальные.

При слиянии с Малой Горной Обью размыв пойменного перешейка привел к смещению узла слияния вверх по течению на 10 км и образованию у о. Шурышкарского пойменно-руслового разветвления, в котором левый рукав почти полностью питается водами Малой Горной Оби и лишь частично Малой Оби.

На Большой Оби активно развивались излучины в верхней ее части. Здесь на одной из них (Водоворотной), которая приобрела синусоидальную форму, образовалась в водоворотной зоне у выпуклого берега яма размыва глубиной 42 м (от меженного уровня).

ВЫВОДЫ

Выполненное исследование позволило впервые дать морфодинамическую характеристику русла нижней Оби в пределах ЯНАО. Его результаты завершают последовательно изучение с той или иной степенью новизны и детальности условий формирования, гидроморфологии, сосредото-

чения стока и морфодинамики русла средней и нижней Оби. В ЯНАО Обь представляет собой раздвоенное русло, состоящее из двух основных рукавов – Малой Оби, протекающей в левосторонней части днища долины, и Большой Оби – у правого коренного берега, являющихся прямым продолжением соответственно Малой и Горной Оби на вышерасположенном участке реки. Рукава соединяются в 70 км от г. Салехарда, но здесь от Большой Оби ответвляется вправо протока Игорская Обь, составляющая вместе с Обью нижнее звено раздвоенного русла. Отличительная особенность русла нижней Оби в пределах ЯНАО – относительная устойчивость, вследствие чего для рукавов характерна неизменность их конфигурации при незначительных изменениях параметров из-за размыва берегов. На Большой Оби этому способствует расположение русла вдоль правого ведущего коренного берега, оказывающего стабилизирующее влияние.

Для обоих основных рукавов раздвоенного русла и участка реки выше г. Салехарда впервые дана оценка распространения морфодинамических типов русла и сосредоточения стока по их длине, отличающихся на Малой и Большой Оби, что связано, прежде всего, с различной водно-

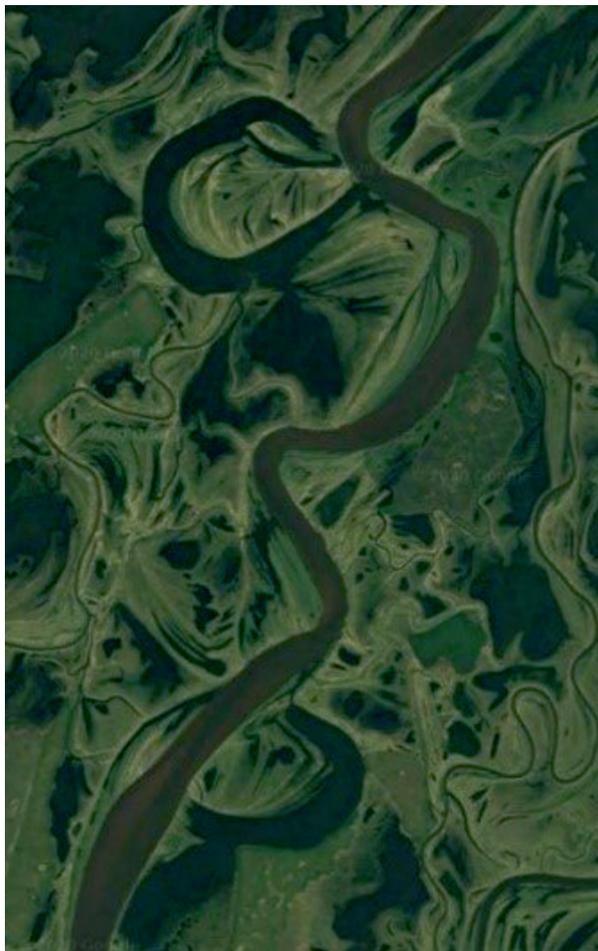


Рис. 7. Следы спрямления излучин на пойме Малой Оби (космический снимок).

стью рукавов (соотношение стока между ними 1 : 2) и влиянием коренного берега на развитие русла Большой Оби.

На Большой Оби преобладает прямолинейное неразветвленное русло, формирующееся у правого коренного берега с отдельными одиночными разветвлениями преимущественно 2-го порядка. Лишь в верхней части реки есть две свободные излучины (здесь коренной берег отошел от реки), вписанная излучина, опирающаяся на низкую надпойменную террасу, и две обтекающие излучины, огибающие изгибы коренных берегов, возле которых имеются одиночные и односторонние разветвления.

На Малой Оби преобладающим морфодинамическим типом русла является меандрирующее, причем наиболее крутые синусоидальные излучины с нарушением условий безотрывного обтекания берегов (правило Миловича) распространены там, где от нее отходит Малая Горная Обь, образующая вторичное раздвоение русла. По всей

длине рукава его водность определяется также ответвлениями пойменных проток, забирающими в сумме до 20% расхода воды в нем. Второй по пространности тип русла – прямолинейное неразветвленное. Среди разветвлений встречаются одиночные, образованные элементарными, или малыми, островами, нередко осложняющими пологие излучины, и односторонние, особенно характерные для нижней части рукава, где его русло расширяется. При слиянии Малой и Большой Оби формируются разветвления типа “дельты выполнения” на Малой Оби и “выдвижения” на Большой Оби, что является следствием подпора во время половодья первой и бесподпорных условий второй.

Свидетельство относительной устойчивости русла – сравнительно невысокие темпы размыва берегов: средние скорости их отступления менее 3 м/год, и лишь на крутых излучинах максимальные значения достигают 10.7 м/год. При этом на Малой Оби, несмотря на ее меньшую водность,

они больше, чем на Большой Оби. Установлены зависимости скоростей размыва берегов от степени развитости и радиусов кривизны излучин русла и рукавов разветвлений, неодинаковые для Малой и Большой Оби.

Выявленные закономерности, помимо общенаучного значения (закрыто белое пятно в географии русловых процессов), имеют большое значение для разработки проектов использования водных ресурсов и совершенствования водного пути.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена по плану НИР (госзадание) кафедры гидрологии суши и научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ имени М.В. Ломоносова (типизация русла, методология исследований), при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-17-00086 – натурные исследования, гидролого-морфодинамический анализ) и РФФИ (проекты № 20-35-90003/20 – размывы берегов и № 19-35-90101/19 – рассредоточение стока и мутности воды в разветвлениях).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность руководству Администрации “Обь-Иртышводпути” (руководитель Р.А. Чесноков) и ее филиала – Ямало-Ненецкого окружного управления водных путей и судоходства (зам. начальника А.В. Моргунов) за техническое обеспечение исследований, а также команде теплохода “Лиман” за создание благоприятных условий для их проведения.

FUNDING

The paper was prepared according to the scientific research plans of the Department of Land Hydrology and the Research Laboratory of Soil Erosion and Fluvial Processes (morphodynamic types, research methodology) and was financially supported by the Russian Science Foundation, project no. 18-17-00086 (field studies, hydrological and morphodynamic analysis) and the Russian Foundation of Basic Research, projects nos. 20-35-90003/20 (riverbank erosion) and 19-35-90101/19 (distribution of water runoff and water turbidity in the branches).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the management of the Ob-Irtyshvodput Administration (headed by R.A. Chesnokov) and its branch office—the Yamalo-Nenets District Administration of Waterways and Shipping (deputy A.V. Morgunov) for the technical support of the research, as well as the crew of a ship “Liman” for creating favorable conditions for their realization.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беркович К.М.* Обь // Реки и озера Мира. М.: Энциклопедия, 2012. С. 489–498.
- Герасимова А.С.* Характеристика современных геологических процессов, развитых в долинах нижнего течения рек Оби и Иртыша // Вест. Моск. ун-та. Сер. Биол., Почв., Геол., География. 1959. № 2. С. 103–111.
- Голубцов Г.Б.* Гидролого-морфологическая характеристика островов разветвленных русел верхней Оби и нижней Лены // Маккавеевские чтения 2019. М.: Географ. ф-тет МГУ, 2020. С. 21–32.
- Давыдов Л.К.* Гидрография СССР. Гидрография районов. Л.: Изд-во ЛГУ, 1955. Т. 2. 600 с.
- Карта реки Обь от устья реки Иртыш до города Салехард. СПб.: ФБУ Администрация Волго-Балт, 2014. 87 л.
- Куракова А.А., Чалов Р.С.* Морфология русла и размыва берегов нижней Оби (в пределах ХМАО-Югры) // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2020. № 6. С. 41–50.
- Куракова А.А., Чалов Р.С.* Размывы берегов на широтном участке средней Оби и их связь с морфологией русла // Географический вестн. 2019. № 3 (50). С. 34–47.
- Львовская Е.А.* Ретроспективный анализ, современное состояние и оценка возможных изменений русловых процессов на больших реках севера ЕТР. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2016. 30 с.
- Маккавеев Н.И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 347 с.
- Никитина Н.А.* Русловые процессы в узлах слияния рек. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1989. 21 с.
- Петров И.Б.* Обь-Иртышская пойма (типизация и качественная оценка земель). Новосибирск: Наука, 1979. 136 с.
- Попов И.В.* Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 328 с.
- Смирнова В.Г.* Гидролого-морфологический анализ разветвленных русел рек Алтайского региона. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Иркутск: ИГ СО РАН, 2002. 20 с.
- Трепетцов Е.В.* Деформации берегов р. Оби в Тюменской области // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 3. М.: Изд-во МГУ, 1973. С. 276–284.
- Трофимов В.Т.* Инженерно-геологические условия западной части Западно-Сибирской низменности. Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. М.: МГУ, 1964. 25 с.
- Чалов Р.С.* Русловые процессы (русловедение). М.: ИНФРА-М, 2017. 569 с.
- Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В.* Речные излучины. М.: Изд-во МГУ, 2004. 371 с.
- Чалов Р.С., Камышев А.А., Куракова А.А., Завадский А.С.* Особенности рассредоточения стока воды и взвешенных наносов в раздвоенном русле нижней Оби (в пределах ХМАО-Югры) // Водные ресурсы. 2020. Т. 48. № 1. 2021. С. 23–33.

Hydrology-Morphodynamic Characteristics and Reforming the Branched Channel in the Lower Reaches of the Ob River (within the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug)

R. S. Chalov^{1, *}, A. S. Zavadskii^{1, **}, A. A. Kamyshev^{1, ***}, A. A. Kurakova^{1, ****},
N. M. Mikhailova^{1, *****}, and S. N. Ruleva^{1, *****}

¹Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

*e-mail: rschalov@mail.ru

**e-mail: az200611@rambler.ru

***e-mail: arsenii.kamychev@yandex.ru

****e-mail: a.a.kurakova@mail.ru

*****e-mail: nmmikhailova@yandex.ru

*****e-mail: mnksl@yandex.ru

The article analyzes the conditions for the formation of the river channel and river morphology in the lower reaches of the Ob River within the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Despite its important economic and water transport significance, the lower Ob River has remained practically unexplored until now. The geomorphological structure of the valley determines the formation of a wide-floodplain channel. The floodplain reaches 50 km across and narrows to 10 km only near Salekhard. For the first time, the bifurcated channel appears within the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. The beginning of the bifurcated channel within the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug is the Bolshoy Nyurik branch between the two main branches—Malaya Ob and Bolshaya Ob. Numerous floodplain channels branching off from the Malaya Ob reduce its water content to 10% of the total water. This is accompanied by a change in the river morphology and the parameters of riverbends. At the same time, the intensity of riverbank erosion decreases. In addition to the riverbends on the Malaya Ob, there are often segments of an unbranched channel. The Bolshaya Ob has an unbranched channel due to its location along the right valley side. Along with the data on water runoff dispersion, the data on the distribution of suspended load along the branches are presented during the flood. It is shown that its change is greatly influenced by riverbanks erosion and the floodplain branches, especially on the Malaya Ob. The obtained materials, in addition to general scientific value, are important for substantiating projects for water management and water transport development of the Ob River.

Keywords: channel processes, bifurcated channel, riverbends, channel branches, water runoff distribution, suspended load

REFERENCES

- Berkovich K.M. Ob. In *Reki i Ozera Mira* [Rivers and Lakes of the World]. Moscow: Entsiklopediya Publ., 2012, pp. 489–498. (In Russ.).
- Chalov R.S. *Ruslovye protsessy (ruslovedenie)* [Channel Processes (Riverbed Science)]. Moscow: INFRA-M Publ., 2017. 569 p.
- Chalov R.S., Kamyshev A.A., Kurakova A.A., Zavadskii A.S. The distribution of water and suspended sediment flow during spring flood in the forked channel of the Lower Ob (within Khanty-Mansi Autonomous Area). *Water Resour.*, 2021, vol. 48, pp. 18–28. doi 10.1134/S0097807821010127
- Chalov R.S., Zavadskii A.S., Panin A.V. *Rechnye izluchiny* [River Meanders]. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 2004. 371 p.
- Davydov L.K. *Gidrografiya SSSR* [Hydrography of the USSR]. Vol. 2: *Gidrografiya raionov* [Hydrography of Regions]. Leningrad: LGU, 1955. 600 p.
- Gerasimova A.S. Modern geological processes in the valleys of the lower reaches of the Ob and Irtysh rivers. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. Biol., Pochvovedenie, Geol., Geogr.*, 1959, no. 2, pp. 103–111. (In Russ.).
- Golubtsov G.B. Hydrological and morphological characteristics of the islands of the branched channels of the upper Ob and Lower Lena. In *Makkaveevskie chteniya* [Makkaveev Readings]. Moscow: Fakul'tet Geogr. Mosk. Gos. Univ., 2020, pp. 21–32. (In Russ.).
- Karta reki Ob' ot ust'ya reki Irtysh do goroda Salekhard* [Map of the Ob River from the Mouth of the Irtysh River to the City of Salekhard]. St. Petersburg: FBU Administratsiya Volgo-Balt, 2014. 87 p.
- Kurakova A.A., Chalov R.S. Channel morphology and bank erosion in the lower reaches of the Ob river (within the KHAMAO–Yugra Autonomous District). *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2020, no. 6, pp. 41–50. (In Russ.).
- Kurakova A.A., Chalov R.S. Shores erosion within latitudinal section of the middle Ob and its correlation with morphology of the channel. *Geogr. Vestn.*, 2019, vol. 50, no. 3, pp. 34–47. (In Russ.).
- L'vovskaya E.A. Channels of the great rivers of the Northern part of European Russia: retrospective analysis, current state, and possible changes. *Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Moscow State Univ., 2016. 30 p.

- Makkaveev N.I. *Ruslo reki i eroziya v ee basseine* [River Bed and Erosion in its Basin]. Moscow: AN SSSR, 1955. 347 p.
- Nikitina N.A. Channel processes at the junctions of rivers. *Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Moscow State Univ., 1989. 21 p.
- Petrov I.B. *Ob'-Irtyshskaya poima (tipizatsiya i kachestvennaya otsenka zemel')* [Ob-Irtysh Flood-Land: Classification and Qualitative Assessment of Lands]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1979. 136 p.
- Popov I.V. *Deformatsii rechnykh rusel i gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [River Channel Deformations and Hydraulic Engineering]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1965. 328 p.
- Smirnova V.G. Hydrological and morphological analysis of branched river channels in the Altai region. *Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Irkutsk: IG SB RAS, 1989. 20 p.
- Trepettsov E.V. Deformation of the banks of the Ob river in the Tyumen region. In *Eroziya pochv i ruslovyje protsessy* [Soil Erosion and Channel Processes]. Moscow: MGU, 1973, vol. 3, pp. 276–284. (In Russ.).
- Trofimov V.T. Engineering and geological conditions of the western part of the West Siberian plain. *Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Moscow State Univ., 1964. 25 p.

УДК 504.064

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ РЕК ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПО ОТЕЧЕСТВЕННЫМ И ЗАРУБЕЖНЫМ КРИТЕРИЯМ

© 2021 г. В. Е. Закруткин^а, В. Н. Решетняк^{а, б}, О. С. Решетняк^{а, с, *}, Е. В. Гибков^а

^аЮжный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

^бВсероссийский научно-исследовательский геологоразведочный институт угольных месторождений, Ростов-на-Дону, Россия

^сГидрохимический институт, Ростов-на-Дону, Россия

*e-mail: olgare1@mail.ru

Поступила в редакцию 06.06.2020 г.

После доработки 20.03.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Изучено распределение тяжелых металлов в донных отложениях рек в пределах техногенно нарушенных геосистем Восточного Донбасса (в бассейнах Северского Донца и Тузлова). Содержание тяжелых металлов варьируется в широких пределах. При этом наибольшие концентрации характерны для железа и марганца, наименьшие — для свинца и кобальта. Для оценки уровня загрязнения донных отложений тяжелыми металлами использована выделенная из них пелитовая фракция, которая не только доминирует в большинстве проб донных осадков, является концентратом большинства тяжелых металлов, но, что очень важно, обладает наилучшими индикаторными свойствами при характеристике загрязненности речных экосистем. В работе использованы общепринятые отечественные и зарубежные показатели — суммарный показатель загрязнения (Z_c), факторы загрязнения (C_f) и степень загрязнения (C_d), индекс геоаккумуляции (I_{geo}), а в качестве условного фона для пелитовой фракции использовались кларки глин и глинистых сланцев. Уровень загрязненности тяжелыми металлами донных отложений рек в бассейнах Северского Донца и Тузлова относится к категории “умеренный” по C_d , “низкий” или переходный “от низкого до умеренного” по индексу геоаккумуляции и “слабый” по Z_c . В целом же в бассейне Тузлова загрязненность металлами донных отложений выше, чем в бассейне Северского Донца, что связано с более интенсивной техногенной нагрузкой. Результаты использования различных подходов оказались вполне сопоставимым, и в целом уровень загрязненности донных отложений рек в пределах техногенно нарушенных геосистем Восточного Донбасса можно охарактеризовать как низкий.

Ключевые слова: бассейн Тузлова, бассейн Северского Донца, пелитовая фракция, суммарный показатель загрязнения, индекс геоаккумуляции

DOI: 10.31857/S2587556621040130

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, донные отложения являются важнейшим элементом аквальных ландшафтов и служат конечным звеном местных ландшафтных сопряжений. Считается, что по их составу можно судить о геохимических особенностях природной среды и степени техногенной нагрузки на ландшафты всего водосбора. В то же время донные отложения играют двоякую роль, являясь одновременно и аккумулятором загрязняющих веществ и, при определенных условиях, источником вторичного загрязнения воды (Закруткин и др., 2020а, б; Решетняк, Закруткин, 2016). В последнее время на фоне усиливающейся антропоген-

ной нагрузки на водные экосистемы суши концентрации различных загрязняющих веществ в донных отложениях на порядок выше, чем их концентрация в водной толще, и особенно это характерно для территорий с развитой промышленностью.

Территория восточной части Донецкого угольного бассейна (сокращенно — Восточный Донбасс) с физико-географической точки зрения разделяется на три зоны: северную, соответствующую бассейну Северского Донца, центральную (водораздельный Донецкий Кряж) и южную, включающую бассейн р. Тузлов.

Бассейн Северского Донца располагается в зоне умеренно-засушливого подтипа степных ландшафтов, геологический фундамент которых образован толщей пород каменноугольного возраста — песчаниками, глинистыми сланцами, известняками и ископаемыми углями. В геоморфологическом отношении это допалеоген- и палеоген-четвертичная грядово-холмистая равнина с сильным овражно-балочным расчленением на складчатом основании. Преобладающими типами почв являются южные и обыкновенные черноземы (Закруткин и др., 2016).

В бассейне р. Тузлов основу геоморфологического строения составляет плиоценовые и четвертичные равнины с умеренным овражно-балочным расчленением на моноклинально залегающих породах палеоген-неогенового возраста, в составе которых преобладают известняки-ракушечники и аллювиальные пески. В северной части на поверхность выходят породы карбона аналогичные по литологическому составу породам бассейна Северского Донца. Малое количество осадков, наряду с высокой испаряемостью определило преобладание здесь засушливого подтипа степных ландшафтов, развивающихся на черноземах обыкновенных (Закруткин и др., 2016).

Среди перечисленных природных факторов, влияющих на распределение химических элементов в ландшафте, особого внимания заслуживает состав выходящих на дневную поверхность горных пород, определяющий региональный геохимический фон поверхностных вод и донных отложений, а также других компонентов окружающей природной среды.

С геохимической точки зрения Восточный Донбасс представляет собой природно-техногенную аномальную зону, природные комплексы которой на протяжении длительного времени испытывают значительную антропогенную нагрузку, в общей доле которой основную роль играют объекты добычи и переработки угля (Закруткин и др., 2016).

Негативное влияние на природную среду резко усилилось в последние десятилетия в связи с реструктуризацией угольной промышленности, которая предусматривала ликвидацию нерентабельных шахт. К началу реструктуризации в Восточном Донбассе действовало 59 шахт, из них большая часть (47) была закрыта. При этом 45 шахт были ликвидированы путем затопления и только 2 — способом “сухой консервации”. Закрытие шахт осуществлялось на фоне глубокого экономического кризиса 1990-х годов, в связи с чем мероприятия по снижению экологических последствий проводились крайне ограничено, без единого системного подхода. Это в конечном счете привело к тому, что вместо оздоровления экологической обстановки, ожидавшейся при реструктуризации угольной отрасли, произошло ее

ухудшение. В результате затопления нерентабельных шахт массовым явлением стал самоизлив высокоминерализованных техногенных вод на дневную поверхность, что оказывало существенное влияние на качество речных вод (Гибков и др., 2020; Закруткин и др., 2016).

В большей степени подобному влиянию подвержены малые реки. С шахтными водами в реки поступает огромное количество тяжелых металлов, среди которых соединения железа, марганца, стронция, меди, а также сульфатов. При этом меняется химический состав не только водной толщи, но и донных отложений, происходит преобразование и минерального состава донных осадков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования донных отложений рек Восточного Донбасса проводились в период 2014–2019 гг. В качестве объектов исследования выбраны реки двух бассейнов: Северского Донца (Калитва, Кундрючья, Быстрая, Лихая, Большая Гнилуша, Большая и Малая Каменка) и Тузлова (Большой и Малый Несветай, Аюта, Грушевка, Кадамовка и Атюхта), испытывающие разный уровень антропогенного воздействия.

Особое внимание уделялось малым рекам региона, так как они имеют низкую самоочищаемость и являются чувствительным индикатором общего экологического состояния водосборных территорий. Именно на водосборах малых рек начинают формироваться негативные изменения в окружающей природной среде (Закруткин и др., 2020a).

Отбор проб донных отложений проводили в створах, расположенных в верховьях рек, на участках выше влияния источников загрязнения; в низовьях рек для оценки суммарного влияния различных техногенных источников загрязнения на водосборах, а также в районах расположения объектов угледобывающей промышленности (действующие и ликвидированные шахты, места сброса шахтных вод и т.п.). Схема расположения створов представлена на рис. 1.

В связи с неоднородностью донных отложений в каждом створе производили отбор нескольких проб, обычно от 3 до 5. Опробование донных отложений осуществлялось преимущественно из верхнего слоя мощностью 10–20 см. Предполагается, что именно в этом диапазоне содержащиеся в донных отложениях загрязняющие вещества будут наиболее активно взаимодействовать с водной толщей рек. На небольших и неглубоких водотоках отбирали пробы по поперечному профилю реки, на средних — у уреза воды в местах видимой аккумуляции наносов.

Отбор проб для проведения эколого-геохимических исследований донных отложений прово-

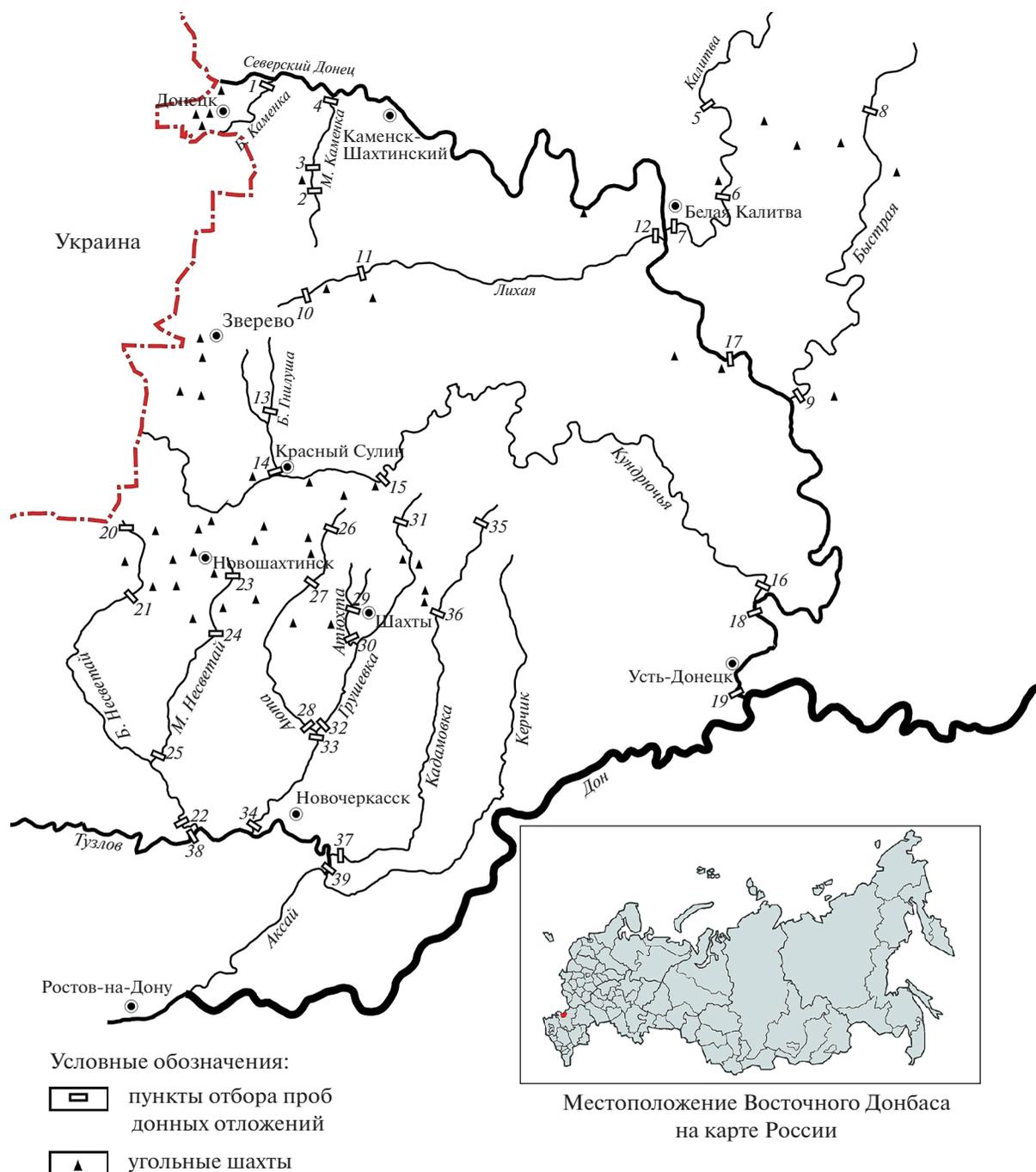


Рис. 1. Схема расположения пунктов отбора проб донных отложений рек Восточного Донбасса.

дили согласно нормативным документам (ГОСТ 17.1.5.01-80) с использованием дночерпателя и ручных пробоотборников. Масса отбираемых проб в каждом створе составляла от 1000 до 1500 г. После морфологического описания пробы донных осадков были высушены до воздушно-сухого состояния. Далее был произведен гранулометрический анализ осадка, определен минеральный состав выделенных фракций. Подготовленные подобным образом пробы передавались в

лабораторию для определения содержания тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра "Квант-2АТ".

Для оценки степени загрязненности донных отложений рек Восточного Донбасса были использованы следующие общепринятые отечественные и зарубежные показатели: суммарный показатель загрязнения Z_c (Сагет и др., 1990;

Таблица 1. Шкала оценки загрязненности донных отложений рек по индексу геоаккумуляции (I_{geo}) по (Abraham, Parker, 2008)

Класс	Значение I_{geo}	Характеристика уровня загрязненности донных отложений
0	<0	Низкий
1	0–1	От низкого до умеренного
2	1–2	Умеренный
3	2–3	От умеренного до высокого
4	3–4	Высокий
5	4–5	От высокого до чрезвычайно высокого
6	>5	Чрезвычайно высокий

Янин, 2002), факторы загрязнения (contamination factors, C_f) и степень загрязнения (degree of contamination, C_d), предложенные в (Накансон, 1980), индекс геоаккумуляции (Geoaccumulation index, I_{geo}) (Müller, 1969). Несмотря на то, что данные критерии разработаны много лет назад, они до сих пор не потеряли своей актуальности и широко используются в последнее время (Abraham, Parker, 2008; Cao et al., 2014; Nasrabadi et al., 2010; Pazi, 2016; Raza et al., 2016).

Фактор загрязнения (C_f) представляет собой отношение концентрации элемента в исследуемых донных отложениях к его доиндустриальному (фоновому) содержанию или кларку элемента в определенной части литосферы или земной коры в целом (Накансон, 1980) и рассчитывается по формуле (1):

$$C_f = \frac{C_x}{C_b}, \tag{1}$$

где C_x – содержание элемента в исследуемых донных отложениях, C_b – фоновое содержание или кларк элемента.

Факторы концентрации по элементам для определенного C_d створа используются при подсчете степени загрязненности донных отложений (C_d), которая определяется по формуле (2):

$$C_d = \sum_{i=1}^8 C_f^i. \tag{2}$$

Для оценки уровня загрязнения донных отложений разработана шкала (Накансон, 1980), которая соотносит получаемые значения с уровнем загрязнения донных отложений. Если в исследовании использованы данные по 8 элементам, то критерии оценки следующие: при $C_d < 8$ уровень загрязнения – слабый, $8 < C_d < 16$ – умеренный, $16 < C_d < 32$ – значительный и при $C_d > 32$ – очень высокий.

Индекс геоаккумуляции (I_{geo}), предложенный в (Müller, 1969), позволяет оценить степень загрязнения донных отложений элементами по шкале из семи классов на основе увеличения числовых значений индекса. Этот индекс рассчитывается следующим образом согласно формуле (3):

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_x}{1.5C_b}, \tag{3}$$

где C_x – содержание элемента в исследуемых донных отложениях, C_b – фоновое содержание или кларк элемента.

Коэффициент 1.5 вводится для минимизации влияния возможных вариаций фоновых значений содержания элемента в донных отложениях. Шкала оценки загрязнения донных отложений рек по индексу геоаккумуляции представлена в табл. 1. Обращает на себя внимание тот факт, что в этой шкале помимо основных градаций уровня загрязненности (низкий – умеренный – высокий – чрезвычайно высокий) присутствуют также и промежуточные, характеризующие переход от одного состояния к другому. Значениям индексов геоаккумуляции изучаемых элементов по створам присваивается соответствующее значение класса I_{geo} , после чего по минимальному и максимальному значениям класса присваивается характеристика качества донных отложений в целом для створа (реки), например, 0–3, “от низкого до умеренного и высокого”.

В нашей стране оценка уровня загрязненности донных отложений осуществляется в основном в соответствии с рекомендациями, разработанными в Институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ) (Саэт и др., 1990; Янин, 2002).

При этом на первом этапе для характеристики техногенных геохимических аномалий в донных отложениях рек рассчитываются коэффициенты концентрации (K_c) химических элементов (относительно их фоновых содержаний) для определе-

ния формулы геохимической ассоциации, включающей элементы со значениями K_c не менее 1.5 (предполагается, что концентрация элемента в 1.5 раза превышающая фон, превосходит природную вариацию, т.е. является минимально-аномальным содержанием). На втором этапе определяется суммарный показатель загрязнения Z_c , представляющий собой сумму коэффициентов концентрации (K_c) элементов, входящих в геохимическую ассоциацию, согласно формуле (4):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1), (4)$$

где K_c – коэффициенты концентрации элементов; n – количество элементов, входящих в геохимическую ассоциацию.

С учетом того, что донные отложения рек бассейнов Северского Донца и Тузлова характеризуются большим разнообразием гранулометрического состава, который, несомненно, оказывает существенное влияние на содержание микроэлементов, нами для сравнения степени загрязненности донных отложений в разных речных створах использованы не валовые пробы, а выделенные из них пелитовые фракции размером менее 0.01 мм. Это оправдано по ряду причин. Во-первых, пелитовая составляющая доминирует в большинстве проб донных осадков. Во-вторых, она является основным носителем большинства изученных элементов. В-третьих, именно пелитовая фракция, находясь в наиболее длительном контакте с водной средой, лучше всего сохраняет информацию о ее состоянии. И, наконец, изучая пелитовую фракцию донных отложений рек Восточного Донбасса, мы соблюдаем основное требование в сравнительной геохимии – однородность выборки (Гибков и др., 2020).

В качестве условного фона для пелитовой фракции использовались кларки глин и глинистых сланцев (Turekian, Wedepohl, 1961), поскольку определение достоверных параметров регионального фона в пределах техногенно нарушенных геосистем представляет собой чрезвычайно сложную, а иногда и нерешаемую задачу.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали исследования, донные осадки большинства рек Восточного Донбасса по гранулометрическому составу представлены слабо дифференцированным псаммит-алеврит-пелитовым материалом. При этом в речных осадках бассейна Северского Донца, как правило, преобладает песчано-алевритовый компонент (12–92%, в среднем 54%), а в бассейне Тузлова – пелитовый (34–76%, в среднем 65%), что подтверждается данными на рис. 2, где демонстрируется положение фигуративных точек донных отложений в том или

ином поле диаграммы Шеппарда. Из нее видно, что донные осадки бассейна Тузлова в большей степени сосредоточены в переходной от песков к глинам зоне, в то время как осадки рек Северского Донца характеризуются более разнородным составом.

Минеральный состав донных осадков отличается большим разнообразием. Пелитовая их фракция состоит преимущественно из глинистых минералов (гидрослюды с примесью монтмориллонита и каолинита). В подчиненных количествах присутствуют чешуйки слюд, современное органическое вещество, кальцит и частицы угля (Закруткин и др., 2016).

Песчано-алевритовая фракция донных отложений представлена в основном зернами кварца и полевого шпата. В отдельных реках в заметном количестве (до 10% в бассейне Северского Донца и до 18% в бассейне Тузлова) присутствуют мелкие обломки песчаника, углистых аргиллитов, алевролитов, карбонатов и кремнистых пород.

В составе тяжелой фракции преобладают терригенные минералы (ильменит, магнетит и гематит), на долю которых приходится в среднем 75% от общего состава фракции для рек бассейна Северского Донца и 80% – для бассейна Тузлова. К группе второстепенных относятся циркон, рутил, кианит, ставролит, турмалин. Существенно реже встречаются мусковит, биотит, амфиболы, хромит и хромшпинелиды (Закруткин и др., 2016).

В распределении тяжелых металлов в донных осадках изучаемых рек обнаружены как общие черты, так и некоторые различия. Так, в донных отложениях в бассейне Северского Донца установлены следующие содержания элементов (76 проб) в порядке их убывания: железа – от 5500 до 26600 мг/кг (в среднем 17647 мг/кг), марганца – от 170 до 4000 мг/кг (1041 мг/кг), никеля – от 13 до 300 мг/кг (75 мг/кг), цинка – от 42 до 300 мг/кг (116 мг/кг), хрома – от 36 до 150 мг/кг (79 мг/кг), меди – от 15 до 100 мг/кг (42 мг/кг), свинца – от 10 до 57 мг/кг (32 мг/кг) и кобальта – от 5 до 50 мг/кг (21 мг/кг).

В донных отложениях бассейна Тузлова (74 пробы) также доминируют железо (14800–39200 мг/кг, в среднем 30739 мг/кг) и марганец (414–3400 мг/кг, в среднем 1145 мг/кг), а в наименьших количествах присутствуют свинец (10–107 мг/кг, в среднем 30 мг/кг) и кобальт (7–28 мг/кг, в среднем 16 мг/кг), но иначе выглядит последовательный ряд остальных элементов: хром (91–840 мг/кг, в среднем 256 мг/кг), цинк (43–300 мг/кг, в среднем 121 мг/кг), медь (17–200 мг/кг, в среднем 58 мг/кг) и никель (22–116 мг/кг, в среднем 57 мг/кг).

Сравнивая речные бассейны между собой, следует подчеркнуть, что концентрации металлов в донных отложениях рек бассейна Тузлова вы-

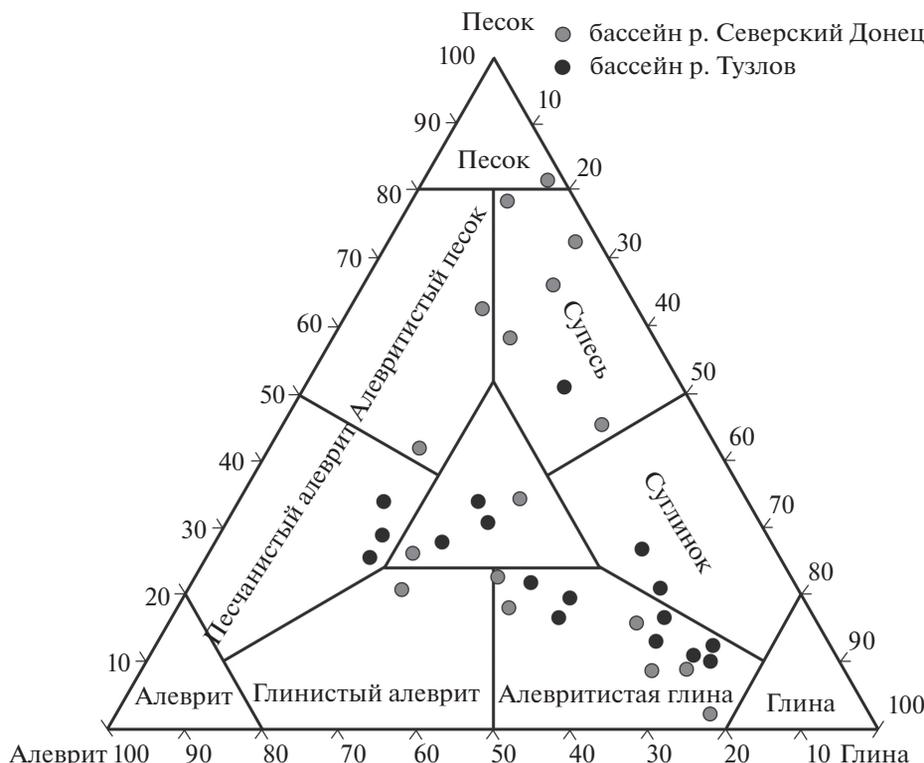


Рис. 2. Гранулометрический состав донных отложений рек Восточного Донбасса (Гибков и др., 2020).

ше, чем в бассейне Северского Донца. Связано это, в первую очередь, с более высокой техногенной нагрузкой в бассейне Тузлова и большим негативным влиянием техногенных шахтных вод — основного источника загрязнения малых рек, о чем подробнее будет сказано ниже.

Факторы загрязнения и степень загрязнения

На основе концентраций элементов в пелитовой фракции были рассчитаны факторы загрязнения по каждому элементу, сумма значений которых дает возможность судить о степени загрязнения донных отложений. Результаты расчетов данных показателей приведены в табл. 2. Из нее видно, что для рек бассейна Северского Донца значения фактора загрязнения, превышающие 1.0, характерны для следующих металлов: Рb (по всем рекам); Zn (по 5 рекам); Mn и Co (по 4 рекам); по остальным элементам — в единичных случаях. Исключением является Fe, для которого не выявлено превышения кларка ни в одном створе. В среднем по бассейну наибольшие значения факторов загрязнения характерны для Рb (1.7), Mn (1.3), Zn (1.2) и Co (1.1), для остальных элементов они не превышают 1.0.

Несколько отличается распределение значений фактора загрязнения донных отложений ме-

таллами в бассейне Тузлова. Как видно из данных табл. 2, здесь наибольшим значением данного показателя отличается Сг (в среднем 2.7), что отмечено во всех семи реках бассейна. Далее следует Рb, превышение которого над кларком (в среднем в 1.5 раза) наблюдается во всех реках, кроме Тузлова. Остальные элементы в зависимости от средних значений данного показателя, превышающих 1.0, располагаются в такой последовательности: Cu (1.4), Zn (1.3), Mn (1.2).

Сравнение значений факторов загрязнения металлами донных отложений показало, что как по абсолютным их значениям, так и по степени загрязнения ситуация несколько хуже в бассейне Тузлова, где данные показатели выше, чем в бассейне Северского Донца.

Индекс геоаккумуляции

Результаты расчета данного индекса (табл. 3) показали, что среди рек бассейна Северского Донца наиболее загрязненной является Большая Гнилуша, донные отложения которой характеризуются “умеренным” уровнем загрязненности по Mn и переходным — “от низкого до умеренного” по пяти элементам из восьми. Для остальных рек отклонения от “низкого” уровня загрязненности наблюдаются только по 1–2 элементам, чаще всего

Таблица 2. Значения факторов загрязнения (C_f) и степеней загрязнения (C_d) донных отложений рек Восточного Донбасса

Река	C_f								C_d
	Fe	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr	
Бассейн Северского Донца									
Большая Каменка	0.5	1.2	1.3	1.0	1.0	2.4	1.3	1.0	9.8
Малая Каменка	0.4	1.0	0.8	0.9	0.8	2.2	1.3	0.9	8.3
Лихая	0.4	1.9	2.1	1.4	1.4	1.5	1.4	1.0	11.1
Калитва	0.3	0.5	0.4	0.5	0.5	1.2	0.6	0.6	4.8
Быстрая	0.4	0.7	0.7	0.7	0.5	1.5	0.9	0.8	6.2
Кундюря	0.4	1.2	1.3	0.8	1.0	1.9	1.3	1.0	9.0
Большая Гнилуша	0.4	1.9	3.2	1.5	2.6	1.6	2.2	1.3	14.6
Северский Донец	0.1	0.3	0.3	0.4	0.3	1.0	0.9	0.5	3.8
Среднее по бассейну	0.4	1.1	1.3	0.9	1.0	1.7	1.2	0.9	8.5
Бассейн Тузлова									
Большой Несветай	0.6	0.7	2.0	0.7	0.6	1.4	0.9	1.5	8.5
Малый Несветай	0.6	1.2	2.0	0.7	1.2	1.2	1.2	3.2	11.2
Аюта	0.7	0.7	0.7	1.0	0.8	2.7	1.3	4.0	11.7
Атюхта	0.7	0.7	0.5	1.3	0.9	2.0	1.6	3.0	10.7
Грушевка	0.8	0.9	2.1	1.6	1.0	1.3	1.5	4.7	13.8
Кадамовка	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	1.1	0.7	1.3	6.2
Тузлов	–	1.1	0.8	3.9	0.8	0.9	2.1	1.1	10.7
Среднее по бассейну	0.7	0.8	1.2	1.4	0.8	1.5	1.3	2.7	10.4

Примечание. Цветом выделен уровень загрязнения донных отложений: зеленый – слабый; желтый – умеренный.

по Pb. Уровень загрязненности донных отложений рек в бассейне Северского Донца тяжелыми металлами можно в целом оценить как “низкий”.

Для рек бассейна Тузлова значения индексов геоаккумуляции выше, чем для рек бассейна Северского Донца, особенно по хрому (см. табл. 3). Для большинства рек бассейна Тузлова по этому элементу наблюдается переходный уровень загрязненности от “низкого к умеренному” или “умеренный”. Наиболее загрязненными являются рр. Атюхта и Грушевка, в донных отложениях которых отклонение от “низкого” уровня выявлено по трем элементам.

Таким образом, при использовании зарубежных показателей получается очень близкая картина: наименее загрязненными являются донные отложения рр. Калитва, Быстрая, Северский Донец в бассейне Северского Донца и р. Кадамовка в бассейне Тузлова. Самыми загрязненными соответственно являются донные осадки рр. Большая Гнилуша и Грушевка. В целом же уровень загрязненности донных отложений рек обоих бас-

сейнов характеризуется как “умеренный” (по C_d), “низкий” или переходный “от низкого до умеренного” (по I_{geo}). Однако при этом для бассейна Северского Донца загрязненность металлами донных отложений в среднем ниже, чем для бассейна Тузлова.

Суммарный показатель Z_c

Для оценки степени загрязненности донных осадков по этому показателю использовались содержания того же набора элементов в пелитовой фракции, что и при оценке по зарубежным критериям. В результате проведенных расчетов выявлено, что уровень загрязненности донных отложений рек в данном регионе преимущественно слабый и только в рр. Грушевка и Кадамовка отмечается средняя степень загрязненности речных осадков (табл. 4).

Сравнительная оценка уровней загрязненности донных отложений тяжелыми металлами с использованием отечественных и зарубежных

Таблица 3. Индексы геоаккумуляции (I_{geo}) металлов в донных отложениях рек Восточного Донбасса

Река	I_{geo}								Интервал I_{geo}
	Fe	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr	
Бассейн Северского Донца									
Большая Каменка	-1.53	-0.38	-0.18	-0.53	-0.56	0.69	-0.16	-0.58	0-1
Малая Каменка	-1.79	-0.65	-0.87	-0.80	-0.84	0.53	-0.16	-0.70	0-1
Лихая	-1.78	0.31	0.51	-0.11	-0.10	-0.01	-0.06	-0.62	0-1
Калитва	-2.54	-1.46	-1.76	-1.48	-1.58	-0.29	-1.21	-1.32	0
Быстрая	-1.98	-1.01	-1.15	-1.02	-1.51	-0.04	-0.78	-0.84	0
Кундрючья	-1.74	-0.37	-0.18	-0.83	-0.60	0.37	-0.22	-0.63	0-1
Большая Гнилуша	-1.83	0.36	1.08	0.02	0.80	0.05	0.52	-0.22	0-2
Северский Донец	-3.35	-2.11	-2.57	-1.95	-2.44	-0.53	-0.76	-1.70	0
Среднее	-2.07	-0.66	-0.64	-0.84	-0.86	0.10	-0.35	-0.83	0-1
Бассейн Тузлова									
Большой Несветай	-1.36	-1.08	0.40	-1.11	-1.21	-0.07	-0.77	0.02	0-1
Малый Несветай	-1.41	-0.37	0.41	-1.05	-0.38	-0.33	-0.33	1.09	0-2
Аюта	-1.1	-1.17	-1.17	-0.66	-0.96	0.85	-0.26	1.41	0-2
Атюхта	-1.03	-1.12	-1.45	-0.22	-0.76	0.40	0.10	1.00	0-2
Грушевка	-0.96	-0.75	0.46	0.10	-0.60	-0.16	-0.01	1.63	0-2
Кадамовка	-1.37	-1.34	-1.14	-1.27	-1.29	-0.50	-1.08	-0.18	0
Тузлов	—	-0.51	-0.87	1.37	-0.89	-0.78	0.49	-0.43	0-2
Среднее	-1.20	-0.91	-0.48	-0.40	-0.87	-0.08	-0.26	0.65	0-1

Примечание. Цветом выделен уровень загрязнения донных отложений по I_{geo} согласно табл. 1.

подходов показала вполне сопоставимые результаты. В целом уровень загрязненности донных отложений рек в бассейнах Северского Донца и Тузлова характеризуется как “слабый” (по Z_c), “умеренный” или переходный “от низкого до умеренного” (по C_d и I_{geo}) (см. табл. 4) с тенденцией ухудшения гидроэкологической ситуации в бассейне Тузлова. Это обусловлено, в первую очередь, различиями в степени техногенного воздействия на водосборах. Так, в бассейне Тузлова концентрируется большее количество действующих и ликвидированных шахт, и, по нашим данным (Закруткин и др., 2010), в притоки Тузлова ежегодно сбрасывается около 363 375 т различных загрязнителей, в том числе макрокомпонентов (сульфатов, ионов натрия и калия, хлоридов и гидрокарбонатов) и микрокомпонентов (железа, марганца, меди, стронция, алюминия и др.), что почти в 9 раз выше суммарного количества загрязняющих веществ, поступающих в бассейн Северского Донца (42 128 т/год).

ВЫВОДЫ

1. Химический состав донных отложений техногенно нарушенных геосистем Восточного Донбасса (в пределах водосборов рр. Северский Донец и Тузлов) характеризуется схожим набором элементов (тяжелых металлов), концентрация которых варьирует в широких пределах. Наибольшее содержание металлов в донных отложениях рек обоих бассейнов принадлежит железу и марганцу, наименьшее – свинцу и кобальту. В целом концентрация металлов в донных отложениях рек бассейна Тузлова выше, чем в бассейне Северского Донца.

2. Оценка загрязненности донных отложений тяжелыми металлами с использованием различных показателей (Z_c , C_d и I_{geo}) позволяет отнести их преимущественно к слабому или низкому уровню. В целом же в бассейне Тузлова загрязненность металлами донных отложений выше, чем в бассейне Северского Донца, что связано с более интенсивной техногенной нагрузкой.

Таблица 4. Загрязненность донных отложений рек Восточного Донбасса тяжелыми металлами по различным показателям

Река	Z_c	Уровень загрязненности донных отложений по индексу:		
		Z_c	C_d	I_{geo}
Бассейн Северского Донца				
Большая Каменка	6.0	Слабый	Умеренный	От низкого до умеренного
Малая Каменка	5.4	Слабый	Умеренный	От низкого до умеренного
Лихая	7.7	Слабый	Умеренный	От низкого до умеренного
Калитва	2.4	Слабый	Слабый	Низкий
Быстрая	3.1	Слабый	Слабый	Низкий
Большая Гнилуша	11.9	Средний	Умеренный	От низкого до умеренного
Кундрючья	5.2	Слабый	Умеренный	От низкого до умеренного
Северский Донец	1.0	Слабый	Слабый	Низкий
Бассейн Тузлова				
Большой Несветай	4.4	Слабый	Умеренный	От низкого до умеренного
Малый Несветай	6.3	Слабый	Умеренный	От низкого до умеренного
Аюта	7.2	Слабый	Умеренный	От низкого до умеренного
Атюхта	6.9	Слабый	Умеренный	От низкого до умеренного
Грушевка	14.1	Средний	Умеренный	От низкого до умеренного
Кадамовка	2.8	Слабый	Слабый	Низкий
Тузлов	5.9	Слабый	Умеренный	От низкого до умеренного

3. Результаты использования различных подходов оказались вполне сопоставимыми, и в целом уровень загрязненности донных отложений рек в пределах техногенно нарушенных геосистем Восточного Донбасса можно охарактеризовать как “низкий” или “от низкого до умеренного”.

Полученные результаты могут быть в дальнейшем использованы для разработки и совершенствования региональной системы оценки качества воды и донных отложений рек Восточного Донбасса, а также для оценки экологического риска для населения, активно использующего речные воды в качестве источника питьевого водоснабжения и в технических целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гибков Е.В., Закруткин В.Е., Решетняк В.Н., Решетняк О.С. Эколого-геохимические особенности донных отложений рек Восточного Донбасса // Изв. ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2020. № 1. С. 36–46.
- Закруткин В.Е., Гибков Е.В., Решетняк О.С., Решетняк В.Н. Донные отложения как индикатор первичного и источник вторичного загрязнения речных вод углепромышленных территорий Восточного Донбасса // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020а. Т. 84. № 2. С. 259–271.
- Закруткин В.Е., Иваник В.М., Гибков Е.В. Эколого-географический анализ рисков реструктуризации угольной промышленности в Восточном Донбассе // Изв. РАН. Сер. геогр. 2010. № 5. С. 94–102.
- Закруткин В.Е., Коронкевич Н.И., Шишкина Д.Ю., Долгов С.В. Закономерности антропогенного преобразования малых водосборов степной зоны Юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 2004. 252 с.
- Закруткин В.Е., Решетняк О.С., Бакаева Е.Н. Гидро-экологические особенности поверхностных вод углепромышленных территорий Восточного Донбасса // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020б. Т. 84. № 3. С. 451–460.
- Закруткин В.Е., Скляренко Г.Ю., Бакаева Е.Н., Решетняк О.С., Гибков Е.В., Фоменко Н.Е. Поверхностные и подземные воды в пределах техногенно нарушенных геосистем Восточного Донбасса: формирование химического состава и оценка качества: монография. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального ун-та, 2016. 172 с.
- Решетняк О.С., Закруткин В.Е. Донные отложения как источник вторичного загрязнения речных вод металлами (по данным лабораторного эксперимента) // Изв. ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2016. № 4. С. 102–109.
- Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
- Янин Е.П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки). М.: ИМГРЭ, 2002. 52 с.
- Abraham G.M.S., Parker R.J. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland,

- New Zealand // *Environ. Monit. Assess.* 2008. Vol. 36. P. 227–238.
- Cao X., Shao Y., Deng W. et al. Spatial distribution and potential ecologic risk assessment of heavy metals in the sediments of the Nansi Lake in China // *Environ. Monit. Assess.* 2014. Vol. 186. P. 8845–8856.
- Hakanson L. Ecological risk index for aquatic pollution control, a sedimentological approach // *Wat. Res.* 1980. Vol. 14. P. 975–1001.
- Müller G. Index of geoaccumulation in the sediments of the Rhine River // *Geojournal.* 1969. Vol. 2. P. 108–118.
- Nasrabadi T., Nabi Bidhendi G., Karbassi A. et al. Evaluating the efficiency of sediment metal pollution indices in interpreting the pollution of Haraz River sediments, southern Caspian Sea basin // *Environ. Monit. Assess.* 2010. Vol. 171. P. 395–410.
- Pazi I. Assessment of heavy metal contamination in Candarli Gulf sediment, Eastern Aegean Sea // *Environ. Monit. Assess.* 2011. Vol. 174. P. 199–208.
- Raza A., Farooqi A., Javed A. et al. Distribution, enrichment, and source identification of selected heavy metals in surface sediments of the Siran River, Mansehra, Pakistan // *Environ. Monit. Assess.* 2016. Vol. 188. P. 572.
- Turekian K.K., Wedepohl D.H. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust // *Bulletin Geol. Soc. of America.* 1961. Vol. 72. P. 175–192.

River Bottom Sediments of Technogenic Disturbed Geosystems of the Eastern Donbas: Comparative Assessment of Pollution Level with Heavy Metals by Russian and International Criteria

V. E. Zakrutkin¹, V. N. Reshetnyak^{1, 2}, O. S. Reshetnyak^{1, 3, *}, and E. V. Gibkov¹

¹South Federal University, Rostov-on-Don, Russia

²All-Russian Research Institute of Coal Exploration, Rostov-on-Don, Russia

³Hydrochemical Institute, Rostov-on-Don, Russia

*e-mail: olgare1@mail.ru

The content distribution of heavy metals in river sediments within the technogenic disturbed geosystems of the Eastern Donbas (in the Seversky Donets and Tuzlov river basins) is studied. The content of heavy metals varies widely. At the same time, the highest concentrations are characteristic of iron and manganese and the lowest concentrations—of lead and cobalt. To assess the level of bottom sediments contamination with heavy metals we used the fraction <0.01 mm (pelitic fraction) extracted from gross samples. This fraction not only dominates most of sediments' samples but concentrates a major part of heavy metals, and has the best indicator properties when characterizing the pollution of river ecosystems. The work used generally accepted Russian and international indices such as total pollution index (Z_p), contamination factor (C_p), degree of contamination (C_d), geoaccumulation index (I_{geo}); in addition average continental shale values were used as a baseline concentration for the fraction <0.01 mm. The heavy metal pollution level of river bottom sediments in the Seversky Donets and Tuzlov river basins is classified as “moderate” by the degree of contamination index and “uncontaminated” or “uncontaminated to moderately contaminated” by the geoaccumulation index, and “low” by total pollution index. In general metal contamination of river sediments is lower in the Seversky Donets basin than in the Tuzlov basin, which is associated with a more intense anthropogenic load. The results of using different indices seem to be comparable. Generally, the pollution level of river bottom sediments within the technogenic disturbed geosystems of the Eastern Donbas can be described as relatively low.

Keywords: Tuzlov River Basin, Seversky Donets River Basin, pelitic fraction, total pollution index, geoaccumulation index

REFERENCES

- Abraham G.M.S., Parker R.J. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, *Auckland, New Zealand. Environ. Monit. Assess.*, 2008. vol. 136, pp. 227–238.
- Cao X., Shao Y., Deng W. et al. Spatial distribution and potential ecologic risk assessment of heavy metals in the sediments of the Nansi Lake in China. *Environ. Monit. Assess.*, 2014, vol. 186, pp. 8845–8856.
- Gibkov E.V., Zakrutkin V.E., Reshetnyak V.N., Reshetnyak O.S. Ecological and geochemical features of river sediments of the East Donbass. *Izv. Vuzov. Severo-Kavkazskii Region. Estestvennye Nauki*, 2020, no. 1, pp. 36–46. (In Russ.).
- Hakanson L. Ecological risk index for aquatic pollution control, a sedimentological approach. *Water Res.*, 1980, vol. 14, pp. 975–1001.
- Müller G. Index of geoaccumulation in the sediments of the Rhine River. *Geojournal*, 1969, vol. 2, pp. 108–118.
- Nasrabadi T., Nabi Bidhendi G., Karbassi A. et al. Evaluating the efficiency of sediment metal pollution indices in interpreting the pollution of Haraz River sediments, southern Caspian Sea basin. *Environ. Monit. Assess.*, 2010, vol. 171, pp. 395–410.

- Pazi I. Assessment of heavy metal contamination in Candalri Gulf sediment, Eastern Aegean Sea. *Environ. Monit. Assess.*, 2011, vol. 174, pp. 199–208.
- Raza A., Farooqi A., Javed A. et al. Distribution, enrichment, and source identification of selected heavy metals in surface sediments of the Siran River, Mansehra, Pakistan. *Environ. Monit. Assess.*, 2016, vol. 188, 572 p.
- Reshetnyak O.S., Zakrutkin V.E. Bottom sediments as a source of secondary water pollution by metals (according to the laboratory experiment)]. *Izv. Vuzov. Severo-Kavkazskiy Region. Estestvennye Nauki*, 2016, no. 4, pp. 102–109. (In Russ.).
- Saet Yu.E., Revich B.A., Yanin E.P. et al. *Geokhimiya okruzhayushchei sredy* [Environmental Geochemistry]. Moscow: Nedra Publ., 1990, 335 p. (In Russ.).
- Turekian K.K., Wedepohl D.H. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 1961, vol. 72, pp. 175–192.
- Yanin E.P. *Tekhnogennye geokhimicheskie assotsiatsii v donnykh otlozheniyakh malykh rek (sostav, osobennosti, metody otsenki)* [Technogenic Geochemical Associations in the Bottom Sediments of Small Rivers (composition, features, assessment methods)]. Moscow: IMGRE, 2002, 52 p. (In Russ.).
- Zakrutkin V.E., Gibkov E.V., Reshetnyak O.S., Reshetnyak V.N. River Sediments as River Waters' Primary Pollution Indicator and Secondary Pollution Source in East Donbass Coal-Mining Areas. *Izv. RAN. Ser. Geogr.* 2020a, vol. 84, no. 2, pp. 259–271. (In Russ.).
- Zakrutkin V.E., Ivanik V.M., Gibkov E.V. Ecological and geographical analysis of coal industry restructuring risks in Eastern Donbass. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2010, no. 5, pp. 94–102. (In Russ.).
- Zakrutkin V.E., Koronkevich N.I., Shishkina D.Yu., Dolgov S.V. *Zakonomernosti antropogennogo preobrazovaniya malykh vodosborov stepnoi zony Yuga Rossii* [Patterns of Anthropogenic Transformation of Small Catchment Areas of the Steppe Zone of the South of Russia]. Rostov-on-Don: Rostov. Univ. Publ., 2004, 252 p. (In Russ.).
- Zakrutkin V.E., Reshetnyak O.S., Bakaeva E.N. Surface water hydroecological peculiarities of Eastern Donbass coal-mining areas. *Izv. RAN. Ser. Geogr.*, 2020b, vol. 84, no. 3, pp. 451–460. (In Russ.).
- Zakrutkin V.E., Sklyarenko G.Yu., Bakaeva E.N., Reshetnyak O.S., Gibkov E.V., Fomenko N.E. *Poverkhnostnye i podzemnye vody v predelakh tekhnogenno narushennykh geosistem Vostochnogo Donbassa: formirovanie khimicheskogo sostava i otsenka kachestva* [Surface and Groundwater within the Technologically Disturbed Geosystems of Eastern Donbass: the Formation of the Chemical Composition and Quality Assessment]. Rostov-na-Donu: Yuzhn. Fed. Univ. Publ., 2016, 170 p. (In Russ.).

УДК 316.42,913

ИДЕНТИЧНОСТЬ КАЛИНИНГРАДЦЕВ: ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ УБЕЖДЕНИЙ НА ВЫБОР САМОИДЕНТИФИКАЦИИ

© 2021 г. О. И. Вендина^{а, *}, А. А. Гриценко^{а, **}, М. В. Зотова^{а, ***}, А. С. Зиновьев^{б, ****}

^аИнститут географии РАН, Москва, Россия

^бСанкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: vendina@igras.ru

**e-mail: antgritsenko@igras.ru

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

****e-mail: a.zinovyev@spbu.ru

Поступила в редакцию 02.12.2020 г.

После доработки 12.02.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Для исследований идентичности жителей Калининградской области характерно сочетание пристального внимания к идеологически значимым факторам ее формирования с его дефицитом к вопросам персональных убеждений и мировоззрения. В лучшем случае исследователи говорят о стереотипах общественного мнения и устойчивых мифологемах. Авторы статьи стремятся восполнить этот пробел, предлагая взглянуть на идентичность как на рефлексивный проект, поддерживаемый с помощью нарративов и контролируемый социальной практикой. Цель статьи — показать сдвиги в осмыслении окружающей действительности, произошедшие в калининградском социуме в начале XXI в., и выявить характер их влияния на самоидентификацию калининградцев. В работе авторы опирались на серию интервью, проведенных летом 2020 г. Результаты контент-анализа текстовых материалов сопоставлялись с выводами других исследователей и данными социологических опросов. Анализ показал, что для калининградского социума характерно наличие противоположных культурных феноменов: “запаздывания”, т.е. осмысления происходящих изменений в категориях, релевантных для предыдущей эпохи, и “опережения” — использования нарративов и практик, характерных для постмодерна. Авторы высказывают предположение, что достигнутый калининградским социумом уровень плюрализма, базирующийся на сочетании современных и традиционных ценностных установок, обеспечивает идентичности жителей области необходимую устойчивость. Однако противоречие между политикой удержания идентичности в рамках традиционных государственных представлений и рефлексивностью современного общества, в котором индивид не связан традициями и скриптивными отношениями, может нарушить сложившееся равновесие.

Ключевые слова: Калининградская область, идентичность, рефлексивность, нарративы, ценности, социокультурный контекст

DOI: 10.31857/S2587556621040117

ВВЕДЕНИЕ

Интерес к изучению идентичности жителей Калининградской области возник почти сразу после распада СССР и не ослабел до настоящего времени. Причины этого в особенностях геополитического положения региона и беспокойстве по поводу государственной лояльности калининградцев из-за тесных контактов с соседними европейскими странами. Украинские события и изменение Крымом своей юрисдикции показали: подобная тревога не беспочвенна. В условиях острых внутривнутриполитических кризисов непризнание населением своего государства действительно “своим” может сыграть роль решающего фак-

тора в реализации сценария самоопределения. Однако ситуация в Калининградской области лишь отдаленно напоминает крымскую. Здесь никогда не было ни проблем языковой конкуренции, ни межэтнического соперничества за право считать себя “исконными хозяевами земли”. Последнее немецкое население покинуло регион еще в начале 1950-х годов, а ностальгических туристов, приезжающих взглянуть на родину предков, вряд ли можно заподозрить в намерениях ее “вернуть”. Да и местные жители относятся к ним скорее с симпатией, нежели с предубеждением. Никто не ожидает ни массовой репатриации, ни реституции. Тем не менее сохраняющееся восприятие региона как “военного трофея” и неблаго-

приятное сравнение себя с европейскими соседями создают ощущение идеологической конкуренции за культурное доминирование. В последнее десятилетие эти эмоции спровоцировали информационную кампанию против “германизации” области в контексте угроз национальной безопасности¹. Ее сторонники и протагонисты исходят из представлений классической геополитики о реваншизме государств, по тем или иным причинам утративших часть своих территорий. Согласно этой логике, территориализация воображаемой прусско-германской идентичности и забота о восстановлении исторического наследия являются признаками культурной экспансии и основанием для легитимации гипотетически возможного изменения юрисдикции региона. Хотя политика укрепления национально-государственной идентичности через дискурсивное подавление угрозы суверенитету выглядит как инструментально оправданная, она имеет серьезные побочные эффекты – рост взаимной подозрительности, эрозию доверия, социальную разобщенность. Дело ведь не только в выраженности и демонстрации патриотических чувств. Многие, если не все, действия, поступки и привычки человека являются проявлениями его идентичности. Призывы к патриотизму и запреты на демонстрацию иных форм культурной лояльности остаются проформой и вызывают отторжение, если не опираются на прагматичные и вполне приземленные практики. Преувеличение роли идеологии и недооценка факторов повседневной жизни являются причиной провала многих проектов формирования “нужной” идентичности. Если с этих позиций взглянуть на ситуацию в Калининградской области, то становится заметно, насколько политизированы вопросы калининградской идентичности. Пристальное внимание к ее идеологически значимым компонентам сочетается с его дефицитом к вопросам мировоззрения и дискурсивного контекста. Мало что известно о социальных

убеждениях калининградцев – разделяемых ими идеях и представлениях, помогающих людям объяснять происходящее, еще меньше о подвижности подобных мыслительных схем, способных изменить взгляд человека на самого себя и других, интерпретацию событий прошлого и настоящего. В данной статье нам хотелось бы частично восполнить этот пробел. Ее цель – опираясь на сравнение материалов интервью, проведенных в августе 2020 г., и выводов социологов, полученных в более ранних исследованиях, показать сдвиги в осмыслении окружающей действительности, произошедшие в калининградском социуме в начале XXI в., и выявить характер их влияния на самоидентификацию калининградцев.

КОНЦЕПЦИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Идентичность относится к числу концептуально важных, широко используемых и одновременно размытых понятий, перегруженных смыслами. Первые исследования идентичности калининградцев трактовали ее как результат синтеза ценностных и эмоциональных представлений человека о своей принадлежности к различным общностям, выделяемым по принципу совместного проживания на конкретной территории. Наличие таких “воображаемых сообществ” (Андерсон, 2016) конкретизировалось через специфику геополитического положения региона, влияющего на поведенческие практики и образ жизни людей. Данный подход отвечает концепции идентичности, предложенной Эриком Эриксоном (Erikson, 1956), согласно которой в основе самоидентификации человека лежит осознание им целостности своей личности, формирующейся в определенных социальных и культурных обстоятельствах и базирующейся на осмыслении обретенного опыта. Многообразие проблем и социальных сред, с которыми сталкивается человек, предопределяет множественность и изменчивость его идентичности, а культурная определенность – ее устойчивость (Эриксон, 1996). Аналитическое преимущество концепции Эриксона – возможность вычленять отдельные компоненты самоопределения человека, например, российскую, европейскую или локальную идентичности, ранжировать их по социальной значимости, наблюдать динамику изменений и оценивать роль в формировании представлений, разделяемых в конкретном социуме.

Все эти преимущества в полной мере использовались в проводимых исследованиях. Регулярные опросы показывали устойчивость структуры идентичности калининградцев: преобладание региональной самоидентификации и постепенный

¹ Приведем взятые наугад примеры: Здесь была Deutschland. Как в Калининграде бизнесмены борются с прокуратурой за немецкий язык. Независимый информационный портал “Холод”, 06.11.2020. https://holod.media/2020/11/06/hier-war-deutschland/?utm_source=lch&utm_medium=vk&utm_campaign=lnt (дата обращения 13.11.2020); Реваншистские мифы о Калининграде кажутся смешными, но они формируются. НьюсБалт, 09.12.2019. <https://newsbalt.ru/news/2019/12/09/revanshistskie-mify-o-kaliningrade/> (дата обращения 13.11.2020); Германизация по-калининградски. After Empire, 31.01.2019. <https://afterempire.info/2019/01/31/germanizaciya/> (дата обращения 13.11.2020); “Германский порядок” в Калининградской области наступил: завтра оккупация? ИА REGNUM, 15.12.2016. <https://regnum.ru/news/polit/2218090.html> (дата обращения 13.11.2020); “Облизывание немецкого”: как калининградские СМИ боролись с “германизацией”. Новый Калининград, 12.10.2017. <https://www.newkaliningrad.ru/news/community/15280621-oblizyvanie-nemetskogo-kak-kaliningradskie-smi-borolis-s-germanizatsiyey.html> (дата обращения 13.11.2020).

рост ее российской составляющей. Опцию “россияне, граждане России” в 2001 г. выбирали 25% опрошенных жителей Калининградской области, а в 2015–2016 гг., по одним данным, – 41%², а по другим, – 60% (Лёвкина, Алимпиева, 2015; Мартынова, Григорьева, 2018а; Российский ..., 2017; Klemeshev et al., 2017). Среди объяснительных факторов упоминались относительная изолированность региона, затрудненность контактов с основной территорией страны в сравнении с частотой и легкостью поездок в соседние Польшу и Литву, подвижки в составе населения области в результате миграций. Недавние приезжие из других регионов РФ и стран СНГ чаще называли себя россиянами, нежели калининградцы³.

Несмотря на ясность и логичность этой картины, она оставляла чувство неудовлетворенности. Возражение вызвала, во-первых, избыточная объективация групп, выделяемых по принципу разделяемой идентичности. Подчеркивалась множественность, нестабильность и принципиальная незавершенность идентичности человека, условность и проницаемость межгрупповых границ. В рассуждениях о калининградской идентичности все чаще стал использоваться термин “идентификация” (Brubaker, Cooper, 2000), подразумевающий гибкость и ситуативность представлений людей (Берендеев, 2007; Дробижева, 2017; Кузнецов, 2017; Лёвкина, Алимпиева, 2015).

Во-вторых, согласно результатам многолетних исследований Института социологии РАН, российская идентичность – одна из наиболее распространенных коллективных идентичностей в стране, но она далеко не всегда является приоритетной и более того – отрефлексированной (Дробижева, 2017). Если верить Самюэлю Хантингтону, то “естественная” иерархия самоидентификаций, отражающая тесноту связи человека с различными территориальными общностями, выстраивается в соответствии с приоритетностью локальной, региональной и лишь затем национально-гражданской (страновой) идентичности. Локальная солидарность всегда значимей общегосударственной, за исключением случаев мобилизации населения против разнообразных внешних

угроз (Хантингтон, 2008). Поэтому беспокойство по поводу слабости российской идентичности может быть надуманным, и имеет смысл анализировать не столько номинативные отношения (калининградец или россиянин), сколько содержательную наполненность идентичностей и прочность возникающих ассоциативных связей.

В-третьих, в проведенных исследованиях очень слабо учитывались субъективные факторы. Так, сравнительно низкая приверженность российской идентичности в первое постсоветское десятилетие могла объясняться не только кризисной ситуацией в области и новизной ее геополитического положения, но и слабой освоенностью термина “россияне”, который и сегодня воспринимается неоднозначно. Не говоря уже о том, что ограниченность мировоззрения человека узкими рамками своего жизненного круга – типичная черта провинциального социума. Сходным образом рост числа жителей Калининградской области, разделяющих российскую идентичность, может объясняться не только укреплением гражданского самосознания и миграционным притоком населения из других регионов России, но и атмосферой политического недоверия и опасений, созданной кампанией по борьбе с “германизацией”.

Внимание к социокультурному контексту формирования идентичности высвечивает важность ее когнитивных (знание, информация) и рефлексивных (обращенность на себя) аспектов. В мире информационной насыщенности и изменчивых дискурсивных практик множественность интерпретаций одних и тех же событий и фактов становится нормой. Вера в наличие неизблемых принципов, культурных кодов и традиционных ценностей, которая раньше определяла целостность личности и устойчивость социума, прогрессивно слабеет. Многообразие точек зрения, ни одной из которых до конца невозможно доверять, даже если она подкреплена научным знанием и неоспоримыми авторитетами, заставляет человека во всем сомневаться, включая самого себя. Ответ на вопрос – кто я и как я хочу, чтобы меня воспринимали другие, никогда не бывает окончательным и зависит от вновь поступающей информации и социокультурного контекста. Интуитивно эту мысль в приложении к Калининградской области выразил Михаил Берендеев (2007, с. 129): «Человек, считающий себя “калининградцем”, через две минуты, в другой ситуации, с не меньшей убежденностью может характеризовать себя в качестве “европейца”, а утром следующего дня ... как “россиянина”». Другими словами, идентичность предстает не как отражение множественных свойств личности и не как результат отождествления себя с определенной группой или социальной ролью, а как

² Социолог Ефим Фидря: “Отдельная калининградская идентичность – это миф”. Новый Калининград, 02.12.2016. <https://www.newkaliningrad.ru/news/community/11797648-sotsiolog-efim-fidrya-otdelnaya-kaliningradskaaya-identichnost-eto-mif.html> (дата обращения 13.11.2020); Менее половины жителей Калининградской области ощущают себя жителями России. ИА “Русский Запад – Калининград”. 02.10.2015. <https://ruwest.ru/news/48353/> (дата обращения 13.11.2020).

³ Опрос жителей города Калининграда, октябрь 2018. Исследовательская компания “КМГ”. <http://kmggroup.ru/2018/11/16/opros-zhitelej-goroda-kaliningrada-oktyabr-2018/> (дата обращения 13.11.2020).

производная от практики, пережитого опыта и множественности выборов, как рефлексивный проект, поддерживаемый с помощью нарративов и контролируемый социальными порядками и привычками. Чем более современным является общество, тем в большей мере индивид поглощен собой, и тем меньшую роль в регулировании социальных отношений играют традиции и социальные предписания (Гуревич, 2010; Alexander, 1996; Archer, 2007; Beck et al., 1994; Giddens, 1991; Chaffee, 2019; Craib, 1998).

Концепция “рефлексивной идентичности” (Beck et al., 1994; Giddens, 1991) в наибольшей мере отвечает замыслу данной статьи, поскольку позволяет пояснить механизмы влияния сдвигов в социальных представлениях калининградцев на их самоидентификацию. Планируя исследование, мы хотели погрузиться именно в дискурсивную реальность, сопоставив затем взгляды и оценки людей с демографическими, социально-экономическими и социологическими фактами.

Основным методом работы был контент-анализ интервью, проведенных в августе 2020 г. с представителями экспертного сообщества Калининградской области. В число наших собеседников входили журналисты, социологи, историки, гражданские активисты, предприниматели, музейные работники, сотрудники региональной и муниципальных администраций, то есть люди, формирующие информационную повестку и влияющие на интерпретацию событий.

Был разработан гайд интервью, который включал следующие блоки вопросов:

- основные проблемы региона и населенного пункта, стратегии их решения, принятые на уровне администраций и практикуемые местными жителями;
- определение “особости” Калининградской области в сравнении с Россией и соседними европейскими странами;
- характеристика отличительных черт местного социума, отношений между людьми, привычек и образов жизни;
- социальная активность и пассивность, вовлеченность людей в общественные инициативы и/или устранение от общественной деятельности;
- особенности и география контактов, мобильность и жизненный опыт;
- отношение к культурному наследию и реализованным проектам по его сохранению и поддержанию.

Тематическая структура интервью строго выдерживалась, хотя задаваемые вопросы корректировались в зависимости от сферы деятельности и

компетенции наших собеседников. Мы также просили их объяснить такие противоречия калининградского социума, как: “живут в России, но чаще бывают в соседних странах”, “живут сравнительно хорошо, но чувствуют себя плохо”, “разделяют антизападные настроения, но дружат с западными соседями”, “дорожат немецким культурным наследием, а советское – не берегут и наследием не считают”, и прочие. Всего по единому гайду было проведено 30 интервью. Экспертные мнения сравнивались с интерпретациями результатов опросов, проведенных в разные годы. Различия оценок рассматривались нами как симптомы сдвигов, происходящих в общественном сознании. Мы отдавали себе отчет в проблематичности широких обобщений на основе единичного полевого исследования, поэтому оно рассматривалось нами как пилотный проект для разработки программы дальнейшей работы.

“ПЕРЕСЕЛЕНЧЕСКИЙ РЕГИОН”

Рассуждения о Калининградской области как переселенческом регионе предваряют почти каждое исследование, посвященное ее социально-экономическим, демографическим, культурным и политическим проблемам. Переселенческий нарратив настолько глубоко пропитал общественное сознание, что формула “здесь все приезжие” стала восприниматься как непреложная истина и готовое объяснение на все случаи жизни. Данный аргумент приводится и когда речь идет о разобщенности и безынициативности калининградцев (*Если вы приезжие и возможно завтра уедете, то не то что вы будете на чемоданах сидеть, но строить что-то капитальное вы точно не будете. Зачем?!* (м., журналист)), и когда в более позитивном ключе отмечается низкий уровень антимигрантских настроений (*Вы пытаетесь перенести свои московские представления на нашу область, а у нас нет никакой мигрантофобии, потому что здесь все приезжие и в каждой семье есть опыт миграции* (ж., профессиональный социолог)).

Однако исторические факты, данные переписей и социологические опросы рисуют иную картину. Собственно “переселение” – замещение немецкого населения советским, преимущественно русскими – состоялось в первые послевоенные годы (Костяшов, 1996; Кретинин, 2015; Мартынова, 2014а). Это была стрессовая миграция, основную массу переселенцев составляли обездоленные и измученные войной люди (Костяшов, 2009). Условия жизни на новом месте также не были “сахарными” (Восточная ..., 2018), хотя сегодня былые проблемы стерлись из памяти, а рассказы о высоком довоенном уровне жизни в регионе, вызвавшем у первых переселенцев

смешанные чувства восхищения и фрустрации, довольно распространены.

В следующее сорокалетие ситуация стабилизировалась. Главным фактором, определившим демографическую динамику, стали не миграции, а естественный прирост населения. За эти годы успело родиться, вырасти и родить своих детей новое поколение калининградцев.

Вторая волна массовых миграций была связана с распадом СССР, вначале она имела форму “исхода” русского и русскоязычного населения из Казахстана, соседних балтийских государств, стран Кавказа и Средней Азии. Им на смену пришли трудовые мигранты и выходцы из других регионов России, которые рассматривали Калининградскую область как место для жизни, плацдарм для бизнеса, карьерного роста и, возможно, дальнейшей миграции “на Запад”. Одновременно регион начал терять население в миграционном обмене с Москвой, Московской областью, Санкт-Петербургом и своими соседями – Литвой и Польшей.

С середины 2000-х годов наметилась новая миграционная волна, компенсировавшая отток населения. Речь уже шла о миграционных выгодах, а не стрессах. Появилась категория “новых” переселенцев – бывших соотечественников, получающих государственную и региональную поддержку при смене гражданства и переезде в РФ. Заметно увеличилась доля пенсионеров, перебирающихся сюда после завершения своей трудовой деятельности “на северах” или в других ресурсных регионах страны⁴. Выросло значение сезонных миграций, связанных с покупкой жилья в курортной зоне для собственного проживания в летний период или получения рентных доходов от туризма. Но как бы там ни было, и сколь бы ни велика была роль миграций, доля местных уроженцев среди жителей области росла на протяжении всего послевоенного периода.

Согласно переписи населения 1989 г., она составляла 40%, 2002 г. – 48%, 2010 г. – превысила половину жителей, а к 2015 г. достигла 60% (Абылкаликов, Сазин, 2019). Среди молодых поколений показатели были еще выше: 82% для родившихся в 1980–1984 гг., и уже 91% – в 1990-х (Абылкаликов, Сазин, 2019, с. 41). Близкие значения дают и социологические опросы⁵. Причем все исследователи подчеркивают: калининградцы несравнимо чаще ассоциируют регион со

⁴ “К нам едут люди небедные”: ИО Главы Калининградской области Антон Алиханов рассказал Екатерине Даниловой о причинах привлекательности региона для пенсионеров. Журнал “Огонек”. № 15. 17.04.2017. <https://www.kommerisant.ru/doc/3267573> (дата обращения 13.11.2020).

“своей землей” и “родным краем”, нежели “островом” или “анклавом”.

Казалось бы, есть все основания говорить об укорененности жителей Калининградской области, вкладывая в это понятие социологический (длительность проживания, наличие межпоколенческих связей, общего опыта, памяти, локальной и региональной идентичности), а не этнографический (коренные народы, аборигены, автохтонное население) смысл. Разница между этими подходами принципиальна, хотя оба они связывают с укорененностью представление о заинтересованности людей в локальном и региональном развитии, доверии и солидарности.

Приведем пример, показывающий эффект, производимый смешением понятий. Так, в работе авторитетных калининградских исследователей читаем: «Переселенческий характер населения, как в прошлом, так и в значительной степени в настоящем, к тому же известная “гарнизонность” региона, не способствуют формированию автохтонного населения области» (Андрейчук, Гаврилина, 2011, с. 73). Однако автохтонное население современной Калининградской области было уничтожено или ассимилировано еще во времена первых крестовых походов, и сегодня вряд ли найдутся силы, способные его возродить. Довоенные жители региона тоже не были автохтонами, хотя и были старожилками, имевшими за плечами длинную историю смены поколений. Ощущение неукорененности нынешних калининградцев создается не только миграциями и упомянутой гарнизонностью, но и доминированием нарратива “здесь все приезжие”. Фактически калининградская идентичность жителей региона ставится под сомнение постоянно воспроизводимым дискурсом переселенцев, не совсем уверенных в своих правах и своем будущем. Тот факт, что Калининградская область, будучи переселенческой, уже давно не является регионом “приезжих”, плохо отрефлексирован. Привычность господствующей мыслительной схемы деформирует восприятие современных реалий.

Этот тезис хорошо иллюстрируют газетные публикации, посвященные исследованию демографической динамики населения области. В них даже рост численности местных уроженцев – по-

⁵ “Калининградская проблема” в зеркале общественного мнения. Аналитический обзор. М.: ЦИРКОН, КСЦ, 2002. http://www.zircon.ru/upload/iblock/f7d/Kaliningradskaja_problema_v_zerkale_obshestvennogo_mnenija.pdf (дата обращения 12.11.2020); Российский фронт: гражданская идентичность на передовом рубеже страны. 2017. М.: ЦИРКОН. http://www.zircon.ru/upload/iblock/76c/Rossiiskij_frontir_Analiticheskij_otchet.pdf; (дата обращения 02.11.2020). Дрейф общественного мнения или калининградцы 16 лет спустя. 2019. Исследовательская компания “КМГ”. http://kmggroup.ru/wp-content/uploads/2019/09/Forgo_doc.pdf (дата обращения 09.11.2020).

зитивный факт с точки зрения преодоления неукорененности, преподносится как проблема⁶. Предполагается, что у второго и третьего поколения калининградцев слабеет потребность в контактах с родственниками, живущими в других регионах России, что может повлечь за собой нарастание рисков изоляционизма, сепаратизма и прочее. Хотя подобные умозаключения являются результатом аналитической односторонности, будучи пропущенными через медийные фильтры, они предстают как угрозы и актуализируют дискурс безопасности. Возникает ситуация “королевства кривых зеркал”, которая, как в известной книге, загоняет внутрь реальные проблемы и вынуждает людей избегать их обсуждения, разрушая позитивные основы идентичности.

“ДРУГИЕ РОССИЯНЕ”

Уже первые исследования идентичности калининградцев показали распространенность взгляда на самих себя и региональный социум как на “особых россиян” (Задорин, 2018; Калашников, Будилов, 2019; Калининградская ..., 2002; Клемешев, Федоров, 2004; Мартынова, 2014б). Свою роль в таком самоопределении сыграли обстоятельства места и времени, которые, с точки зрения местных жителей, позволили им усвоить европейский стиль жизни и стать более “цивилизованными” (Алимпиева, 2003, 2009). Среди основных причин такой трансформации называются доступность и частота поездок за границу, массовое обладание загранпаспортами, ориентация на модели потребления и моды, предлагаемые в соседней Польше. Такие утверждения, как *наша Икеа в Гданьске* (ж., сотрудник администрации); *для нас, конечно же, Европа была и остается огромным торговым центром* (м., журналист); *аэропорт Калининграда в Гданьске, берет билет за 10 евро и летите* (ж., редактор), интерпретировались как знаки принадлежности к европейскому культурному ядру. Вкупе с немецким прошлым региона и преобладанием у жителей региональной самоидентификации такой взгляд на вещи дал основания для рассуждений об уникальном “калининградском этнокультурном феномене” (Андрейчук, Гаврилина 2011; Шахов, 2002, 2017). Не останавливаясь на научной состоятельности

такого подхода⁷, заметим, что выработанная в его рамках терминология обрела популярность. Метафоры “российские европейцы”, “европейские россияне”, “калининградский этнос”, “русобалты” стали широко использоваться в других исследованиях и медиа, влияя на общественное мировоззрение.

Однако обращение к сюжету “особого” калининградского социума и калининградцев как “других” россиян выглядело бы повторением известного, если бы на этом фоне не обозначилась иная тенденция. Судя по публикациям, с середины 2010-х годов начала расти влияние диалектически противоположного нарратива – калининградцы ничем не отличаются от других россиян. Те же опросы, в которых основное внимание привлекалось к самоопределению калининградцев как “европейцев”, показывали их принадлежность единому российскому культурному континууму⁸. Среди основных черт, приписываемых калининградцами самим себе, фигурируют те же характеристики “русского человека”, которые устойчиво воспроизводятся в любых исследованиях на эту тему: от “простые”, “добрые”, “культурные” и “отзывчивые” до “ленивые”, “пьющие” и “безынициативные”⁹. Набор ценностных ориентиров калининградцев также не содержит неожиданностей: как и в других регионах страны, материальное благополучие и ощущение стабильности ценятся ими выше интересной работы, новых впечатлений, свободы и возможностей самореализации (Вендина, 2016; Кузнецов, 2016, 2017). Структурные отличия в системе ценностей объясняются поколенческими, а не географическими факторами, основные подвижки свойственны молодым возрастам (Кузнецов, 2017; Мартынова, Григорьева, 2018б). Поэтому неудивительно, что “открытие” значительного сходства между жителями Калининградской области и других регионов России делалось людьми, юность и молодость которых пришлось на годы безраздельного господства дискурса личности региона. Можно сказать, что маятник калининградской идентичности качнулся в другую сторону:

⁶ Калининград отделяется. Как демографические тренды усиливают изолированность экскавала. iQ.HSU.RU. 16.09.2019. <https://iq.hse.ru/news/306915233.html> (дата обращения 13.11.2020); Демографы ВШЭ: Калининградская идентичность может “замкнуться в себе”, усилится чувство оторванности от России. KGD.RU, 17.09.2019. <https://kgd.ru/news/society/item/84725-demografy-vshje-kaliningradskaya-identichnost-mozhet-zamknutsya-v-sebe-usilit-sya-chuvstvo-otorvannosti-ot-rossii> (дата обращения 13.11.2020).

⁷ Блестящий анализ практики искусственного конструирования этничности дан в исследовании К.А. Гавриловой (2018) на примере “автономной этнической общности” пинежская чужь.

⁸ Опрос жителей города Калининграда, октябрь 2018. Исследовательская компания “КМГ”. <http://kmggroup.ru/2018/11/16/opros-zhitelej-goroda-kaliningrada-oktyabr-2018/> (дата обращения 10.11.2020).

⁹ Русский характер. ВЦИОМ. Аналитический обзор. 24.08.2020 г. Wciom.ru <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/russkij-kharakter> (дата обращения 13.11.2020).

– Мне каждый год приходится организовывать несколько мероприятий, и я, честно говоря, вообще не вижу никакой разницы между нами и жителями, скажем, Курганской области. Вообще и никакой (м., научный сотрудник);

– Мы здесь больше ориентированы на запад, а не на восток.... Я мало ездил по России. "...” Мой первый большой выезд был во Владивосток, три года назад. Мы сутки летели. Едем на такси в город, и таксист начинает рассказ местного для приезжих. И через где-то 15 минут я понимаю, что у меня дежавю, что он поет ту же песню, что и я, когда встречаю гостей. Что российская история здесь небогатая, недлинная, что когда-то были какие-то чудесные люди чжурчжэни, которые в XIII веке делали трепанацию черепа. "...” У нас – пруссы. Далее идет рассказ о Москве “кровопийце”, и что у нас есть все ресурсы, чтобы жить припеваючи. "...” Все три недели, что мы были во Владивостоке, я находил какие-то параллели. Я видел эти дома и не понимал, почему они такие похожие. ... Затем в процессе разговоров выясняется, что их построили немцы. И я постепенно понимаю, что мы очень разные и очень близкие. Для меня это было открытием, потрясением, что на разных концах этой огромной страны, которую я, по-честному, все это “там”, не воспринимал как свою Родину. Здесь – да, а там – нет. И вдруг, все эти три недели я себя чувствовал “дома”. Я проникся тем, что я русский человек, и мне это интересно стало, исходя из того, что я увидел там, а не здесь ... (м., предприниматель).

Приведенные выдержки из интервью (а ограниченность объема статьи не позволяет привести и другие примеры) хорошо иллюстрируют тезис о рефлексивной природе идентичности и значимости дискурсивного контекста как условия ее формирования и поддержания.

“ЧУЖАЯ КУЛЬТУРА” И “СОВЕТСКОЕ ВАРВАРСТВО”

Наследство, доставшееся Калининградской области от различных исторических эпох, богато и разнообразно, в этот багаж, среди прочего, входят и диссидентские настроения. Они были широко распространены в брежневское время, но, как правило, не выходили за пределы дружеских кружков и кухонных разговоров. В постсоветскую эпоху накопленное недовольство выплеснулось наружу, обретя значение выстраданной правды. Приоритетность частной жизни человека стала рассматриваться как столь же фундаментальный политический принцип, что и господствовавший совсем недавно догмат общественных интересов. В этой логике действия советской власти интерпретировались как ошибочные и антигуманные. Все советское становилось “варвар-

ством”, а все досоветское и несоветское рассматривалось как “культура”. И в ставшем свободным обществе началось публичное обсуждение остатков чужой культуры, чудом сохранившихся в период советского варварства (м., научный сотрудник). Эта точка зрения захватила пространство социального воображения, она неоднократно нам транслировалась в многочисленных рассказах о разрушении дренажной системы польдерных земель региона, растаскивании кирпича соборов на строительство свинарников и сараев, сносе руин королевского замка в центре Калининграда, вырубке старых деревьев и прочее. В этой парадигме все советское категорически лишалось признаков “культуры”.

– Я не могу себе представить какую-то определенную калининградскую, не кёнигсбергскую, а калининградскую архитектуру. Ее не существует. Не существует калининградской архитектуры! (м., журналист).

Пожалуй, единственная тема, не подвергнутая ревизии с диссидентских позиций, была Великая Отечественная война. Война оставалась нетронутой частью советского прошлого, в которой “чужая культура” вскормила нацизм, а советская – позволила раздавить “фашистских варваров в их логове”. Однако этот дискурс за постсоветские годы был подорван “сказанием о двух тоталитаризмах”, активно продвигаемым Польшей и странами Балтии. Уравнивание советских и фашистских “варваров” встречало вполне понятное сопротивление калининградцев: тень “палачей” в этой легенде ложилась не только на довоенных, но и на нынешних жителей области, их родителей, бабушек и дедушек. Несмотря на всю критику советского режима и неприятие сталинизма, они вовсе не считали его равноценным нацизму.

– Я не хочу даже лезть в этот вопрос, но я бы не стала сравнивать Гитлера со Сталиным. Это моя точка зрения. Гитлер для меня – это страшная фигура, Сталин, я тоже не скажу, что идеальная. У меня дед в 42-м году в Архангельской области, ну, он по навету был осужден, репрессирован, только недавно мы нашли, где он умер (ж., работник библиотеки).

Не многим лучше обстоят дела и с оценкой настоящего. Германия за послевоенные годы превратилась из проклинаемой страны в образец процветающего и справедливо устроенного общества.

– Германизация, это не когда вздыхаешь, глядя на руины, копаешь в земле какие-то черепки. Германизация, это когда, ... вот у меня знакомый работает в Германии на заводе БМВ. Он живет в 120 км от завода, встает в полшестого утра, ... очень быстро едет по автобану, который очень хорошо построен. В своей дорогой машине. Высокопо-

ставленный специалист. В семь утра он начинает работать. Он в семь утра не кофе пьет, не сидит со своими коллегами, он работать начинает в семь утра. И работает до шести вечера. Вот это — германизация (м., предприниматель).

Это видение ретранслировалось и в прошлое региона. Аграрная, сохраняющая многие черты феодализма Восточная Пруссия рисовалась нашими респондентами как чуть ли ни наиболее развитая часть предвоенной Германии. Чем дальше в историю отодвигалось воображение, тем более романтической она представлялась. Прошлое было населено рыцарями, принцессами и хорошо одетыми господами. Чтобы его увидеть и восхититься, достаточно было купить довоенные открытки и альбомы фотографий. Такая аберрация зрения во многом объясняется тем, что послевоенные поколения калининградцев перестали относиться к окружающему их культурному ландшафту как “чужому”. Здания, монументы, городские руины и даже столетние деревья — свидетели истории, стали реперами самоидентификации россиян. Их сохранение воспринималось в контексте поддержания целостности собственной личности, а не стремления обнаружить в себе прусса, защитить “прусский дух” и “чуждые ценности”. Хотя рост интенсивности переживаний человека по поводу места собственной жизни был характерен для всех уголков страны, только в Калининградской области он породил центральную проблему идентичности. Не столько переселенческий характер региона, сколько перегруженность интерпретаций локальной истории антинацистскими и антисоветскими смыслами лишили калининградскую идентичность опоры в прошлом, породив двусмысленность и нигилизм.

Преодолеть кризис “исчезновения” исторической непрерывности, который обесценивал жизнь предшествующих поколений, позволил постепенный отход от идеи противопоставления “культуры” и “варварства”. В последнее десятилетие все большее влияние начал обретать нарратив региона как культурного перекрестка, пройденного многими народами, оставившими здесь свой след. Он позволял избегать крайних оценок и встраивать отдельные эпизоды истории одновременно в российский и европейский контекст.

— Я вообще стараюсь на эту тему не говорить — хорошо или плохо, потому что это этапы истории. Хорошо или плохо, что Германия пала в войне, Кёнигсберг был разрушен. Это ... историческая правда, которая была запущена цепочкой событий. Оно так сложилось. Хорошо или плохо, что кёнигсбергский замок уничтожен? Ну, с точки зрения культурологической, конечно, катастрофа, конечно, это плохо. Но с точки зрения цепочки событий, это все

закономерно. Так получилось, потому что оно так было запущено, так произошло. Тот же Дом Советов, ... у нас есть целая прослойка людей, которые говорят, что это уродство города, я так не считаю. ... Кстати, я не могу сказать, что и замок был архитектурным шедевром. ... В нем была заложена символика определенная. Он был символом одного, а Дом Советов — символ другого, и как я могу сказать — это хорошо или плохо (м., архитектор).

В этих рассуждениях доминирует идея времени, вовлекающего все и вся в свой водоворот, которая противопоставляется парадигме места как культурной почвы, делающей россиян навсегда “чужими” и “приезжими” в Калининградской области. Логика цепочки событий превращает случайности в закономерность и снижает накал политических страстей, но приводимые аргументы рискуют повиснуть в пустоте без поддержки локальной конкретикой. Такая опора была найдена в частной жизни человека и сопровождающей ее рутине повседневных забот. Дискурс приоритетности интересов человека, который в начале постсоветской эпохи служил преимущественно целям обличения советского режима, пробудил неподдельный интерес к бытовым мелочам, чувствам и мыслям людей.

Наглядный пример — история публикации фундаментального труда “Восточная Пруссия глазами советских переселенцев”. Книга по научному методу и представленной информации была революционной для советской историографии и находилась в русле понимающей социологии, ставящей во главу угла вопросы самосознания людей. Ее издание, вначале поддержанное региональной администрацией, было ею же остановлено из-за несоответствия фактов устной истории официально одобряемым взглядам на события¹⁰. Но все же сокращенная версия книги вышла малыми тиражами сначала в Германии в 1998 г., затем в Польше, Санкт-Петербурге и в 2002 г. в издательстве Калининградского университета. Только спустя двадцать лет полный и содержащий большое количество фотографий фолиант увидел свет в областной типографии (Восточная ..., 2018).

История мытарств “истории переселенцев” в полной мере отражает трансформацию разделяемого калининградцами мировоззрения: стало важным не забыть прошлое, а вспомнить все, что было. Рефреном публичных презентаций книги звучали рассуждения о бесценности свидетельств

¹⁰ “Было ощущение временности пребывания и особо чувствовалось, что мы чужие здесь”. В Калининграде выходит новое издание легендарной книги “Восточная Пруссия глазами переселенцев”. Информационный портал Клопс. <https://special.klops.ru/pereselenie> (дата обращения 13.11.2020).

очевидцев и предложения собирать воспоминания друзей и родственников не только о войне и послевоенном времени, но и эпохах “оттепели” и “застоя”. Тут же обнаружилось, что *современные школьники и молодежь не умеют разговаривать со своими близкими, не знают не то что историю страны, не знают историю семьи* (ж., социолог). Были проведены обучающие семинары и в результате собрано около 200 ч интервью с рассказами о повседневной жизни в советское время. Деполитизация регионального исторического нарратива способствовала тому, что семейные предания вышли в публичное пространство, населили его и “одомашнили” среду городов и поселков области: этот процесс оказался не менее выстраданным, чем диссидентская правда о советском режиме.

Переосмысление локальной истории через события частной жизни вначале коснулось немецкой специфики региона. Все-таки, на взгляд калининградцев, это была “культура”. Наиболее яркий пример — открытие в 2014 г. музея-квартиры AltesHaus, рассказывающего о жизненном укладе горожан довоенного Кёнигсберга. Затем тренд очеловечивания локальной истории начал распространяться и на советское прошлое. Создатели музея немецкой повседневности задумали показать также сложность устройства советского общества, разнообразие стилей и образов жизни калининградцев. Такая концепция далеко выходила за рамки клишированных представлений о советских людях как неразличимой серой массе. Новая экспозиция, сопровождаемая записями устных рассказов, должна дать представление о жизни в калининградской коммуналке, где в тесном пространстве трехкомнатной квартиры сталкивались разные поколения и носители разных убеждений — семья моряка-китобоя с женой, дочерью-студенткой и сыном-подростком и представитель местного андеграунда, который слушает “вражеские” голоса, смотрит польское телевидение и занимается фарцовкой. Хотя по сравнению с информационной кампанией по борьбе с “германизацией” — это маленькие проекты, их влияние на калининградскую идентичность велико, прежде всего, потому что они позволяют людям почувствовать и прочувствовать эту землю как “свою”, а не “чужую”.

ДИСКУССИЯ И ВЫВОДЫ

Приступая к исследованию, мы ставили перед собой цель показать особенности и подвижность контекста формирования калининградской идентичности и высветить роль неидеологических факторов, таких как жизненный уклад, обыденные нарративы и личный опыт, в переосмыслении челове-

ком представлений о себе, “своем” социуме и других. Контент-анализ интервью, проведенных со специалистами, формирующими региональную информационную повестку, подвел нас к следующим выводам.

Во-первых, калининградскому социуму свойственна значительная сложность и внутренняя неоднородность: наряду с массово разделяемыми представлениями здесь сформировался целый ряд альтернативных социальных убеждений, позволяющих людям по-своему осмысливать и переосмысливать общественные и политические реалии. Привнесению новых взглядов на привычные вещи способствуют активные трансграничные контакты наиболее мобильной части жителей региона, а их диффузии и наполнению калининградской идентичности новыми смыслами — компактность территории и тесные внутрорегиональные связи. Динамичность и слабая контролируемость происходящих изменений вызывает беспокойство правящих элит и актуализирует задачи удержания привычного социального порядка. Основная ставка делается на политику секьюритизации. В результате многие важные для местного социума неполитические проблемы, связанные в том числе и с вопросами культурного наследия и исторической памяти, политизируются, превращаются в угрозы безопасности и выводятся из поля общественных обсуждений.

Во-вторых, успешность политики сдерживания изменений калининградской идентичности с помощью дискурсивных инструментов во многом определяется инерцией и распространенностью феномена “культурного запаздывания”. Спустя четверть века советские и антисоветские представления все еще остаются востребованными, сохраняя влияние на интерпретации фактов современной жизни. Этот вывод подтверждается и результатами исследования, проведенного в Калининградской области в 2016 г. с использованием методики проекта “World Values Survey” (Инглхарт, Вельцель, 2011). Регион, как и Россия в целом, занимает промежуточное положение на шкале ценностных ориентаций между полюсами традиционализма и современности (Кузнецов, 2017). Здесь по-прежнему сильно наследие советской системы, предполагавшей единство человека и государства, препятствовавшей изменениям идентичности и наказывавшей за нарушение запретов. Наблюдаемая сегодня в области борьба с “германизацией” укладывается в ту же логику навязывания, запретов и подчинения (Алимпиева, 2014). Хотя консервативность общества обеспечивает определенный запас социальной прочности, выбранный идеологический курс содержит в себе риск догматизма, а значит и символического

опустошения политики, сохранения видимости согласия при отсутствии убеждений.

В-третьих, контент-анализ интервью показал появление и укрепление новых нарративов, акцентирующих принципиально иные взгляды на жизнь. При условии массового распространения они способны привести к значимым социальным сдвигам, поскольку выводят выбор самоидентификации из плоскости политизированных “истин”, не конфликтуя с ними. Так, острое чувство особенности калининградского социума обретает баланс в ощущении сходства с другими россиянами и открытии российского культурного единства, отрицание советских ценностей – в интересе к семейной истории, настороженное отношение к немецкому наследию – в разговоре о нем как среде собственной жизни, и прочее. Будучи производной от повседневной практики, а не государственной идеологии, рефлексивность склеивает мозаику противоположных взглядов, работая как механизм совмещения несовместимого и поддерживая дискурсивное равновесие. Однако возникают риски иного рода.

Сосредоточенность на себе и своем “я” влечет за собой ослабление представлений о социальных обязательствах и гражданского самосознания. Этот тренд отчетливо фиксируется в российском обществе. По словам Валерия Федорова – руководителя ВЦИОМ, “люди российские, в отличие от людей советских, интересуются не событиями в мире, а собой, своей семьей, максимум – населенным пунктом, где они живут. Все остальное существует для них в телевизоре, в новостях ...” (2008, с. 61). О феномене “открепления” от общества пишет и Энтони Гидденс (Giddens, 1991), указывая, что в современном мире индивиды выдвигают чрезмерные запросы к окружающим, уклоняясь при этом от предъявляемых им требований. Обретая свободу от социальных обязательств и заботы об общем благе, они оказываются пленниками своих желаний и заложниками поиска удовольствий.

Можно подумать, что подобные рассуждения имеют малое отношение к Калининградской области, однако многие наши собеседники называли отличительной чертой калининградцев своеобразный гедонизм. По их мнению, эта особенность выражалась не только в любви к комфорту, но и в склонности связывать представления о “нормальной жизни” с практикой поездок в соседние европейские страны, воспринимаемые как огромный супермаркет и ярмарка развлечений. Важно и другое: сюжет гедонизма вскрывает социальное и мировоззренческое расслоение калининградского социума. Согласно опросам, две трети жителей области крайне редко бывали за

границей и имеют весьма среднее материальное положение¹¹, так что их гедонизм вероятнее всего ограничивается обычными житейскими радостями. Это дает основание предположить, что между теми, кто живет в мире традиционных представлений, авторитетов и лояльностей, и теми, кто разделяет ценности индивидуализма, существуют глубокие различия в образе мысли и взглядах на жизнь. Наши эксперты, несомненно, принадлежали к более современной части калининградского социума. Именно в этой среде произошли трансформации, описанные в статье, и именно эта среда продуцирует сдвиги в дискурсивном контексте формирования калининградской идентичности. Однако, фиксируя изменения, мы ничего не можем сказать о влиятельности нового мировоззрения и степени его проникновения в общественное сознание. Можно высказать осторожное предположение: достигнутый калининградским социумом уровень плюрализма мнений не позволяет рассуждать об идентичности калининградцев в терминах социального консенсуса, но он обеспечивает ей необходимую степень гибкости и устойчивости за счет баланса различающихся представлений и частичного преодоления постсоветского нигилизма. Насколько прочным является такое равновесие, сказать затруднительно, поскольку оно всегда может быть нарушено борьбой между усилиями по удержанию идентичности в рамках традиционных государственных представлений и рефлексивной практикой современного общества, в котором индивид не связывает себя обязательствами следовать предписаниям и аскриптивным социальным отношениям.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-05-00697 “Калининградская идентичность в трансграничном и кросс-культурном контекстах” (полевые исследования), а также в рамках ГЗ Института географии РАН № 0148-2019-0008 (AAAA-A19-119022190170-14) “Проблемы и перспективы территориального развития России в условиях его неравномерности и глобальной нестабильности” (аналитика).

FUNDING

The work was carried out in the Institute of Geography RAS with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, project no. 20-05-00697 “Kaliningrad Identity in cross-border and cross-cultural contexts” (field research), and within the framework of the state-ordered

¹¹ Дрейф общественного мнения или калининградцы 16 лет спустя. 2019. Исследовательская компания “КМГ”. http://kmggroup.ru/wp-content/uploads/2019/09/Forgo_doc.pdf (дата обращения 13.11.2020).

research theme of the Institute of Geography RAS, project no. 0148-2019-0008 (AAAA-A19-119022190170-14) “Problems and Prospects of the Russia’s Territorial Development in Terms of Its Unevenness and Global Instability” (theoretical part of the work).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторский коллектив признателен всем экспертам, проявившим заинтересованность в исследовании и согласившимся принять в нем участие, отвечая на многочисленные вопросы.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are also grateful to all experts who took part in the study.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абылкаликов С.И., Сазин В.С.* Основные итоги миграционных процессов в Калининградской области по данным переписей и микропереписей 1989–2015 годов // Балтийский регион. 2019. Т. 11. № 2. С. 32–50.
<https://doi.org/10.5922/2079-8555-2019-2-3>
- Алимниева А.В.* Калининградцы: проблема социальной идентичности // Идентичность в контексте глобализации: Европа, Россия, США / под ред. В.Н. Брюшинкина. Калининград: Изд. БФУ им. И. Канта, 2003. С. 169–176.
- Алимниева А.В.* Социальная идентичность в условиях культурного многообразия: поиск или навязывание? (на примере Калининградской области) // Вестн. Балтийского федерального ун-та им. И. Канта. 2014. Вып. 11. С. 60–66.
- Алимниева А.В.* Социальная идентичность калининградцев в социальном и геополитическом контексте // Псковский регионологический журн. 2009. № 7. С. 36–40.
- Андерсон Б.* Воображаемые сообщества. Размышления об истоках и распространении национализма. М.: Кучково поле, 2016. 416 с.
- Андрейчук Н.В., Гаврилина Л.М.* Феномен калининградской региональной субкультуры (социально-философский и культурологический анализ). Калининград: Изд. РГУ им. И. Канта, 2011. 139 с.
- Берендеев М.* “Кто мы?": Калининградцы в поисках идентичности // Социологические исследования. 2007. № 4. С. 127–132.
- Вендина О.И.* Города на границе: испытание этнокультурным разнообразием. Ч. 2: Города на современных границах Российской Федерации // Городские исследования и практики. 2016. Т. 1. № 4. С. 7–26.
<https://doi.org/10.17323/usp1420167-25>
- Восточная Пруссия глазами советских переселенцев: Первые годы Калининградской области в воспоминаниях и документах / под ред. Ю.В. Костяшова, 3-е изд. Калининград: Изд-во “Калининградская книга”, 2018. 364 с.
- Гаврилова К.А.* Чудь на Пинеге и в окрестностях: 5+ жизней одной спорной категории / Свои и чужие. Метаморфозы идентичности на востоке и западе Европы / под ред. Е.И. Филипповой, К.Ле Торри-велика. М.: Изд-во “Горячая линия – Телеком”, 2018. С. 271–337.
- Гуревич П.С.* Проблема идентичности человека в философской антропологии // Вопросы социальной теории. 2010. Т. 4: “Человек в поисках идентичности”. С. 63–87.
- Дробищева Л.М.* Гражданская идентичность как условие ослабления этнического негативизма // Мир России. 2017. № 1. С. 7–31.
- Задорин И.В.* Регионы “рубежа”: территориальная идентичность и восприятие “особости” // Политика. 2018. № 2 (89). С. 102–136.
- Инглхарт Р., Вельцель К.* Модернизация, культурные изменения и демократия: последовательность человеческого развития. М.: Новое издательство, 2011. 464 с.
- Калашиников К.Н., Будилов А.П.* Контуры социокультурной самобытности жителей Калининградской области // Эпоха науки. 2019. № 20. С. 513–519.
- Клемешев А.П., Федоров Г.М.* Калининградский социум: по результатам социологических обследований 2001–2004 гг. // Регион сотрудничества. 2004. № 6. С. 4–43.
- Костяшов Ю.В.* Заселение Калининградской области после Второй мировой войны // Гуманитарная наука в России. М., 1996. Т. 2. С. 82–87.
- Костяшов Ю.В.* Секретная история Калининградской области: очерки 1945–1956 гг. Калининград: Терра Балтика, 2009. 352 с.
- Кретинин Г.В.* Об истоках формирования исторической памяти жителей Калининградской области (1945–1960) // Вестн. Балтийского федерального ун-та им. И. Канта. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2015. № 12. С. 61–66.
- Кузнецов И.М.* Вариативность дискурса патриотизма в повседневном сознании россиян // Власть. 2016. № 7. С. 164–171.
- Кузнецов И.М.* Ценностные ориентиры и социально-политические установки россиян // Социологические исследования. 2017. № 1. С. 47–55.
- Лёвкина Ю.Ю., Алимниева А.В.* Дискурсы идентификации и проблема конструирования идентичности // Вестн. Балтийского федерального ун-та им. И. Канта. 2015. Вып. 12. С. 89–96.
- Мартынова М.Ю.* К истории формирования этнокультурных стратегий калининградцев // Этнокультурные процессы Гродненского Помеманья в прошлом и настоящем. Минск, 2014а. С. 407–424.
- Мартынова М.Ю.* Калининградцы: геополитические вызовы и региональная субкультура // Геополитический журн. 2014б. № 3. С. 2–20.
- Мартынова М.Ю., Григорьева Р.А.* Геополитическое положение калининградской области и жизненные стратегии ее молодых жителей: оценка рисков // Вестн. Дипломатической академии МИД России. Россия и мир. 2018б. № 3 (17). С. 128–144.
- Мартынова М.Ю., Григорьева Р.А.* Этнокультурная ситуация и идентичность населения Калининград-

- ской области // Этническое и религиозное многообразии России / под ред. В.А. Тишкова, В.В. Степанова. Изд. 2-е, исправленное и дополненное. М.: ИЭА РАН, 2018а. С. 323–349.
- Федоров В.В. Популярный вариант идентичности // Экономические стратегии. 2008. № 3. С. 60–67.
- Хантингтон С. Кто мы? Вызовы американской национальной идентичности. М.: АСТ, 2008. 635 с.
- Шахов В.А. Калининградский эксклав: социокультурная парадигма “русского острова” Юго-Восточной Балтии // Культура и цивилизация. 2017. Т. 7. № 4А. С. 774–783.
- Шахов В.А. Кто мы?: русские Принеманья или российские балты. Калининград: Янтарный сказ, 2002. 134 с.
- Эрикссон Э. Идентичность: юность и кризис. М.: Прогресс, 1996. 344 с.
- Alexander J. Critical Reflection on “Reflexive Modernization” // Theory, Culture & Society. 1996. Vol. 13. № 4. P. 133–138.
- Archer M. Making our Way through the World: Human Reflexivity and Social Mobility. Cambridge: Univ. Press, 2007. 352 p.
- Beck U., Giddens A., Lash S. Reflexive Modernization: Politics, Traditions and Aesthetics in the Modern Social Order. Stanford CA: Stanford Univ. Press, 1994. 228 p.
- Brubaker R., Cooper F. Beyond “Identity” // Theory and Society. 2000. Vol. 29. № 1. P. 1–47. <https://doi.org/10.1023/a:1007068714468>
- Chaffee D. Reflexive Identities // Routledge Handbook of Identity Studies / E. Elliot. (ed.). Routledge, 2019. P. 118–129. <https://doi.org/10.4324/9781315626024-7>
- Craib I. Experiencing Identity. London: Sage, 1998. 208 p.
- Erikson E. The Problem of Ego-identity // J. of the American Psychoanalytic Association. 1956. № 4. P. 56–121.
- Giddens A. Modernity and Self-identity: Self and Society in the Late Modern Age. Stanford Univ. Press, 1991. 256 p.
- Klemeshev A., Fedorov G., Fidrya E. Specific Kaliningrad Character of the Russian Identity // Bul. of Geography. Socio-economic Series. Toruń: Nicolaus Copernicus Univ., 2017. № 38. P. 47–55.

Identity of the Kaliningrad Oblast Inhabitants: The Impact of Social Beliefs on the Choice of Self-Identification

O. I. Vendina^{1,*}, A. A. Gritsenko^{1,**}, M. V. Zotova^{1,***}, and A. S. Zinovyev^{2,****}

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

²*Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

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

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

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

*****e-mail: a.zinovyev@spbu.ru*

Highlighting the ideologically significant factors but paying little attention to the personal beliefs and mind-sets are common for publications considering the identity of the Kaliningrad Oblast inhabitants. At best, the authors refer to local myths and stereotypes. To address this shortcoming, we suggest considering the identity as a reflexive construction, strengthened by narratives and controlled by social practices. The paper is aimed to show how the refocusing of thinking of social reality was affecting the Kaliningrad Oblast’s society during the last decade and to reveal its impact on the self-identification of Kaliningrad Oblast inhabitants. The research is based on the interviews carried out by the authors in the summer of 2020. The results of the content analyses of the text materials were compared with the data of previous surveys and research. The analysis reveals that the two opposing cultural phenomena are essential for the regional society: the first is “outdating,” a reflection on the current processes and changes in terms which are relevant for previous periods; and the second is “outsourcing,” an introduction of the narratives and practices typical for the post-modern society. The authors hypothesize that the current level of pluralism achieved by the regional society, as well as the combination of the traditional and modern values, provide the necessary resilience for the identity of the Kaliningrad Oblast inhabitants and make it possible to consider this identity as a driver of the regional development. Nevertheless, the current balance is fragile, and it can be threatened by the discrepancy between the politics of identity retention, managed by the traditional state-oriented tools, and the reflexivity of modern individuals, which are weakly regulated by traditions, social prescriptions, or ascriptions. This hypothesis requires further verification.

Keywords: Kaliningrad Oblast, identity, reflexivity, narratives, values, socio-cultural context

REFERENCES

- Abylkalikov S.I., Sazin V.S. The main results of migration processes in the Kaliningrad region according to the census and microcensus data of 1989–2015. *Baltiiskii Region*, 2019, vol. 11, no. 2, pp. 32–50. (In Russ.). doi 10.5922/2079-8555-2019-2-3
- Alexander J.C. Critical reflection on “reflexive modernization”. *Theory Cult. Soc.*, 1996, vol. 13, no. 4, pp. 133–138.
- Alimpieva A.V. Kaliningraders: the problem of social identity. In *Identichnost' v kontekste globalizatsii: Evropa, Rossiya, SShA* [Identity in the Context of Globalization: Europe, Russia, the USA]. Kaliningrad: Balt. Fed. Univ. im. Kanta, 2003, pp. 169–176. (In Russ.).
- Alimpieva A.V. Social identity in the context of cultural diversity: search or imposition? (on the example of the Kaliningrad region). *Vestn. Balt. Fed. Univ. im. I. Kanta*, 2014, no. 11, pp. 60–66. (In Russ.).
- Alimpieva A.V. Social identity of Kaliningraders in the social and geopolitical context. *Pskov. Regionol. Zh.*, 2009, no. 7, pp. 36–40. (In Russ.).
- Andersen B. *Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*. Verso Publ., 1991. 224 p.
- Andreichuk N.V., Gavrulina L.M. *Fenomen kaliningradskoi regional'noi subkul'tury (sotsial'no-filosofskii i kul'turologicheskii analiz)* [The Phenomenon of the Kaliningrad Regional Subculture (Socio-Philosophical and Cultural Analysis)]. Kaliningrad: Ross. Gos. Univ. im. Kanta, 2011. 139 p.
- Archer M. *Making our Way through the World: Human Reflexivity and Social Mobility*. Cambridge Univ. Press, 2007. 352 p.
- Beck U., Giddens A., Lash S. *Reflexive Modernization: Politics, Traditions and Aesthetics in the Modern Social Order*. Stanford, CA: Stanford Univ. Press, 1994. 228 p.
- Berendeev M. “Who are we?”: Kaliningradians in search of identity. *Sotsiol. Issled.*, 2007, no. 4, pp. 127–132. (In Russ.).
- Brubaker R., Cooper F. Beyond “identity”. *Theory Soc.*, 2000, vol. 29, no. 1, pp. 1–47. doi 10.1023/a:1007068714468
- Chaffee D. Reflexive identities. In *Routledge Handbook of Identity Studies*. Routledge, 2019, pp. 118–129. doi 10.4324/9781315626024-7
- Craib I. *Experiencing Identity*. London: Sage, 1998. 208 p.
- Drobizheva L.M. Civil identity as a condition for the weakening of ethnic negativism. *Mir Rossii*, 2017, no. 1, pp. 7–31. (In Russ.).
- Erikson E.H. *Identity: Youth and Crisis*. W.W. Norton Publ., 1968. 336 p.
- Erikson E.H. The problem of ego identity. *J. Am. Psychoanal. Assoc.*, 1956, vol. 4, no. 1, pp. 56–121.
- Fedorov V.V. A popular variant of identity. *Ekonomicheskie Strategii*, 2008, no. 3, pp. 60–67. (In Russ.).
- Gavrilova K.A. Chud' on Pinega and in the vicinity: 5+ lives of one controversial category. In *Svoi i chuzhye. Metamorfozy identichnosti na vostoke i zapade Evropy* [Ours and Others. Metamorphoses of Identity in the East and West of Europe]. Moscow: Goryachaya Liniya — Telecom Publ., 2018, pp. 271–337. (In Russ.).
- Giddens A. *Modernity and Self-identity: Self and Society in the Late Modern Age*. Stanford Univ. Press, 1991. 256 p.
- Gurevich P.S. The problem of human identity in philosophical anthropology. In *Voprosy Sotsial'noi Teorii* [Problems of Social Theory]. Vol. 4: *Chelovek v poiskakh identichnosti* [Human in Search of Identity]. 2010, pp. 63–87. (In Russ.).
- Huntington S.P. *Who Are We? The Challenges to America's National Identity*. Simon and Schuster Publ., 2005. 444 p.
- Inglehart R., Welzel Ch. *Modernization, Cultural Change, and Democracy. The Human Development Sequence*. Cambridge Univ. Press, 2005. 344 p.
- Kalashnikov K.N., Budilov A.P. The contours of the socio-cultural identity of the inhabitants of the Kaliningrad region. *Epokha Nauki*, 2019, no. 20, pp. 513–519. (In Russ.).
- Klemeshev A., Fedorov G., Fidrya E. Specific Kaliningrad character of the Russian identity. *Bull. Geogr. Socio-Econ. Ser.*, 2017, vol. 38, pp. 47–55.
- Klemeshev A.P., Fedorov G.M. Kaliningrad society: according to the results of sociological surveys in 2001–2004. *Region Sotrudnichestva*, 2004, no. 6, pp. 4–43. (In Russ.).
- Kostyashov Yu.V. *Sekret'naya istoriya Kaliningradskoi oblasti: ocherki 1945–1956 gg.* [The Secret History of the Kaliningrad Region: Essays 1945–1956]. Kaliningrad: Terra Baltika Publ., 2009. 352 p.
- Kostyashov Yu.V. Settlement of the Kaliningrad region after the World War II. In *Gumanitarnaya nauka v Rossii* [Humanitarian Science in Russia]. Moscow, 1996, vol. 2, pp. 82–87. (In Russ.).
- Kretinin G.V. About the origins of the formation of the historical memory of the inhabitants of the Kaliningrad region (1945–1960). *Vestn. Balt. Fed. Univ. im. I. Kanta. Ser.: Gumanitarnye i Obshchestvennye Nauki*, 2015, no. 12, pp. 61–66. (In Russ.).
- Kuznetsov I.M. Value orientations and socio-political attitudes of Russians. *Sotsiol. Issled.*, 2017, no. 1, pp. 47–55. (In Russ.).
- Kuznetsov I.M. Variation of the discourse of patriotism in the everyday consciousness of Russians. *Vlast'*, 2016, no. 7, pp. 164–171. (In Russ.).
- Lovkina Yu.Yu., Alimpiyeva A.V. Discourses of identification and the problem of constructing identity. *Vestn. Balt. Fed. Univ. im. I. Kanta*, 2015, vol. 12, pp. 89–96. (In Russ.).
- Martynova M.Yu. Kaliningraders: geopolitical challenges and regional subculture. *Geopoliticheskii Zh.*, 2014b, no. 3, pp. 2–20. (In Russ.).
- Martynova M.Yu. On the history of the formation of ethnocultural strategies of Kaliningraders. In *Etnokul'turnye protsessy Grodnenskogo Poneman'ya v proshlom i nastoyashchem* [Ethnocultural Processes of the Grodno Neman Region in the Past and Present]. Minsk, 2014a, pp. 407–424. (In Russ.).
- Martynova M.Yu., Grigor'eva R.A. Ethnocultural situation and identity of the population of the Kaliningrad region. In *Etnicheskoe i religioznoe mnogoobrazie Rossii* [Ethnic and Religious Diversity of Russia]. Moscow: IEA RAN, 2018a, pp. 323–349. (In Russ.).
- Martynova M.Yu., Grigor'eva R.A. Geopolitical position of the Kaliningrad region and life strategies of its young residents: Risk assessment. *Vestn. Diplomatskoi Ak-*

- ademii MID Rossii. Rossiya i Mir*, 2018b, vol. 17, no. 3, pp. 128–144. (In Russ.).
- Shakhov V.A. Kaliningrad exclave: sociocultural paradigm of the “Russian island” of the South-Eastern Baltic. *Kul'tura i Tsivilizatsiya*, 2017, vol. 7, no. 4A, pp. 774–783. (In Russ.).
- Shakhov V.A. *Kto my?: russkie Prineman'ya ili rossiiskie bal'ty* [Who Are We?: Russians of the Neman region or Russian Balts]. Kaliningrad: Yantarnyi Skaz Publ., 2002. 134 p.
- Vendina O.I. Border cities: A test of ethno-cultural diversity. Part 2: Cities on the modern borders of the Russian Federation. *Gorodskie Issled. i Praktiki*, 2016, vol. 1, no. 4, pp. 7–26. (In Russ.). doi 10.17323/usp1420167-25
- Vostochnaya Prussiya glazami sovetskikh pereselentsev: Pervye gody Kaliningradskoi oblasti v vospominaniyakh i dokumentakh* [Eastern Prussia through the Eyes of the Soviet Settlers: The First Years of the Kaliningrad Region in Memoirs and Documents]. Kostyashov Yu.V., Ed. Kaliningrad: Kaliningrad. Kniga Publ., 2018, 3d ed. 364 p.
- Zadorin I.V. Regions of the “frontier”: Territorial identity and perception of “specialness”. *Politiya*, 2018, vol. 89, no. 2, pp. 102–136. (In Russ.).

УДК 551.582+631.92

КЛИМАТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСОВ В ДЕЛЬТЕ р. ИЛИ

© 2021 г. О. Н. Липка^а, *, Д. Г. Замолотчиков^б, В. В. Каганов^б, Г. А. Мазманяц^с,
М. В. Исупова^д, А. А. Алейников^е

^аИнститут глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, Москва, Россия

^бЦентр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия

^сWWF России – Центрально-азиатская программа, Алматы, Казахстан

^дИнститут водных проблем РАН, Москва, Россия

^еГК «СКАНЭКС», Москва, Россия

*e-mail: olipka@mail.ru

Поступила в редакцию 15.07.2020 г.

После доработки 24.04.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Климатический эффект восстановления лесов имеет комплексный характер: как средство адаптации к изменению климата и как средство по поглощению и долгосрочному хранению углерода (митигационный эффект). В статье рассматривается совокупность мер по лесовосстановлению, направленных на сохранение экосистем оз. Балхаш и низовьев р. Или, которые позволят снизить их уязвимость к изменениям климата и антропогенным факторам. Как деятельность по адаптации к изменению климата восстановление тугайных лесов призвано повысить водорегулирующую и средообразующую функции дельты р. Или, что позволит стабилизировать водный режим оз. Балхаш и увеличить устойчивость его экосистем к изменениям климата. Создаваемые лесные насаждения будут накапливать углерод в пулах фитомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы. Охарактеризована расчетная методика, позволяющая осуществлять прогноз поглощения углерода пулом фитомассы создаваемых лесных культур при наличии отрывочных данных по динамике таксационных показателей. Найденные величины поглощения углерода применены к сценариям лесовосстановления по отдельным лесообразующим породам. Согласно полученным прогнозам, лесовосстановление в дельте р. Или на площади 200 тыс. га в течение 30 лет приведет к накоплению древесным 7 Мт С, что соответствует поглощению 1.15 т С/га/год.

Ключевые слова: изменение климата, адаптация к изменениям климата, оз. Балхаш, р. Или, дельта, лесовосстановление, фитомасса древостоев, поглощение углерода, прогнозные расчеты, климатические проекты

DOI: 10.31857/S2587556621040051

ВВЕДЕНИЕ

Изменения климата ведут к негативным последствиям в ряде регионов, в том числе и в Казахстане. В условиях современного и прогнозируемого роста температуры воздуха во все сезоны (Седьмое..., 2017), ведущего к росту эвапотранспирации, и изменений увлажненности водосбора, связанных с существенной антропогенной нагрузкой (зарегулирование стока р. Или, изъятие вод на орошение и т.д.), возрастает риск повторения на оз. Балхаш сценария Аральского моря (Байкенова, Вьюхина, 2018). Усиление водорегулирующей функции дельты р. Или позволит предотвратить пересыхание оз. Балхаш и таким образом способствовать адаптации к изменениям

климата казахстанской части Или-Балхашского бассейна.

Сток р. Или составляет 70% от общего поступления воды в оз. Балхаш (Isupova, 2019). Ранее значительную роль в регулировании гидрологического режима р. Или и оз. Балхаш играли пойменные и дельтовые тугайные леса, которые сглаживали резкие колебания уровня воды, способствуя ее накоплению во влажный период с постепенным поступлением в озеро в сухой сезон. Сомкнутый древесный полог в тугайных лесах замедлял снеготаяние и предохранял почву от пересыхания летом. В результате хозяйственной деятельности, а также сопряженных с ней пожаров большая часть территории дельты была преобразована в травяные пастбища и малолесные земли. В современных условиях покрытие лесом составляет лишь

5% от площади дельты, что не позволяет ей выполнять водорегулирующие функции. Строительство Капчагайской ГЭС не только изменило естественный ход стока, но также привело к падению уровня оз. Балхаш на 1.0–1.5 м, сокращению поступления наносов и невозможности привноса семян в дельту из верхней части бассейна во время паводков.

Цель настоящей статьи – анализ потенциального климатического эффекта от восстановления тугайных лесов в дельте р. Или с точки зрения адаптации региона к изменению климата с элементами митигации. При этом решаются следующие задачи: 1) анализ методов лесовосстановления и расчет минимально необходимых площадей лесопосадок для того, чтобы адаптационный эффект оказался значимым с учетом изменений климата и растущего водопотребления; 2) оценка масштабов депонирования углерода создаваемыми лесными культурами в ближайшие 30 лет при различных сценариях посадок.

В случае подтверждения достаточной адаптационной и митигационной эффективности методов результаты исследования могут послужить обоснованием крупномасштабного проекта, направленного на усиление водорегулирующей и средообразующей функции дельты, создание на территории благоприятного микроклимата, стабилизацию водного режима оз. Балхаш, а также повышение устойчивости экосистем к прогнозируемым изменениям климата до конца XXI в. в соответствии с “жестким” сценарием Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Климат и его прогнозируемые изменения. Казахстан расположен в центре Евразии в жарком и засушливом климате. Средняя годовая температура в дельте р. Или составляет 8°C. Континентальность выражается в значительной суточной амплитуде температур: 17°C летом и 11°C зимой. Абсолютная максимальная температура превышает 45°C, а минимальная может опускаться до –45°C (ПРООН..., 2016).

Среднее годовое количество осадков увеличивается с севера на юг с 150 до 190 мм (ПРООН..., 2016). Величина испарения значительно варьируется: от 500 мм с поверхности почвы до 1080 мм – с водоемов и 1550 мм – с полупогруженных тростниковых зарослей. Индекс сухости Будыко составляет 7.33 и соответствует значениям для пустынь (Атлас..., 1974; Михайлов, 1997); по значениям индекса аридности территория относится к аридной (0.05–0.2) области (IPCC, 2019). Водно-болотные

экосистемы дельты р. Или являются интразональными экосистемами.

Повышение среднегодовой температуры зафиксировано на всей территории Казахстана. Изменение аномалий за период 1941–2015 гг. достигает 2°C (Седьмое..., 2017), а с 1976 по 2017 г. шло со скоростью 0.34°C/10 лет (Казгидромет..., 2018). С 1971 по 2014 г. среднегодовая температура повысилась на 1.2–1.3°C (ПРООН..., 2016). Географическое распределение динамики осадков неоднородно, в Алматинской области отмечается слабый рост (Казгидромет..., 2018). Тенденция одновременного увеличения количества осадков и роста температуры характерна и для китайской части Или-Балхашского бассейна с 1940 г. (Guo, Xia, 2014).

При любых сценариях изменений климата МГЭИК (от RCP2.6 до RCP8.5) повышение температуры в Центральной Азии будет продолжаться, но с разной скоростью. Для сценария RCP4.5 прогнозируемое изменение среднегодовой температуры воздуха к 2030 г. составит 1.5–1.7°C, а к концу XXI в. – более чем 3°C. При сценарии RCP8.5 к концу века повышение температуры может достигнуть 6.0°C (6.1°C летом) (Седьмое..., 2017).

Изменение осадков различается в зависимости от сценариев. При сценарии RCP4.5 ожидается рост количества осадков во все сезоны до 13.21 мм в год (7.99 мм летом). При RCP8.5 на фоне общего среднегодового роста (11.77 мм) количество осадков летом с середины века начинает сокращаться: от –0.43 до –2.07 мм в конце века (Седьмое..., 2017). В любом случае рост летних осадков не способен компенсировать нарастающую засушливость из-за повышения температуры. При реализации сценария RCP8.5 ситуация становится тяжелой: усиление и распространение процессов опустынивания, необратимая деградация оз. Балхаш по Аральскому сценарию.

Изменение климата меняет характер функционирования экосистем и их способность оказывать те услуги, от которых зависит жизнь и здоровье населения. Дельта р. Или вместе с оз. Балхаш выделена Казгидрометом¹ как одна из крупнейших природных экологических систем на территории Казахстана, где необходимо срочно применять адаптационные программы в водном и экосистемном секторах (ПРООН..., 2016) для предотвращения крупной экологической катастрофы в регионе.

Рельеф и ледники. Рельеф бассейна р. Или неоднородный. Дельта р. Или располагается на низкой равнине с незначительным уклоном к

¹ Национальная гидрометеорологическая служба Республики Казахстан. <https://www.kazhydromet.kz/ru/about/o-nationalnoy-gidrometeorologicheskoy-sluzhbe-kazahstana>

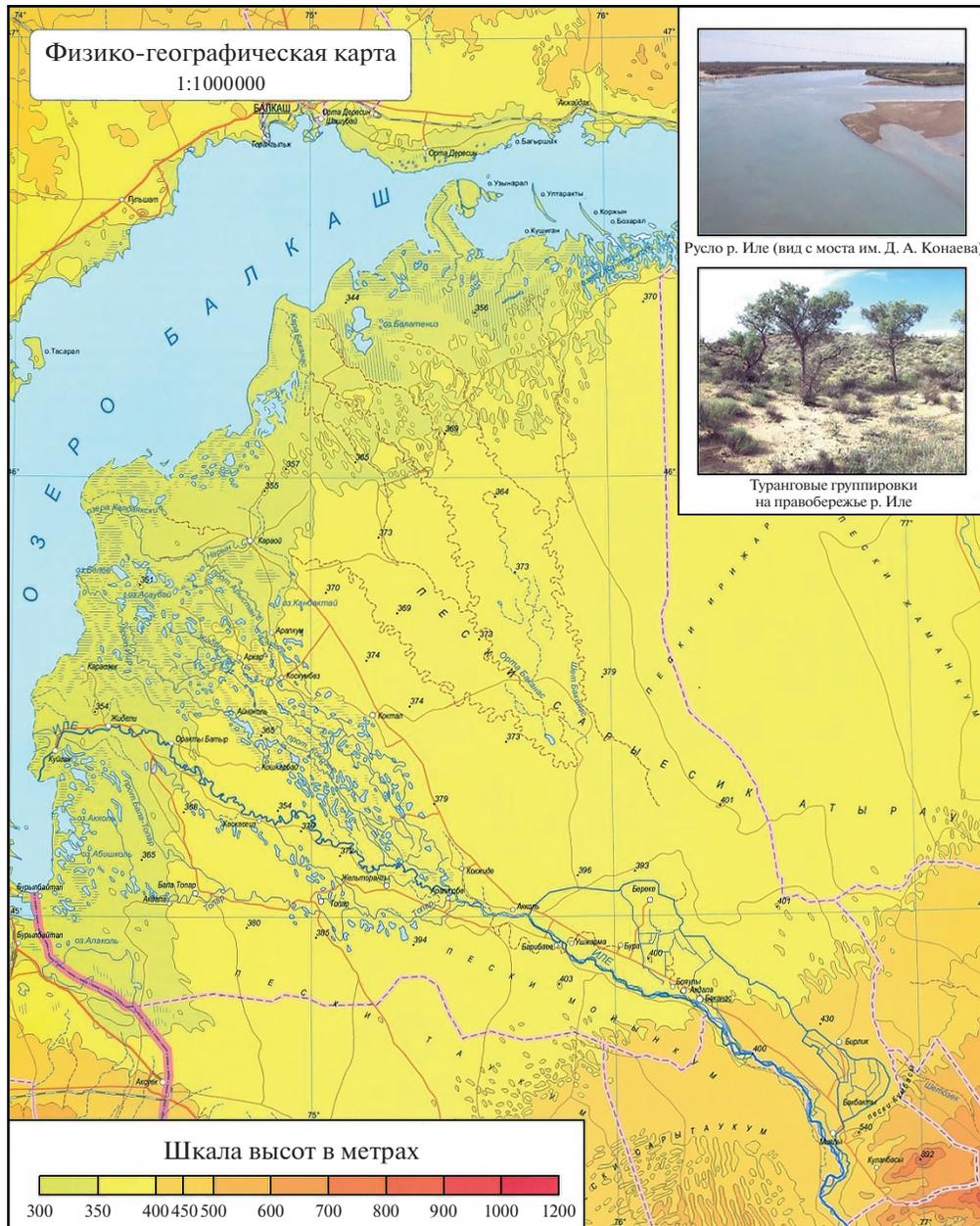


Рис. 1. Физико-географическая карта дельты р. Или. Источник: (ПРООН..., 2016).

оз. Балхаш. Абсолютные отметки колеблются в интервале 300–400 м над ур. м. (рис. 1). Рельеф осложняется множеством протоков и сухих русел, глубиной 0,5–5 м, а также невысокими песчаными буграми высотой 2–6 м (ПРООН..., 2016).

В бассейне р. Или находятся четыре крупных очага оледенения, вносящих значительный вклад в питание реки. Ледники Джунгарского Алатау, Восточного Тянь-Шаня в границах бассейна имеют преимущественно южную экспозицию, тогда как ледники Большого Тянь-Шаня и Заилийского Алатау – северную, что влияет на изначаль-

ные площади оледенения и интенсивность таяния за рассматриваемый период.

Согласно имеющимся данным (Долгушин, Осипова, 1989), в бассейне р. Или в середине 1980-х годов насчитывалось 2373 ледника общей площадью 2022,7 км². Согласно дешифрированию космических снимков Sentinel-2 2018 г., количество ледников увеличилось до 2648, но при этом общая площадь сократилась на 10,02% по сравнению с 1980-ми годами.

Гидрология. Устьевая область р. Или включает обширную дельту площадью более 8200 (до 9750) км²

(Михайлов, 1997; Стародубцев, Трускавецкий, 2011) и устьевое взморье. Современная дельта р. Или имеет форму треугольника с вершиной, расположенной в 120 км от оз. Балхаш, и основанием вдоль берега озера. Дельта р. Или имеет несколько постоянных рукавов — Или (Иле), Топар, Жидели, Иир, Нарын. Севернее находится территория древней “сухой” дельты р. Или (~10 тыс. км²) (Михайлов, 1997).

По данным (Михайлов, 1997), в 1960-х годах в дельте насчитывалось 9513 озер общей площадью 679 км² при площади дельты 20 тыс. км² до наполнения Капчагайского водохранилища. В других работах (Стародубцев, Трускавецкий, 2011) отмечено, что с середины 1980-х годов по настоящее время площадь озер уменьшилась с 1200 до 200 км².

Питание реки осуществляется за счет сезонных снегозапасов и ледников (в сумме ~60%), грунтовых (~30%) и дождевых (10%) вод. Для ее водного режима характерно наличие весенне-летнего половодья, начинающегося в естественных условиях в апреле—мае и продолжающегося до середины июня. Волна ледникового паводка наблюдается в июле—августе и превышает первый пик расходов воды. С сентября по март река маловодна.

Среднегодовое стока воды р. Или в вершине дельты за 1975–2015 гг. составляет 14.0 км³/год (Isupova, 2019). В результате зарегулирования стока в вершине дельты, начиная с 1980 г., сократился в среднем на 2–3% ежемесячно (октябрь—май), за июль — с 16.4 до 10.0%, а за август — с 15.9 до 9.6% годового стока. Среднемесячный расход воды в летние месяцы уменьшился с 1000 до 400–500 м³/с, а уровни воды на пике паводка снизились на 1.0–1.5 м. (Isupova, 2019). Средние минимальные расходы воды, напротив, возросли с 133–148 до 250–280 м³/с. Начиная с 1987 г., отмечается наличие тренда в увеличении стока р. Или (Галаева, 2014; Стародубцев, Трускавецкий, 2011; Шиварева, Галаева, 2014). Сток в нижнем бьефе Капчагайской ГЭС увеличился с 11.6 км³/год в 1970–1986 гг. до 15.4 км³/год в 1987–2011 гг. (среднегодовое значение за 1970–2011 гг. — 13.8 км³/год) (Галаева, 2014). Однако в последние годы казахстанские исследователи отмечают, что, несмотря на климатически обусловленное увеличение естественного стока воды р. Или (рост температуры воздуха и увлажненности в горных частях водосбора реки, таяние ледников), фактический сток воды на 50–139 м³/с ниже, что способствует уменьшению обводнения дельты. Такое снижение стока связывают с интенсивным изъятием вод реки в Китае: за 1970–2004 гг. суммарное сокращение стока воды р. Или, поступающего из Китая, составило ~80 км³ (Стародубцев, Трускавецкий, 2011). Также снизились уровни

грунтовых вод — на 3.0–3.5 м в верхней части дельты и 1.0 м в средней.

Таким образом, несмотря на то, что непосредственное регулирование уровня оз. Балхаш осуществляется попусками Капчагайской ГЭС, на него оказывает существенное воздействие погодно-климатические факторы: количество и режим выпадения осадков на территории бассейна, активизация таяния ледников в последние десятилетия, усиление испарения с поверхности водохранилища и озера. Кроме того, важную роль играет увеличение водопотребления в обеих странах. Значительная часть стока теряется на инфильтрацию, испарение и транспирацию в дельте, расположенной в зоне недостаточного увлажнения. За 2000–2009 гг., по имеющимся данным (Попова и др., 2010), потери стока оцениваются в среднем в 4.54 км³/год при величине стока р. Или в этот период 16.3 км³/год.

В период половодья происходит заливание дельты р. Или, которое способствует увлажнению почвы, развитию растительности, обводнению нерестилищ, увеличению запасов грунтовых вод. Площадь водной поверхности в дельте р. Или и озерах составляет в межень 219 + 200 = 419 км² (5.1% дельты, принятой 8200 км²). При этом в весеннюю часть половодья под водой оказываются от 1146 до 1519 км² территории дельты (14–18.5% ее площади), а во вторую волну в августе — до 1161 км² (14.2%).

Свойства дельты реки накапливать воду подобно губке во время паводков в многоводные годы и постепенно отдавать в более засушливые периоды позволяют рассматривать дельту р. Или в качестве естественного контррегулятора уровня оз. Балхаш. Если площадь дельты для этого является достаточной, то регулирующая функция может быть усилена за счет повышения эффективности. Лес способствует преобразованию поверхностного стока в подземный, т.е. большему запасанию воды в дельте. Кроме того, под пологом леса, в тени, сохраняется больше почвенной влаги. Залесенная в достаточной степени дельта может служить способом адаптации к изменениям климата для региона и не допустить снижения уровня оз. Балхаш.

МЕТОДЫ

Выбор территорий для лесовосстановления. При выборе на территории дельты р. Или площадей для лесовосстановления проводились следующие операции: 1) по данным дистанционного зондирования определялись участки, непригодные для посадок деревьев: водные объекты, переувлажненные или засоленные; 2) выбирались участки, занимающие нижнее и среднее положение в катенах, выположенные, с относительно сомкнутым

травянистым покровом или сохранившимися фрагментами древесно-кустарниковой растительности; 3) оценивались доступность территории (удаленность от дорог, наличие ручьев, озер, проток, затрудняющих доступ) и наличие водоемов для полива.

Всю территорию дельты занимает водно-болотное угодье международного значения “Дельта р. Или и южная часть оз. Балхаш” (Ши..., 2012; Information..., 2011). В дельте были организованы два заказника и природный резерват “Иле-Балхаш”, которые охватывают большую часть ее территории, поэтому посадки лесных культур здесь следует вести с соблюдением ряда условий: 1) запрет на использование видов-интродуцентов; 2) минимизация механической обработки почвы при создании лесных культур; 3) минимизация фактора беспокойства для млекопитающих и птиц; 4) нежелательность изменения гидрологического режима на территории водно-болотного угодья международного значения и запрет на его изменение на территории резервата “Иле-Балхаш”; 5) запрещено прокладывать новые каналы для орошения, дренировать участки дельты, строить дамбы или мосты.

При установлении видов древесных растений, используемых при лесовосстановлении, учитывали следующие критерии: 1) встречаемость в аналогичных ненарушенных дельтовых сообществах; 2) эффективность для адаптационного проекта (скорость роста, формирования крон и создания теневого полога); 3) расположение на разных уровнях в фитокаменах; 4) высокая приживаемость саженцев и семян; 5) минимальные сроки ухода и дополнительного полива после посадки; 6) возможность получения достаточного количества посадочного материала.

На выбранных участках определялась степень пригодности лесорастительных условий для каждой из выбранных древесных пород. Ожидается, что в перспективе распределенные по территории дельты небольшие участки восстановленных лесов смогут стать ядрами естественного восстановления лесов на значительных территориях.

Лесовосстановление может проводиться на территориях государственного природного резервата “Иле-Балхаш”, гослесфонда, а также на арендованных участках сельскохозяйственных земель, что подразумевает привлечение местных жителей в качестве рабочих для посадок и будет способствовать созданию более 500 рабочих мест. Такой подход получил одобрение акимата Балхашского района и представителей Комитета лесного хозяйства и животного мира Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан. С точки зрения заинтересованности крестьянских хозяйств речь идет о прямых финансовых выплатах за посадки и уход и о

привлекательности участков земли для содержания крупного рогатого скота.

Поглощение углерода фитомассой лесных культур. Нами ранее была предложена система аппроксимации хода роста (САХР), которая позволяет с достаточной точностью описывать рост лесных культур при наличии лишь отрывочных данных по густоте, средней высоте и среднему диаметру (Замолодчиков, 2009). Такое свойство САХР определяется выбором в качестве базовых набора асимптотических уравнений, математическая форма которых препятствует возникновению многократных отклонений прогноза от реальных значений. В краткой форме изложим базовые уравнения и полученные на их основе оценки накопления углерода.

Для описания изменения густоты посадок используется выражение (1), которое относится к уравнениям модифицированной экспоненты:

$$N(a) = NE + (N0 - NE)e^{Ka}, \quad (1)$$

где $N(a)$ – густота к возрасту a ; NE , $N0$ и K – параметры. Уравнение (1) при отрицательном K задает экспоненциальное убывание густоты насаждения в приближении к асимптотическому значению NE , которое можно рассматривать как численность наиболее успешных во внутривидовой конкуренции особей. $N0$ представляет собой начальную густоту насаждения. Параметр K характеризует темп изреживания: чем он выше, тем быстрее насаждение приближается к густоте NE .

Уравнение (2), характеризующее рост деревьев в высоту, – классическое логистическое уравнение, предложенное математиком П.Ф. Ферхюльстом:

$$H(a) = \frac{HEH0e^{Ka}}{HE - H0 + H0e^{Ka}}, \quad (2)$$

где $H(a)$ – средняя высота насаждения к возрасту a ; HE , $H0$ и K – параметры. HE соответствует максимальной средней высоте, к которой асимптотически приближается фактическая средняя высота по мере роста лесного насаждения. $H0$ это средняя высота в начальный момент времени, причем она не может равняться нулю. Уравнение (2) в наибольшей степени соответствует ситуации, когда лесовосстановление проводится с использованием саженцев, в момент посадки имеющих ненулевую высоту. Параметр K характеризует скорость приближения высоты насаждения к максимальной.

Соотношение между средней высотой и средним диаметром предлагается характеризовать степенным уравнением (3):

$$D = AH^B, \quad (3)$$

где D – диаметр, H – высота, A и B – параметры. Значение параметра B , близкое к 1, означает, что

Таблица 1. Параметры уравнений для расчета избранных таксационных характеристик в насаждениях туранги, лоха и ивы

Порода	Параметры уравнений САХР							
	уравнение (1) густоты от возраста			уравнение (2) высоты от возраста			уравнение (3) диаметра от высоты	
	<i>NO</i>	<i>NE</i>	<i>K</i>	<i>HO</i>	<i>HE</i>	<i>K</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
Туранга разнолистная, хорошие условия	2500	806	-0.0862	0.995	15.98	0.271	1.132	1.070
Туранга разнолистная, обычные условия	2500	1157	-0.0960	0.746	13.60	0.234	1.594	0.934
Лох остроплодный	2500	1500	-0.0952	1.024	5.58	0.359	0.022	3.498
Ива белая	3409	45	-0.0624	2.198	21.57	0.169	0.836	1.142

Примечание. Расшифровка в тексте статьи.

Таблица 2. Аллометрические уравнения расчета фитомассы деревьев (кг на дерево) по таксационным характеристикам

Порода	Фракция фитомассы	Уравнение	Источник
Туранга разнолистная	Все	$0.0968 (D^2 H)^{0.807}$	(Сипович, 1963)
Лох остроплодный	Стволы	$0.3019 D^{1.733}$	(Loni et al., 2018)
	Крона	$0.05067 (\sum_i^3 D b_i^2)^{1.162}$	
	Корни	$0.25 Pha$	
Ива белая	Все	$0.0730 (D^2 H)^{0.870}$	(Давидов, 1962)

Обозначения: *D* – диаметр, см; *H* – высота, м; *Pha* – надземная фитомасса, кг.

связь между высотой и диаметром близка к прямо пропорциональной. Более высокие величины *B* означают, что с увеличением высоты диаметр растет быстрее (больше растет в ширину, чем в высоту).

Система САХР была применена к насаждениям туранги (*Populus diversifolia*) I и II бонитета (далее называемым соответственно “туранга в хороших условиях” и “в обычных условиях”), лоха остроплодного (*Elaeagnus orientalis*) и ивы белой (*Salix alba*). Аппроксимация параметров уравнений динамики таксационных характеристик (табл. 1) проведена на основе сведений из (Давидов, 1962; Муратчаева, 2014; Сипович, 1963) с учетом проектных планов по облесению долины р. Или, согласно которым начальная плотность лесных культур составляет, как правило, 2500 шт. га⁻¹.

Нахождение параметров уравнений САХР (см. табл. 1) для рассматриваемых древесных пород позволило рассчитать динамику таксационных показателей на интервале возраста 0–30 лет. Полученные данные использованы для оценки фитомассы (в кг абсолютно сухого вещества) на основе аллометрических уравнений (табл. 2) из (Го-

робец и др., 2009; Уткин и др., 1996; Zhou et al., 2007).

Уравнения табл. 2 характеризуют фитомассу отдельного “среднего” дерева; для определения фитомассы насаждения значения, найденные по средней высоте и диаметру, были умножены на плотность и пересчитаны в т/га, для нахождения запаса углерода фитомассы использован коэффициент 0.5.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Площади лесовосстановления. На современном этапе невозможно установить, какую часть дельты занимали тугайные леса до начала ее активного освоения. На основании анализа сохранившихся лесов можно предположить, что лесопокрытая площадь была значительно больше, нежели сейчас. Для повышения эффективности водорегулирующей функции не менее 30% (FAO ..., 2018), т.е. 2460 км² от площади дельты в 8200 км² должны быть покрыты лесами. Тогда увеличение лесного покрова в дельте может привести к росту грунтового питания рукавов дельты

р. Или на 1.26–2.94 км³/год (до 21% годового стока реки) (Isurova, 2019), что приведет к дополнительному поступлению воды в оз. Балхаш.

В результате дешифрирования снимков было установлено, что только 5% дельты р. Или до сих пор покрыты лесами, а остальная незатопляемая ее часть была преобразована в лугопастбищные угодья. Местные жители полагают травянистые сообщества продуктивнее лесных и лесостепных. Кроме того, пасти скот на открытых пространствах проще, поэтому тугайные леса поджигались ежегодно для обеспечения простого способа перегона скота в нужном направлении на открытые места.

Соответственно, площадь планируемых посадок для обеспечения эффективной адаптации к изменениям климата составляет 200000 га. Северная часть старой дельты продолжает заливаться во время подъемов уровня оз. Балхаш, что позволило включить ее в зону, потенциально пригодную для лесовосстановления. В то же время некоторые участки непригодны или малопригодны для лесовосстановления. Они были выделены на основе дешифрирования мозаики цветных космических снимков Sentinel-2 (разрешение 10–20 м, ширина полосы съемки 290 м) за май 2018 г. (табл. 3, рис. 2). Помимо водных объектов (не

Таблица 3. Площади участков с различной степенью пригодности для лесовосстановления

Категория	Площадь, км ²
Общая площадь территории	8200
Водные объекты (без учета расположенных на малопригодных землях)	1228
Сильно засоленные участки	1797
Переувлажненные участки	482
Левобережье р. Топар	314
Земли, наиболее пригодные для лесовосстановления	4377

приведены на рис. 2, так как большинство из них не выражаются в масштабе) были выделены переувлажненные участки, заливаемые в половодье на длительное время. Кроме того, для посадок малопригодны участки с мелкоконтурной мозаикой водоемов из-за технической трудности работы (см. рис. 2).

На территории дельты представлены три основных типа тугайных лесов:

– из ив джунгарской (*Salix songarica*), Вильгельмса (*S. wilhelmsiana*) и белой (*S. alba*) с участием лоха восточного (*Elaeagnus orientalis*);

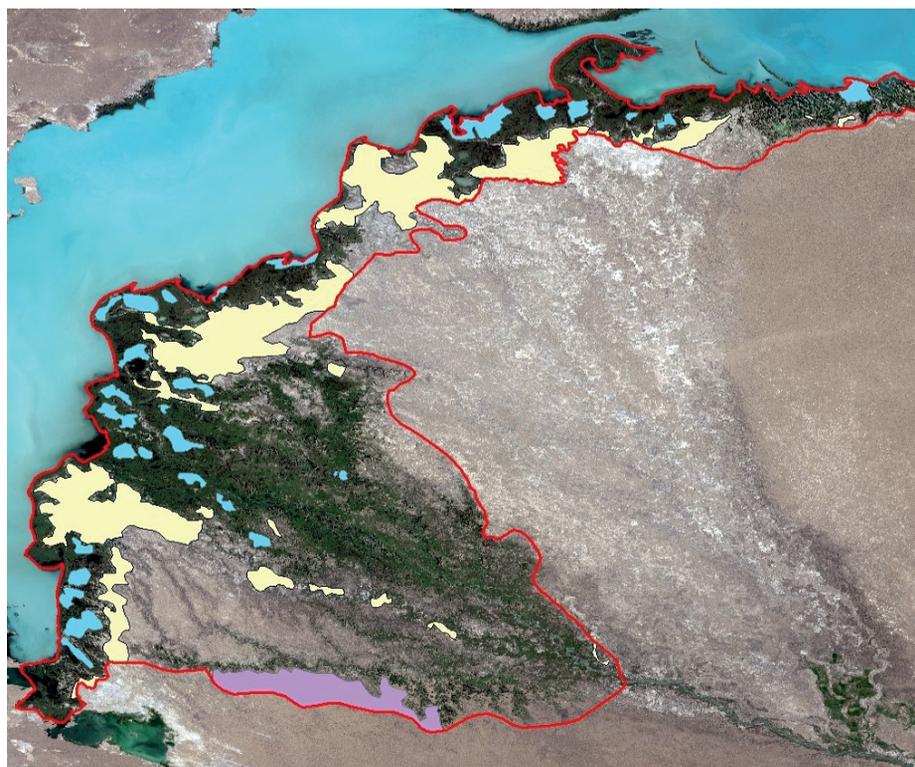


Рис. 2. Участки, непригодные и малопригодные для лесовосстановления. Масштаб 1 : 1000000. Цветом выделены: светло-желтый – сильно засоленные участки, голубой – переувлажненные, светло-сиреневый – левобережье р. Топар. Красная линия – граница потенциально пригодной территории.

– лоховые, в которых лох восточный доминирует, а доля иных видов невелика;

– туранговые, с преобладанием двух видов тополя-туранги (широко распространенного *Populus diversifolia* и более редкого, занесенного в Красную книгу Казахстана, *P. pruinosa*).

Если ивовые тугайные леса занимают в экосистемах узкие полосы вдоль рек или озер с наибольшим увлажнением (около 10% площади), то туранговые занимают земли с лучшими почвами и средними условиями увлажнения, что составляет около 40% площади. Лоховые леса являются наименее требовательными к условиям произрастания и самыми распространенными, занимают около 50% пригодных площадей.

Фонд посадочного материала. Ива белая и лох восточный способны успешно размножаться черенкованием, что позволяет заготовить посадочный материал на месте или закупить его. Однако наиболее ценная порода – туранга разнолистная – в естественных условиях лучше всего размножается корневыми отпрысками, тогда как приживаемость черенков весьма невысока. Опыт размножения семенами ПРООН (2016) также показал низкую всхожесть семенного материала, а более перспективным – применение клонирования.

В качестве эксперимента 500 однолетних саженцев туранги разнолистной были высажены в дельте на 6 участках, с соблюдением равного соотношения деревьев клонального и семенного происхождения. Закладывались стандартные прямоугольные участки в несколько рядов с посадками на расстоянии 1 м в ряду и 2 м между рядами. При отсутствии ухода на малопригодных участках саженцы погибли (полностью на двух и 93% – на третьем), на средних по лесорастительным условиям сохранилось 32–38% саженцев, в оптимальных условиях – 88%. Для сравнения: посадки черенков ивы белой без дополнительного ухода дали результат 80–90% приживаемости.

Учитывая дороговизну получения саженцев путем клонирования, такой стандартный подход для крупномасштабного проекта по лесовосстановлению неприменим. Предпочтительными являются подходы садоводства, когда каждое дерево обеспечивается уходом хотя бы несколько первых лет, пока корневая система не достигнет насыщенных водой горизонтов. Высаживание деревьев на расстоянии 1–2 м является недопустимым расточительством, так как изначально создаются условия для высокого процента изреживания через несколько лет. Для лучшей приживаемости предпочтительна высадка двух- или трехлетних саженцев, на достаточном расстоянии друг от друга, с обеспечением дополнительного полива в засушливый период, с учетом рельефа местности, т.е. не на прямоугольных участках, а на вписанных в подходящие фрагменты фитокатен.

Накопление углерода растущими лесными культурами. В рамках климатических действий лесовосстановление воспринимается как процесс поглощения и накопления углерода, сведения о котором вносятся в национальный углеродный кадастр и улучшают показатели страны в отчетности РКИК ООН. Поэтому все лесные адаптационные проекты в обязательном порядке рассчитывают митигационный эффект.

Характер изменения углерода фитомассы для разных древесных пород сходен и соответствует линии, асимптотически приближающейся к предельному значению (рис. 3а). Однако конкретные параметры хода роста углерода фитомассы у разных пород заметно различаются. Ива белая к 30 годам достигает максимальных запасов углерода фитомассы 92.52 т С/га, далее следуют насаждения туранги в хороших условиях (64.85 т С/га), туранги в обычных условиях (51.43 т С/га) и лоха (15.61 т С/га). Древесные породы различаются и по времени наступления максимума поглощения углерода (рис. 3б). У лоха этот максимум приходится на 10 лет, у туранги в хороших условиях – на 13 лет, у ивы белой – на 15 лет, у туранги в обычных условиях – на 16 лет. Все рассматриваемые породы можно считать быстрорастущими, что способствует получению проектных результатов.

Приведенные на рис. 3 данные характеризуют накопление углерода в пуле фитомассы древостоя планируемых к созданию лесных насаждений. При осуществлении таких проектов рекомендуется учитывать накопление углерода в пулах крупных древесных остатков (КДО), подстилки и почвы (IPCC, 2003). Для пула мертвой древесины оценки могут быть получены расчетным образом на основе математической модели (Замолодчиков, 2009). Планируемые к облесению территории в настоящее время представляют собой лугопастбищные угодья с крайне низкими значениями запаса углерода в подстилке и мертвой древесине. После облесения наиболее вероятно увеличение размеров этих пулов, хотя мертвая древесина может использоваться местным населением как дрова.

Более сложным представляется вопрос об изменении запаса органического вещества почвы, особенно учитывая сопряженные с проектом изменения гидрологического режима. Актуальны результаты мета-анализа изменения запаса углерода почвы при облесении в аридных районах (Zhang et al., 2013), где показано, что эти запасы, как правило, увеличиваются в зависимости от времени после посадки, повышаясь на 15% за 10 лет, на 50% за 10–30 лет, на 96% за время, превышающее 30 лет. При осуществлении лесовосстановительного проекта будет необходимо организовать мо-

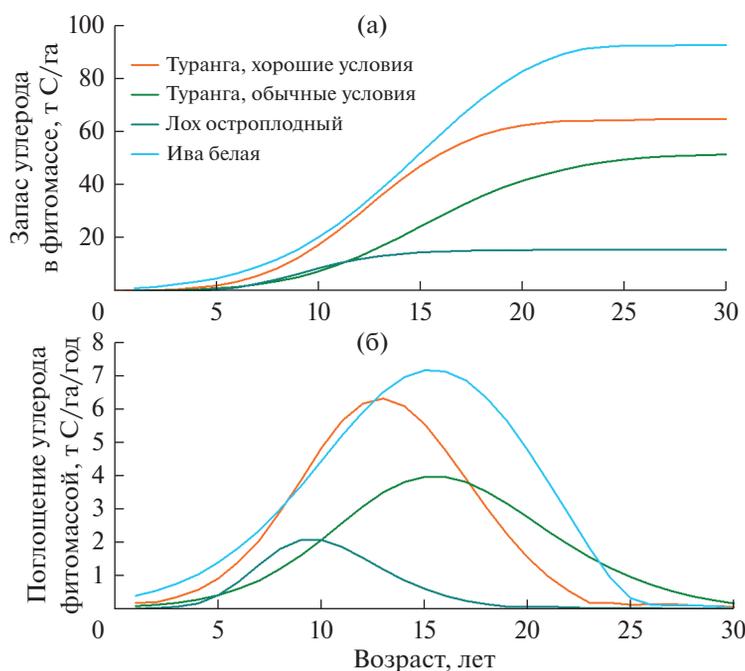


Рис. 3. Динамика запаса (а) и поглощения (б) углерода фитомассой лесных насаждений при лесовосстановлении в дельте р. Или.

нитинг пулов углерода в мертвом органическом веществе.

Сценарии лесовосстановления. Восстановление лесов на площади 200 000 га требует значительно-го времени. Для сравнения, на территории Казахстана ежегодно проводятся посадки лесных культур на площади более 60 000 га (Насынбаев, 2016). В течение нескольких первых лет саженцам требуется уход и дополнительный полив, защита от пожаров и от поедания домашним скотом.

Мероприятия по лесовосстановлению планируется осуществить за 12 лет. В течение предварительного года реализации проекта будут проведены все необходимые согласования, заложены питомники и построены теплицы. Согласно сценарию 1 (“максимум в середине”), посадки начинаются в первый год с площади 4000 га при одновременном завершении всех подготовительных задач. Уже на второй год площади увеличиваются до 12 000 га и достигают максимума на 7–8 год – 28 000 га. Затем предполагается снижение темпов до 4000 га в последний год. Так обеспечивается уход в течение нескольких лет для саженцев на максимальной площади (табл. 4).

Сценарий 2 (“максимум в конце”) предусматривает медленный старт проекта с 2600 га и его постепенное развитие по нарастающей. Тогда ближе к завершению удастся выйти на высокий уровень, соответствующий максимуму доступных ресурсов, – более 26 000 га в год (см. табл. 4). Для

обеспечения устойчивости нужно найти ресурсы для ухода за саженцами после завершения.

Прогноз поглощения углерода при лесовосстановлении. Динамика поглощения углерода фитомассой лесных насаждений имеет сходный характер для обоих сценариев (рис. 4б и 5б). Стартовые величины малы, составляя в первый год 0.3 (сценарий 1) и 0.2 (сценарий 2) тыс. т С. Затем следует постепенный рост до максимальных значений 511.5 (сценарий 1) и 507.8 (сценарий 2) тыс. т С в год. При реализации сценария 1 максимальное значение поглощения отмечается на 18-м году реализации проекта, а при сценарии 2 – на 20-м. Далее поглощение углерода снижается к 30-му году до 80.1 (сценарий 1) и 130.7 (сценарий 2) тыс. т С в год. Рост поглощения углерода в начальный период определяется двумя факторами: 1) увеличением площадей лесных культур по мере осуществления проекта, 2) приближением созданных лесных насаждений к максимальному приросту углерода фитомассы. Снижение поглощения углерода после 18-го либо 20-го года связано с тем, что к этому времени естественный максимум прироста фитомассы у созданных за первые 12 лет насаждений остается в прошлом.

Накопления углерода фитомассой древостоев к 10-му году проекта невелики и составляют 0.40 (сценарий 1) и 0.24 Мт С (рис. 4в и 5в). Это составляет всего лишь 5.7 и 3.4% от накоплений углерода к 30-му году проекта (7.03 и 6.88 Мт С соответственно). Накопления углерода по сцена-

Таблица 4. Сценарии темпов и площадей восстановления лесных культур в дельте р. Или

Год	Сценарий			
	1 “максимум в середине”		2 “максимум в конце”	
	темп, га/год	площадь, га	темп, га/год	площадь, га
1	4000	4000	2667	2667
2	12000	16000	5333	8000
3	16000	32000	8000	16000
4	16000	48000	10667	26667
5	20000	68000	13333	40000
6	24000	92000	16000	56000
7	28000	120000	18667	74667
8	28000	148000	21333	96000
9	20000	168000	24000	120000
10	16000	184000	26667	146667
11	12000	196000	26667	173333
12	4000	200000	26667	200000

рию 1 выше накоплений по сценарию 2 в 1.71 раза на 10-м годе и всего в 1.02 раза на 30-м годе проекта. Таким образом, различие сценариев посадки лесных культур сильно сказывается на первой трети осуществления проекта и практически нивелируется к его концу. Однако необходимо учитывать, что время фиксации результатов проекта в углеродных единицах может иметь большое значение при его поэтапной реализации.

Среднее за 30 лет поглощение углерода на территории восстановленных лесных насаждений в дельте р. Или составляет 1.17 (сценарий 1) и 1.15 (сценарий 2) т С/га/год. Аналогичная величина в нашей предварительной оценке проекта по лесовосстановлению в дельте р. Или составила 0.77 т С/га/год (Замолодчиков и др., 2020). Различие оценок связано, с одной стороны, со сменой конверсионно-объемного метода расчета запасов углерода в фитомассе на аллометрический, с другой – со сменой вида ивы на более продуктивный.

В 5 лесовосстановительных проектах в рамках механизма чистого развития, осуществляющихся в настоящее время в Китае на площадях от 2000 до 8671 га, за период 20 или 30 лет (Zhou et al., 2017), наименьшая величина 0.84 т С/га/год установлена для проекта по облесению во Внутренней Монголии, проводимого в аридных условиях. Остальные значения в диапазоне 2.61–3.52 т С/га/год найдены для проектов в провинциях Сычуань и Гуанси, расположенных в субтропической зоне и обладающих теплым и влажным климатом. Для проекта облесения, осуществляемого в Западной Австралии на площади 44000 га, среднее за 30 лет поглощение углерода оценивается в 0.20 т С/га/год

(Suganuma et al., 2012). Поглощение углерода за 40 лет культурами саксаула (*Haloxylon spp.*), созданными в Иране, составило 0.33 т С/га/год (Loni et al., 2018).

Проведенные сравнения позволяют заключить, что годовые поглощения фитомассой лесов, восстанавливаемых в субтропическом поясе, варьируют от 0.2 до 3.5 т С/га/год в зависимости от режима увлажнения. Величины поглощения углерода для проекта в дельте р. Или находятся в первой трети диапазона, что соответствует степени аридности региона.

Полученные оценки накопления углерода основываются на допущении, что созданные лесные насаждения не будут испытывать серьезных деструктивных воздействий, в частности, пожаров, катастрофических паводков, вспышек размножения насекомых-вредителей и пр. Разработанная система прогнозирования позволяет ввести учет нарушений через модификацию значений площадей либо параметров уравнений (в первую очередь густоты). Эта деятельность потребовала бы формирования набора сценариев нарушений с привлечением информации по историческим режимам нарушений, что не входило в задачи настоящей работы. Второе допущение состоит в том, что оценки роста лесных культур принимаются равными полученным в других регионах: для туранги – региона в бассейнах Сыр-Дарьи и Аму-Дарьи (Сипович, 1963), для ивы белой – в Херсонском районе Украины (Давидов, 1962), для лоха – на Терско-Кумской низменности (Муратчаева, 2014). Конечно, использование локальных данных по ходу роста древесных пород в пой-

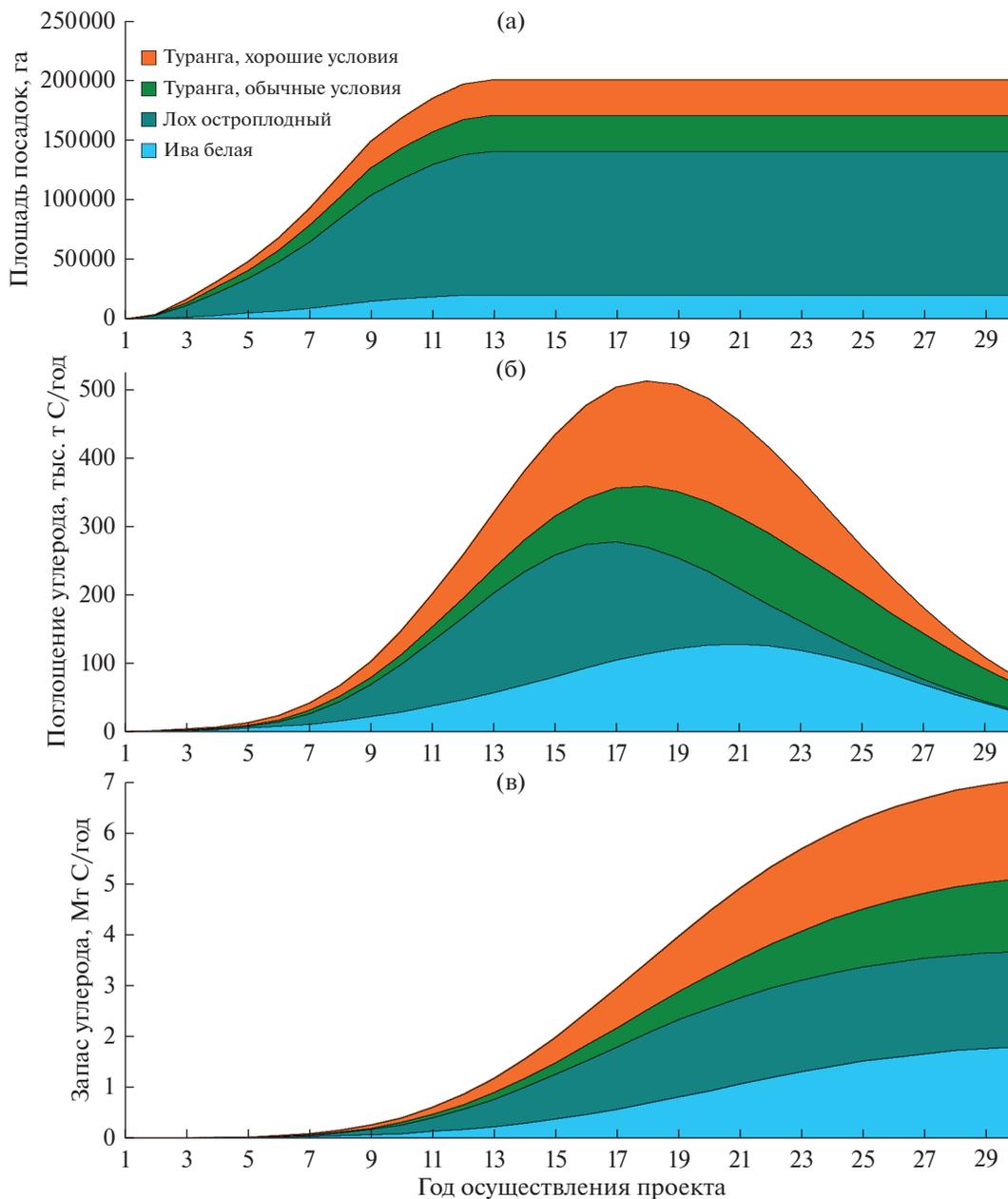


Рис. 4. Прогноз площадей облесения (а), годовичного поглощения (б) и накопления (в) углерода фитомассой древостоев при лесовосстановлении в дельте р. Или согласно сценарию 1 (“максимум в середине”).

ме р. Или могло бы существенно повысить качество прогноза.

Воздействие лесовосстановления на гидрологию. Восстановление тугайных лесов на некоторых участках в дельте р. Или может привести к неоднозначной реакции водотоков. С одной стороны, возрастет увлажненность участков вследствие изменения микроклимата, с другой — увеличится суммарное испарение в дельте в результате возрастания транспирации (по сравнению с существующими в настоящее время пирогенными травянистыми сообществами, в том числе —

тростниковыми) и испарения воды деревьями и, соответственно, несколько снизится сток.

Однако восстановленные тугайные леса усилят водорегулирующую роль дельты р. Или, способствующую поддержанию уровня грунтовых и поверхностных вод в сухой сезон или маловодные годы. В многоводный период древесная растительность в дельте усилит инфильтрацию воды в почвогрунты и будет способствовать задержанию речной воды в понижениях рельефа. Создание более влажного, прохладного микроклимата под

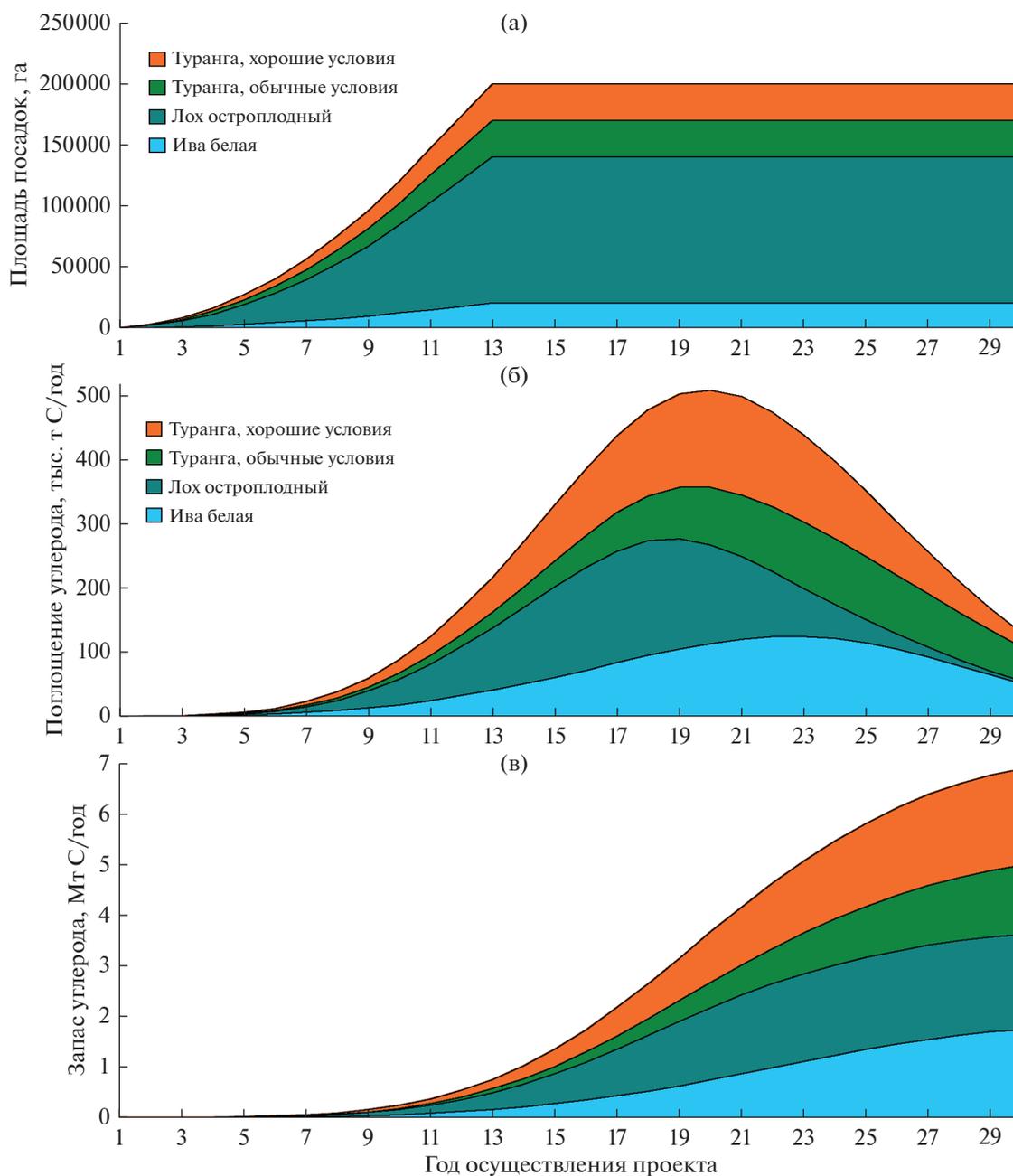


Рис. 5. Прогноз площадей облесения (а), годового поглощения (б) и накопления (в) углерода фитомассой древостоев при лесовосстановлении в дельте р. Или согласно сценарию 2 (“максимум в конце”).

пологом деревьев будет предохранять почвы от сильного разогрева и пересыхания.

С точки зрения создания благоприятного микроклимата и предотвращения пыльных бурь является целесообразным восстановление саксауловых лесов на песках за пределами дельты р. Или, так как конденсационной влаги для них будет достаточно. В маловодный период, при котором питание реки осуществляется за счет подземных вод, дельта будет отдавать накопленную воду в рукава, озера или непосредственно в

оз. Балхаш с плоскостным стоком. Следовательно, увеличение лесопокрытой площади дельты повышает количество аккумулируемой воды, которая будет поддерживать уровень грунтовых и поверхностных вод.

ВЫВОДЫ

Изменения климата на территории Казахстана, в том числе в Алматинской области и дельте р. Или, уже проявились достаточно отчетливо (с

1975 г.) и способствуют усилению аридизации климата. Эти изменения будут усиливаться при любом сценарии выбросов парниковых газов. Оценка возможных последствий изменений климата и развития социально-экономической деятельности в бассейне р. Или указывает на высокую вероятность повторения Аральского кризиса на оз. Балхаш. Для его предотвращения необходимо предпринять ряд мер по адаптации к изменениям климата, одной из которых является восстановление водорегулирующей функции дельты лесопосадками. Результаты проведенных исследований подтверждают эффективность и целесообразность мероприятия, если лесопосаженная площадь достигнет не менее 30% площади дельты, т.е. если лесовосстановление будет осуществлено на площади не менее 200000 га. Поддержание оптимальной степени залесенности позволит в будущем уменьшить дефицит воды в дельте р. Или в засушливый период, что, в свою очередь, снизит риск обмеления водотоков в устье реки и снижения уровня оз. Балхаш.

В работе охарактеризована новая расчетная методика, позволяющая осуществлять прогноз поглощения углерода пулом фитомассы создаваемых лесных культур при наличии отрывочных данных по динамике таксационных показателей. Найденные величины поглощения углерода фитомассой древостоя применяются к сценариям лесовосстановления, задающим темпы создания лесных культур по лесобразующим породам.

Согласно полученным прогнозам, лесовосстановление в дельте р. Или на площади 200000 га приведет в течение 30 лет к накоплению фитомассой древостоев 7 Мт С, что соответствует удельному поглощению 1.15 т С/га/год. По этой величине рассматриваемый проект превосходит поглощение углерода при лесовосстановлении и облесении аридных регионов (0.2–0.8 т С/га/год). Приведенное сравнение подтверждает, что митигационный эффект проекта вполне достаточен, чтобы обладать самостоятельной ценностью.

Подход, основанный на комплексной оценке различных воздействий, определении их вклада и связанности с изменением климата, с выявлением необходимых адаптационных мер, может быть использован в качестве методической основы для разработки проектов по адаптации к изменениям климата с использованием регулирующих функций лесов в других регионах.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работы выполнены при поддержке WWF России (дистанционное зондирование и пр.), тем госзадания № АААА-А20-120070990079-6 ФГБУ «ИГКЭ» и № АААА-А18-118052590019-7 ФГБУН Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (прогнозные расчеты) и проекта Российского научного

фонда № 19-77-30015 (поглощение углерода лесными культурами).

FUNDING

The research was carried out with the support of WWF Russia (remote sensing analysis, glaciers, and hydrology), within the framework of the state-ordered research themes no. АААА-А20-120070990079-6 of the Izrael Institute of Global Climate and Ecology and no. АААА-А18-118052590019-7 of the Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences (forecast calculations), and with the financial support of the Russian Science Foundation, project no. 19-77-30015 (carbon sequestration by forest plantations).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас мирового водного баланса. М.—Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 65 с.
- Байкенова Г.Г., Выхина А. Экологические проблемы озера Балхаш // Экологические проблемы региона и пути их разрешения. Май 2018. С. 256–260.
- Галаева А.В. Изменение стока реки Или на участке от гидрометрического створа 164 км выше Капшагайской ГЭС до урочища Капшагай // Вестн. КРСУ. 2014. Т. 14. № 7. С. 93–95.
- Горобец А.И., Таранков В.И., Сизых В.Н. Сравнительная оценка углероддепонирующей и кислород продуцирующей функций дубравы и ветляника // Лесной вестник. 2009. № 3. С. 43–48.
- Давидов М.В. Рост и продуктивность насаждений ветлы (*Salix alba* L.) // Изв. ВУЗов. Лесной журн. 1962. № 5. С. 9–14.
- Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Ледники / Природа Мира. М.: Мысль, 1989. 447 с.
- Замолодчиков Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России с учетом влияния пожаров и рубок // Лесоведение. 2009. № 4. С. 3–15.
- Замолодчиков Д.Г., Каганов В.В., Липка О.Н. Потенциальное поглощение углерода фитомассой древостоя при восстановлении тугайных лесов // Лесоведение. 2020. № 2. С. 115–126.
- Казгидромет. Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2017 год. Астана, 2018. 60 с.
- Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1997. 413 с.
- Муратчаева П.М.-С. Мониторинг состояния древесных пород в искусственных насаждениях Терско-Кумской низменности // Аридные экосистемы. 2014. Т. 20. № 1 (58). С. 39–44.
- Насынбаев Е. Вокруг Астаны будет применен китайский опыт лесопосадок на засоленных землях // Today.kz от 2016-05-30. <http://today.kz/news/zhizn/2016-05-30/718441-vokrug-astany-budet-primenenen-kitajskij-opyit-lesoposadok-na-zasolennyih-zemlyah/> (дата обращения 08.07.2020).
- Попова В.П., Шиварева С.П., Домран А.О. Водный баланс озера Балхаш за период с 2000 по 2009 годы //

- Гидрометеорология и экология. 2010. № 4. С. 92–100.
- ПРООН. Атлас функционального зонирования Балхашского района Алматинской области. Астана, 2016. 64 с.
- Седьмое национальное Сообщение и третий двухгодичный Доклад Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Астана, 2017. 304 с. http://sustainable.eep.kz/upload/RUS_Saulet_Report_12-2017_RUS.pdf (дата обращения 08.07.2020).
- Сипович В.В. Исследование хода роста туранговых насаждений // Изв. ВУЗов. Лесной журн. 1963. № 2. С. 27–29.
- Стародубцев В.М., Трускавецкий С.Р. Процессы опустынивания в дельте реки Или под воздействием антропогенной нагрузки // Водные ресурсы. 2011. Т. 38. № 2. С. 248–251.
- Уткин А.И., Замолодчиков Д.Г., Гульбе Т.А., Гульбе Я.И. Аллометрические уравнения для фитомассы по данным деревьев сосны, ели, березы и осины в европейской части России // Лесоведение. 1996. № 6. С. 36–46.
- Шиварева С.П., Галаева А.В. Анализ изменения стока в бассейне р. Или в пределах Казахстана и Китая в связи с климатическими изменениями // Гидрометеорология и экология. 2014. № 1. С. 68–80.
- FAO, UNECE. Forests and Water Valuation and payments for forest ecosystem services. Geneva, 2018. 108 p.
- Guo L., Xia Z. Temperature and precipitation long-term trends and variations in the Ili-Balkhash Basin // Theor. Appl. Climatol. 2014. Vol. 115. P. 219–229. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-0883-3>
- Ili River Delta and South Lake Balkhash / Ramsar Sites Information Service, 2012. <https://rsis Ramsar.org/ris/2020> (дата обращения 08.07.2020).
- Information Sheet on Ramsar Wetlands (RIS). 2009–2012 ver. Ili River Delta and South Lake Balkhash (Дельта реки Или и южная часть озера Балхаш). Date this sheet was completed/updated. May 16, 2011. <https://rsis Ramsar.org/RISapp/files/RISrep/KZ2020RIS.pdf> (дата обращения 08.07.2020).
- IPCC 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpoglucf/gpoglucf_languages.html (дата обращения 08.07.2020).
- IPCC 2019: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems / P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo-Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley (eds.). <https://www.ipcc.ch/srccl/> (дата обращения 14.05.2021).
- Isupova M.V. The Effects of the Ili River Runoff and Water Regulation Function of the Delta on the Changing Water Level of Balkhash Lake Depending on the Delta Forest Coverage // Water Res. 2019. Vol. 46. Suppl. 1. P. S29–S42.
- Loni A., Radnezhad H., Martynova-Van Kley A., Hassavand A., Sadeghi M., Zaremanesh H. The role of *Haloxylon* plantations in improving carbon sequestration potential of sand dunes of Iran // Applied Ecol. and Environ. Res. 2018. Vol. 16 (1). P. 321–333.
- Suganuma H., Ito T., Tanouchi H., Egashira Y., Kurosawa K., Kojima T. Estimation of carbon sequestration potential of arid land afforestation using satellite image analysis and ground truth // J. Arid Land Stud. 2012. Vol. 22. № 1. P. 69–72.
- Zhang Y.-Q., Liu J.-B., Jia X., Qin S.-G. Soil organic carbon accumulation in arid and semiarid areas after afforestation: a meta-analysis // Pol. J. Environ. Stud. 2013. Vol. 22. № 2. P. 611–620.
- Zhou W., Gong P., Gao L. A review of carbon forest development in China // Forests. 2017. Vol. 8: 295. <https://doi.org/10.3390/f8080295>
- Zhou X., Brandle J.R., Schoeneberger M.M., Awada T. Developing above-ground woody biomass equations for open-grown, multiple-stemmed tree species: Shelterbelt-grown Russian-olive // Ecol. Modelling. 2007. Vol. 202. № 3–4. P. 311–323. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.10.024>

Climate Effect of the Ili Delta Reforestation

O. N. Lipka^{1,*}, D. G. Zamolodchikov², V. V. Kaganov², G. A. Mazmanians³,
M. V. Isupova⁴, and A. A. Aleinikov⁵

¹*Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russia*

²*Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

³*WWF Russia – Central Asian Programme, Almaty, Kazakhstan*

⁴*Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

⁵*SKANEKS GROUPS, Moscow, Russia*

*e-mail: olipka@mail.ru

The scientific rationale for ecosystem-based adaptation projects is comprehensive. This work considers a set of measures aimed at preserving the ecosystems of Lake Balkhash and the Ili River that are vulnerable to current climate change. Adaptation activities, in particular, the restoration of tugai forests, are designed to increase the water-regulating and environmental-forming functions of the Ili River Delta, which will increase the stabilization of the water regime of Lake Balkhash and the resilience of its ecosystems to any climate

change scenarios in the region. In addition, forest plantations will accumulate carbon in pools of phytomass, deadwood, litter, and soil. The paper describes the calculation methodology, which makes it possible to predict carbon uptake by the pool of phytomass of the planted forests using fragmentary data on the dynamics of taxation indicators. The obtained values of carbon absorption by the tree phytomass are applied to reforestation scenarios that set the rate of reforestation by tree species. According to the forecasts received, reforestation in the Ili River Delta on the area of 200 thous. ha over 30 years will lead to the accumulation of 7 Mt C by tree phytomass, which corresponds to a normalized absorption of 1.15 t C/ha/year. The mitigation effect of the project is quite sufficient to have independent value.

Keywords: climate change, ecosystem-based adaptation, Lake Balkhash, Ili River Delta, reforestation, tree phytomass, carbon sequestration, forecast analysis, climate projects

REFERENCES

- Atlas funktsional'nogo zonirovaniya Balkhashskogo raiona Almatinskoi oblasti* [Atlas of Functional Zoning of the Balkhash District of the Almaty Region]. Astana: PROON, 2016. 64 p.
- Atlas mirovogo vodnogo balansa* [The Atlas of World Water Balance]. Moscow–Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1974. 65 p.
- Baikenova G.G., V'yukhina A. Ecological problems of Lake Balkhash. In *Ekologicheskie problemy regiona i puti ikh razresheniya* [Ecological Problems of the Region and Ways to Solve Them]. Omsk: Omsk. Gos. Tekhn. Univ., 2018, pp. 256–260. (In Russ.).
- Davidov M.V. Growth and productivity of the plantations of the willow (*Salix alba L.*). *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Lesnoi Zh.*, 1962, no. 5, pp. 9–14. (In Russ.).
- Dolgushin L.D., Osipova G.B. *Ledniki* [Glaciers]. Moscow: Mysl' Publ., 1989. 447 p.
- Ezhгодnyi byulleten' monitoringa sostoyaniya i izmeneniya klimata Kazakhstana: 2017 god* [Annual Bulletin of the Monitoring of the Climate State and Change in Kazakhstan: 2017]. Astana: Kazgidromet, 2018. 60 p.
- Forests and Water Valuation and Payments for Forest Ecosystem Services*. Geneva: FAO, UNECE, 2018. 108 p.
- Galaeva A.V. Change in the flow of the Ili River in the section from the gauging section 164 km upstream of the Kapshagai hydroelectric power station to the Kapshagai valley. *Vestn. KRSU*, 2014, vol. 14, no. 7, pp. 93–95. (In Russ.).
- Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. IPCC, 2003. Available at: https://www.ipcc-ghnggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_lan-guages.html (accessed: 08.07.2020).
- Gorobets A.I., Tarankov V.I., Sizykh V.N. Comparative assessment of carbon sequestration and oxygen-producing functions of oak and willow. *Lesnoi Vestn.*, 2009, no. 3, pp. 43–48. (In Russ.).
- Guo L., Xia Z. Temperature and precipitation long-term trends and variations in the Ili-Balkhash Basin. *Theor. Appl. Climatol.*, 2014, vol. 115, pp. 219–229. doi 10.1007/s00704-013-0883-3
- Ili River Delta and South Lake Balkhash. Ramsar Sites Information Service, 2012. Available at: <https://rsis.ramsar.org/rsi/2020> (accessed: 08.07.2020).
- Information Sheet on Ramsar Wetlands (RIS) – 2009–2012 version. Ili River Delta and South Lake Balkhash. Date this sheet was completed/updated: May 16, 2011. Available at: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RIS-rep/KZ2020RIS.pdf> (accessed: 08.07.2020).
- IPCC *Climate Change and Land: an IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Shukla P.R., Skea J., CalvoBuendia E., Masson-Delmotte V., Pörtner H.-O., Roberts D.C., Zhai P., Slade R., Connors S., van Diemen R., Ferrat M., Haughey E., Luz S., Neogi S., Pathak M., Petzold J., Portugal Pereira J., Vyas P., Huntley E., Kissick K., Belkacemi M., Malley J., Eds. 2019. Available at: <https://www.ipcc.ch/srccl/> (accessed: 14.05.2021).
- Isupova M. V. The effects of the Ili River runoff and water regulation function of the delta on the changing water level of Balkhash Lake depending on the delta forest coverage. *Water Resour.*, 2019, vol. 46, no. 1, pp. S29–S42.
- Loni A., Radnezhad H., Martynova-Van Kley A., Hassavand A., Sadeghi, M., Zaremanesh H. The role of *Haloxylon* plantations in improving carbon sequestration potential of sand dunes of Iran. *Appl. Ecol. Environ. Res.*, 2018, vol. 16 (1), pp. 321–333.
- Mikhailov V.N. *Ust'ya rek Rossii i sopredel'nykh stran: proshloe, nastoyashchee i budushchee* [River Mouths of Russia and Neighboring Countries: Past, Present, and Future]. Moscow: GEOS Publ., 1997. 413 p.
- Muratchaeva P.M.-S. Monitoring of growth and condition of tree species in artificial plantings of Terek-Kuma lowland. *Arid. Ekosist.*, 2014, vol. 20, no. 1 (58), pp. 39–44. (In Russ.).
- Nasynbaev E. The chinese experience of forest planting on saline lands will be applied around Astana. Today.kz, 30 May, 2016. Available at: <http://today.kz/news/zhizn/2016-05-30/718441-vokrug-astanyi-budet-primenen-kitajskij-opyit-lesoposadok-na-zasolennyih-zemlyah/> (accessed: 08.07.2020). (In Russ.).
- Popova V.P., Shivareva S.P., Domran A.O. The water balance of Lake Balkhash for the period from 2000 to 2009. *Gidrometeorol. Ekol.*, 2010, no. 4, pp. 92–100. (In Russ.).
- Sed'moe natsional'noe Soobshchenie i tretii dvukhgodichnyi Doklad Respubliki Kazakhstan Ramochnoi konventsii OON ob izmenenii klimata* [Seventh National Communication and Third Biennial Report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change]. Astana, 2017. 302 p. Available at: http://sustainable.eep.kz/upload/RUS_Saulet_Report_12-2017_RUS.pdf (accessed 08.07.2020). (In Russ.).

- Shivareva S.P., Galaeva A.V. Analysis of runoff changes in the Ili River Basin on the territory of Kazakhstan and China due to climate change. *Gidrometeorol. Ekol.*, 2014, no. 1, pp. 68–80. (In Russ.).
- Sipovich V.V. Study of the turanga plantations growth rate. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Lesnoi Zh.*, 1963, no. 2, pp. 27–29. (In Russ.).
- Starodubtsev V.M., Truskavetskiy S.R. Desertification processes in the Ili River delta under anthropogenic pressure. *Water Resour.*, 2011, vol. 38, pp. 253. doi 10.1134/S0097807811010167
- Suganuma H., Ito T., Tanouchi H., Egashira Y., Kurosawa K., Kojima T. Estimation of carbon sequestration potential of arid land afforestation using satellite image analysis and ground truth. *J. Arid Land Stud.*, 2012, vol. 22, no. 1, pp. 69–72.
- Utkin A.I., Zamolodchikov D.G., Gul'be T.A., Gul'be Ya.I. Allometric equations for phytomass according to pine, spruce, birch and aspen trees in the European part of Russia. *Lesovedenie*, 1996, no. 6, pp. 36–46. (In Russ.).
- Zamolodchikov D.G. Assessment of the carbon pool of large wood residues in the forests of Russia, taking into account the effects of fires and logging. *Lesovedenie*, 2009, no. 4, pp. 3–15. (In Russ.).
- Zamolodchikov D.G., Kaganov V.V., Lipka O.N. Potential carbon absorption by tree-stand phytomass in the course of tugai forest restoration. *Contemp. Probl. Ecol.*, 2020, vol. 13, pp. 720–729. doi 10.1134/S1995425520070148
- Zhang Y.-Q., Liu J.-B., Jia X., Qin S.-G. Soil organic carbon accumulation in arid and semiarid areas after afforestation: a meta-analysis. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2013, vol. 22, no. 2, pp. 611–620.
- Zhou W., Gong P., Gao L. A review of carbon forest development in China. *Forests*, 2017, vol. 8, pp. 295. doi 10.3390/f8080295
- Zhou X., Brandle J.R., Schoeneberger M.M., Awada T. Developing above-ground woody biomass equations for open-grown, multiple-stemmed tree species: Shelterbelt-grown Russian-olive. *Ecol. Model.*, 2007, vol. 202, nos. 3–4, pp. 311–323. doi 10.1016/j.ecolmodel.2006.10.024

УДК 551.583.1

АКТУАЛИЗИРОВАННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В СВЯЗИ С ПРОДОЛЖАЮЩИМСЯ ПОТЕПЛЕНИЕМ

© 2021 г. А. В. Ширяева*

Институт географии РАН, Москва, Россия

**e-mail: alexandra.v.shiryaeva@gmail.com*

Поступила в редакцию 19.05.2020 г.

После доработки 07.02.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

В работе предлагается новая методика районирования территории России по климатическим условиям дорожного движения. В качестве главных критериев выделения зон используется продолжительность устойчивых теплого и холодного периодов; подзон (районов) – количество твердых осадков и число дней с переходами температуры воздуха через 0°C. Рассмотрены изменения этих параметров на территории России в 1961–1990 гг. и последующие 25 лет (1991–2015 гг.). Представлено районирование по данным за два временных периода, исследованы изменения границ районов в связи с современным потеплением. Сделан вывод об их смещении на расстояния порядка 200–300 км, сопоставимые с протяженностью ряда субъектов РФ. Таким образом, оценен масштаб климатических изменений, влияющих на функционирование автомобильного транспорта, и выделены регионы, в которых эти изменения наиболее существенны. Применяемый метод позволяет усовершенствовать существующее районирование по условиям движения на автомобильных дорогах за счет введения дополнительных и уточненных критериев, а также актуализации климатических данных.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, изменения климата, переход температуры воздуха через 0°C, снег, устойчивый теплый период, устойчивый холодный период, районирование территории России

DOI: 10.31857/S2587556621040099

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Расширение и модернизация автотранспортной инфраструктуры, а также рост интенсивности движения транспорта на дорогах России обуславливают повышение требований к транспортно-эксплуатационному состоянию, уровню безопасности дорожного движения и пропускной способности дорог в различные сезоны года. Изменение климата влияет на эффективность функционирования автотранспорта, под которой понимается состояние автодорог, безопасность движения, скорость транспортных потоков, расходы на содержание дорог и т.д. В этой связи повышение эффективности работы автотранспорта требует определенных мер адаптации к изменяющимся климатическим условиям.

Степень обеспеченности территории транспортными путями (транспортная обеспеченность), в данном случае автомобильными, влияет на жизнедеятельность населения. Транспортная обеспеченность регионов хорошо сочетается с природно-климатическими факторами (Ширяева, 2018). Поэтому при районировании террито-

рии важно выявить регионы, в которых произошло существенное изменение значимой для жизни населения климатообусловленной обстановки дорожного движения.

Одним из показателей, применяющихся для оценки транспортной доступности (обеспеченности) территорий, является индекс Энгеля–Юдзуру Като, который рассчитывается по формуле (Транспортная ..., 1971):

$$D = \frac{L}{\sqrt{SH}},$$

где L – длина путей сообщения в регионе для конкретного вида транспорта (км), S – площадь региона (сотни км²), H – численность населения (десятки тыс. чел.).

В среднем по России для автодорог с твердым покрытием индекс Энгеля–Юдзуру Като составляет лишь 24.5 (рассчитан по данным Росстата¹ на 2015 г.). При этом Европейская территория

¹ Федеральная служба государственной статистики (Росстат). <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 01.03.2021).

России (ЕТР) относительно хорошо обеспечена автодорогами. Значение индекса в градации менее 20 наблюдается только в Астраханской области. В азиатской части страны индекс достигает значения более 20 только в южных районах, через которые проходят дороги федерального значения. Таким образом, большая часть страны неудовлетворительно обеспечена автодорогами с твердым покрытием. Недостатком этого и аналогичных методов расчетов транспортной доступности, основанных на оценке густоты транспортной сети, является использование всей площади территориальной единицы вместо освоенной (Тархов, 2018).

Другим показателем для оценки условий дорожного движения является уровень автомобилизации (среднее количество зарегистрированных в регионе автомобилей, приходящееся на 1000 жителей). С начала 2000-х годов уровень автомобилизации в России, по данным статистики, вырос в 2.5 раза (со 130 в 2000 до 310 в 2018 г.). При этом до начала 2000-х годов наиболее высокий уровень наблюдался в столице и богатых приграничных и топливдобывающих регионах (Тархов, 2004). Так, в 2000 г. лидировали (в порядке убывания) Калининградская область, Приморский край, Ханты-Мансийский АО (более 200 автомобилей на 1000 чел.), Сахалинская область, Москва и Санкт-Петербург (180–200). В 2018 г. эти регионы сменили Камчатский край, Волгоградская область, Приморский край, Республика Адыгея (400–500 автомобилей на 1000 чел.); Санкт-Петербург (302) и Москва (296) оказались только на 47 и 50 местах соответственно. Таким образом, владение автомобилем перестает быть показателем уровня благосостояния, становясь необходимостью и в небогатых регионах. Уровень автомобилизации в Москве и Санкт-Петербурге с начала 2000-х годов практически не вырос (при значительном росте населения), что говорит о том, что жители стали отказываться от личных автомобилей в пользу более быстрого общественного транспорта. При этом также нужно отметить, что регионы с высоким уровнем автомобилизации зачастую обладают низкой транспортной доступностью, что говорит о явно недостаточной дорожной инфраструктуре.

Еще одним методом оценки условий дорожного движения может служить плотность движения — число автомобилей на 1 км дороги². Обычно этот показатель используют для оценки характеристик транспортных потоков на одной дороге или ее участке. В данном случае под плотностью движения будет подразумеваться число зарегистри-

рованных в регионе автомобилей на 1 км автодорог с твердым покрытием. По значению этого параметра можно с некоторым допущением судить об интенсивности трафика и потребности населения в появлении новых автодорог. Наибольшее число автомобилей на 1 км дорог (более 100) приходится на Московскую и Ленинградскую области (рис. 1). К регионам, в которых на 1 км автодорог приходится 80–100 автомобилей, относятся Сахалинская область, Камчатский край и Ханты-Мансийский АО. Далее следуют Мурманская, Челябинская области и Ямало-Ненецкий АО. Причины такого распределения могут быть разными. Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа являются нефтегазодобывающими территориями с высокими доходами, но при этом с относительно слабо развитой дорожной сетью. На Сахалине и Камчатке дорог также мало, при этом население активно пользуется недорогими автомобилями, импортируемыми из Японии и Южной Кореи, за счет чего индекс достаточно высокий. Регионами с наименьшими значениями индекса плотности движения являются Чукотский АО (только 5 зарегистрированных автомобилей на 1 км), Республика Алтай, Псковская область и Еврейская АО (12–15 автомобилей на 1 км).

Автомобильный транспорт является одной из самых “погодозависимых” отраслей экономики. Изучению влияния метеоусловий на работу автотранспорта посвящено достаточно много зарубежных и отечественных работ (Псаломщикова и др, 2008; Энциклопедия ..., 2005; Bles et al., 2010; Koetse, Rietveld, 2009), а также нормативно-технических документов, применяемых для проектирования и работы объектов этой отрасли³. Но многие из них базируются на устаревших климатических данных (до начала 1980–90-х годов) и нуждаются в пересмотре с учетом новейших научных знаний о неоднозначном влиянии на данную отрасль продолжающегося потепления и колебаний климата на территории России.

Результаты исследований воздействия глобального потепления на работу автотранспорта в России указывают на то, что основные виды неблагоприятных последствий проявляются уже в настоящее время, а их усиление ожидается в ближайшие десятилетия (Второй ..., 2014; Хлебникова, Салль, 2012). Отмечено, что влияние климатиче-

² ОДМ 218.2.020-2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. М.: Информавтодор, 2013. 143 с.

³ ОДМД. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. М.: Информавтодор, 2003. 72 с.; ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. М.: Информавтодор, 2001. 144 с.; СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*. М.: Госстрой России, 2013. 99 с.

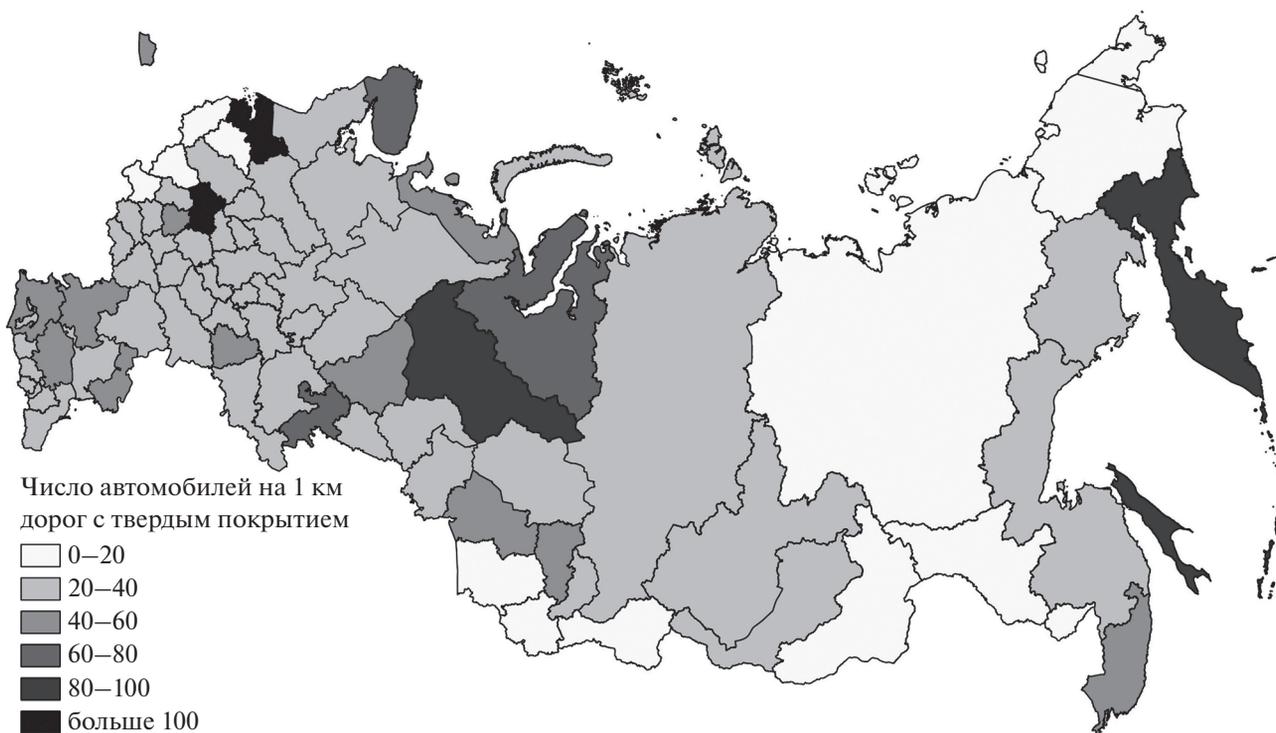


Рис. 1. Индекс плотности дорожного движения в субъектах Российской Федерации.

ских изменений весьма неоднозначно. Сокращение продолжительности периода с отрицательными температурами воздуха в целом благоприятствует работе автотранспорта. Но потепление оказывает также негативное влияние на состояние и функционирование автотранспортной инфраструктуры за счет увеличения частоты экстремальных явлений.

Условия на автомобильных дорогах меняются по сезонам года. В течение года продолжительность различных состояний дороги зависит от климата данного района, ее технического уровня и качества содержания. Каждому периоду года соответствуют свои условия погоды, влияющие на состояние поверхности дорожного покрытия и условия движения по нему автотранспорта (Бякобжельский, 1973; Самодурова, 2003). А.П. Васильев предложил районирование территории по условиям движения на автомобильных дорогах по продолжительности зимнего и переходных сезонов⁴. За зимний сезон им был взят период года со среднесуточной температурой ниже 0°C, переходные сезоны – периоды с температурой от 0 до +15°C. Территория СССР была разделена на три зоны в зависимости от продолжительности теплового или холодного сезонов (зона I с преобладаю-

щим зимним периодом делится еще на три подзоны по продолжительности переходного сезона). Данное районирование применяется во многих актуальных нормативно-технических документах и справочниках⁵, хотя опубликовано оно было еще в 1980 г., почти одновременно с началом интенсивного глобального потепления. Таким образом, уточнение границ районов в связи с климатическими изменениями пока не было проведено. Автором предлагается актуализированное районирование территории России по климатическим условиям дорожного движения, основанное на метеорологических данных до 2015 г., с дополнительными критериями для зон и подзон. Рассмотрены изменения границ зон в связи с климатическими флуктуациями, выделены регионы, в которых эти изменения наиболее существенны.

ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

Для расчетов климатических параметров использовалась база метеорологических данных суточного разрешения 600 станций на территории России ВНИИГМИ-МЦД⁶ за период 1961–2015 гг.

⁴ См.: ВСН 39-79. Технические указания по укреплению обочин автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1980. 46 с.

⁵ См.: ВСН 39-79. Технические указания по укреплению обочин автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1980. 46 с.; Справочная энциклопедия дорожника. Т. 2. Ремонт и содержание автомобильных дорог / ред. А.П. Васильев и др. М.: Информавтор, 2004. 1129 с.

Таблица 1. Критерии выделения зон по продолжительности сезонов года

Зона	Критерий
1	Продолжительный (200 и более дней) устойчивый холодный период
2	Устойчивый холодный период средней продолжительности (менее 200 дней), но при этом превышающий по длительности теплый
3	Устойчивый теплый период, превышающий по продолжительности холодный

Для определения границ зон были выбраны следующие климатические параметры:

- продолжительность зимнего, летнего и переходных сезонов (по методике, предложенной Васильевым⁷, однако с измененными критериями начала и окончания сезонов);
- количество твердых осадков;
- число переходов температуры воздуха через 0°C.

Последние два параметра выбраны в связи с тем, что осадки и гололедно-изморозевые явления (частота которых косвенно связана с частотой переходов температуры воздуха через 0°C) в наибольшей степени осложняют работу транспорта в зимнее время (Самодурова, 2003; Andrey, Mills, 2003)⁸. Другие метеорологические явления, такие как, например, туманы, метели и пр., являются более редкими и при районировании не учитывались.

Рассмотрим методику расчетов каждого из используемых параметров.

За начало и окончание сезонов года в данной работе принимаются даты устойчивого перехода температуры воздуха через следующие границы: 0°C для холодного сезона и +8°C для теплого. Переход считается устойчивым в случае, если среднесуточная температура воздуха в течение 5 дней была ниже или выше заданных значений; дата наступления следующего сезона происходит на 5-й день этого перехода. Таким образом, за холодный сезон принят период с устойчивой температурой воздуха ниже 0°C, за теплый – период с устойчивой температурой воздуха выше +8°C (отрезок времени, в который по нормативным документам⁹ в России завершается отопительный сезон); переход-

ные сезоны года – это периоды с температурой между 0 и +8°C. Подробное описание критериев определения границ сезонов года, методика создания базы данных начала и окончания сезонов, анализ их продолжительности и изменений в регионах России для периода 2000–2015 гг. по сравнению с базовым климатическим периодом приведены автором в (Shiryaeva, 2018).

Ежегодная сумма твердых осадков рассчитывалась по следующей методике: из климатического архива были выбраны дни с осадками при среднесуточной температуре ниже 0°C в предположении, что эти осадки выпадали преимущественно в виде снега. При условии, что 1 см свежеснегавшего снега примерно соответствует в водном эквиваленте 1 мм жидких осадков (при плотности 100 кг/м³)¹⁰, было подсчитано общее количество твердых осадков за те дни, когда температура воздуха была ниже 0°C за каждый холодный период для всех исследуемых лет.

Методика расчета параметра “число дней с переходом температуры воздуха через 0°C”, далее называемого числом переходов через 0°C, была следующей: если максимальная за сутки температура воздуха была больше 0°C, а минимальная – меньше, то считалось, что в этот день переход через 0°C произошел; далее рассчитывалась сумма таких суток за год.

На основе этих данных вычислялись средние значения исследуемых параметров и их среднеквадратические отклонения для периодов 1961–1990 и 1991–2015 гг. Данные проходили проверку на нормальность, абсолютное большинство рядов подчинялось нормальному распределению, поэтому далее был использован *t*-критерий Стьюдента для оценки статистической значимости. Результаты анализа представлены в виде картосхем для средних значений параметров в исследуемые периоды и их изменений (с оценкой статистической значимости) в 1991–2015 гг. по сравнению с базовым климатическим периодом.

Для дальнейшего районирования территории России станции были разделены на группы по критериям средних значений продолжительности устойчивых сезонов года в 1961–1990 и 1991–2015 гг. (табл. 1).

В качестве границ основных зон были выбраны указанные в табл. 1 градации длительности устойчивых теплого и холодного периодов, а в качестве критериев подзон (районов) – количество

⁶ Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД). <http://www.meteo.ru> (дата обращения 01.02.2017).

⁷ См.: ВСН 39-79. Технические указания по укреплению обочин автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1980. 46 с.

⁸ См. также: Справочная энциклопедия дорожника. Т. 2. Ремонт и содержание автомобильных дорог / ред. А.П. Васильев и др. М.: Информавтор, 2004. 1129 с.

⁹ Постановление Правительства Российской Федерации от 06.05.2011 № 354 “О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов”. Сборник законодательства Российской Федерации от 2011 г. № 22. С. 3168.

¹⁰ Справочник эколога-климатических характеристик г. Москвы / под общ. ред. А.А. Исаева. М.: Изд. Моск. ун-та, 2003. Т. 1. 300 с.

твердых осадков и число переходов температуры воздуха через 0°C (табл. 2).

Наименее благоприятной является **зона 1** с продолжительным устойчивым холодным периодом. Для нее характерны наиболее выраженные негативные признаки подзон и наибольшая повторяемость погодных явлений, осложняющих работу автотранспорта. В **зоне 2**, где холодный период составляет менее 200 дней, но при этом превышает по длительности теплый, эти признаки выражены меньше. **Зона 3** с продолжительным теплым сезоном является наиболее благоприятной для дорожного движения.

Наименее благоприятной из четырех подзон является **подзона “г”**, для которой характерны сильные снегопады, частые оттепели и переходы через 0°C, отрицательно влияющие на дорожное покрытие, его повышенная скользкость из-за частых гололедно-изморозевых явлений; на территории этой подзоны также требуются значительные затраты на очистку улиц как от гололеда, так и от снега. **Подзона “в”** характеризуется средним и небольшим числом переходов через 0°C, но значительным количеством твердых осадков; в ней движение автотранспорта в основном происходит по заснеженному скользкому покрытию с узкой проезжей частью, и требуются большие затраты на уборку снега. Для **подзоны “б”** характерны большое число переходов через 0°C и частые гололедные явления, но при этом небольшое количество твердых осадков. Таким образом, она является более благоприятной для функционирования автотранспорта, чем две предыдущие. **Подзона “а”** характеризуется относительно благоприятными условиями: средним и небольшим количеством осадков и коротким переходным периодом.

На основе данных за базовый климатический период и последующие 25 лет были составлены две картосхемы районирования территории России по климатическим условиям дорожного движения. Сначала средние за каждый из двух исследуемых периодов значения параметров на метеорологических станциях были проинтерполированы в узлы сетки с шагом 1°. Затем по выбранным критериям (три градации для продолжительности сезонов (см. табл. 1), две градации для числа переходов температуры через 0°C (более и менее 80 дней за год) и две градации для количества твердых осадков (более и менее 150 мм) (см. табл. 2)) на картосхемах были выделены области, соответствующие этим значениям. В результате было получено три растровых изображения. Далее они были совмещены в единое изображение, в каждом пикселе которого содержится значения из трех исходных растров. По итоговому изображению по одинаковым количественным значениям точек выделены указанные выше зоны и подзоны районирования. В результате получены две кар-

Таблица 2. Критерии выделения подзон по климатическим условиям дорожного движения

Число переходов через 0°C	Количество твердых осадков	
	менее 150 мм/год	150 и более мм/год
Менее 80 дней/год	а	в
80 и более дней/год	б	г

тосхемы районирования территории России: для периодов 1961–1990 и 1991–2015 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изменения продолжительности сезонов, а также количества твердых осадков и числа переходов температуры воздуха через 0°C в последние 55 лет

В (Shiryaeva et al., 2018) приводится подробный анализ изменения дат начала, окончания и продолжительности устойчивых холодного и теплого сезонов в 2001–2015 гг. по сравнению с базовым климатическим периодом. Для 1991–2015 гг. наблюдаются примерно такие же тенденции. Сокращение устойчивого холодного периода происходит практически на всей территории страны, кроме севера Сибири, оно составляет от 5 до 24 дней (рис. 2а). На востоке ЕТР и Южном Урале эти изменения происходят в основном за счет более позднего начала зимы, на западе и юге ЕТР — за счет более раннего ее окончания. На азиатской части страны продолжительность зимы сокращается за счет смещения дат как начала, так и окончания устойчивого холодного периода.

Общая продолжительность устойчивого теплого периода в 1991–2015 гг. увеличилась на большей части страны (кроме юга ЕТР, южной Якутии и севера Западной Сибири) на срок от 5 до 21 дня (рис. 2б). В Поволжье и на Южном Урале эти изменения произошли в основном за счет более позднего начала осени, в Сибири (за исключением южной части) — за счет более раннего окончания весны. На остальной территории, затронутой изменениями, — за счет смещения дат как начала, так и окончания теплого сезона.

Максимальное число переходов через 0°C наблюдается на обширной территории южной Сибири, а также на отдельных станциях Приморского края, Сахалина, Курильских островов и Камчатки (рис. 3а). На европейской части страны число таких переходов температуры велико на Кавказе, севере Ленинградской области и в Карелии. Минимальное число переходов происходит на севере азиатской части страны в условиях продолжительного холодного периода.

Изменения частоты переходов через 0°C неравномерны (рис. 3б). В основном на территории

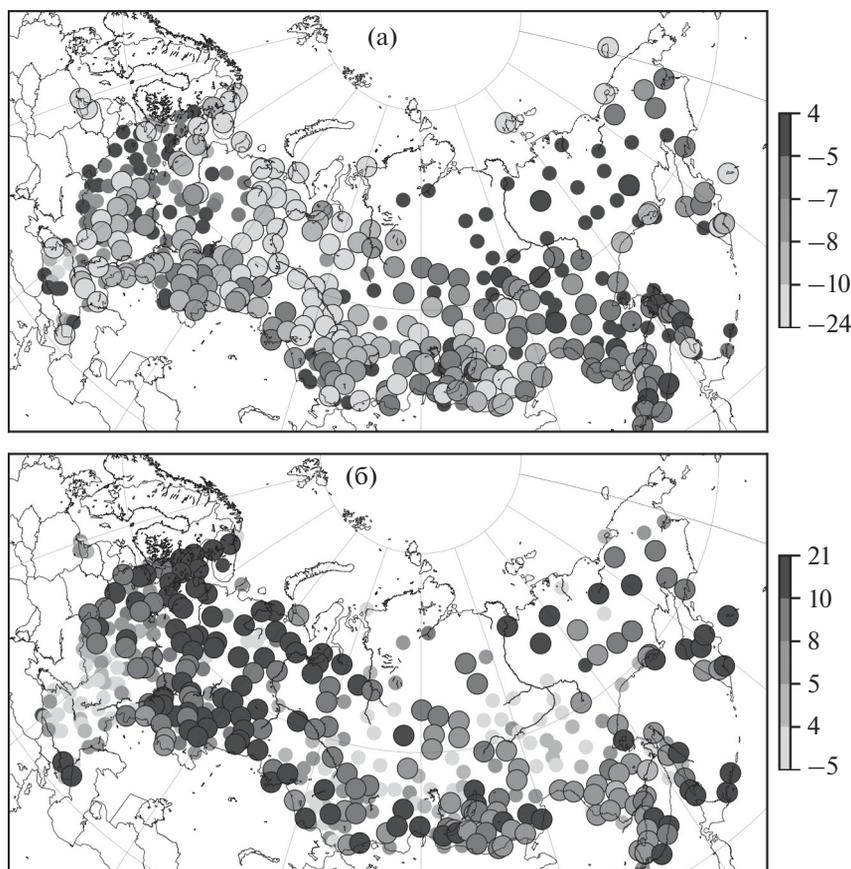


Рис. 2. Изменения средней продолжительности устойчивого холодного (а) и теплого (б) периодов в 1991–2015 по сравнению с 1961–1990 гг., дни.

Примечание. Здесь и далее станции со статистически значимыми изменениями выделены большими кругами; градации для изменений параметров выбраны по принципу квантилей (в каждой градации – примерно одинаковое количество значений).

России происходит уменьшение числа переходов через 0°C , статистически значимое на Урале и большей части Западной Сибири. На ЕТР наблюдается в основном увеличение числа переходов температуры воздуха через 0°C , статистически значимое на отдельных станциях. Причинами этого, вероятнее всего, является смена режимов крупномасштабной циркуляции атмосферы. В (Попова, 2018; Попова и др., 2018 и др.) показаны устойчивые связи между наблюдаемыми на территории России изменениями в режимах температур и осадков и аномалиями нескольких циркуляционных мод. Можно предположить, что увеличение числа дней с переходами температуры через 0°C на ЕТР в 1991–2015 гг. связано с усилением циклонической деятельности на этой территории в холодный период года в положительную фазу NAO. При циклональном типе погоды зимой на этой территории температура часто повышается до положительных значений. Оттепели и заморозки в Западной Сибири и на Урале больше характерны для переходных сезонов, поскольку зимой там устанавливаются устойчивые отрица-

тельные температуры. По данным (Латышева и др, 2011), в последние десятилетия происходит незначительное усиление интенсивности Азиатского максимума при его формировании осенью и разрушении весной. Это может быть причиной для установления более частой антициклональной погоды в переходные сезоны с редкими колебаниями температуры воздуха около 0°C . Другие региональные особенности изменений частоты заморозков и оттепелей (например, ее увеличение на Алтае, а также неравномерные по территории колебания в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке) требуют более подробных исследований связи изменчивости этого параметра с колебаниями индексов атмосферной циркуляции.

Максимальные суммы твердых осадков (по данным используемых преимущественно равнинных станций) выпадают на Сахалине, Камчатке, востоке ЕТР, в Предуралье и Западной Сибири. Минимальные значения наблюдаются на юге ЕТР, где и зимой осадки выпадают преимущественно в виде дождя, а также в регионах с рез-

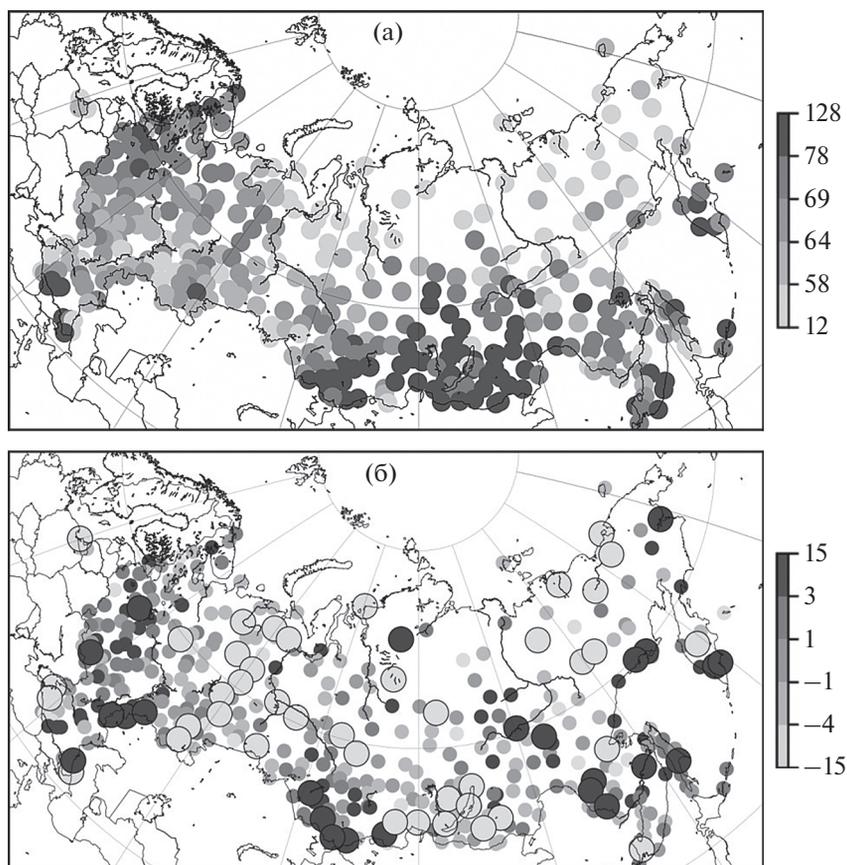


Рис. 3. Среднегодовое число дней с переходом температуры через 0°C на территории России в 1991–2015 гг. (а) и его изменения по сравнению с 1961–1990 гг. (б).

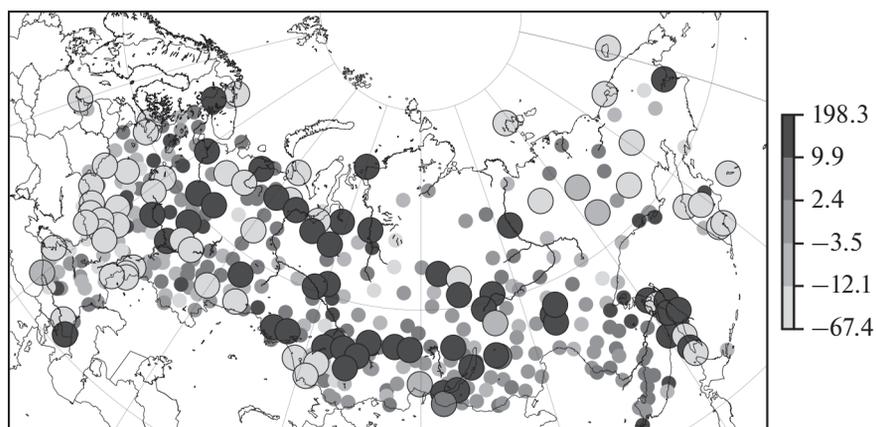


Рис. 4. Изменения среднегодовых сумм твердых осадков в 1991–2015 гг. по сравнению с 1961–1990 гг.

ко континентальным климатом (Восточная Сибирь), где зимой наблюдается минимум годовых осадков.

Уменьшение сумм твердых осадков (рис. 4) наблюдается на основной части ЕТР, а также на северо-востоке Якутии и на Камчатке. Увеличение количества снега более значительно и происходит

в восточной части ЕТР, в западной и южной Сибири и на большей части Сахалина (однако нужно отметить, что на отдельных станциях здесь наблюдается сокращение сумм твердых осадков).

Таким образом, можно сделать вывод об увеличении степени благоприятности климатических условий функционирования автотранспорта

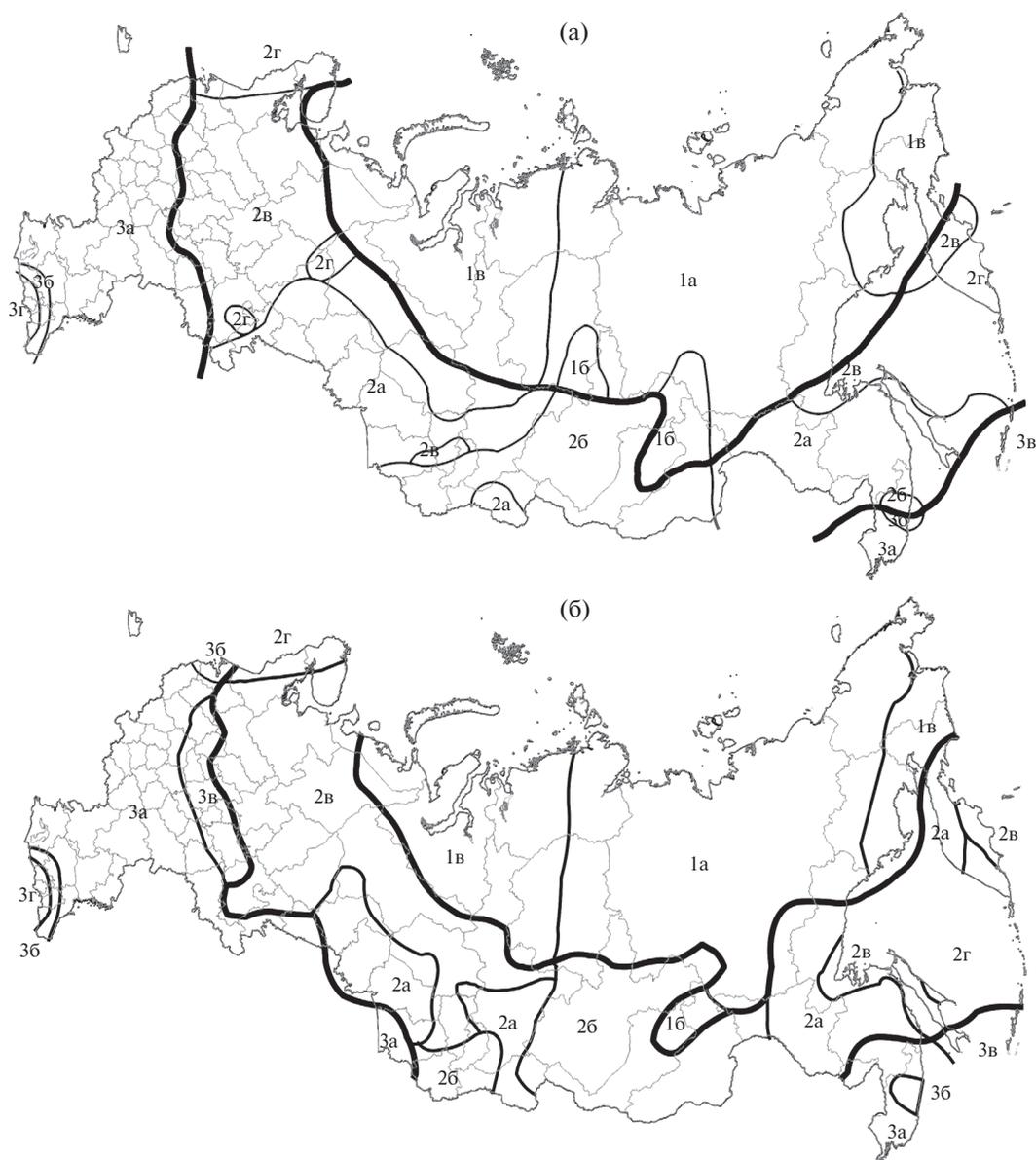


Рис. 5. Районирование территории России по климатическим условиям дорожного движения по метеорологическим данным за 1961–1990 (а) и 1991–2015 гг. (б).

на территории России. Это происходит за счет сокращения продолжительности устойчивого холодного периода и числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C ; при этом тенденция к увеличению количества твердых осадков, а также числа переходов через 0°C в отдельных регионах является негативным фактором.

Районирование территории России по климатическим условиям дорожного движения

На рис. 5а и 5б приведены итоговые картосхемы районирования территории России по климатическим условиям дорожного движения для ба-

зового климатического периода 1961–1990 и 1991–2015 гг.

Охарактеризуем подробнее каждую зону (по данным за базовый климатический период).

Зона 1 с продолжительным (более 200 дней) устойчивым холодным периодом. Для этой зоны характерна частая повторяемость погодных явлений холодного периода, неблагоприятно воздействующих на функционирование автотранспорта. В ее пределах выделяются подзоны со следующими отличительными признаками:

1а – основная часть Восточной Сибири с наибольшим количеством твердых осадков и низким числом переходов через 0°C ;

1б – отдельные области на юге Якутии с наибольшим количеством твердых осадков и частыми переходами через 0°C;

1в – север ЕТР и Западной Сибири с большим количеством твердых осадков и низким числом переходов через 0°C.

Зона 2 с устойчивым холодным периодом средней продолжительности. К этой зоне отнесены районы, где зимний период составляет менее 200 сут в году, но он превышает по продолжительности теплый. Для нее характерны признаки 1 зоны, однако менее выраженные. В зоне 2 можно выделить следующие подзоны:

2а – южная часть Западной Сибири, а также обширные части Амурской области и Хабаровского края, где наблюдаются небольшое количество твердых осадков и низкое число переходов через 0°C;

2б – юг Сибири, для которого характерны небольшое количество осадков, но при этом частые переходы через 0°C;

2в – средняя часть ЕТР, Урал, относительно небольшая территория в Западной Сибири, средняя часть Камчатки и северо-восток Сахалина, где количество твердых осадков значительное, а число переходов через 0°C невысокое;

2г – наиболее неблагоприятная подзона с большим количеством твердых осадков и частыми переходами через 0°C. Занимает южную часть Камчатки, основную часть Курильских островов, фрагментарно Урал, а также район вдоль границы с Финляндией.

Зона 3 с устойчивым теплым периодом, превышающим по продолжительности холодный. Характеризуется относительно благоприятными условиями для автотранспорта, поскольку теплый период года является преобладающим; переходный сезон в основном также небольшой либо может быть продолжительным за счет короткой зимы. Выделяются следующие подзоны:

3а – южная часть ЕТР и юг Приморского края с небольшим количеством осадков и редкими переходами через 0°C;

3б – предгорья Кавказа, а также небольшая часть Приморского края с небольшим количеством зимних осадков и большим числом переходов через 0°C;

3в – южная часть Курильских островов с большим количеством осадков и небольшим числом переходов через 0°C;

3г – горная часть Кавказа с частыми переходами через 0°C и значительными суммами твердых осадков.

При сравнении двух картосхем видно, что в 1991–2015 гг. произошли смещения границ зон и районов дорожно-климатического районирования. Границы всех зон сместились к северу и се-

веро-востоку на величины порядка 200–300 км. Границы подзон изменились не столь значительно.

Граница между зоной 1 (с продолжительным холодным периодом) и зоной 2 (с холодным периодом средней продолжительности) в 1991–2015 гг. существенно сместилась к северо-востоку на ЕТР и к северу на остальной территории страны. Мурманская и Архангельская (не считая Ненецкого АО) области полностью перешли в зону 2. В этой зоне также практически полностью оказался Ханты-Мансийский АО. Северные части Забайкальского края и Иркутской области практически полностью переместились из подзоны 1б (с частыми переходами через 0°C и небольшим количеством осадков) в зону 2б за счет сокращения числа этих переходов и уменьшения продолжительности холодного сезона. Амурская область и Хабаровский край, до этого находившиеся в зоне 1, переместились в подзону 2в со средним и небольшим количеством твердых осадков и небольшим числом переходов через 0°C. Камчатский полуостров полностью перешел в зону 2, при этом за счет сокращения количества твердых осадков и числа переходов через 0°C в северной части образовалась подзона 2а. Также за счет сокращения числа переходов температуры через 0°C фрагменты подзоны 3г на Урале и в Хабаровском крае трансформировались в подзону 2в.

Граница между зонами 2 и 3 на ЕТР сместилась к северо-востоку на расстояния, примерно равные протяженности областей. В третьей зоне оказалась половина Ленинградской области, перешедшая за счет статистически значимого уменьшения количества осадков в подзону 3б. На ЕТР образовалась новая подзона 3в с продолжительным теплым периодом и большим количеством твердых осадков, в которую вошли частично Новгородская, Тверская, Московская области и Республика Башкортостан, полностью Владимирская, Нижегородская области, республики Марий-Эл, Чувашия и Татарстан, находившиеся ранее в подзоне 2в.

На азиатской части страны в подзону 3а частично переместился Алтайский край, до этого находившийся в зонах 2а, 2б и 2в. Таким образом, этот относительно небольшой регион в период 1991–2015 гг. вместил в себя сразу четыре подзоны. На Дальнем Востоке Приморский край полностью переместился в зону 3, до этого частично находясь в зоне 2. Его средняя часть находится в подзоне 3б с большим числом переходов через 0°C, а восточная – в подзоне 3а. В подзоне 3в по данным за период 1961–1990 гг. находилось лишь несколько южных Курильских островов. В следующие 25 лет граница этого района поднялась к северо-западу, захватив южную часть Сахалина.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Районирование территории России по климатическим условиям дорожного движения для периодов 1961–1990 и 1991–2015 гг. отображает смещение границ районов во второй период в связи с потеплением на расстояния порядка 200–300 км, сопоставимые с протяженностью субъектов РФ.

Улучшение значимой для жизнедеятельности населения климатообусловленной обстановки дорожного движения произошло в Мурманской и Ленинградской областях, на юге Урала, в Алтайском крае, юге Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и Камчатке. Большая часть из этих регионов отличается высокой плотностью дорожного движения. Центральная часть ЕТР, которая (за исключением Москвы и Московской области) обладает относительно невысокой плотностью движения, в основном оказалась в более благоприятных условиях в связи с потеплением, однако количество твердых осадков на востоке этого региона выросло. В Кемеровской области, которая относится к регионам со средним показателем плотности движения, возникли менее благоприятные условия за счет значимого увеличения количества осадков и числа переходов через 0°C. Регионы с высокой транспортной обеспеченностью находятся в нейтральной и благоприятной природно-климатических зонах как для жизни населения (Природно-климатические ..., 2018), так и для дорожного движения. Значимого ухудшения климатических условий функционирования автотранспорта в них не наблюдается.

Применяемый метод позволил усовершенствовать существующее районирование, применяемое в нормативно-технических документах и основанное на устаревших климатических данных. С его помощью оценен масштаб климатических изменений, влияющих на функционирование автомобильного транспорта на территории России, и выделены регионы, в которых эти изменения наиболее существенны. Недостатком предложенной методики районирования является учет только нескольких климатических параметров, тогда как в реальности параметров, влияющих на дорожное движение, гораздо больше. В дальнейшем возможно создание более универсального индекса, учитывающего больший набор параметров (таких, как, например, частота неблагоприятных погодных явлений). Кроме того, за рамками работы остались более конкретные показатели дорожного движения, связанные с климатическими условиями, такие как аварийность автотранспорта и плотность трафика на трассах, что должно служить темой для отдельного исследования.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в Институте географии РАН при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 16-17-10236 «Воздействие изменений климата на жизнедеятельность населения в России (“местности с особыми климатическими условиями”)

FUNDING

The work was carried out in the Institute of Geography RAS with the financial support of the Russian Science Foundation, project no. 16-17-10236.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бякобжельский Г.В.* Зимнее содержание автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1983. 197 с.
- Второй Оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях. Техническое резюме / науч. рук. работ по подготовке доклада В.М. Катцов и С.М. Семенов. М.: Росгидромет, 2014. 93 с.
- Латышева И.В., Лоценко К.А., Шахаева Е.В.* Исследование динамики Азиатского антициклона и холодных циркуляционных периодов на территории Иркутской области // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2011. № 2. С. 161–172.
- Попова В.В.* Современные изменения климата на севере Евразии как проявление вариаций крупномасштабной атмосферной циркуляции // Фундаментальная и прикладная климатология. 2018. № 1. С. 84–112. <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2018-1-84-112>
- Попова В.В., Ширяева А.В., Морозова П.А.* Изменения характеристик снежного покрова на территории России в 1950–2013 годах: региональные особенности и связь с глобальным потеплением // Криосфера Земли. 2018. Т. 22. № 4 С. 65–75.
- Псаломщикова Л.М., Салль И.А., Стадник В.В., Трофимова О.В.* Использование метеорологической информации в целях содержания автомобильных дорог в зимний период // Труды ГГО. 2008. № 557. С. 85–101.
- Самодурова Т.В.* Метеорологическое обеспечение зимнего содержания автомобильных дорог. М.: ТИМР, 2003. 183 с.
- Тархов С.А.* Транспортная освоенность территории // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2018. № 2. С. 3–9.
- Транспортная система мира / под ред. С.С. Ушакова, Л.И. Василевского. М.: Транспорт, 1971. 216 с.
- Хлебникова Е.И., Салль И.А.* Климатические воздействия на инфраструктуру прибрежных территорий России в первой половине XXI века // Труды ГГО. 2012. № 567. С. 83–126.
- Ширяева А.В.* Транспортная обеспеченность как фактор среды жизнедеятельности // Природно-климатические условия и социально-географическое пространство России / ред. А.Н. Золотокрылин, В.В. Виноградова, О.Б. Глезер. М.: Институт географии РАН, 2018. С. 134–137.

- Энциклопедия климатических ресурсов / под ред. Н.В. Кобышевой. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 319 с.
- Andrey J., Mills B. Climate change and the Canadian transport system: vulnerabilities and adaptations // *Weather and Transportation in Canada*. Department of Geography Publ. Series, Monograph 55. Waterloo, Ontario: Univ. of Waterloo, 2003. P. 235–279.
- Bles T. et al. Risk management for roads in a changing climate. A Guidebook to the RIMAROCC Method. ERA NET ROAD project. 2010. 81 p.
- Koetse M.J., Rietveld P. The Impact of Climate Change and Weather on Transport: An Overview of Empirical Findings // *Transport. Res.* 2009. P. D. № 14 (3). P. 205–221.
- Shiryayeva A.V., Shiryayev M.V., Semenov V.A. Changes in the Duration of Stable Cold and Warm Seasons at the Beginning of the 21st Century in Russia // *Doklady Earth Sci.* 2018. Vol. 481. P. 1. P. 934–938.
- Tarkhov S.A. Regional distinctions in the automobilization process in Russia. *Europa XXI*. Vol. 12. Central and Eastern Europe: Changing spatial patterns of human activity. Warszawa, 2005. P. 211–225.

Updating Climatic Zoning of Russian Territory by Road Traffic Conditions in Connection with Continued Warming

A. V. Shiryayeva*

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

*e-mail: alexandra.v.shiryayeva@gmail.com

The article proposes a new methodology for zoning of Russian territory according to road traffic and climatic conditions. The duration of stable warm and cold year periods is used as the main criteria for zoning. The changes of these parameters on the territory of Russia from the base climatic period (1961–1990) and through the next 25 years (1991–2015) are considered; the statistical significance of these changes is estimated. The zoning maps are presented according to the data for the two time periods. The displacement of the zones' boundaries due to warming is about 200–300 km. This distance is comparable to the length of the Russian Federation's subjects. The consequences of the global warming for the road traffic in Russia are ambiguous. In general, the reduction of the cold season observed almost everywhere in Russia has a positive effect on motor transport. But such unfavorable conditions like snowfalls and zero-crossing of air temperature have increased in some parts of Russia. Regions with a high density of roads are located in neutral and favorable zones according to road traffic and meteorological conditions.

Keywords: automobile transport, climate change, snow, zero-crossing of air temperature, stable warm season, stable cold season, zoning of Russia's territory

REFERENCES

- Andrey J., Mills B.N. Climate change and the Canadian transport system: vulnerabilities and adaptations. In *Weather and Transportation in Canada*. Andrey J., Knapper C., Eds. Department of Geography Publication Ser., Monograph 55. Waterloo, Ontario: Univ. of Waterloo, 2003, pp. 235–279.
- Bles T. et al. *Risk Management for Roads in a Changing Climate. A Guidebook to the RIMAROCC Method*. ERA NET ROAD project, 2010. 81 p.
- Byakobzhelskii G.V. *Zimnee soderzhanie avtomobilnykh dorog* [Winter Maintenance of Roads]. Moscow: Transport Publ., 1983. 197 p.
- Entsiklopediya klimaticheskikh resursov* [Encyclopedia of Climatic Resources]. Kobysheva N.V., Ed. St. Petersburg: Gidrometeoizdat Publ., 2005. 319 p.
- Khlebnikova E.I., Sall' I.A. Climate impacts on coastal infrastructure in Russia in the first half of 21 century. *Tr. GGO*, 2012, vol. 567, pp. 83–126. (In Russ.).
- Koetse M.J., Rietveld P. The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings. *Transp. Res. D. Transp. Environ.*, 2009, vol. 14, no. 3, pp. 205–221.
- Latysheva I.V., Loshchenko K.A., Shakhaeva E.V. Study of the dynamics of the Asian anticyclone and cold circulation periods in the Irkutsk region. *Izv. Irkutsk. Gos. Univ., Ser. Nauki o Zemle*, 2011, no. 2, pp. 161–172. (In Russ.).
- Popova V.V. Present-day changes in climate in the north of Eurasia as a manifestation of variation of the large-scale atmospheric circulation. *Fundam. Priklad. Klimatol.*, 2018, no. 1, pp. 84–112. doi 10.21513/2410-8758-2018-1-84-112
- Popova V.V., Shiryayeva A.V., Morozova P.A. Changes in the snow depth characteristics in the territory of Russia in 1950–2013: The regional features and connection with the global warming. *Kriosfera Zemli*, 2018, vol. XXII, no. 4, pp. 58–67. doi 10.21782/EC2541-9994-2018-4(58-67)
- Psalomshchikova L.M., Sall' I.A., Stadnik V.V., Trofimova O.V. The employment of meteorological data for the purposes of highway maintenance in winter. *Tr. GGO*, 2008, vol. 557, pp. 85–101. (In Russ.).
- Samodurova T.V. *Meteorologicheskoe obespechenie zimnego soderzhaniya avtomobilnykh dorog* [Meteorological Service for the Winter Maintenance of Roads]. Moscow: TIMR Publ., 2003. 183 p.

- Shiryaeva A.V. Transport availability as a factor of living environment of the population. In *Prirodno-klimaticheskie usloviya i sotsial'no-geograficheskoe prostranstvo Rossii* [Natural and Climatic Conditions and Sociogeographical Space of Russia]. Vinogradova V.V., Glezer O.B., Zolotokrylin A.N., Eds. Moscow: Inst. Geogr. RAN, 2018, pp. 134–137. (In Russ.).
- Shiryaeva A.V., Shiryaev M.V., Semenov V. A. Changes in the duration of stable cold and warm seasons at the beginning of the 21st century in Russia. *Dokl. Earth Sci.*, 2018, vol. 481, part 1, pp. 934–938.
- Tarkhov S.A. Transportation development of territories. *Vestn. Mosk. Gos. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2018, no. 2, pp. 3–9. (In Russ.).
- Tarkhov S.A. Regional distinctions in the automobilization process in Russia. In *Europa XXI. Vol. 12: Central And Eastern Europe: Changing Spatial Patterns of Human Activity*. Warszawa, 2005, pp. 211–225.
- Transportnaya sistema mira* [Transport System of the World]. Ushakov S.S., Vasilevskii L.I., Eds. Moscow: Transport Publ., 1971. 216 p.
- Vtoroi Otsenochnyi doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh. Tekhnicheskoe rezюме* [Second Roshydromet Assessment Report on Climate Change and Its Consequences in Russian Federation. Technical Summary]. Kattsov V.M., Semenov S.M., Eds. Moscow: Rosgidromet Publ., 2014. 93 p.

УДК 911.3

Ю.Г. ЛИПЕЦ И ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

© 2021 г. Л. М. Синцеров^{a, *}, В. Н. Стрелецкий^{a, **}, А. И. Трейвиш^{a, ***}

^aИнститут географии РАН, Москва, Россия

*e-mail: sintserov@mail.ru

**e-mail: vstreletski@mail.ru

***e-mail: trene12@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.02.2021 г.

После доработки 26.04.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Научные труды и идеи Ю.Г. Липеца (1931–2006) оказали большое влияние на развитие отечественной экономической и социальной географии в последней трети XX – начале XXI в. Начиная свою научно-исследовательскую деятельность как географ-африканист, Ю.Г. Липец оставил весомое научное наследие в области проблемного страноведения. Он был автором пионерных экономико-географических работ по странам Юго-Восточной Африки, макроэкономическому районированию Африки, вопросам социально-экономического развития африканских стран, их урбанизации, миграциям населения, трудовым ресурсам, формированию рынков труда. За годы работы в Центральном экономико-математическом институте АН СССР и, особенно, в Институте географии АН СССР – РАН Ю.Г. Липец стал одним из ведущих в стране специалистов в области системного моделирования и применения количественных методов в социально-экономической географии. Спектр его научных разработок простирался от узловых вопросов теоретической географии до теории равновесных цен. Вершиной научной деятельности Ю.Г. Липеца стало формирование широкого комплексного исследовательского направления – географии мирового развития, ставшей синтезом трех дисциплин: проблемного страноведения, геоглобалистики и географии мирового хозяйства. Важное место в научном наследии Ю.Г. Липеца занимает сформулированное им представление о трех апориях современной географии – ключевых методологических трудностях ее развития (единства географии; роли пространственного анализа в изучении природы и общества; уникальности и типичности в географии). Также в статье рассматривается научно-организационная деятельность Ю.Г. Липеца, его роль в становлении семинара по новым методам в экономической географии Всесоюзного географического общества, в координации научных исследований Экономико-географической секции Международной академии регионального развития и сотрудничества, организации и проведении научных конференций.

Ключевые слова: география мирового развития, системное моделирование, математические методы в социально-экономической географии, проблемное страноведение, геоглобалистика, география мирового хозяйства, Африка

DOI: 10.31857/S2587556621040105

ВВЕДЕНИЕ

Юлий Григорьевич Липец (родился 17 сентября 1931 г.) относился к тому поколению, которое составило славу отечественной науки. Выпуск географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова 1954 г. дал Институту географии АН СССР блестящую плеяду выдающихся ученых: В.М. Котляков, М.Г. Гросвальд, А.Н. Кренке, А.Д. Арманд, Г.В. Сдасюк, Б.Н. Зимин, С.Б. Шлихтер, Л.Р. Серебряный, В.Л. Суходровский. Коллеги, единомышленники, друзья, они во многом определили дух времени и уровень научного дискурса.

Ю.Г. Липец стал в этом ряду одной из наиболее ярких и самобытных фигур.

После университета он около шести лет проработал редактором в “Географгизе”, а в 1960 г. перешел в Институт географии АН СССР. Начиная с работ по экономической географии африканских стран. Их итогом стала защита в 1965 г. кандидатской диссертации “Юго-Восточная Африка. Опыт экономико-географической характеристики” (Липец, 1965). С середины 1960-х годов спектр научных исследований Ю.Г. Липеца резко расширился. В 1966–1980 гг. он работал в Центральном экономико-математическом институте

(ЦЭМИ) АН СССР, занимаясь, прежде всего, системным моделированием, в частности, принимал активное участие в разработке первой в СССР модели мировой динамики. В 1980 г. Юлий Григорьевич вернулся в ИГАН, где впоследствии (вскоре после кончины в 1986 г. В.М. Гохмана) возглавил отдел географии мирового хозяйства, в 1990 г. защитил докторскую диссертацию (Липец, 1990), сначала издал по той же теме монографию “Системное моделирование в экономической и социальной географии” (Липец, 1987). До самой кончины 20 декабря 2006 г. его основная деятельность была неразрывно связана с Институтом географии.

Научные идеи Ю.Г. Липеца оказали глубокое воздействие на развитие отечественной экономической и социальной географии в последней трети XX — начале XXI в., в полной мере еще не осмысленное. Цель данной статьи, выходящей в год 90-летия этого замечательного ученого и мыслителя и спустя 15 лет после его кончины, — системный анализ научного наследия Ю.Г. Липеца и, прежде всего, его вклада в теоретическую географию и в формирование географии мирового развития как комплексного исследовательского направления.

ГЕОГРАФИЯ МИРОВОГО РАЗВИТИЯ КАК КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Однажды Юлий Григорьевич Липец с улыбкой заметил: “Парадокс в том, что я много лет возглавлял лабораторию географии мирового хозяйства, но сам географией мирового хозяйства никогда не занимался”¹. Возможно, именно поэтому он совместно с коллегами С.Б. Шлихтером, В.А. Пуляркиным, Я.Г. Машбицем инициировал создание нового, более широкого направления — географии мирового развития, призванной выйти за рамки хозяйственной и дидактической парадигмы, обусловленной советским “экономическим детерминизмом” в науках об обществе и в общественной географии в частности (Второй съезд географического общества СССР в 1955 г. ограничил ее предмет размещением производительных сил), а также инерцией тогдашнего образования.

География мирового развития, по замыслу своих создателей, есть синтез трех дисциплин — проблемного страноведения, геоглобалистики и географии мирового хозяйства. Академический

переход от хозяйства к развитию был ответом на вызовы нового времени в духе “императива” В.М. Гохмана, исходившего из необходимости всесторонней и целостной общественной географии с преодолением крена только в экономическую географию или географию населения.

Как русская литература вышла из гоголевской “Шинели”, так и отечественная экономическая география в XX в. структурно и отчасти содержательно вышла из университетских программ и курсов, так что ее нередко воспринимали как чисто учебную дисциплину. Ю.Г. Липец справедливо полагал, что эвристические возможности географии недоиспользуются и недооценены, а ее интеграционный потенциал может играть решающую роль в глобальных по охвату и междисциплинарных по сути теоретических и эмпирических исследованиях, направленных на выявление базовых трендов мирового развития. Опираясь на традиции географического мышления, он определил сам феномен так: “Мировое развитие — это системное единство траекторий движения человечества в географическом, демографическом, экономическом, социальном, культурном и политическом пространствах” (Липец, Пуляркин, 2001, с. 31).

Поныне актуален ряд постулированных Ю.Г. Липецом концептуальных положений о мировой системе и направлениях ее эволюции. *Во-первых*, он обращал внимание на фундаментальную нелинейность мирового развития и гетерогенный характер мировой системы — уникального объекта, к которому не применимы стандартные процедуры научного анализа (поэтому географам приходится изучать эту систему на базе взаимодействия ее составных частей). *Во-вторых*, указывал, что формирование мировой системы есть территориальный процесс, происходящий на протяжении всей истории человечества, хотя и с попятными движениями; для географов крайне важно, что естественный базис этого процесса обеспечила ландшафтная неоднородность поверхности Земли. *В-третьих*, отмечая конвергенцию локальных цивилизаций в процессе становления мировой системы (при сохранении их “нуклеарной” основы), он признавал их самоценность и призывал с осторожностью относиться к идее о всеобщих стадиях развития и его единой траектории. *В-четвертых*, делал вывод об “усугублении дифференциации” в массиве развивающихся стран; приобщение части из них к числу мировых “центров” возможно только при условии их превращения в очаги технических, социальных и других нововведений с преодолением инновационной “асимметрии”, отличающей их от развитых стран. *В-пятых*, констатировал ускорение процессов инновационной диффузии в мире в связи с развитием глобального информационного поля, что открывает перед экономически

¹ Конечно, он, как всегда, поскромничал. Его “парадокс” не вполне соответствует действительности. Так, в соавторстве с В.А. Пуляркиным и С.Б. Шлихтером в конце 1990-х годов он издал учебное пособие для вузов по географии мирового хозяйства, ставшее теперь библиографической редкостью. Юлий Григорьевич был автором ее теоретического раздела (Липец и др., 1999).

отсталыми странами новые перспективы “догоняющего развития”, одновременно усиливая и ускоряя размывание “третьего мира”, который “несколько десятилетий назад воспринимался как гомогенная реальность” (Липец, Пуляркин, 2001, с. 34).

В попытке географического синтеза, конструируя пространственную модель мировой системы, Ю.Г. Липец опирался на разносторонний и междисциплинарный научно-теоретический фундамент. На этом поле он был большим эрудитом (Липец, 2007; Липец, Пуляркин, 2001; Постиндустриальное развитие ... 1993; Экономическая география ..., 2003), но совсем не начетчиком. Идеи Липеца имеют не только географическую, но общегуманитарную ценность и представляют немалый интерес для представителей смежных научных направлений.

Иногда ему приходилось вторгаться в сферы их компетенции, например, с гипотезой о системах цен высокого и низкого уровня (Липец, 1996, 2006). Он считал, что цены предложения могут быть неравновесными между собой при полном равновесии с ценами спроса в обычном рыночном уравнении. Относительное равновесие цен предложения разных ресурсов (факторов производства) и услуг он находил при двух уровнях этих цен: высоком в развитых странах вот уже сотню лет и низким в плановых экономиках типа советской. Прочим эпохам и странам, по его мнению, далеко до равновесия в силу многоукладности и недоступности многих благ массе граждан. Похоже, тут Ю.Г. Липец набрел на представление о макроэкономическом переходе от низких издержек, цен и доходов к высоким, или от дешевого сырья, труда и вообще “дешевого человека” к дорогим. А переход от бедности к богатству — одна из древнейших и сложнейших проблем ряда наук об обществе.

Увы, попытки донести эти мысли до экономистов, включая Е.Т. Гайдара, насколько нам известно, успеха не имели. Между тем вот одна деталь. По оценке Юлиа Григорьевича, нижний порог для перехода от неравновесной (в том числе постсоветской) системы цен к равновесной с высоким уровнем составлял 800–900 долл. в месяц по оплате труда (Липец, 2006). Официальная зарплата в России (после налогов по номиналу) достигла этого порога в начале 2010-х годов, но снова упала до 500–600 долл. Мы по ее размеру где-то на 55-м месте в мире и уступаем КНР, Аргентине, Черногории. При пересчете по паритету покупательной способности показатели будут несколько иными, но кардинально картину это не меняет.

АПОРИИ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОГРАФИИ В НАУЧНОМ НАСЛЕДИИ Ю.Г. ЛИПЕЦА

В теоретическом наследии Ю.Г. Липеца важное место занимает представление об апориях² современной географии, т.е. о серьезных методологических трудностях ее развития (Липец, 1978). Юлий Григорьевич выделял три апории: 1) единство географии; 2) хронология, или пространственный анализ, и география; 3) уникальность и типичность в географии. Если ее синтетическое свойство, соединяющее “природоведение” с “человековедением”, принято считать главным достоинством, то отрицание этого единства носит деструктивный характер, низводя географию до арифметической суммы нескольких научных направлений. Вместе с тем подобная дихотомия создает и объективную проблему, преодоление которой, по Ю.Г. Липецу, связано прежде всего с развитием теоретической географии и поисками эмпирических закономерностей взаимодействия физико- и экономико-географических систем.

Не менее острые противоречия заложены в хронологической парадигме географии как науки прежде всего о размещении объектов и явлений. Вопросы о роли и месте пространственного анализа в изучении природы и общества, о соотношении хронологического и временного подходов так и остаются, во многих отношениях, дискуссионными. Парадигму синтеза пространства и времени успешно развивали еще в начале XX в. классики французской школы “географии человека” (П. Видаль де ла Блаш, Ж. Брюн и их последователи), но позднее их идеи фактически были преданы забвению. Ситуация стала меняться с начала последней трети XX в., когда пространственно-временной подход стал пробивать себе дорогу уже в англосаксонской социальной географии, а в Швеции оформилась знаменитая школа Т. Хегерстранда и стала быстро развиваться хроногеография. В нашей стране, однако, представления о пространственно-временном континууме как способе научного нарратива длительное время отторгались значительной частью географического сообщества. В 1970–80-е годы Ю.Г. Липец был одним из немногих ведущих советских экономико-географов, последовательно отстаивавших пространственно-временной подход и подчеркивавших его эвристическую ценность для социально-экономической географии. Возможности и преимущества практического использования хронологических и временных подходов в их неразрывной связи хорошо продемонстрированы в статье Юлиа Григорьевича “Географический взгляд на историческое развитие России”, задуманной еще

² Апория — понятие в древнегреческой философии для обозначения трудноразрешимой или неразрешимой проблемы.

в позднесоветские годы, но опубликованной только в 1998 г. (Липец, 1998).

Наконец, третья апория, в трактовке Ю.Г. Липеца, связана с географическим преломлением проблемы множественности и единичности, которая нашла выражение в дискуссиях о типичности и уникальности объектов. Будучи возведенной в принцип географического анализа, концепция уникальности приводит к отказу от поиска общих закономерностей, а чрезмерный акцент на типичности обедняет географический анализ (Липец, 1978).

Ю.Г. ЛИПЕЦ И ОТЕЧЕСТВЕННАЯ АФРИКАНИСТИКА

Ю.Г. Липец внес огромный вклад в развитие советской геоафриканистики. До начала 1970-х годов именно это направление было ключевым в его работах, посвященных разным аспектам развития стран Африки: транспорту (Липец, 1963), внешнеэкономическим связям (Липец, 1964), энергетике (Липец, 1969). Но наиболее весомые заслуги Ю.Г. Липеца перед советской африканистикой связаны с комплексным экономико-географическим изучением стран бассейна Замбези: Ньясаленда (с 1964 г. — Малави), Северной Родезии (с 1964 г. — Замбии), Южной Родезии (ныне Зимбабве) и Мозамбика. Его кандидатская диссертация 1965 г. была первым в отечественной науке обобщающим исследованием географии населения и хозяйства Юго-Восточной Африки. Три года спустя вышла и большая авторская монография с экономико-географической характеристикой стран бассейна Замбези, ставшая исторической вехой в развитии советской геоафриканистики (Липец, 1968б). Комплексные экономико-географические работы были опубликованы и по отдельным странам Юго-Восточной Африки (Коновалова, Липец, 1966; Александров, Липец, 1973).

Ю.Г. Липец — автор работ по макроэкономическому районированию Африки (Липец, 1966, 1968а), по вопросам регионализации и экономического развития африканских стран (Lipets, 1967 и др.), их урбанизации, миграциям населения, трудовым ресурсам и формированию рынков труда. В 1973 г. в соавторстве с М.Б. Горнунгом и И.Н. Олейниковым он опубликовал монографию об истории географических исследований Африки (Горнунг и др., 1973).

Блестящий знаток географии африканских стран, Юлий Григорьевич был автором многих статей о них в справочных и энциклопедических изданиях. Так, его перу принадлежат некоторые статьи в двухтомном энциклопедическом справочнике “Африка” (1964 г.; второе дополненное и переработанное издание увидело свет в 1986 г.). В конце 1970-х — начале 1980-х годов Ю.Г. Липец

был привлечен к работе над уникальным географо-этнографическим изданием “Страны и народы”; несколько его текстов вошло в том по Восточной и Южной Африке (Страны ..., 1981), в подготовке которого участвовали коллеги по ИГАНу М.Б. Горнунг, С.Б. Шлихтер, Э.Б. Алаев, замечательный советский этнограф и географ Б.В. Андрианов, крупные ученые-африканисты из Института Африки АН СССР.

Любовь к Африке Юлий Григорьевич сохранял всю жизнь. Материал по Африканскому континенту он в 1970–80-х годах широко привлекал к анализу социально-экономических и экологических проблем развивающихся стран в целом, территориальному моделированию их экономического развития, выделению полюсов роста и др.

При этом он не принадлежал к числу узких “зарубежников”, многие из которых в те годы плохо понимали собственную страну. Это от него мы давно знали причину низкой продуктивности скота в СССР (при его обилии): колхозная корова — вовсе не колхозная, а номенклатура райкома. Резать ее нельзя, даже если нечем кормить.

Широта интересов и знаний, ориентация в них и навыки их синтеза — качества организатора науки, хотя сегодня уже не столь важные, как раньше. Юлий Григорьевич обладал ими в полной мере.

Ю.Г. ЛИПЕЦ КАК ПРОСВЕТИТЕЛЬ И ОРГАНИЗАТОР НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

Многим поколениям русскоязычных ученых Ю.Г. Липец, по сути, открыл мир западной географии как переводчик (совместно с С.Н. Тагером и В.М. Гохманом) ключевых трудов У. Изарда (Айзарда) “Методы регионального анализа” (Изард, 1966) и П. Хаггета “Пространственный анализ в экономической географии” (Хаггет, 1968). Более двадцати лет, с 1970 г., Юлий Григорьевич был научным редактором раздела “Теоретические и общие проблемы географии” Реферативного журнала “География”, выходящего в ВИНТИ, и сам занимался реферированием научной географической литературы.

Еще в 1962 г., совместно со старшими коллегами Л.И. Василевским, И.М. Маергойзом, В.М. Гохманом и Ю.В. Медведковым Юлий Григорьевич стал одним из организаторов семинара по новым методам исследований в экономической географии при Московском филиале Географического общества СССР. В 1960–80-е годы на заседаниях этого семинара, проходивших, за исключением июля и августа, ежемесячно (а то и по два раза в месяц), выступали и признанные корифеи советской социально-экономической географии, и молодые ученые, разрабатывавшие и апробировавшие новейшие методы исследований.

Еще в 1970-е годы Ю.Г. Липец, придававший огромное значение теоретическим и методологическим вопросам развития географической науки, стал активно сотрудничать с философами. Он не только охотно участвовал, но зачастую сам организовывал междисциплинарные научно-методологические семинары и совещания, привлекал молодых географов (Шупер, 2012). Усилия не пропали даром. В 1983 г. при непосредственном участии Ю.Г. Липеца и поддержке его коллег-философов был создан Комитет по методологическим проблемам географии при Президиуме Географического общества СССР. Его ежегодные сессии (научные конференции) проводились до конца советской эпохи и посвящались конкретным узловым вопросам теории и методологии географической науки, в том числе ее обществоведческого крыла.

С распадом СССР Комитет по методологическим проблемам географии прекратил свою работу. Но накопленный им опыт имел большое значение и был широко востребован при организации уже в постсоветский период так называемых Сократических чтений по географии. Их регулярные сессии стали важной площадкой междисциплинарного взаимодействия российских географов с философами, методологами науки, представителями многих смежных с географией наук. Ю.Г. Липец до самой своей кончины был одним из ключевых участников или соорганизаторов Сократических чтений; во многих сборниках данной серии опубликованы программные статьи Юлия Григорьевича, подготовленные на базе сделанных на этих конференциях научных докладов (Липец, 2001, 2002, 2004, 2006, 2007).

Вместе с д.э.н. М.К. Бандманом, ведущим в стране специалистом по анализу и моделированию территориально-производственных комплексов, Ю.Г. Липец был инициатором создания в 1983 г. Экономико-географической секции Научного Совета “Региональные системы” Комитета по системному анализу Президиума АН СССР, возглавлявшегося акад. А.Г. Аганбегяном. Создание этой секции на базе Института географии АН СССР (его экономико-географических подразделений) имело целью объединение усилий отечественных экономико-географов и других специалистов по региональной проблематике — экономистов, социологов, демографов (а позже и антропологов, культурологов, этнологов, политологов) — в комплексных исследованиях регионов. С 1984 г. Экономико-географическая секция, ставшая с 1995 г. структурным подразделением Международной академии регионального развития и сотрудничества (МАРС), ежегодно проводила и проводит по сей день в разных городах нашей страны конференции по проблемам регионального развития России. После кончины М.К. Бандмана в 2002 г. Ю.Г. Липец стал предсе-

дателем этой секции и главным организатором ее ежегодных сессий.

Один из авторов этой статьи, А.И. Трейвиш, хорошо помнит эпизод с подготовкой первой сессии — по столичным регионам в г. Пущино. Увидев проект ее программы, А.И. Трейвиш и Н.В. Петров пришли в ужас: одно начальство с казенными докладами. И пошли именно к Липецу, видя в нем посредника между тогдашней научной молодежью и боссами. Он выслушал (а слушать и слышать умел отлично), сформулировал цель (быть сессии офицерской, а не генеральской), предложил дать встречный вариант программы и его отстоял. Сессия прошла живо и остро, чем заложила основу своего долголетия. Возглавив ее, Юлий Григорьевич от исходных принципов не отступал.

Вместе с проф. Н.С. Мироненко он также стоял у истоков ежегодного семинара “Новые точки роста в географии мирового развития”. Ежегодно с конца 1990-х годов он проводится кафедрой географии мирового хозяйства географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и лабораторией географии мирового развития Института географии РАН попеременно на обеих площадках. Главной для Ю.Г. Липеца была, конечно, эта ячейка (до середины 1990-х годов — лаборатория географии мирового хозяйства) в ИГ РАН, которой он руководил на протяжении двух десятилетий (до 2006 г.) и которая стала его любимым детищем.

Ю.Г. Липец был большим мастером создания научной атмосферы (среды). Щедрый на похвалу, он умел хвалить за самую малость. Например, мог сказать после какого-то доклада: “Ты был сегодня в ударе”. И нередко оказывался единственным, кто это заметил и отметил. А вот ему самому вполне заслуженных одобрений и ободрений, возможно, не хватало.

В своем январском прощальном слове 2007 г. С.С. Артоболевский написал о Липеце так: “Кто знал его — будет помнить. Всем свойственно помнить приятное” (Слова ..., 2007). И верно, все знавшие Юлия Григорьевича помнят его мягкость, улыбочивость, ненавязчивое дружелюбие. Он обычно не требовал, даже не просил, а просто предлагал. И отказать было трудно. Это тоже яркая черта организатора науки, хотя само выражение слишком формально для такого “неформала”, как Ю.Г. Липец, у которого в любом деле главным все-таки было само дело.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научное наследие Ю.Г. Липеца обширно и многогранно. Его научные результаты сыграли большую роль в формировании географии мирового развития — комплексного исследовательско-

го направления, занявшего в последние десятилетия достойное место в отечественной науке. Работы в этой области ведут не только “профильные” научные коллективы (такие как лаборатория географии мирового развития ИГ РАН или кафедра географии мирового хозяйства географического факультета МГУ), но и многие ученые, работающие в разных исследовательских институтах, на разных факультетах российских университетов и др. Интеграция их усилий на базе географической науки не теряет своего значения и продолжается. Это подтверждает издание в XXI в. трех тематических сборников “География мирового развития” (2009, 2010, 2016). На наших глазах в лаборатории географии мирового развития зреет такое перспективное направление, как полимасштабная география религий.

Научные идеи Ю.Г. Липеца востребованы в современных работах по мирохозяйственной тематике, геоэкономике, геодемографии, глобальным проблемам современного мира. В постсоветский период Юлий Григорьевич много занимался проблемами адаптации экономики России и ее регионов к новым рыночным условиям, спецификой развития приграничных зон страны, их участия в международном разделении труда. В этом контексте результаты исследований Ю.Г. Липеца имели и имеют большое практическое измерение.

Юлий Григорьевич Липец остался в памяти всех тех, кто его знал, не только как прекрасный ученый, но и как замечательный человек — удивительно скромный и бескорыстный, мягкий и добродушный, интеллигентный до мозга костей и безгранично преданный науке.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках темы Госзадания ИГ РАН № 0148-2019-0008 “Проблемы и перспективы территориального развития России в условиях его неравномерности и глобальной нестабильности”.

FUNDING

The article was prepared within the framework of the state-ordered research theme of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, no. 0148-2019-0008 (“Problems and Prospects of the Russia’s Territorial Development in Terms of Its Unevenness and Global Instability”).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александров Ю.А., Липец Ю.Г. Замбия. М.: Мысль, 1973. 63 с.

География мирового развития. Вып. 1 / под ред. Л.М. Синцера. М.: Институт географии РАН, 2009. 606 с.

География мирового развития. Вып. 2 / под ред. Л.М. Синцера. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 496 с.

География мирового развития. Вып. 3 / под ред. Л.М. Синцера. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 486 с.

Горнунг М.Б., Липец Ю.Г., Олейников И.Н. История открытия и исследования Африки. М.: Мысль, 1973. 454 с.

Изард У. Методы регионального анализа: Введение в науку о регионах / пер. с англ. С.Н. Тагера, В.М. Гохмана, Ю.Г. Липеца. М.: Прогресс, 1966. 660 с. [Isard, 1960].

Коновалов Е.М., Липец Ю.Г. Малави / Сер. “У карты мира”. М.: Мысль, 1966. 80 с.

Липец Ю.Г. Проблемы транспортного обслуживания горнопромышленных бассейнов Центральной и Южной Африки // Вопросы географии. Сб. 61. Экономические связи и транспорт. М.: Географгиз, 1963. С. 201–221.

Липец Ю.Г. Экономические связи Северной и Южной Родезии в условиях крушения колониальной системы империализма // Вопросы географии. Сб. 64. Экономико-географические проблемы стран Африки, Азии и Латинской Америки. М.: Мысль, 1964. С. 112–120.

Липец Ю.Г. Юго-Восточная Африка: опыт экономико-географической характеристики. Дис. ... канд. геогр. наук. М.: ИГАН СССР, 1965. 21 с.

Липец Ю.Г. Вопросы макроэкономического районирования Африки // Проблемы экономического районирования в развивающихся странах. М.: ИМЭМО АН СССР, 1966. С. 28–29.

Липец Ю.Г. К вопросу о макроэкономическом районировании Африки // Вопросы географии. Сб. 76. Экономическое районирование развивающихся стран. М.: Мысль, 1968а. С. 142–149.

Липец Ю.Г. Страны Юго-Восточной Африки: Экономико-географическая характеристика стран бассейна Замбези (Замбии, Малави, Мозамбика, Южной Родезии). М.: Мысль, 1968б. 399 с.

Липец Ю.Г. Энергетика стран Юго-Восточной Африки (Бассейн р. Замбези) // Страны и народы Востока. Вып. 7. Страны и народы Африки / под общ. ред. Д.А. Ольдерогге. М.: ГРВЛ изд-ва “Наука”, 1969. С. 273–282.

Липец Ю.Г. Апории современной географии // “Методологические аспекты взаимодействия общественных, естественных и технических наук в свете решений XXV съезда КПСС”. Всесоюз. конф. Тезисы докладов и выступлений III–IV. Москва–Обнинск, 1978. С. 403–406.

Липец Ю.Г. Системное моделирование в экономической и социальной географии / Теоретические и общие проблемы географии. Т. 5. Сер. “Итоги науки и техники”. М.: ВИНТИ, 1987. 167 с.

Липец Ю.Г. Системное моделирование в экономической и социальной географии. Методология и методика. Дис. ... д-ра геогр. наук. М.: ИГАН СССР, 1990.

- Липец Ю.Г.* Российские регионы в новой ценовой среде / Российские регионы в новых экономических условиях. М.: Изд-во РАН, 1996. С. 6–11.
- Липец Ю.Г.* Географический взгляд на историческое развитие России // Проблемное страноведение и мировое развитие. Смоленск: Изд-во СГУ, 1998. С. 130–146.
- Липец Ю.Г.* Экология науки // Вторые Сократические чтения по географии. Сб. докладов / под ред. В.А. Шупера. М.: Изд-во УРАО, 2001. С. 115–122.
- Липец Ю.Г.* Неустойчивое развитие мировой экономики и место в ней России // Россия в современном мире: поиск новых интеллектуальных подходов. Третьи Сократические чтения по географии. Сб. статей / под ред. В.А. Шупера. М.: Компания “Спутник+”, 2002. С. 94–107.
- Липец Ю.Г.* Старые проблемы и новые рубежи (Вместо заключения) // Научные теории и географическая реальность. Четвертые Сократические чтения по географии. Сб. докладов / под ред. В.А. Шупера. М.: Эслан, 2004. С. 187–192.
- Липец Ю.Г.* Внешний фактор региональной трансформации – ценовая среда региона, страны, группы однотипных по ценовой системе стран // Постиндустриальная трансформация социального пространства России. Шестые Сократические чтения. Сб. докладов / под ред. В.А. Шупера. М.: Эслан, 2006. С. 115–123.
- Липец Ю.Г.* Стадийность в размещении производства: концепции Августа Леша и Бориса Зимина // Август Леш как философ экономического пространства (к столетию со дня рождения). Седьмые Сократические чтения. Сб. докладов / под ред. В.А. Шупера. М.: Эслан, 2007. С. 144–159.
- Липец Ю.Г., Пуляркин В.А.* Нелинейные процессы мирового развития // Изв. РАН. Сер. геогр. 2001. № 4. С. 31–37.
- Липец Ю.Г., Пуляркин В.А., Шлихтер С.Б.* География мирового хозяйства. Учеб. пособие для ВУЗов. М.: Владос, 1999. 399 с.
- Постиндустриальное развитие капиталистических стран: Географический прогноз / отв. ред. Б.Н. Зимин, С.Б. Шлихтер. М.: Наука, 1993. 192 с.
- Слова прощания // Демоскоп Weekly. № 271–272. 1–21 января 2007. <http://www.demoscope.ru/weekly/2007/0271/nauka02.php> (дата обращения 14.02.2021).
- Страны и народы. Научно-популярное географо-этнографическое издание (в 20 т.). Т. “Восточная и Южная Африка” / отв. ред. М.Б. Горнунг, Г.В. Старушенко, ред.-сост. Б.В. Андрианов, Н.Н. Чижов. М.: Мысль, 1981. 269 с.
- Хаггетт П.* Пространственный анализ в экономической географии / пер. с англ. В.М. Гохмана, Ю.Г. Липецца. М.: Прогресс, 1968. 391 с. [*Haggett, 1965*].
- Шупер В.А.* Юлий Григорьевич Липец (1931–2006) // В нашем доме на Старомонетном, на выселках и в поле / отв. ред. В.М. Котляков. М.: Институт географии РАН – Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 413–420.
- Экономическая география мирового развития. XX век / отв. ред. Ю.Г. Липец, В.А. Пуляркин, С.Б. Шлихтер. СПб.: Алетейя, 2003. 396 с.
- Lipets Yu.G.* Economic Regionalisation as a Method of Coordinating the Economic Development of Africa // Papers of International Symposium on Industrial Development. USSR Acad. of Sciences. Central. Inst. of Mathematical Economics; ID/Conf. 1/G. 39. M., 1967. 21 p.

Yu.G. Lipets and Soviet and Russian Human Geography

L. M. Sintserov^{1,*}, V. N. Streletsky^{1,**}, and A. I. Treivish^{1,***}

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

*e-mail: sintserov@mail.ru

**e-mail: vstreletski@mail.ru

***e-mail: trene12@yandex.ru

Scientific works and ideas of Yu.G. Lipets (1931–2006) had a great impact on the development of the Soviet and Russian human geography in the last third of the 20th – early 21st century. Lipets began his scientific career in the early 1960s as an expert in the geography of African countries. He has left a rich scientific legacy in geographical African studies. Lipets was the author of pioneering economic and geographical works on the countries of Southeast Africa, economic regionalization of Africa, urbanization, population migration, labor resources, formation of labor markets in African countries. Later, over the years of his work at the Central Economic Mathematical Institute and the Institute of Geography (within the Academy of Sciences of the Soviet Union and Russian Academy of Sciences), Lipets became a prominent scientist in the field of system modeling and implementation of quantitative methods in human geography. The spectrum of his scientific studies ranged from the key issues of theoretical geography to the theory of equilibrium prices. Lipets has initiated the “geography of world development” as an interdisciplinary research area in contemporary Russian human geography. This research direction has become the pinnacle of the scientific activity of Lipets. It has integrated the previously separate scientific disciplines such as “geography of world economy,” “problematic country studies” and “geographical global studies.” Lipets formulated the concept of three aporias of modern geography – the key methodological difficulties of its development. These three aporias dealt with issues of

the unity of geography, the role of spatial analysis in the study of nature and society, as well as uniqueness and typicality in geography. The article also discusses the activities of Lipets as a scientific manager and organizer. He played an important role in establishing a seminar on new methods in human geography in Moscow, in the Russian Geographical Society, organized scientific conferences, led scientific research of the Economic and Geographical Section of the International Academy of Regional Development and Cooperation.

Keywords: geography of world development, system modeling, quantitative methods in human geography, problematic country studies, geographical global studies, geography of world economy, Africa

REFERENCES

- Aleksandrov Yu.A., Lipets Yu.G. *Zambiya* [Zambia]. Moscow: Mysl' Publ., 1973. 63 p.
- Ekonomicheskaya geografiya mirovogo razvitiya: XX vek* [Economic Geography of World Development: XX Century]. Lipets Yu.G., Puluarkin V.A., Shlikhter S.B., Eds. St. Petersburg: Aleteya Publ., 2003. 396 p.
- Farewell Words. *Demoskop Weekly*, January 2007, nos. 271–272. Available at: <http://www.demoscope.ru/weekly/2007/0271/nauka02.php> (accessed: 16.05.2021). (In Russ.).
- Geografiya mirovogo razvitiya* [Geography of World Development]. Sintserov L.M., Ed. Moscow: Inst. Geogr. RAN, 2009, vol. 1. 606 p.
- Geografiya mirovogo razvitiya* [Geography of World Development]. Sintserov L.M., Ed. Moscow: KMK Publ., 2010, vol. 2. 496 p.
- Geografiya mirovogo razvitiya* [Geography of World Development]. Sintserov L.M., Ed. Moscow: KMK Publ., 2016, vol. 3. 486 p.
- Gornung M.B., Lipets Yu.G., Oleinikov I.N. *Istoriya otkrytiya i issledovaniya Afriki* [History of Discovery and Exploration of Africa]. Moscow: Mysl' Publ., 1973. 454 p.
- Haggett P. *Locational Analysis in Human Geography*. London: Edward Arnold, 1965. 339 p. [Russ. Transl.: Haggett P. Prostranstvennyi analiz v ekonomicheskoi geografii. Moscow: Progress Publ., 1968. 391 p.].
- Isard W. *Methods of Regional Analysis: an Introduction to Regional Science*. New York, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1960. 832 p. [Russ. Transl.: Isard W. *Metody regional'nogo analiza: Vvedenie v nauku o regionakh*. Moscow: Progress Publ., 1966. 660 p.].
- Kononov E.M., Lipets Yu.G. *Malawi*. Moscow: Mysl' Publ., 1966. 80 p.
- Lipets Yu.G. Aporiae of Modern Geography. In *Metodologicheskie aspekty vzaimodeistviya obshchestvennykh, estestvennykh i tekhnicheskikh nauk v svete reshenii XXV s'ezda KPSS* [Methodological Aspects of Interaction of Social, Natural and Technical Sciences in the Light of the Decisions of the XXV Congress of the CPSU]. Moscow, Obninsk, 1978, pp. 403–406. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. Ecology of science. In *Vtorye Sokraticheskie chteniya po geografii* [Second Socratic Readings in Geography]. Shuper V.A., Ed. Moscow: Univ. Ross. Akad. Obrazovaniya, 2001, pp. 115–122. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. Economic zoning as a method for coordinating the economic development of Africa. In *Papers of International Symposium on Industrial Development*. ID/Conf. 1/G. 39. Moscow: USSR Acad. of Sciences. Central. Inst. of Mathematical Economics, 1967. 21 p.
- Lipets Yu.G. Energy sector of the South-East African Countries (the Zambezi River basin). In *Strany i narody Vostoka* [Countries and Nations of the Orient]. Vol. 7: *Strany i narody Afriki* [African Countries and Peoples]. Ol'derogge D.A., Ed. Moscow: Nauka Publ., 1969, pp. 273–282. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. External factor of regional transformation: Pricing terms for region, the country and clusters of countries with similar price systems. In *Shesty Sokraticheskie chteniya: Postindustrial'naya transformatsiya sotsial'nogo prostranstva Rossii* [Post-industrial Transformation of Russia's Social Space. Sixth Socratic Readings]. Shuper V.A., Ed. Moscow: Eslan Publ., 2006, pp. 115–123. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. Geographic view on the historical development of Russia. In *Problemnnoe stranovedenie i mirovye razvitie* [Problematic Regional Studies and World Development]. Smolensk: Smolensk Univ., 1998, pp. 130–146. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. Problems of macroeconomic zoning of Africa. In *Problemy ekonomicheskogo raionirovaniya v razvivayushchikhsya stranakh* [Problems of Economic Zoning in Developing Countries]. Moscow: IMEMO AN SSSR, 1966, pp. 28–29. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. On the issue of macroeconomic zoning of Africa. In *Voprosy geografii* [Problems of Geography]. Vol. 76: *Ekonomicheskoe raionirovanie razvivayushchikhsya stran* [Economic Zoning of Developing Countries]. Moscow: Mysl' Publ., 1968a, pp. 142–149. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. Problems of transport services for the mining basins of Central and Southern Africa. In *Voprosy geografii* [Problems of Geography]. Vol. 61. Moscow: Geografiz Publ., 1963, pp. 201–221. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. Regions of Russia under new pricing terms. In *Rossiiskie regiony v novykh ekonomicheskikh usloviyakh* [Regions of Russia under New Economic Conditions]. Moscow: Ross. Akad. Nauk, 1996, pp. 6–11. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. *Sistemnoe modelirovanie v ekonomicheskoi i sotsial'noi geografii (Teoreticheskie i obshchie problemy geografii)* [System Modeling in Human Geography (Theoretical and General Problems of Geography)]. Moscow: All-VINITI, 1987, vol. 5. 167 p.
- Lipets Yu.G. South-East Africa: Experience of economic and geographical characterization. *Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Inst. Geogr. Acad. Sci. USSR, 1965.
- Lipets Yu.G. Stadiality in production location dynamics: Concepts of August Lösch and Boris Zimin. In *Sed'mye Sokraticheskie chteniya. Avgust Lyosh kak filosof ekonomicheskogo prostranstva: k stoletiyu so dnya rozhdeniya* [Papers of the Seventh Socratic Interdisciplinary Work-

- shop: August Lösch as an Economic Space Philosopher: to His Centenary]. Shuper V.A., Ed. Moscow: Esplan Publ., 2007, pp. 14–159. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. *Strany Yugo-Vostochnoi Afriki: Ekonomiko-geograficheskaya kharakteristika stran basseina Zambezi (Zambii, Malavi, Mozambika, Yuzhnoi Rodezii)* [Countries of Southeast Africa: Economic and Geographic Characteristics of the Zambezi Basin Countries (Zambia, Malawi, Mozambique, Southern Rhodesia)]. Moscow: Mysl' Publ., 1968b. 399 p.
- Lipets Yu.G. System modeling in human geography. Theory and methods. *Doctoral (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Inst. Geogr. Acad. Sci. USSR, 1990. 56 p.
- Lipets Yu.G. The economic ties of Northern and Southern Rhodesia under the collapse of colonial imperialism. In *Voprosy geografii* [Problems of Geography]. Vol. 64: *Ekonomiko-geograficheskie problemy stran Afriki, Asii i Latinskoj Ameriki* [Economic and Geographical Problems of Countries of Africa, Asia, and Latin America]. Moscow: Mysl' Publ., 1964, pp. 112–120. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. The inherited problems and new horizons. In *Chetvertye Sokraticheskie chteniya po geografii. Nauchnye teorii i geograficheskaya real'nost'* [Scientific Theories and Geographical Reality. Fourth Socratic Readings in Geography.]. Shuper V.A., Ed. Moscow: Esplan Publ., 2004, pp. 187–192. (In Russ.).
- Lipets Yu.G. Unstable development of the world economy and Russia's place in it. In *Tret'i Sokraticheskie chteniya po geografii. Rossiya v sovremennom mire: poisk novykh intellektual'nykh podkhodov* [Russia in the Modern World: The Search for New Intellectual Approaches. Third Socratic Readings in Geography]. Shuper V.A., Ed. Moscow: Sputnik+ Publ., 2002, pp. 94–107. (In Russ.).
- Lipets Yu.G., Pulyarkin V.A. Nonlinear processes of world development. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2001, no. 4, pp. 31–37. (In Russ.).
- Lipets Yu.G., Pulyarkin V.A., Shlikhter S.B. *Geografiya mirovogo khozyaystva: uchebnoe posobie* [Geography of the World Economy: Textbook]. Moscow: Vldos Publ., 1999. 399 p.
- Postindustrial'noe razvitiye kapitalisticheskikh stran: geograficheskii prognoz* [Post-Industrial Development of the Capitalist Countries: Geographical Forecast]. Zimin B.N., Shlikhter S.B., Eds. Moscow: Nauka Publ., 1993. 192 p.
- Shuper V.A. *Yulii Grigor'evich Lipets (1931–2006)*. In *V nashem dome na Staromonetnom, na vyselkakh i v pole* [In our Staromonetny Homestead, in Hamlets and in the Fields]. Kotlyakov V.M., Ed. Moscow: KMK Publ., 2012, pp. 413–420. (In Russ.).
- Strany i narody. Nauchno-populyarnoe geografo-etnograficheskoe izdanie (v 20 tomakh)* [Countries and Nations. A Popular Scientific Geographical and Ethnographic Edition (in 20 vols.)]. Vol.: *Vostochnaya i Yuzhnaya Afrika* [East and South Africa]. Gornung M.B., Starushenko G.V., Andrianov B.V., Chizhov N.N., Eds. Moscow: Mysl' Publ., 1981. 269 p.

УДК 910.1

ПОДХОДЫ К ПАЛЕОГЕОПОЛИТИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ЛИТЕРАТУРНОГО НАСЛЕДИЯ (НА ПРИМЕРЕ НАСЛЕДИЯ Ф.М. ДОСТОЕВСКОГО)

© 2021 г. К. Э. Аксенов^{a, b, *}, М. В. Михновец^{c, **}

^aСанкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

^bБалтийский федеральный университет имени И. Канта, Калининград, Россия

^cСПбГБУК “Литературно-мемориальный музей Ф.М. Достоевского”, Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: axenov@peterlink.ru

**e-mail: mikhnovets@dostoevsky.spb.ru

Поступила в редакцию 07.07.2020 г.

После доработки 15.03.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Настоящая статья вводит в научный оборот понятие палеогеополитики — раздела исторической геополитики, целью которого является реконструкция всех видов геополитических представлений, явлений и процессов, распространенных на исследуемой территории в прошлом. Исследования проводятся с помощью специфического метода, при котором в качестве материала используются не собственно геополитические источники, а косвенные: в частности, произведения искусства. В статье продемонстрировано, каким образом может быть проведено палеогеополитическое исследование на материале литературного наследия отдельного писателя, уточнено, какие литературные источники и литературоведческие методы исследования являются наиболее релевантными поставленным задачам реконструкции реальных геополитических процессов. Данная работа предлагает оценку широкого спектра потенциальных палеогеополитических исследований на материале творческого наследия Ф.М. Достоевского, позволяет оценить геополитический ландшафт современного писателя мира, преломленный в его мировосприятии. Потенциал прикладного тематического палеогеополитического исследования продемонстрирован на примере анализа “киргизских степей” в геополитической картине мира писателя. Творчество Достоевского позволило авторам зафиксировать процесс изменения в общественном сознании статуса “киргизских степей”: от фронта империи к пониманию их как собственной территории, а позднее и как нового хартленда.

Ключевые слова: геополитика, палеогеополитика, палеогеография, критическая геополитика, Достоевский, Российская империя, фронтир, киргизские степи

DOI: 10.31857/S2587556621040038

ВВЕДЕНИЕ

Очевидно, что ни генезис Крестовых подходов, ни процесс (ре)открытия Америки невозможно полноценно концептуализировать без знания о современных им представлениях о политическом “контроле” над Гробом Господним или о существовавших “владениях” на путях в Индию. Если подобные макроэпохи и макроидеи неплохо изучены исторической наукой, то более частные могут выпадать из поля зрения обществоведов. Мнения исследователей расходятся даже в понимании роли многих геополитических представлений в сравнительно недавних исторических событиях. Можно ли в принципе найти инструменты их изучения, если эти представления могли не фиксироваться в официальных документах и ушли в прошлое вместе с поколения-

ми своих носителей? В настоящей работе принята попытка выработать максимально доступный для массового академического исследования инструментарий реконструкции таких геополитических представлений и явлений.

В работе мы используем сочетание популярных подходов к определению структуры геополитики К. Флинта и Дж. О’Тоала (Flint, 2012; O’Tuathail, 1999)¹. Вслед за ними мы будем рассматривать геополитику как состоящую из четырех основных частей: 1) идеологические конструкции и прочие концепции видения мира (формальная геополитика); 2) практики и проявления территориальных стратегий в отношении

¹ Определений геополитики существенно больше: А.Б. Елацков (2017) выделяет 4 класса, 13 типов и 16 подтипов основных подходов к интерпретации геополитики.

государственности (практическая геополитика); 3) представления о территории и контроле над ней любым субъектом общественных отношений (популярная геополитика); 4) глобальные процессы, тенденции и противоречия, формирующие геополитическую ситуацию (структурная геополитика). Под объектной областью геополитики мы традиционно понимаем политические отношения по поводу пространства надгосударственного уровня (Колосов, 1992; Гаджиев, 1997). Поскольку определенные типы международных политических отношений непосредственно зависят от внутренних политико-географических процессов, то мы, следуя традиции, уделим особое внимание и последним (в частности, проблемам формирования государственной территории, “столиц и границ”).

Для обозначения предмета исследования мы вводим термин “палеогеополитика”, под которым, по аналогии с “палеогеографией”, предлагаем понимать историко-геополитическую дисциплину, изучающую распространение геополитических представлений и явлений прошлых периодов по поверхности Земли на основе косвенных источников (Рухин, 1959; Ясаманов, Славин, 1982). Точно так же, как палеогеографы по косвенным источникам реконструируют палеофизико-географические элементы (климат, ландшафт, элементы биосферы, гидросферы и др.), характерные для исследуемой эпохи и территории, палеогеополитики должны изучать совокупность всех видов геополитических представлений, явлений и процессов, распространенных на определенной территории в определенный исторический период – по сохранившимся косвенным источникам.

В.Н. Стрелецкий (2007) указывает, что, согласно преобладающему у физико-географов взгляду, историческая география – раздел палеогеографии, объектом исследования которого является последний, “исторический” (или антропогенный) этап развития природы Земли (в противоположность грандиозному по продолжительности “доисторическому” этапу). Поскольку эволюция геополитики происходила в “исторический” период, нам кажется правильным определять палеогеополитику не выделением периода, определяющего ее объект, а применимостью ее метода к задачам и условиям конкретного историко-геополитического исследования: палеогеополитические методы стоит использовать, когда у исследователя недостает данных объективных наблюдений. Поэтому мы предлагаем считать палеогеополитику частью исторической геополитики, использующей специфические “палео” методы и данные для изучения общего предмета.

Специфика палеогеополитического метода заключается в том, что в отличие от “профильных”

историко-геополитических источников (документов, статистики, материальных объектов политики и пр.) исследуются “негеополитические” источники, доступные для наблюдения сегодня. Например, произведения искусства, созданные в определенную эпоху и содержащие исковую геополитическую информацию о ней. В этом заключается специфика палеогеополитического метода по сравнению с другими методами, которые используются для реконструкции геополитических показателей, измеримых при помощи “профильных” и “объективных” данных. Кроме того, принципиальным отличием палеогеополитики от остальной исторической геополитики является ее географичность, то есть привязка к конкретному месту, свойства которого составляют часть ее предмета.

Поскольку значительная часть геополитики как общественного явления нематериальна (например, распространенные в данный период геополитические концепции, стратигемы, теории и обыденные представления), то искать их отражение в материальных структурах, сохранившихся до настоящего времени, не всегда возможно в принципе. При отсутствии в значительном ряде случаев еще и прямых документальных свидетельств для палеогеополитической реконструкции представляется перспективным исследование косвенных источников, сохранивших указания на исследуемый предмет, в частности, различных типов художественных артефактов: живописи, изустных преданий, песенных и кинематографических произведений и др. Не случайно исследования художественной, бытовой и поп-культуры как эффективного поставщика и пропагандиста геополитических концептов и смыслов многочисленны и жанрово разнообразны (Dittmer, 2010; Dixit, 2012; Flint, 2001; Grayson, 2009; Saunders, 2015).

Хотя проблематика реконструкции геополитических представлений, распространенных в определенные исторические эпохи, широко представлена в мировых исторических, политических, антропологических, региональных и пр. исследованиях [например, (Калинина 2003; Райт, 1988; Bjorn, 1994; Flint, 2012; Weaver-Hightower, 2011)], нам не удалось обнаружить в научной литературе термина “палеогеополитика”². Помимо уже упомянутого направления палеогеографии, максимально близки к нашему предмету термины “палеомарксизм”, “палеолиберализм” и пр. (Lauren, 2003; Maravelias, Thanem, Holmqvist, 2012).

Несмотря на существующий активный академический интерес к объектной области (геополитика в “негеополитических”, нетрадиционных,

² Термин палеогеополитика встречается лишь в отечественной эссеистике и идеологических конструкциях [например, (Дугин, 2014)].

источниках) и методологии исследований (изучение художественных источников не в искусствоведческих, а в научно-геополитических целях), к интересующему нас предмету изучения отдельный дисциплинарный подход не сформирован.

Художественная литература благодаря своей информативности и доступности давно эффективно используется в качестве приоритетного материала для исследования областей взаимодействия “художественного” и “геополитического”. Однако в своем большинстве такие исследования лежат в иных предметных или дисциплинарных областях: искусствоведении, истории (идей), мета-географии, лингвистике и семантике, биографических исследованиях, политических науках, психологии и других.

Значительный объем работ посвящен геополитическим представлениям и географическому образному пространству [например, (Замятин, 2004а; Замятина, 1998б; Райт, 1989; Цымбурский, 1995; Lauren, 2003; Roberts, 2012)].

Немало работ посвящено влиянию литературных произведений и их авторов на геополитические явления и процессы с использованием разных литературных жанров, как в прошлом (Barnhisel, 2015; Boyagoda, 2016; Chih-Ming Wang, 2012; Saunders, 2015; Takayoshi, 2015; Zimmermann, 2002), так и в настоящем (Duggan, 2013).

Ряд работ весьма близко подходит к нашему определению палеогеополитического исследования (ПИ). В этих трудах, зачастую сфокусированных на поиске авторских геополитических идей и общественных влияний рассматриваемых литературных произведений, анализируется также отражение в литературе реальных геополитических процессов, имевших разную значимость для современной авторам геополитики применительно к описываемым территориям, например (Marx, 2012; Weaver-Hightower, 2011).

Среди отечественных исследователей особенно близко к данной проблематике подходят работы Д.Н. Замятина, Н.Ю. Замятиной и В.Л. Цымбурского. Работы Замятина (например, 1999) дисциплинарно тяготеют к области метагеографии и посвящены образам пространства, их структуре, взаимодействию в творчестве писателя, а отчасти и влиянию связанной с ними позиции самого писателя на современную ему общественно-политическую жизнь. В отличие от метагеографии палеогеополитика направлена не на анализ пространства образов или языка (Замятин 2004а), а на реконструкцию объективного состояния геополитического пространства на основе его отражения в литературном творчестве. Тем не менее в большинстве работ Замятина (1998, 2004б, 2008 и др.) значительное внимание уделяется также оценке соотношения геополитических образов и реальных

геополитических процессов. То же можно сказать и о работах Н.Ю. Замятиной (1998а, 1998б, 1999).

Одним из наиболее ярких примеров непосредственно геополитических работ, обращающихся к сфере литературного и окололитературного творчества, являются труды В.Л. Цымбурского (1995, 2007, 2015), посвященные Ф.И. Тютчеву, Ф.М. Достоевскому, А.И. Солженицыну. При этом исследователя интересует творчество писателей в свете развития геополитических идей как таковых. Можно сказать, что наследие литераторов для Цымбурского – в большей степени или иллюстративный материал при создании собственных геополитических теорий, или веха в реконструкции истории геополитических идей, т.е. метагеополитике. Цель же ПИ – показать реальные процессы, не обобщенные и не объединенные в метаидею. Цымбурский не случайно обращается к трем литераторам, которые были одновременно и яркими общественными деятелями – его интересует и проблема воздействия их метаидей на общество. Для ПИ же, как правило, неважно, обладал ли исследуемый автор активной гражданской позицией, за исключением случаев, когда сам писатель (как, скажем, Мольер) являлся значимым актором в современных ему геополитических процессах.

ПИ не отрицает литературоведческие социологические концепции, интересующиеся “созданием, восприятием и интерпретацией литературного произведения и его социальным бэкграундом” (Черновская, 2011, с. 179), в рамках которых произведение искусства понимается как неотъемлемая часть коллективного сознания, как то, что формируется в исторической перспективе конкретными социальными группами и классами и являет собой “частное в типическом” [например, социологические концепции Г. Лукача (Lukacs, 1960)]. Выработанная нами методика далека от вульгарно-социологических концепций исследования и скорее восходит к постулатам теорий Л. Гольдмана (1987) и А. Марвика (Marwick, 1981), которые рассматривали “ментальные структуры писателя не как полное отражение объективной реальности”, а “лишь “потенциального” сознания социальной группы” (Черновская, 2011, с. 181), исходили из идеи о том, что художественные произведения – культурные артефакты, рассматривать их возможно в рамках исторического подхода, однако учитывая уникальность творческой индивидуальности автора.

Именно в связи с тем, что мы не обнаружили в литературе дисциплинарного вычленения этой проблематики в отдельную предметную область внутри геополитики, считаем не просто оправданным, а весьма перспективным выделение отдельного направления историко-геополитических исследований “палеогеополитика”. Цель

настоящего исследования не только и не столько в предложении новой терминологической и теоретической конструкции, сколько в апробации связанной с ней методологии прикладного ПИ. Предметом исследования при таком подходе становятся реальные геополитические явления и процессы, существовавшие в определенном историческом периоде и месте, а творчество конкретного автора (включая его возможную общественную деятельность) — лишь объект и материал для выявления и поиска метрик таких процессов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для ПИ может быть произведение любого исторического периода и литературного направления, принадлежащее к любому из родов литературы (эпос, лирика, драма) при учете их родовых особенностей (меры их социальной мифологичности, социального заказа, сознательно смоделированных автором геополитических представлений и т.п.). ПИ предполагает предварительное выяснение того, насколько сильной была взаимосвязь между литературой и общественной жизнью в изучаемый исторический период и в конкретной стране (месте), а также — насколько актуальна эта связь непосредственно для выбранного автора.

В общем случае ПИ максимально полно реконструирует картину мира через все творчество индивидуума, все виды вербального воплощения его геополитических представлений (публицистику, мемуаристику, эпистолярное наследие и др.). Для ПИ требуется привлечение литературоведческих методов исследования, в частности, комплексного анализа текста, лексемного и тематического анализа, использования историко-сопоставительных приемов работы.

Разумеется, полнота и достоверность отражения геополитической реальности автором зависит от особенностей его личного опыта, информированности и заинтересованности. Поэтому не следует полагаться исключительно на материалы творчества одного автора. Они должны подкрепляться верификацией из прочих доступных источников.

ПРИКЛАДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Выбранный нами кейс — ПИ наследия Ф.М. Достоевского. Представлены: 1) описание специфики наследия в соответствии с изложенными выше методологическими положениями, 2) поэтапная методика работы на примере творчества писателя, 3) результаты прикладного исследования.

1. Русская литература XIX в. в период главенствования реализма характеризовалась особым вниманием к общественно-политическим процессам, и в ней потенциально можно найти больше ма-

териала для ПИ. Непосредственно творчество Достоевского характеризуется особым вниманием к национальным, этнокультурным, конфессиональным вопросам. Личный опыт писателя связан с вовлеченностью в важные политические события эпохи, контактами с представителями элит и большинством прочих социальных слоев, многочисленными вынужденными и добровольными перемещениями по России и за рубежом. Творчество Достоевского, отличаясь особой целостностью, представляет собой поступательное развитие целого ряда идей и проблем, в том числе и геополитических.

2. Использовано Полное собрание сочинений Ф.М. Достоевского в 30 томах (1972—1990) как одно из наиболее авторитетных собраний сочинений с точки зрения количества включенных текстов, качества работы с черновиками и подготовительными материалами и отвечающее нашей задаче исследования всего комплекса текстов автора.

Комплексный анализ текста должен предвзяться работой по созданию своеобразного *геополитического глоссария писателя*: необходимо вычленить основные лексемы и лексико-семантические варианты, связанные со значимым геополитическим явлением. Так, при изучении вопроса о месте Польши в системе геополитических представлений Достоевского в глоссарий войдут лексемы “Польша”, “поляк”, “полячка”, “польский”, “полячишко”, “Речь Посполита”, “Старая Польша”, “польский край”, “привислинский край”, “ксендз”, “пан” и “паньство”, “шляхта”, “Варшава”.

Единицы глоссария не могут быть определены заранее. Подспорьем в их вычленении может быть лишь наличие общего представления об особенностях проблематики и тематики произведений писателя. Но и в таком случае в начале исследования следует проводить фронтальный поиск всех единиц (топонимов, этнонимов и т.д. и их семантических вариантов), допуская, что многие из них не будут упомянуты ни разу во всем наследии писателя. Например, при обращении к кавказской проблематике Достоевский не упоминает ни в одном из возможных лексико-семантических вариантов православную Грузию или Армению. Тем не менее только такая тотальная выборка единиц, в том числе тех, которые не связаны, на первый взгляд, с находящимися в центре внимания автора явлениями, позволит построить целостную картину мира писателя и определиться с явлениями, находящимися на ее периферии.

Далее необходимо провести *тематический анализ* и выявить ключевые структурные элементы геополитической картины мира писателя. Так, тематический анализ творчества Достоевского

показал, что, несмотря на значимость проблемы отношений мусульманского и христианского миров, зоной локализации этого геополитического напряжения является Балканский полуостров, а не Кавказский регион [подробнее см. (Михновец, 2019)]. Анализ позволил выявить и причину этого явления: в творчестве Достоевского постоянно подчеркивается, что балканские православные народы – славяне. Кавказский регион не является исконным ареалом славянских народов, поэтому и не вызывает интереса писателя.

Такой подход к тексту подобен процедурам *контент-анализа*, однако не тождествен ему, поскольку предложенная нами методика работы не включает анализ количественных показателей единиц глоссария. Частота их употребления может не дать ничего для понимания специфики геополитических представлений писателя, а составить представление об определенном явлении в его геополитической картине мира можно, основываясь и на разовом случае обращения к топониму, этнониму и т.д. Так, чтобы оценить значимость балканского вопроса в картине мира Достоевского достаточно одного сильного с точки зрения геополитической рефлексии фрагмента. Например, следующий пассаж из “Дневника писателя” за сентябрь 1876 г. уже дает достаточный материал, даже если бы являл собой единственный пример обращения к Балканской тематике: “Русская вера, русское православие есть все, что только русский народ считает за свою святыню; в ней его идеалы, вся правда и истина жизни. А славянские народы – чем и единились, чем и жили, как не верой своей, во времена страданий своих под мусульманским четырехвековым игмом?” (Достоевский, 1972–1990, т. 23, с. 118).

Важно проследить не только факт упоминания региона, этноса и т.д., но и факт их принципиальной неупоминаемости. Для этого требуется обращение к *историко-сопоставительным приемам* работы с материалом, соотнесение результатов тематического анализа с историко-культурным контекстом эпохи: произошедшими историческими событиями, реакцией на них в публицистике и художественной литературе. Требуется выявить надежные свидетельства того, что автор был знаком с тем или иным явлением. Подобные лакуны позволят выявить специфические особенности картины мира писателя, оценить, насколько историческое или общественно-политическое событие оказалось резонансно для него, а что стало следствием уже сформировавшейся в дальнейшем общественной традиции оценки события. Продемонстрируем подобный прием анализа на примере наследия Достоевского.

Удивительно, что при массовой увлеченности русской литературы Кавказом в творчестве Достоевского нет осмысления событий Кавказской войны. Напомним: в 1859 г. был пленен Шамиль, состоялась его встреча с императором Александром II, генералом А.П. Ермоловым. Писатель именно в это время, в 1860 г., возвратился в европейскую часть России из сибирской ссылки, Кавказская война широко освещалась на страницах газет. Несмотря на это, лишь однажды в записной книжке от 1864 г. Достоевский отметил: “У нас Кавказ покорен” (1972–1990, т. 20, с. 203). Появление этой записи было обусловлено тем, что 12 июля в России было официально объявлено об окончании Кавказской войны и в августе и сентябре последовал ряд публикаций в прессе на данную тему. Рационального объяснения отсутствия интереса к событиям на юге Российской империи нам выявить не удалось. Здесь проявляется отличие изучения истории геополитических идей традиционными методами от ПИ: для первого факт невнимания Достоевского к кавказскому вопросу был бы опущен, однако для второго подобная лакуна значима.

3. Для определения структурных элементов геополитики мы применили ее типологию с использованием подходов К. Флинта и Дж. О’Тоала. В рамках данной статьи мы обратимся к геополитическому феномену “киргизских степей” в качестве примера того, как может строиться подобная работа, а затем кратко охарактеризуем весь спектр проблематик, пригодных для палеогеополитического анализа в творчестве Достоевского, которые возможно исследовать сходным образом.

Тематический анализ, направленный на изучение места киргизских степей в геополитической картине мира Достоевского, дает существенный материал для “формального”, в терминах О’Тоала (см. типологию в тексте выше и в табл. 1), ПИ. Любопытен он, в том числе, потому, что на протяжении творческого пути писателя их видение претерпело трансформацию. В 1850-е годы писатель воспринимает киргизские степи – земли современного Казахстана – исключительно в контексте империалистических установок. Для Достоевского – это окраины империи, своеобразные зоны неосвоенной дикости. Так, первое упоминание киргизских степей находим в письме брату Михаилу от 30 января–22 февраля 1854 г., когда по окончании каторги Достоевский узнает о назначении на службу солдатом в Семипалатинск. Он пишет: “Я командирован в Семипалатинск, почти в киргизскую степь”. И далее: “Не знаю, что ждет меня в Семипалатинске. Я доволь-

Таблица 1. Возможные направления палеогеополитических исследований на основе наследия Ф.М. Достоевского*

Тип геополитических явлений и процессов	Пример направления ПИ
Идеологические конструкции и прочие концепции видения мира (Формальная геополитика)	<ol style="list-style-type: none"> 1. “Окраины” Российской империи в 1840–70-х годах в империалистическом контексте. 2. Развитие сети железных дорог в России и Европе как антипочвенническая глобалистическая тенденция. 3. Остзейский вопрос 1860-х годов в свете преломления славянофильских и западнических идей. 4. Проблема выбора вектора геополитического развития Российской империи в 1860–1870-е годы: между славяно-православным хартлендом и “глобальными городами”. 5. Идеи почвенничества как основа для изменения вектора геополитического развития России в сторону “внутренней суши”. 6. Влияние идей социалистов-утопистов на внешнюю и внутреннюю политику Российской империи после 1848 г. 7. События Освободительного восстания в Польше в 1863 г. в свете концепции русского империализма и панславизма.
Практики и проявления территориальных стратегий в отношении государственности (Практическая геополитика)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Идея русского мира и панславянства и ее влияние на политику Российской империи на Балканах. 2. Особенности картирования славянского мира в “Дневнике писателя”***.
Представления о территории и контроле над ней любым субъектом общественных отношений (Популярная геополитика)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Влияние геополитических установок периодической печати 1840-х и 1860-х годов на формирование общественного представления о месте Средней Азии, Кавказа и Сибири в составе Российской империи. 2. Житийная литература как основа обыденных представлений о “своих” и “чужих” территориях. 3. Вопрос о положении евреев в России в 1870-х годах: проблема юдофобии и разделение на “своих” и “чужих” евреев. 4. Бытовое представление об Америке как о границе освоенного мира.
Глобальные процессы, тенденции и противоречия, формирующие геополитическую ситуацию (Структурная геополитика)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геополитические воззрения Достоевского на Польшу и их влияние на формирование модели отношений между Россией и Польшей в современном дискурсе. 2. Отражение событий Балканской войны в “Дневнике писателя”. 3. Процесс объединения Италии. 4. Стихотворения Достоевского “На европейские события в 1854 году”, “На первое июля 1855 года”, “<На коронацию и заключение мира>” как фиксация официальных геополитических установок Российской империи в середине 1850-х годов.

* На основе типологии геополитики с использованием подходов К. Флинта и Дж. О’Тоала (Flint, 2012; O’Tuathail, 1999).

** Подробнее см. (Щербинин, Щербинина, 2018).

но равнодушен к этой судьбе. Но вот к чему не равнодушен: хлопочи за меня, проси кого-нибудь. Нельзя ли мне через год, через 2 на Кавказ, — все-таки Россия! Это мое пламенное желание, проси ради Христа!” (Достоевский, 1972–1990, т. 28-1, с. 172). Из текста письма видно, что в картине мира писателя киргизские степи не являются собственно “Россией”, по сравнению с ними даже Кавказ является “своим”.

Специфика понимания Достоевским киргизских степей вписывается в рамки *теории фронтира*. Характеристика края как пограничного, одновременно и “своего”, и “чужого”, оказывается устойчивой на протяжении всего творческого пути Достоевского. Для писателя свойственно представление о киргизской степи как о территории с неустойчивым статусом. Вспомним, что в эпилоге романа “Преступление и наказание” топос широкой степи связывается с Раскольниковым, стоящим на пути “постепенного перерождения”, “постепенного перехода из одного мира в другой” (Достоевский, 1972–1990, т. 6, с. 422). В письме брату от 27 марта 1854 г. Достоевский описывает киргизские степи следующим образом: “Здесь уже начало киргизской степи. Город довольно большой и людной. Азиатов множество. Степь открытая. Лето длинное и горячее, зима короче, чем в Тобольске и в Омске, но суровая. Растительности решительно никакой, ни деревца — чистая степь” (Достоевский, 1972–1990, т. 28-1, с. 178–179). Здесь Достоевский снова говорит о среднеазиатских территориях как о “начале” другого мира. Климат Семипалатинска и киргизских степей он сравнивает с климатом Тобольска и Омска. С одной стороны, это объясняется тем, что три города — Тобольск, Омск, Семипалатинск — являют собой единство для ссыльного писателя, уже проследовавшего по этому маршруту. Но, с другой стороны, получается, что Достоевский, ставя их в один ряд, символически сближает Семипалатинск с Сибирью, освоение которой продолжалось и в XVIII, и в XIX вв. и которую многие исследователи понимают как главный фронт Российской империи, подобный Дикому Западу в Северной Америке.

Наследие Достоевского — яркий пример *практической геополитики* (см. табл. 1). Его заслуга как публициста в формировании так называемой русской идеи и популяризации идеи русского мира беспрецедентна в истории отечественной общественной мысли. Мысль Достоевского оказала реальное влияние и на процесс изучения и освоения киргизских степей. В Семипалатинске Достоевский познакомился с молодым этнографом казахского происхождения Ч. Валихановым и с

большим участием отнесся к его профессиональной судьбе. В письме от 14 декабря 1856 г. Достоевский советует своему другу: “По-моему, вот что: не бросайте заниматься. У Вас есть много материалов. Напишите статью о Степи. Ее напечатают (помните, мы об этом говорили). Всего лучше, если б Вам удалось написать нечто вроде своих “Записок” о степном быте, Вашем возрасте там и т.д.” (Достоевский, 1972–1990, т. 28-1, с. 249). Далее он пишет: “Вы бы могли так устроить судьбу свою, что были бы необыкновенно полезны своей родине. Например: не великая ли цель, не святое ли дело быть чуть ли не первым из своих, который бы растолковал в России, что такое Степь, ее значение и Ваш народ относительно России, и в то же время служить своей родине просвещенным ходатайством за нее у русских” (Достоевский, 1972–1990, т. 28-1, с. 249). Валиханов стал первым казахским этнографом, фольклористом и просветителем и, несмотря на свою раннюю смерть (в возрасте 29 лет), оказал реальное влияние на политику Российской империи в Средней Азии. Укрепил уверенность молодого человека в правильности своего профессионального пути именно Достоевский.

С точки зрения практической геополитики уникальный материал представляет моножурнал Достоевского “Дневник писателя”, который он издавал с 1876 по 1881 г. Как отметил современный достоевед В.А. Викторovich (2019, с. 334), публицистика Достоевского скреплена “авторской идеей”, являет собой не “информацию о событии, а рассуждение о том, что от этого события останется”. Достоевскому свойственно понимание “словесности как проектирования действительности” (Викторovich, 2019, с. 336), реальное ее изменение, что, надо заметить, ему действительно удавалось. Важно, что Достоевский во время издания “Дневника писателя” был близок с К.П. Победоносцевым — обер-прокурором Святейшего синода, членом Государственного совета и человеком, имевшим влияние на Александра III еще в то время, когда он был цесаревичем. Идеи Достоевского так или иначе влияли на взгляды Победоносцева, а впоследствии и на нового императора. В главе “Вопросы и ответы” в “Дневнике писателя” за январь 1881 г. Достоевский размышляет об убыточности или прибыльности строительства дорог в киргизских степях и проводит параллель между этим регионом Российской империи и дикими землями Северной Америки: за месяц до публикации этого материала Достоевский лично, в неофициальной обстановке встречался с будущим императором в Аничковом дворце. И хотя нет доподлинных свидетельств относи-

тельно того, о чем именно говорил писатель и цесаревич Александр Александрович, известно, что Достоевский всегда был склонен обсуждать свои не только художественные, но и общественно-политические воззрения.

При этом с точки зрения *популярной геополитики* (см. табл. 1) процесс формирования интереса Достоевского к вопросу о киргизских степях также любопытен. В 1840-е годы для Достоевского – выпускника Инженерного училища и начинающего литератора – значительную часть круга чтения составляли так называемые толстые журналы, особенно “Отечественные записки”, которые в то время выпускал А.А. Краевский и где вышли с 1846 по 1849 г. многие произведения Достоевского. Краевский публиковал очерки путешественников, дорожные записки, статьи этнографического и географического характера, посвященные отдаленным землям Российской империи и прилегающим территориям, которые начали входить в сферу ее геополитических интересов, описания фронтиров Российской империи как страны с расширяющимися границами на юго-восток и юг. На протяжении 1848 г. в том же журнале “Отечественные записки” выходит серия очерков “Четыре месяца в Киргизской степи”, написанных бароном П.К. Усларом.

Материалы, опубликованные в “Отечественных записках”, способствовали формированию у Достоевского, равно как и у всего просвещенного общества того времени, картины мира, в которой заложено не только стремление России к европеизации. Эти публикации принимали участие в формировании представлений о векторе развития в пользу освоения “внутренней суши”.

С точки зрения *структурной геополитики* (см. табл. 1) наследие Достоевского дает очень важный материал для фиксации потенциального процесса изменения направления развития России вглубь материка.

В последний период творчества Достоевского окраины восточной части России не являются чем-то второстепенным, малозначимым в системе его геополитических представлений. С открытым негодованием писатель пародировал высказывания либералов-западников о том, что России должно ориентироваться на Европу и “забыть об окраинах”: “Окраины все это вздор, все это мелочи и с другого боку, все мелочи, Россия до Урала, а дальше мы ничего и знать не хотим. Сибирь мы отдадим китайцам и американцам. Среднеазиатские владения подарим Англии. А там какую-нибудь киргизскую землю это просто забудем. Россия-де в Европе, и мы европейцы и

преследуем цели веселости. А более никогда и ничего, вот и все” (Достоевский, 1972–1990, т. 27, с. 73). Безусловно, причина этого кроется в системе философских воззрений писателя и нарастающем неприятии им современного европейского пути развития цивилизации. При этом, с точки зрения теорий классической геостратегии, можно сказать, что Достоевский, рассматривая в таком ключе киргизские степи, фиксировал важнейший переход от одного периода расстановки геополитических сил в мире – морского, к другому – сухопутному. Не случайно в одном из приведенных ранее фрагментов Достоевский подчеркивал роль развития железных дорог в Средней Азии: именно это должно было позволить активно развивать новые, внутренние центры Российской империи.

Достоевский полагал: современному “цивилизированному миру”, геополитический вес которого сосредоточен в Европе, грозит катастрофа. Возможность ее избежать для России писатель видел в смене вектора развития государства от Европы в сторону своей “внутренней суши”. При этом в качестве нового хартленда Достоевским рассматривались не только славяно-православные территории Российской империи, но и киргизские степи.

Диахронический анализ творчества Достоевского позволяет зафиксировать, как происходила переоценка роли киргизских степей в составе Российской империи. Художественное, эпистолярное и публицистическое наследие писателя дает материал для наблюдения процесса фактического освоения фронта, его трансформации из фронта в окраину. В 1850-х годах Достоевский рассматривал этот регион как периферию Российской империи, ведущей характеристикой которого был пограничный статус. Выше мы цитировали письмо Достоевского, в котором киргизские степи понимаются как территория, еще менее освоенная, чем Кавказ. Во второй половине 1870-х годов киргизские степи уже понимаются Достоевским как “свои” территории, как неотъемлемая часть страны.

Как видно, ПИ даже при рассмотрении одного региона дает очень богатый материал. Прочие возможные направления подробного изучения наследия Достоевского мы суммировали в табл. 1. Перечисленные темы не претендуют на репрезентацию всего спектра указаний на современные автору геополитические процессы, а лишь показывают, что может стать предметом палеогеополитического анализа. В табл. 1 тематики потенциального глубинного ПИ “приписаны” нами соответствующему разделу геополитики по формальным признакам. Тем не менее каждая тематика может

и должна рассматриваться в контексте ее отражения в каждом тематическом разделе геополитики, подобно разобранному выше примеру.

ВЫВОДЫ

Нам кажется целесообразным введение в научный оборот термина палеогеополитика, возможности которого мы продемонстрировали в представленном исследовании. Под этим термином предлагаем понимать раздел исторической геополитики, изучающий распространение геополитических представлений и явлений прошлых периодов по поверхности Земли с использованием специфического метода исследования, при котором в качестве материала используются не собственно геополитические источники, а косвенные: в частности, произведения искусства.

В настоящем исследовании на примере материалов литературного наследия одного автора (Ф.М. Достоевского) мы продемонстрировали принципиальные возможности проведения как комплексного, так и тематического ПИ, при использовании классификаций разделов геополитики современных авторов.

Тематическое ПИ представлено на материалах проблематики “киргизской степи”. Мы показали, как исследование данной темы в творчестве писателя позволяет реконструировать геополитические представления, явления и процессы, связанные с современным писателю освоением Российской империей территорий Средней Азии. Оказалось, что она в его творчестве репрезентирует все четыре выделенных в нашей классификации раздела геополитики. На основании такого анализа возможно объективнее оценивать генезис и ход этого процесса во второй половине XIX в., равно как и идеологемы и концепции, связанные с данным регионом сегодня.

Комплексное исследование, результаты которого сведены в табл. 1, предлагает оценку широкого (далеко не полного) спектра подобных проблем потенциальных тематических исследований на материале творческого наследия Достоевского. Сама же табл. 1 позволяет оценить элементы геополитического ландшафта современного писателю мира, преломленные в его мировосприятии и способные стать (наряду с прочими) исходным материалом для ПИ.

Представляется, что подобные проведенному палеогеополитические исследования позволят в будущем существенно расширить объяснительные возможности научной геополитики.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-012-

90020/20. Данная публикация была поддержана в рамках реализации “Программы повышения конкурентоспособности БФУ им. И. Канта”.

FUNDING

The research was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, project no. 18-012-90020/20. This paper was supported by the Russian Academic Excellence Project at the Immanuel Kant Baltic Federal University.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Викторович В.А.* Достоевский. Писатель, заглянувший в бездну: 15 лекций для проекта Магистерия. М.: Rosebud Publ., 2019. 452 с.
- Гаджиев К.С.* Геополитика. М.: Международные отношения, 1997. 383 с.
- Гольдман Л.* Структурно-генетический метод в истории литературы / Зарубежная эстетика и теория литературы XIX–XX вв. Трактаты, статьи, эссе. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 335–349.
- Джаксон Т.Н.* Ориентационные принципы организации пространства в картине мира средневекового скандинава // Одиссей: Человек в истории. 1994: Картина мира в народном и ученом сознании. М.: Наука, 1994. С. 54–64.
- Достоевский Ф.М.* Полн. собр. соч.: в 30 т. Л.: Наука, 1972–1990.
- Дугин А.Г.* Палео-геополитика семитской расы и реперкуссии в современность // Евразийский реванш России. М.: Алгоритм, 2014. 280 с.
- Елацков А.Б.* Общая геополитика: вопросы теории и методологии в географической интерпретации. М.: Инфра-М, 2017. 251 с.
- Замятин Д.Н.* Власть пространства и пространство власти. Географические образы в политике и международных отношениях. М.: РОССПЭН, 2004. 352 с.
- Замятин Д.Н.* Географические образы и цивилизационная идентичность России: метаморфозы пространства в “Скифах” Александра Блока / Beyond the Empire: Images of Russia in the Eurasian Cultural Context. Sapporo: Slavic Research Center, Hokkaido Univ., 2008. P. 237–255.
- Замятин Д.Н.* Империя пространства. Географические образы в романе Андрея Платонова “Чевенгур” // Вопросы философии. 1999. № 10. С. 82–90.
- Замятин Д.Н.* Метагеография: Пространство образов и образы пространства. М.: АГРАФ, 2004. 512 с.
- Замятин Д.Н.* Политико-географические образы и геополитические картины мира (Представление географических знаний в моделях политического мышления) // Политические исследования. 1998. № 6. С. 80–92.
- Замятина Н.Ю.* Локализация идеологии в пространстве (американский фронт и пространство в романе А. Платонова “Чевенгур”) // Полюса и цен-

- тры роста в региональном развитии. М.: ИГ РАН, 1998. С. 190–194.
- Замятина Н.Ю.* Модели политического пространства // Политические исследования. 1999. № 4. С. 29–41.
- Замятина Н.Ю.* Сибирь и Дикий Запад: образ территории и его роль в общественной жизни // Восток. 1998. № 6. С. 5–20.
- Калинина Т.М.* Восточные источники о древнерусской государственности (к статье: Цукерман К. Два этапа формирования Древнерусского государства) // Славяноведение. 2003. № 2. С. 15–19.
- Колосов В.А.* Территориально-политическая организация общества. Автореф. дисс. ... д-ра геогр. наук. М.: ИГАН, 1992. 42 с.
- Мельникова Е.А.* Пространственная ориентация в “Повести временных лет” // Древнейшие государства Восточной Европы: 2006 год: Пространство и время в средневековых текстах. М.: Русский фонд содействия образованию и науке, 2009. С. 73–94.
- Михновец М.В.* Кавказ в системе геополитических представлений Ф.М. Достоевского // Studia Rossica Gedanensia. 2019. № 4. С. 97–106.
- Райт Дж.К.* Географические представления в эпоху крестовых походов: исследование средневековой традиции в Западной Европе. М.: Наука, 1988. 480 с.
- Рухин Л.Б.* Основы общей палеогеографии. Л.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1959. 557 с.
- Стрелецкий В.Н.* Историческая география и регионализма: пути и перспективы взаимодействия // Псковский регионологич. журн. № 5. 2007. С. 3–13.
- Цымбурский В.Л.* Александр Солженицын и русская контрреформация / В.Л. Цымбурский // Остров Россия: Геополитические и хронополитические работы. 1993–2006. М.: РОССПЭН, 2007. С. 475–485.
- Цымбурский В.Л.* Морфология российской геополитики и динамика международных систем XVIII–XX вв. // Тетради по консерватизму. 2015. № 1. С. 92–98.
- Цымбурский В.Л.* Тютчев как геополитик // Общественные науки и современность. 1995. № 6. С. 86–98.
- Черновская М.С.* Зарубежная социология литературы: основные направления // Журн. социологии и социальной антропологии. 2011. Т. 14. № 1. С. 178–190.
- Щербинин А.И., Щербинина Н.Г.* Картирование славянского мира в “Дневнике писателя” Ф.М. Достоевского // Русин. 2018. № 4 (54). С. 292–302.
- Ясаманов Н.А., Славин В.И.* Методы палеогеографических исследований. М.: Недра, 1982. 255 с.
- Barnhisel G.* Cold War Modernists: Art, Literature, and American Cultural Diplomacy. N.Y.: Columbia Univ. Press, 2015. 336 p.
- Bjorn C.* Nations, Nationalism and Patriotism in the European Past. Copenhagen: Academic Press, 1994. 229 p.
- Boyagoda R.* When Literary Politics Mattered to Geopolitics // American Literary History. 2016. Vol. 28, Iss. 3. P. 634–643.
- Broun D.* When Did Scotland Become Scotland? // History Today. 1996. № 46 (10). P. 16–21.
- Chih-Ming Wang.* Geopolitics of Literature // Cultural Stud. 2012. 26:5. P. 740–764.
- Dittmer J.* Popular Culture, Geopolitics, and Identity. Lanham, MD: Rowman & Littlefield Publ., 2010. 181 p.
- Dixit P.* Relating to Difference: Aliens and Alienness in Doctor Who and International Relations // Int. Stud. Perspectives. 2012. 13 (3). P. 289–306.
- Duggan R.* The Geopolitics of Inner Space in Contemporary British fiction // Textual Practice. 2013. 27:5. P. 899–920.
- Flint C.* The Geopolitics of Laughter and Forgetting: A World-Systems Interpretation of the Post-Modern Geopolitical Condition // Geopolitics. 2001. 6 (3). P. 1–16.
- Flint C.* Introduction to Geopolitics. London: Routledge, 2012. 296 p.
- Grayson K., Davies M., Philpott S.* Pop Goes IR? Researching the Popular Culture World Politics Continuum // Politics. 2009. 29 (3). P. 155–163.
- Lauren M.E.* Goodlad Victorian Literature and the Victorian State: Character and Governance in a Liberal Society. Baltimore and London: The Johns Hopkins Univ. Press, 2003. 320 p.
- Lukacs G.* Histoire et conscience de classe. Paris: Minuit, 1960. 381 p.
- Maravelias C., Thanem T., Holmqvist M.* March Meets Marx: The Politics of Exploitation and Exploration in the Management of Life and Labour // Res. Sociology of Organizations. 2012. № 37. P. 129–159.
- Marwick A.* The Nature of History. London: Macmillan Education, 1981. 452 p.
- Marx J.* Geopolitics and the Anglophone Novel, 1890–2011. Cambridge Univ. press, 2012. 246 p.
- O’Tuathail G.* Understanding Critical Geopolitics: Geopolitics and Risk Society // J. Strategic Stud. 1999. Vol. 22. № 2/3. P. 111.
- Roberts P.* The Geopolitics of Literature: the Shifting International Theme in the Works of Henry James // Int. History Rev. 2012. 34:1. P. 89–114.
- Saunders R.A.* Imperial Imaginaries: Employing Science Fiction to Talk about Geopolitics // E-Int. Relations. 2015 <https://www.e-ir.info/2015/06/11/imperial-imaginaries-employing-science-fiction-to-talk-about-geopolitics/>
- Sautman B.* Peking Man and the Politics of Paleoanthropological Nationalism in China // J. Asian Stud. 2001. Vol. 60, Iss. 1. February. P. 95–124.
- Takayoshi I.* American Writers and the Approach of World War II, 1935–1941: A Literary History. Cambridge Univ. Press, 2015. 344 p.
- Weaver-Hightower R.* Geopolitics, Landscape, and Guilt in Nineteenth-Century Colonial Literature // Geocritical Explorations. N.Y.: Palgrave Macmillan, 2011. P. 123–138.
- Zimmermann W.* First Great Triumph: How Five Americans Made Their Country a Great Power. N.Y.: Farrar, Straus and Giroux, 2002. 596 p.

Approaches to Paleogeopolitical Research Based on the Study of Literary Heritage (the Case of the Heritage of F.M. Dostoevsky)

K. E. Axenov^{1,2,*} and M. V. Mikhnovets^{3,**}

¹*Saint Petersburg University, St. Petersburg, Russia*

²*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

³*Dostoevsky Museum, St. Petersburg, Russia*

**e-mail: axenov@peterlink.ru*

***e-mail: mikhnovets@dostoevsky.spb.ru*

This article introduces the concept of paleogeopolitics – a discipline that aims to reconstruct all types of geopolitical representations, phenomena, and processes that existed in the past within the area of interest. The uniqueness of the proposed method of retrospective research of geopolitical representations is that it is not based on geopolitical sources but on works of art. The present article demonstrates how paleogeopolitical research can be conducted based on the material of the literary heritage of an individual writer. It also specifies what literary sources and research methods are most relevant in reconstructing the geopolitical processes of the time. The article proposes a paleogeopolitical study based on the works of Fyodor Dostoevsky. To determine the structural elements of the reconstructed geopolitics, the use of G. O’Tuathail’s typology of critical geopolitics is suggested. The present study offers a comprehensive assessment of the entire spectrum of potential paleogeopolitical studies based on the works of Dostoevsky, which would allow researchers to assess the geopolitical landscape of the writer’s world. The application of the proposed paleogeopolitical research to the analysis of the concept of “the Kirghiz Steppes” in the writer’s geopolitical world view is demonstrated. The results have shown the process of changing the status of “the Kirghiz Steppes” in Dostoevsky’s works and in the social consciousness of the time: from the frontier of the Empire to their own territory, and later to a new heartland.

Keywords: geopolitics, paleogeopolitics, paleogeography, critical geopolitics, Dostoevsky, Russian Empire, the Kirghiz Steppes

REFERENCES

- Barnhisel G. *Cold War Modernists: Art, Literature, and American Cultural Diplomacy*. N.Y.: Columbia Univ. Press, 2015. 336 p.
- Bjorn C. *Nations, Nationalism and Patriotism in the European Past*. Copenhagen: Academic Press, 1994. 229 p.
- Boyagoda R. When literary politics mattered to geopolitics. *Am. Lit. Hist.*, 2016, vol. 28, no. 3, pp. 634–643.
- Broun D. When did Scotland become Scotland? *Hist. Today*, 1996, vol. 46, no. 10, pp. 16–21.
- Chernovskaya M.S. Foreign sociology of literature: main directions. *Zh. Sotsiol. Sotsial'n., Antropol.*, 2011, vol. 14, no. 1, pp. 178–190. (In Russ.).
- Dittmer J. *Popular Culture, Geopolitics, and Identity*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield Publ., 2010. 181 p.
- Dixit P. Relating to difference: Aliens and alienness in *Doctor Who* and international relations. *Int. Stud. Perspect.*, 2012, vol. 13, no. 3, pp. 289–306.
- Dodds K. Screening geopolitics: James Bond and the early Cold War films (1962–1967). *Geopolitics*, 2005, vol. 10, no. 2, pp. 266–289.
- Dostoevsky F.M. *Polnoe sobranie sochinenii: v 30 tomakh* [Complete Works: in 30 Vols.]. Leningrad: Nauka Publ., 1972–1990.
- Duggan R. The geopolitics of inner space in contemporary British fiction. *Textual Pract.*, 2013, vol. 27, no. 5, pp. 899–920.
- Dugin A.G. Paleo-geopolitics of the Semitic race and repercussion in modern times. In *Evraziiskii revansh Rossii* [Russia’s Eurasian Revenge]. Dugin A.G., Ed. Moscow: Algoritm Publ., 2014. 280 p. (In Russ.).
- Dzhakson T.N. Orientation principles of space organization in the picture of the world of the medieval Scandinavian. In *Odissei: Chelovek v istorii. 1994: Kartina mira v narodnom i uchenom soznanii* [Odyssey: a Man in History. 1994: Picture of the World in the Popular and Scientific Consciousness]. Moscow: Nauka Publ., 1994, pp. 54–64. (In Russ.).
- Elatskov A.B. *Obshchaya geopolitika: voprosy teorii i metodologii v geograficheskoi interpretatsii* [General Geopolitics: Issues of Theory and Methodology in Geographical Interpretation]. Moscow: Infra-M Publ., 2017. 251 p.
- Flint C. The geopolitics of laughter and forgetting: A world-systems interpretation of the post-modern geopolitical condition. *Geopolitics*, 2001, vol. 6, no. 3, pp. 1–16.
- Flint C. *Introduction to Geopolitics*. Routledge, 2012. 296 p.
- Gadzhiev K.S. *Geopolitika* [Geopolitics]. Moscow: Mezhdunarodnye Otnosheniya Publ., 1997. 383 p.
- Gol’dman L. Structural-genetic method in the history of literature. In *Zarubezhnaya estetika i teoriya literatury XIX–XX vv. Traktaty, stat’i, esse* [Foreign Aesthetics and Theory of Literature of the 19–20 centuries. Treatises, Articles, Essays]. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1987, pp. 335–349. (In Russ.).

- Grayson K., Davies M., Philpott S. Pop goes IR? Researching the popular culture world politics continuum. *Politics*, 2009, vol. 29, no. 3, pp. 155–163.
- Kalinina T. M. Eastern sources about the ancient Russian state (to the article: Zuckerman K. Two stages of the formation of the Ancient Russian state). *Slavyanovedenie*, 2003, no. 2, pp. 15–19. (In Russ.).
- Kolosov V.A. Territorial and political organization of society. *Extended Abstract of Doctoral Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Inst. of Geogr., Russ. Acad. Sci., 1992. 42 p.
- Lauren M.E. *Goodlad Victorian Literature and the Victorian State: Character and Governance in a Liberal Society*. Baltimore, London: The Johns Hopkins Univ. Press, 2003. 320 p.
- Lukacs G. *Histoire et conscience de classe*. Paris: Minuit Publ., 1960. 381 p.
- Maravelias C., Thanem T., Holmqvist M. March meets Marx: The politics of exploitation and exploration in the management of life and labour. In *Managing "Human Resources" by Exploiting and Exploring People's Potentials*. Holmqvist M., Spicer A., Eds. Bingley: Emerald Group Publ., 2012, pp. 129–159. doi 10.1108/S0733-558X(2013)0000037009
- Marwick A. *The Nature of History*. London: Macmillan Education, 1981. 452 p.
- Marx J. *Geopolitics and the Anglophone Novel, 1890–2011*. Cambridge Univ. Press, 2012. 246 p.
- Mel'nikova E.A. Spatial orientation in the "The Tale of Bygone Years". In *Drevneishie gosudarstva Vostochnoi Evropy: 2006 god: Prostranstvo i vremya v srednevekovykh tekstakh* [The Ancient States of Eastern Europe: 2006: Space and Time in Medieval Texts]. Glazyrin G.V., Ed. Moscow: Russ. Fond Sodeistviya Obrazovaniyu i Nauke, 2010, pp. 73–94. (In Russ.).
- Mikhnovets M.V. The geopolitics of the Caucasus in the works of Fyodor Dostoevsky. *Studia Rossica Gedanensia*, 2019, no. 4, pp. 97–106. (In Russ.).
- Roberts P. The geopolitics of literature: The shifting international theme in the works of Henry James. *Int. Hist. Rev.*, 2012, vol. 34, no. 1, pp. 89–114.
- Rukhin L.B. *Osnovy obshchei paleogeografii* [Fundamentals of General Paleogeography]. Leningrad: Gos. Nauchn.-Tekhn. Izd-vo Neftyanoi i Gorno-Toplivn. Literaturny Publ., 1959. 557 p.
- Saunders R.A. *Imperial Imaginaries: Employing Science Fiction to Talk about Geopolitics*. E-International Relations, 2015. Available at: <https://www.e-ir.info/2015/06/11/imperial-imaginaries-employing-science-fiction-to-talk-about-geopolitics/> (accessed: 16.05.2021).
- Sautman B. Peking Man and the politics of paleoanthropological nationalism in China. *J. Asian Stud.*, 2001, vol. 60, no. 1, pp. 95–124.
- Shcherbinin A.I., Shcherbinina N.G. Mapping the Slavic world in the "A Writer's Diary" by F.M. Dostoevsky. *Rusin*, 2018, vol. 54, no. 4, pp. 292–302. (In Russ.).
- Streletsky V.N. Historical geography and regionalism: ways and prospects of interaction. *Pskov. Regionol. Zh.*, 2007, no. 5, pp. 3–13. (In Russ.).
- Takayoshi I. *American Writers and the Approach of World War II, 1935–1941: A Literary History*. Cambridge Univ. Press, 2015. 344 p.
- Tsyburskii V.L. Alexander Solzhenitsyn and the Russian counter-reformation. In *Ostrov Rossiya: Geopoliticheskie i khronopoliticheskie raboty*. 1993–2006 [Geopolitical and Chronopolitical Works. 1993–2006]. Tsyburskii V.L., Ed. Moscow: ROSSPEN Publ., 2007, pp. 475–485. (In Russ.).
- Tsyburskii V.L. Morphology of Russian geopolitics and dynamics of international systems of the XVIII–XX centuries. *Tetradi po Konservatizmu*, 2015, no. 1, pp. 92–98. (In Russ.).
- Tsyburskii V.L. Tyutchev as a geopolitician. *Obshchestvennye Nauki i Sovremennost'*, 1995, no. 6, pp. 86–98. (In Russ.).
- Tuathail G.O. Understanding critical geopolitics: Geopolitics and risk society. *J. Strateg. Stud.*, 1999, vol. 22, nos. 2–3, pp. 107–124.
- Urushadze A. *Kavkazskaya voina. Sem' istorii* [Caucasian War. Seven Stories]. Moscow: NLO Publ., 2018. 336 p.
- Viktorovich V.A. *Dostoevskii. Pisatel', zaglyanuvshii v bezdnu: 15 lektsii dlya proekta Magisteriya* [Dostoevsky. The Writer Who Looked into the Abyss: 15 Lectures for the Magisteria Project]. Moscow: Rosebud Publ., 2019. 452 p.
- Wang C.M. Geopolitics of literature: Foreign literature studies in early twentieth-century China. *Cult. Stud.*, 2012, vol. 26, no. 5, pp. 740–764.
- Weaver-Hightower R. Geopolitics, landscape, and guilt in nineteenth-century colonial literature. In *Geocritical Explorations*. N.Y.: Palgrave Macmillan, 2011, pp. 123–138.
- Wright J.K. *The Geographical Lore of the Time of the Crusades: A Study in the History of Medieval Science and Tradition in Western Europe*. N.Y.: Am. Geogr. Soc., 1925. 563 p.
- Yasamanov N.A., Slavin V.I. *Metody paleogeograficheskikh issledovaniy* [Methods of Paleogeographic Studies]. Moscow: Nedra Publ., 1982. 255 p.
- Zamyatin D.N. *Metageografiya: Prostranstvo obrazov i obrazov prostranstva* [Metageography: Image Space and Images of Space]. Moscow: AGRAF Publ., 2004. 512 p.
- Zamyatin D.N. Political and geographical images and geopolitical pictures of the world (representation of geographical knowledge in models of political thinking). *Polit. Issled.*, 1998, no. 6, pp. 80–92. (In Russ.).
- Zamyatin D.N. The Empire of space. The geographical images in the novel of Andrei Platonov "Chevengur". *Vo prosy filosofii*, 1999, no. 10, pp. 82–90. (In Russ.).
- Zamyatin D.N. The images of geographical and civilizational identity of Russia: metamorphoses of space in Alexander Blok's "Scythians". In *Beyond the Empire: Images of Russia in the Eurasian Cultural Context*. Sapporo: Slavic Res. Center, Hokkaido Univ., 2008, pp. 237–255. (In Russ.).

- Zamyatin D.N. *Vlast' prostranstva i prostranstvo vlasti. Geograficheskie obrazy v politike i mezhdunarodnykh otnosheniyakh* [The Power of Space and the Space of Power. Geographical Images in Politics and International Relations]. Moscow: ROSSPEN Publ., 2004. 352 p.
- Zamyatina N.Yu. Localization of ideology in space (American frontier and space in A. Platonov's novel "Chevengur"). In *Polyusa i tsentry rosta v regional'nom razviti* [Poles and Centers of Growth in Regional Development]. Moscow: IG RAN, 1998, pp. 190–194. (In Russ.).
- Zamyatina N.Yu. Models of political space. *Polit. Issled.*, 1999, no. 4, pp. 29–41. (In Russ.).
- Zamyatina N.Yu. Siberia and the Wild West: the image of the territory and its role in public life. *Vostok*, 1998, no. 6, pp. 5–20. (In Russ.).
- Zimmermann W. *First Great Triumph: How Five Americans Made Their Country a Great Power*. N.Y.: Farrar, Straus and Giroux Publ., 2002. 596 p.

УДК 502.7(470.323)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КУРСКОЙ БИОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ РАН

© 2021 г. С. В. Ясинский^{а, *}, Е. А. Кашутина^а, М. В. Сидорова^а

^аИнститут географии РАН, Москва, Россия

*e-mail: yasisergej@yandex.ru

Поступила в редакцию 25.07.2020 г.

После доработки 09.02.2021 г.

Принята к публикации 27.04.2021 г.

Сформулированы цели и задачи создания научных стационаров, в том числе Курской биосферной станции Института географии РАН. Дана краткая характеристика объектов экспериментальных воднобалансовых исследований на этом стационаре в 1980-е годы. Приведены основные результаты исследований в зимне-весенние месяцы по изучению и регулированию поверхностного весеннего склонового стока и эрозии почвы с использованием нетрадиционных агротехнологий. Рассмотрены направления дальнейших гидрологических исследований на объектах станции. Обсуждается возможность применения современных средств мониторинга, непрерывного измерения наблюдаемых параметров с использованием высокоточных цифровых оборудования и приборов; использования дистанционных методов, в том числе беспилотных летательных аппаратов; развитие технологий прецизионного земледелия, учитывающих пространственную неоднородность почвенных характеристик сельскохозяйственных полей в режиме реального времени на основе спутниковой информации. Рассматривается комплекс необходимых организационных мероприятий, в том числе вопросы проведения учебных и производственных полевых практик студентов высших учебных заведений.

Ключевые слова: Курская биосферная станция Института географии РАН, исследования на стационарах, натурные эксперименты, управление гидрологическими процессами, факультет географии и геоинформационных технологий Высшей школы экономики, студенческие практики

DOI: 10.31857/S2587556621040129

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире усиливается интерес к анализу данных, собранных непосредственно в природных условиях с использованием высокоточного оборудования, позволяющего получать принципиально новые научные результаты (Гарцман, Шаповалов, 2015). Оптимальным вариантом реализации такого подхода является проведение исследований на научных стационарах, расположенных в различных природных условиях.

Научные стационары создаются для достижения следующих главных целей.

1. Долговременный мониторинг состояния характерных (репрезентативных) для региона наземных и водных геоэкоосистем. Это обеспечивает возможность получения непрерывных, однородных (в смысле постоянства объектов исследования) и длительных рядов наблюдений о состоянии геоэкоосистем и их отклике на текущие природные и антропогенные изменения.

2. Постановка и реализация натурных экспериментов, имитирующих протекание природных процессов, в том числе с характеристиками редкой повторяемости, а также реализующих различные виды антропогенного воздействия, в том числе внедрение новейших прогрессивных способов ведения хозяйства, с оценкой реакции геоэкоосистем.

3. Выявление закономерностей функционирования репрезентативных для региона геоэкоосистем под влиянием комплекса специфических для территории природных процессов и видов антропогенной деятельности.

4. Прогноз функционирования региональных геоэкоосистем.

5. Разработка способов адаптации региональных геоэкоосистем к изменениям климата и хозяйственной деятельности.

6. Отработка новых методик измерений, в том числе дистанционных.



Рис. 1. Современный вид Курской биосферной станции ИГ РАН с БПЛА.

7. Разработка способов внедрения результатов исследований в хозяйственную практику.

8. Подготовка научно-исследовательских кадров.

Целью статьи является рассмотрение перспективных направлений фундаментальных и прикладных гидрологических и некоторых других исследований, которые могут быть реализованы на одном из старейших стационаров страны – Курской биосферной станции (КБС) Института географии РАН (ИГ РАН) (рис. 1)¹, на основе анализа ранее выполненных работ на воднобалансовых объектах КБС.

КБС создавалась как комплексный стационар, на котором осуществлялся мониторинг и обобщение данных, характеризующих параметры и динамику рельефа, почвы, включая почвенную фауну, продуктивности растительности, метеорологического, радиационного, теплового и водного режима природных (лесных и травянистых) и антропогенных (сельскохозяйственных и городских) геосистем Центральной лесостепи (Герасимов, Грин, 1976; Грин и др., 1986).

Основными задачами стационара выступали изучение потоков вещества и энергии, выявление

регулятивной роли биоты в функционировании природных геосистем Центральной лесостепи и оценка эффективности использования внешних факторов для оптимального функционирования природно-антропогенных геосистем этого региона (Грин и др., 1986). Основным методом стационарного изучения потоков вещества и энергии служил балансовый подход, разработанный Д.Л. Армандом (1975), позволяющий количественно оценить составляющие радиационного, теплового и водного балансов, а также баланса биомассы.

Впервые на КБС этот метод начал использоваться под руководством М.И. Львовича в конце 1960-х годов для сравнительного изучения гидрологического режима природных (естественных) и сельскохозяйственных геосистем Центральной лесостепи и оценки влияния на него антропогенных факторов, связанных с изменением подстилающей поверхности при производстве сельскохозяйственных работ (Львович, 1980). В качестве естественных аналогов использовались участки Центрально-Черноземного биосферного заповедника (ЦЧБЗ), два из которых находились в режиме абсолютной заповедности (некосимая луговая степь и широколиственный лес), а два других (косимая и выпасаемая степь) – в режиме незна-

¹ См. также: <http://kursk.igras.ru/>



Рис. 2. Городок Курской биосферной станции ИГ РАН в 1980-е годы. Аэрофотосъемка с БПЛА.

чительных антропогенных воздействий. В качестве природно-антропогенных геосистем использовались поля Курской государственной опытной сельскохозяйственной станции у д. Петринка, на которых осуществлялся полный комплекс сельскохозяйственных работ при севообороте. На этих участках и полях под руководством А.М. Грина были созданы водобалансовые объекты (стоковые площадки и малые водосборы, лога), на которых были организованы круглогодичные наблюдения за динамикой талого склонового стока, а в теплый период — за влажностью почвы и режимом выпадения осадков. Позднее Е.П. Чернышевым и Н.А. Барымовой наблюдения в весенний период были дополнены отбором проб воды и определением в них содержания частиц смывтой почвы (стока наносов) и ряда химических элементов. Для своего времени эти работы были пионерными, а их основные результаты, изложенные в (Водный ..., 1974; Грин, 1965; Методы ..., 1987; Чернышев, Барымова, 1992), востребованы и в настоящее время в связи с нерешенной проблемой диффузного (рассеянного) загрязнения водных объектов (Ясинский и др., 2020).

Выполненные гидрологические исследования водного баланса геосистем Центральной лесостепи в 1960–70-е годы продолжились и на объектах, расположенных в окрестностях КБС, находящейся в 25 км к югу от г. Курска (рис. 2).

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КБС И ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ

Одним из объектов является *плакорный участок* на въезде на КБС, где была расположена метеостанция, описание и состав наблюдений на которой приведен в (Озеров, Ясинский, 1988). С 2017 г. работа метеостанции восстановлена в круглосуточном режиме. Плакорный участок с 1978 г. выведен из интенсивного хозяйственного оборота. В результате на нем сформировался растительный покров, близкий по составу к растительности на заповедных участках ЦЧБЗ. Соответственно, за прошедшие почти 40 лет могла измениться и структура почвы на этом участке. Сотрудниками отдела географии почв ИГ РАН были отобраны образцы почвы для определения современных агрогидрологических и агрохими-

ческих характеристик. Полученные результаты необходимо сравнить с данными по аналогичным объектам ЦЧБЗ (Афанасьева, 1966; Оликова, Сычева, 1996). Они могут служить своеобразными эталонами при дальнейших наблюдениях за эволюцией почвенного покрова этого региона. При изучении гидрологического и термического режимов деятельного слоя почвогрунтов в пределах 2–3 м необходимо установить либо на стандартных глубинах, либо на границах смены почвенных горизонтов термоэлектрические датчики температуры и влажности почвы с автоматической регистрацией. Метеорологические наблюдения на этом участке целесообразно дополнить автоматизированными измерениями составляющих теплового баланса и высокоточным измерением скоростей ветра с применением ультразвукового анемометра, а также наблюдениями за состоянием растительного и снежного покровов в соответствующие сезоны года.

КБС расположена между двумя *крупными балочными системами* – северной и южной, длина каждой из которых составляет около 5–6 км. Обе балки состоят из двух склонов и тальвега. Склоны северной балки ежегодно распахиваются с осени, а в теплый период на них произрастают различные сельскохозяйственные культуры. Южная балка практически до устья занята широколиственным лесом с густыми ярусами подлеска и травы.

В месте слияния устьев этих балок вблизи д. Панино создана плотина с гидрометрическим устройством для измерения уровня воды в приплотинном пруде, образующемся в весенний период поверхностным склоновым стоком за счет таяния снежного покрова. В летний период пруд сильно мелеет, его площадь значительно сокращается. Морфометрические характеристики пруда, внутrigодовая и межгодовая динамика их изменений, как и химический состав воды и донных отложений, неизвестны, и этот объект может являться предметом изучения как типовой водный объект, характерный для данной природной зоны.

Основным процессом, характерным для *северной балки*, является эрозия почвы и связанная с ней миграция химических веществ. Объем эрозии почвы, выносимой со склонов, зависит от величины поверхностного весеннего склонового стока, вместе с которым также выносятся растворенные в воде химические вещества. Сам же процесс образования весеннего склонового стока обусловлен комплексом частных процессов, протекающих в зимне-весенний период. К ним относятся для зимнего периода: формирование снежного покрова, температурного и влажностного режима почвы, глубины промерзания, льдистости и коэффициента теплопроводности мерзлой почвы, влагоемкости снежного покрова и др. Снежный покров в Центральной лесостепи в те-

чение зимнего периода претерпевает существенное изменение вертикальной структуры под влиянием силы тяжести, оттепелей и других факторов (Чернов, 2013). Выявление неоднородности вертикальной структуры снега позволяет рассчитывать на открытие новых эффектов его влияния на гидротермический режим почвы в зимний период и, что особенно важно, на начало периода снеготаяния. Интересно также изучение структуры снега на разных формах рельефа, например в оврагах, а не только на склонах или плакорных участках.

В весенний период талая вода частично впитывается в мерзлую почву и участвует в формировании поверхностного весеннего склонового стока. Для оценки его объема и гидрографа в тальвеге верхней части северной балки в 1970-е годы была построена бетонная плотина с тонкостенным водосливом, с углом выреза 90°, контролирующая водосбор площадью 22 га (рис. 3). Наблюдения за стоком в 1980-е годы были автоматизированы, информация об уровне воды на водосливе поступала в информационно-вычислительный центр с дискретностью 30 мин, на каждый отсчет времени проводился расчет расхода воды по формуле треугольного водослива (рис. 4) (Озеров, Ясинский, 1988).

На северном и южном склонах этого водосбора до тальвега с осени устанавливались снегомерные рейки и мерзлотомеры Данилина, а в течение зимы измерялась влажность почвы нейтронным влагомером ВПГР-2. Схема водосбора и размещения приборов приведена на рис. 5.

В результате проведения многолетних наблюдений на этом объекте КБС получены следующие основные результаты.

1. Разработана динамико-стохастическая модель формирования поверхностного весеннего склонового стока, в которой впервые объединены динамика стока снежного покрова, впитывания воды в мерзлую почву, стекания воды по склону, учет стохастического характера снежного покрова и тесно связанной с ним глубины промерзания почвы – основных факторов, обуславливающих процесс впитывания и образования талого стока на склонах (Ясинский, Гусев, 2003).

2. С использованием этой модели проведена серия имитационных расчетов по оценке влияния толщины мульчирующего покрытия из соломы на изменение глубины промерзания почвы, слоя и коэффициента поверхностного весеннего склонового стока, а также на изменение структуры водного баланса всего склона (Ясинский и др., 2008). При этом использование мульчи из соломы рассматривается как наиболее благоприятный агроприем, направленный на снижение или ликвидацию поверхностного стока как фактора эрозии почвы (рис. 6–8).

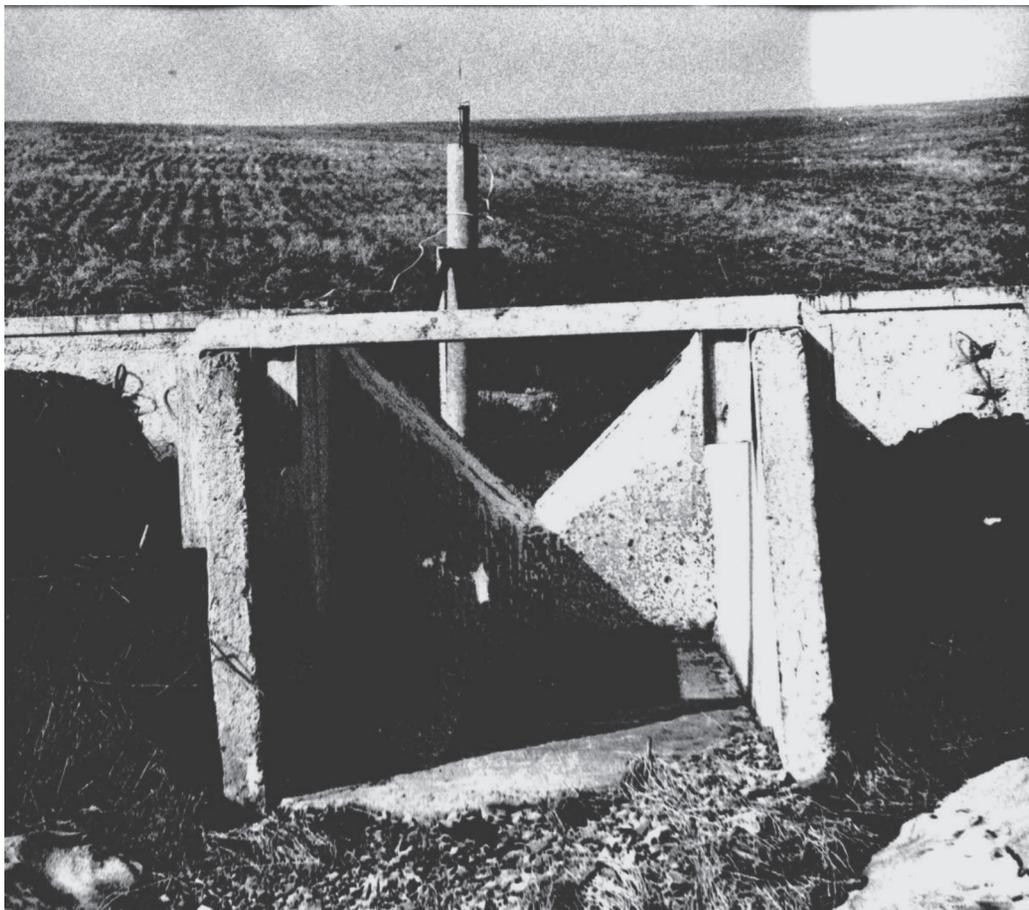


Рис. 3. Бетонно-земляная плотина с тонкостенным водосливом в верхней части северной балки. На заднем плане – измерительное устройство поплавкового типа.

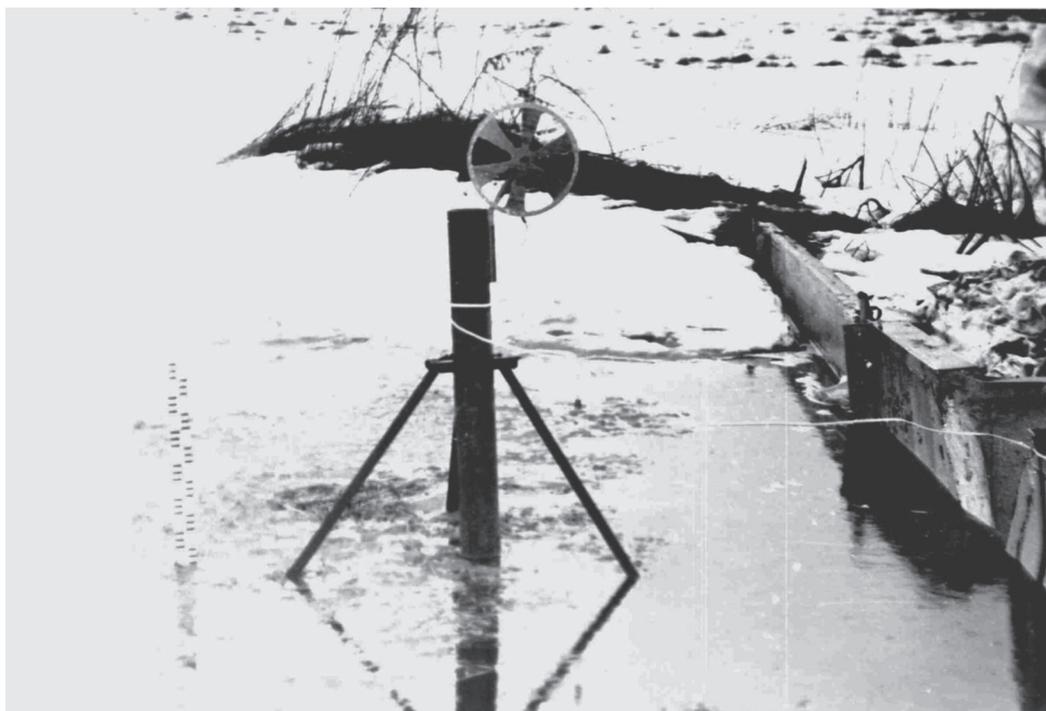


Рис. 4. Автоматизированное измерительное устройство уровня воды на водосливе поплавкового типа.

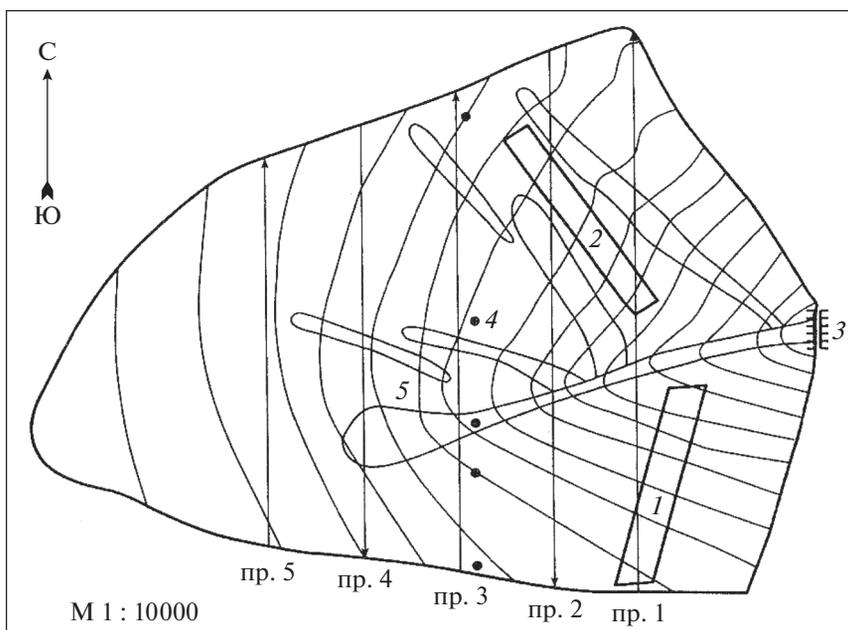


Рис. 5. Схема экспериментального водосбора КБС ИГ РАН – лога Панинского. 1 – Стоковая площадка на склоне северной экспозиции; 2 – стоковая площадка на склоне южной экспозиции; 3 – бетонно-земляная плотина с тонкостенным водосливом; 4 – постоянные точки размещения на водосборе комплекса приборов для измерения характеристик снежного покрова, глубины промерзания, температуры и влажности почвы; 5 – тальвег, ложбины стока; пр. 1–5 – профили постоянных маршрутов снегомерных съемок поперек склонов на начало снеготаяния, горизонталь через 2 м.

Что касается эрозии почвы, то ее проявления на территории северной балки весьма разнообразны, поэтому важно выявить, описать и дать их количественную характеристику. В частности, на склоне южной экспозиции северной балки постоянно формируется эфемерный рельеф, представленный ветвящейся структурой ручейков,

которые на трех участках склона с разными уклонами оканчиваются конусами выноса. По мере расширения балки к устью на склонах, наряду с этими структурами, мощными потоками воды формируются линейные формы рельефа, оканчивающиеся у самого тальвега балки.

Современную основу мониторинга гидролого-эрозионных процессов на объектах КБС должны составить сопряженные по времени съемки с бес-

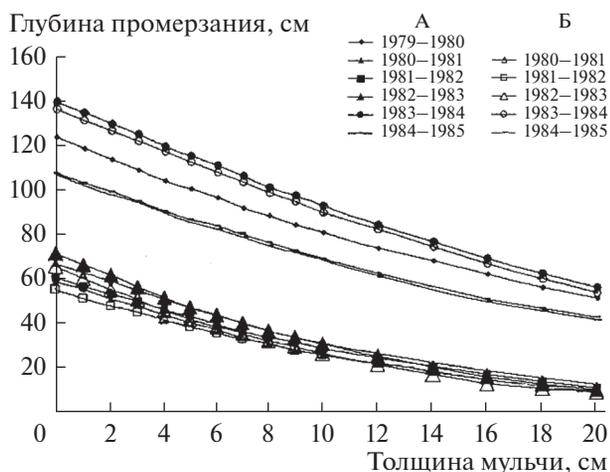


Рис. 6. Зависимость глубины промерзания от слоя мульчи из соломы. Здесь и на рис. 7, 8: А – тип поверхности 1 (зяблевая пахота), Б – тип поверхности 2 (уплотненная почва).

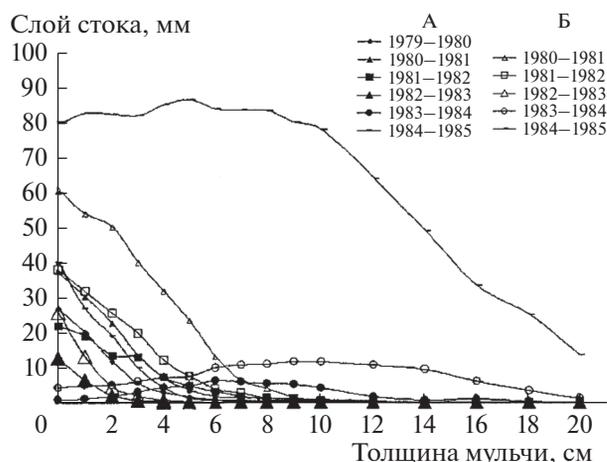


Рис. 7. Зависимость весеннего склонового стока от мощности слоя мульчи из соломы.

пилотных летательных аппаратов (БПЛА) и наземные измерения морфометрических параметров эрозионного рельефа, расходов воды в микроручейковой сети и в других формах рельефа в сочетании с отбором проб воды на мутность и на содержание в ней и в наносах химических веществ. Несмотря на то, что в настоящее время существуют методики расчета объема эрозии почвы (Инструкция ..., 1979; Ларионов, 1993; Сухановский, 2000; Сухановский и др., 2009), проблема разработки гидрологической модели этого процесса при снеготаянии и дождевой эрозии почвы является весьма актуальной. Необходимость разработки такой модели обусловлена тем, что действующие методики не учитывают многие аспекты этой проблемы. В частности, сюда относится наличие различных форм эрозионного рельефа, образующихся потоками талого или дождевого стока, а также сложный комплекс процессов его формирования и стохастический характер значимых факторов.

В последнее десятилетие произошло изменение структуры водного баланса склонов в связи с постоянно увеличивающейся температурой воздуха в холодный период года. Это привело к уменьшению высоты и мощности снежного покрова, глубины промерзания почвы, снижению поверхностного весеннего склонового стока, увеличению впитывания и влажности почвы. Тем не менее процессы эрозии почвы продолжают проявляться; в связи с этим необходимо продолжать исследования по оценке эффективности управления гидролого-эрозионными процессами на склонах с использованием мульчирующих покрытий из растительных остатков (прежде всего соломы). Эти покрытия не только обеспечивают снижение поверхностного стока и эрозии почвы. Они обладают длительным эффектом по снижению непродуктивного испарения в теплый период года, являются хорошим удобрением, способствующим улучшению структуры почвы и ее плодородию.

В теплый период года склоны северной балки засеваются различными сельскохозяйственными культурами, которые проходят все стадии своего развития от всходов до уборки урожая. Традиционно основной задачей в этот период является оценка составляющих водного баланса — осадков, испарения, впитывания воды в почву и установление их связей с различными параметрами растительного покрова: его проективным покрытием, продуктивностью, соотношением надземной и подземной биомассы и др. Применительно к объектам КБС, кроме традиционно измеряемых параметров в теплый период — осадков и влажности почвы, интерес представляет организация микролизиметрических наблюдений за объемом и химическим составом впитавшейся в почву воды после снеготаяния или выпадения сильных дождей с

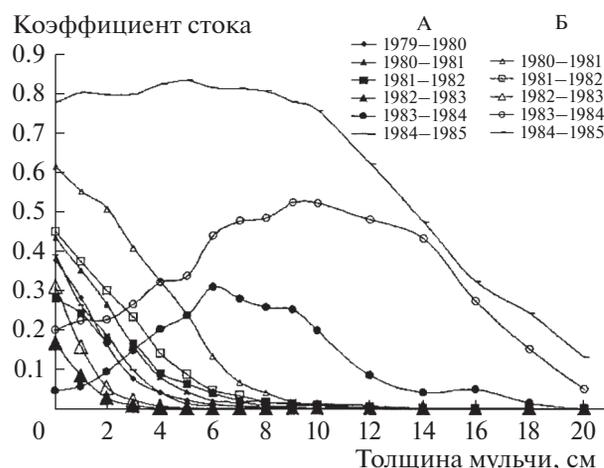


Рис. 8. Зависимость коэффициента весеннего склонового стока от слоя мульчи из соломы.

использованием вакуумных лизиметров (тензоллизиметров) (Гарцман, Шамов, 2015).

В целом северная балка может рассматриваться как объект КБС, на котором возможна отработка *технологий точного или прецизионного земледелия*, которое активно развивается во всем мире, в том числе и в России (Щербаков, Васенев, 2002). Суть этой технологии заключается в том, что в целях существенного увеличения урожайности сельскохозяйственных культур проводятся детальные съемки рельефа, агрохимических характеристик почвы и других параметров. По полученным данным составляются цифровые карты поля или участка, которые передаются на спутник на околоземной орбите. При внесении удобрений, средств защиты растений или уборке урожая эти карты, а также данные спутникового зондирования текущего состояния почвенно-растительного покрова передаются на трактор, который оборудован GPS или ГЛОНАСС приемниками и соответствующим оборудованием. Дальнейшее выполнение агротехнических мероприятий происходит автоматически. Еще в начале 2000-х годов при первых попытках внедрения подобных технологий в России обеспечивалось повышение урожайности сельскохозяйственных культур в среднем на 30% (Щербаков, Васенев, 2002). Основной задачей применения технологии прецизионного земледелия является оценка пространственной неоднородности характеристик, определяющих агрохимическое состояние и плодородие почвы, продуктивности и урожайности сельскохозяйственных культур. Несомненно, что полностью такая технология может быть отработана и применена только в сотрудничестве с крупными сельскохозяйственными предприятиями. Но это направление деятельности КБС обеспечит внедрение современных технологий

мониторинга агрогеосистем в практику сельского хозяйства России.

Важным, но неизученным объектом КБС является уже упоминавшаяся *южная, заросшая лесом, балка*. Здесь следует организовать полный комплекс наблюдений, начиная с проведения топографической съемки, установки высотной метеорологической мачты, создания гидрометрического створа, описания почвенного и растительного покровов и проведения других видов работ. Через несколько лет комплексный мониторинг на северной (безлесной) и южной (залесенной) балках обеспечит наличие действующего стационара с парными экспериментальными бассейнами. Такие парные бассейны было рекомендовано создавать странам – участницам Всемирной метеорологической организации, куда входит и Россия (Репрезентативные ..., 1971). Анализ процессов, происходящих на парных водосборах, позволяет выявить особенности функционирования лесных и полевых геосистем, находящихся в одной природной зоне.

Еще один интересный объект стационарного мониторинга расположен в 4 км от КБС в направлении д. Панино. Это *лог Безмянный*, на котором осуществлялись многолетние гидролого-геоморфологические исследования; их результаты обобщены в (Фирсенкова, 1987). Этот объект интересен тем, что он включает в себя все геоморфологические звенья овражно-балочной сети: сам водосбор; овраг, куда стекают талые воды; балку, где овраг заканчивается, и которая сама входит в долину р. Млодать. Ранее постоянные наблюдения проводились только на водосборе и в овраге, хотя, несомненно, интерес представляют процессы во всей цепочке геоморфологических элементов этой сети.

Одной из малоизученных проблем в Центральной лесостепи является *оценка условий формирования подземного стока* и его характеристик. В нескольких местах долины р. Млодать имеются выходы подземных вод, причем они приурочены к середине борта долины. Перепад высот между плакорной территорией и местами выхода подземных вод небольшой и, вероятно, не превышает 10–15 м. Целесообразно было бы оценить дебит этих родников, их химический состав, провести точную нивелирную съемку этих участков, чтобы попытаться выявить динамику и понять природу возникновения этого вида подземного стока.

В целом в Центральной лесостепи не хватает объема ни твердых осадков зимнего периода, ни жидких осадков теплого периода года, чтобы промочить всю толщу почво-грунтов на плакорных участках, как это происходит в лесной зоне. Перепад высот от плакоров до тальвегов оврагов, не говоря уже об уровне воды в руслах рек, составляет 20–30 м. Маловероятно также, что склоны во-

досборов могут являться местом, где может осуществляться питание осадками подземных вод. Во-первых, практически все склоны в лесостепи распаханы. В результате на уровне плужной подошвы примерно на глубине 20 см образуется слабопроницаемый слой, препятствующий впитыванию воды в почву. Во-вторых, перепад высот даже в тальвегах оврагов до русла реки все еще слишком велик, чтобы выпадающие осадки достигали уровня подземных вод. Кроме того, поры почвы тальвегов малых водосборов закольматированы тонкодисперсным материалом, выносимым талыми и дождевыми водами со склонов, и плохо пропускают воду.

Возможными местами питания подземных вод могут являться балки и лес. Балки в теплый период года служат местными дорогами, по их центральной части, как правило, проходят колеи от колес машин. Эти места, естественно, обладают высокой водонепроницаемостью. Но остальная площадь балок занята травянистой и кустарниковой растительностью, обуславливающей формирование хороших фильтрационных свойств почвы. Кроме того, поверхность балок, вероятно, всего, находится на небольшой высоте (2–5 м) от уровня подземных вод, что также дает основание рассматривать балки как одно из возможных основных мест питания и формирования подземных вод. Лес также может рассматриваться как место питания подземных вод. Это связано с высокими фильтрационными свойствами лесной почвы. Измерение влажности почвы до глубины 20 м показало, что в лесу она заметно увеличивается на этой глубине один раз в 10 лет в период снеготаяния, что дало основание считать гидрологический режим почв Центральной лесостепи периодически промывным (Коковина, 1974). Однако площадь лесов в этом регионе не превышает в целом 20%, и может ли лес являться основным местом питания подземных вод, остается неясным. Вопрос о питании подземных вод, о влиянии на него рельефа местности, физических свойств почвы, растительного покрова, животного мира (кратовин) и других факторов и процессов имеет фундаментальное значение и может быть решен в рамках стационарных исследований на КБС. Необходимо оценить фильтрационные свойства почвы в балках и в лесах, глубину залегания подземных вод, оценить структуру водного баланса этих элементарных геосистем и на этой основе оценить долю их участия в формировании подземных вод рассматриваемого региона.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА КБС

Стационар в разные периоды своего функционирования становился центром реализации многих отечественных и международных научных программ, что было связано, в том числе, с мно-

гообразиям природно-антропогенных геосистем в его окрестностях. В 1970–80-е годы осуществлены: программа по изучению взаимодействия природы и общества стран – участниц Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ), где Курская область являлась модельным регионом для отработки методики оценки такого взаимодействия; научная часть программы “Интеркосмос”, реализованная СССР для привлечения дружественных стран к космическим полетам, где Курская область была выбрана в качестве экспериментального модельного полигона для идентификации космической информации и оценки динамики состояния геосистем; программы планетарных геофизических исследований стран СЭВ, международных геофизических экспериментов “Курэкс–88” и “Курэкс–91” (Грин, 1982; Грин и др., 1986). В этот период на КБС ежегодно проводились представительные международные научные конференции.

Большой опыт международного сотрудничества с учеными из разных стран дает хорошую перспективу для начавшегося в последнее десятилетие возрождения КБС на принципиально новой научной и технологической основе. Основным объектом региональных исследований на КБС должен стать бассейн р. Сейм с сетью его малых водосборов, одним из которых является бассейн р. Млодаты. Именно на примере бассейна р. Сейм, являющегося левым трансграничным притоком р. Десны, впадающей в Днепр, должна отработываться стратегия бассейнового управления природно-антропогенными геосистемами региона и развития его хозяйства (Корытный, 2001). Информационную основу этой стратегии должна составить региональная ГИС, содержащая необходимую информацию о природных и хозяйственных условиях в разных частях бассейна. Эта информация должна быть представлена на картах, в том числе на картах районирования этого бассейна по видам антропогенной нагрузки и степени экологической опасности (Ясинский, 2000).

Организационные мероприятия

В 2019 г. в НИУ “Высшая школа экономики” в партнерстве с Институтом географии РАН открылся факультет географии и геоинформационных технологий. ИГ РАН обеспечивает условия для вовлечения студентов в исследовательскую деятельность – через научное руководство студентами, доступ к оборудованию лабораторий института, научным архивам, архивам аэрокосмических снимков, базам данных и др. Сотрудниками ИГ РАН составляют основу преподавательского и исследовательского состава факультета. После первого курса студентов ждет учебная практика на КБС. Во время практики студенты получают необходимые навыки полевых географи-

ческих исследований, а также примут участие в реальных научных исследованиях, получат данные, которые затем могут лечь в основу их курсовых и дипломных работ, а также других форм научных исследований. Привлечение студентов и молодых ученых позволит возродить на современной основе комплекс гидрологических исследований на КБС, с которых и начиналась научная история стационара.

ВЫВОДЫ

Сформулированы общие представления о целях и задачах создания научных стационаров, в том числе Курской биосферной станции Института географии РАН.

Раскрыты закономерности формирования ряда гидрологических и гидролого-эрозионных процессов на воднобалансовых объектах КБС и показаны наиболее актуальные направления их исследований.

Определены перспективы развития как гидрологических, так и некоторых других географических исследований на КБС ИГ РАН, связанных, в первую очередь, с созданием факультета географии и геоинформатики в НИУ “Высшая школа экономики”.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в Институте географии РАН в рамках государственного задания № 0148-2019-0007.

FUNDING

The research was carried out within the framework of the state-ordered research theme of the Institute of Geography RAS no. 0148-2019-0007 (AAAA-A19-119021990093-8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арманд Д.Л. Наука о ландшафте (основы теории и логико-математические методы). М.: Мысль, 1975. 288 с.
- Афанасьева Е.А. Черноземы Средне-Русской возвышенности. М.: Наука, 1966. 224 с.
- Водный баланс основных экосистем Центральной лесостепи. М.: ИГ СССР, 1974. 281 с.
- Гарцман Б.И., Шамов В.В. Натурные исследования стокоформирования в дальневосточном регионе на основе современных средств наблюдения // Водные ресурсы. 2015. Т. 42. № 6. С. 589–599.
- Герасимов И.П., Грин А.М. Экспериментальный полигон для изучения природных и антропогенных геосистем центральной части Русской равнины // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1976. № 1. С. 18–28.
- Грин А.М. Динамика водного баланса Центрально-Черноземного района. М.: Наука, 1965. 148 с.

- Грин А.М., Фирсенкова В.М., Ананьева Л.М.* Развитие комплексных стационарных исследований геосистем (к 25 летию Курской биосферной станции Института географии АН СССР) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1986. № 6. С. 23–33.
- Грин А.М.* Цели, задачи, методы и принципы организации мониторинга в Центрально-Черноземном биосферном заповеднике // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1982. № 6. С. 33–40.
- Инструкция по определению расчетных гидрологических характеристик при проектировании противоэрозионных мероприятий на Европейской территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 62 с.
- Коковина Т.П.* Водный режим мощных черноземов и влагообеспеченность на них сельскохозяйственных культур / ВАСХНИЛ. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. М.: Колос, 1974. 304 с.
- Корытный Л.М.* Бассейновая концепция в природопользовании. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2001. 163 с.
- Ларионов Г.А.* Эрозия и дефляция почв. М.: Изд-во МГУ, 1993. 199 с.
- Львович М.И.* Почвенное направление в гидрологии // Формирование водного баланса территории. М.: ИГ РАН, 1980. С. 30–52.
- Методы исследования водного баланса территории и картирования его элементов. М.: ИГ СССР, 1987. 220 с.
- Озеров Н.С., Ясинский С.В.* Автоматизация наземных наблюдений в геосистемном мониторинге // Принципы и методы геосистемного мониторинга. М.: Наука, 1988. С. 89–96.
- Оликова И.С., Сычева С.А.* Водный режим целинных черноземов Средне-Русской возвышенности и его изменения // Почвоведение. 1996. № 5. С. 640–649.
- Репрезентативные и экспериментальные бассейны. Международное руководство по исследованиям и практике. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 428 с.
- Сухановский Ю.П.* Методы моделирования эрозионных процессов и основы формирования противоэрозионных комплексов. Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. н. Курск, 2000. 40 с.
- Сухановский Ю.П., Пискунов А.Н., Санжарова С.И.* Компьютерная модель для расчета среднемноголетних потерь почвы, обусловленных дождевой эрозией и эрозией почв при весеннем снеготаянии. Курск: ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2009. 50 с.
- Фирсенкова В.М.* Морфодинамика антропогенного рельефа. М.: ИГ СССР, 1987. 198 с.
- Чернов Р.А.* Термические свойства снежного покрова Среднерусской возвышенности. Автореф. дисс. канд. геогр. наук. М.: Институт географии РАН, 2013. 30 с.
- Чернышев Е.П., Барымова Н.А.* Ландшафтные аспекты структуры и трансформации склонового стока и связанного с ним вещественного обмена (на примере речных систем Центральной лесостепи) // Изв. РАН. Сер. геогр. 1992. № 5. С. 41–55.
- Щербаков А.П., Васнев И.И.* Задачи и перспективы прецизионного земледелия в России // Современные проблемы земледелия и экологии. Сб. докладов. Курск, 2002. С. 15–21.
- Ясинский С.В.* Геоэкологический анализ антропогенных воздействий на водосборы малых рек // Изв. РАН. Сер. геогр. 2000. № 4. С. 74–82.
- Ясинский С.В., Гусев Е.М.* Динамико-стохастическое моделирование процессов формирования весеннего склонового стока на малых водосборах // Почвоведение. 2003. № 7. С. 847–861.
- Ясинский С.В., Гусев Е.М., Кашутина Е.А.* Эффективность агроприемов в управлении гидрологическими процессами на малых водосборах в период весеннего снеготаяния // Почвоведение. 2008. № 3. С. 321–329.
- Ясинский С.В., Кашутина Е.А., Сидорова М.В., Нарыков А.Н.* Антропогенная нагрузка и влияние водосбора на диффузный сток биогенных элементов в крупный водный объект (на примере водосбора Чебоксарского водохранилища) // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 5. С. 630–648.

Results and Prospects of Hydrological Research at the Kursk Biosphere Station of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences

S. V. Yasinsky^{1,*}, E. A. Kashutina¹, and M. V. Sidorova¹

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

*e-mail: yasisergej@yandex.ru

The goals and objectives of creating scientific stations, including the Kursk Biosphere Station of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, are formulated. A brief description of the objects of experimental studies of the water balance at this station in the 1980s is given. The main research results obtained in the winter-spring months of the year, of study and regulation of the spring surface slope runoff formation and soil erosion using non-traditional agricultural technologies, are presented. Some directions of further geological and hydrological studies at the Kursk Biosphere Station objects are considered. The possibilities of using modern monitoring tools, continuous measurement of the observed parameters using high-precision digital equipment and instruments, the use of remote sensing methods (including unmanned aerial vehicles), the development of precision farming technologies based on the soil spatial heterogeneity, and characteristics

of agricultural fields in real time based on assimilation satellite information, are discussed. A complex of necessary organizational measures is considered, including the issues of organizing educational and industrial practice of students of higher educational institutions.

Keywords: Kursk Biosphere Station of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, research at stations, field experiments, control of hydrological processes, Faculty of Geography and Geoinformation Technologies of the Higher School of Economics, higher education in geography, student field practices

REFERENCES

- Afanas'eva E.A. *Chernozemy Sredne-Russkoi vozvysheynosti* [Chernozems of the Middle Russian Upland]. Moscow: Nauka Publ., 1966. 224 p.
- Armand D.L. *Nauka o landshafte (osnovy teorii i logiko – matematicheskie metody)* [Landscape Science (Fundamentals of Theory and Logical - Mathematical Methods)]. Moscow: Mysl' Publ., 1975. 288 p.
- Chernov R.A. Thermal properties of the snow cover of the Central Russian Upland. *Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Inst. of Geogr. Russ. Acad. Sci., 2013. 30 p.
- Chernyshev E.P., Barymova N.A. Landscape aspects of the structure and transformation of slope runoff and associated material exchange (on the example of river systems of the Central forest-steppe). *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 1992, no. 5, pp. 41–55. (In Russ.).
- Firsenkova V.M. *Morfodinamika antropogennogo rel'efa* [Morphodynamics of Anthropogenic Relief]. Moscow: Inst. Geogr. Akad. Nauk, 1987. 198 p.
- Gartsman B.I., Shamov V.V. Field studies of runoff formation in the far east region based on modern observational instruments. *Water Resour.*, 2015, vol. 42, pp. 766–775. doi 10.1134/S0097807815060044
- Gerasimov I.P., Grin A.M. Experimental testing ground for studying natural and anthropogenic geosystems in the central part of the Russian Plain. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 1976, no. 1, pp. 18–28. (In Russ.).
- Grin A.M. *Dinamika vodnogo balansa Tsentral'no-Chernozemnogo raiona* [Dynamics of the Water Balance of the Central Black Earth Region]. Moscow: Nauka Publ., 1965. 148 p.
- Grin A.M., Firsenkova V.M., Anan'eva L.M. Development of complex stationary studies of geosystems (to the 25th anniversary of the Kursk biosphere station of the Institute of Geography of the Academy of Sciences of the USSR). *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 1986, no. 6, pp. 23–33. (In Russ.).
- Grin A.M. Goals, objectives, methods and principles of organizing monitoring in the Central Chernozem Biosphere Reserve. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 1982, no. 6, pp. 33–40. (In Russ.).
- Instruktsiya po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik pri proektirovaniy protiverozionnykh meropriyatii na Evropeiskoi territorii SSSR* [Instructions for Determining the Calculated Hydrological Characteristics in the Design of Anti-Erosion Measures on the European Territory of the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1979. 62 p.
- Kokovina T.P. *Vodnyi rezhim moshchnykh chernozemov i vlagobespechennost' na nikh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Water Regime of Thick Chernozems and Moisture Supply of Agricultural Crops on Them]. Moscow: Kolos Publ., 1974. 304 p.
- Korytnyi L.M. *Basseinovaya kontseptsiya v prirodopol'zovanii* [Basin Concept in Nature Management]. Irkutsk: Inst. Geogr. Sibir. Otd. RAN, 2001. 163 p.
- L'vovich M.I. Soil direction in hydrology. In *Formirovanie vodnogo balansa territorii* [Formation of the Water Balance of the Territory]. Moscow: IGRAN, 1980, pp. 30–52. (In Russ.).
- Larionov G.A. *Eroziya i deflyatsiya pochv* [Soil Erosion and Deflation]. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1993. 199 p.
- Metody issledovaniya vodnogo balansa territorii i kartirovaniya ego elementov* [Methods for Studying the Water Balance of the Territory and Mapping its Elements]. Moscow: Inst. Geogr. Akad. Nauk SSSR, 1987. 220 p.
- Olikova I.S., Sycheva S.A. Water regime of virgin chernozems in the Central Russian Upland and its changes. *Eurasian Soil Sci.*, 1996, vol. 29, no. 5, pp. 582–590.
- Ozerov N.S., Yasinskii S.V. Automation of ground-based observations in geosystem monitoring. In *Printsipy i metody geosistemnogo monitoringa* [Principles and Methods of Geosystem Monitoring]. Moscow: Nauka Publ., 1988, pp. 89–96. (In Russ.).
- Reprezentativnye i eksperimental'nye basseiny. Mezhdunarodnoe rukovodstvo po issledovaniyam i praktike* [Representative and Experimental Pools. An International Guide to Research and Practice]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1971. 428 p.
- Shcherbakov A.P., Vasenev I.I. Tasks and prospects of precision farming in Russia. In *Sovremennye problemy zemledeliya i ekologii* [Modern Problems of Agriculture and Ecology]. Kursk, 2002, pp. 15–21. (In Russ.).
- Sukhanovskii Yu.P. Methods for modeling erosion processes and the foundations of the formation of anti-erosion complexes. *Extended Abstract of Doctoral Sci. (Agr.) Dissertation*. Kursk: All-Russian Research Institute of Farming and Soil Protection from Erosion, 2000. 40 p.
- Sukhanovskii Yu.P., Piskunov A.N., Sanzharova S.I. *Komp'yuternaya model' dlya rascheta srednemnogoletnikh poter' pochvy, obuslovlennykh dozhdovoi eroziiei eroziiei pochvy pri vesennem snegotayanii* [Computer Model for Calculating Average Long-Term Soil Losses

- Caused by Rain Erosion and Soil Erosion during Spring Snowmelt]. Kursk: VNIIZiZPE, 2009. 50 p.
- Vodnyi balans osnovnykh ekosistem Tsentral'noi lesostepi* [Water Balance of the Main Ecosystems of the Central Forest-steppe]. Moscow: Inst. Geogr. Akad. Nauk SSSR, 1974. 281 p.
- Yasinskii S.V. Geocological analysis of anthropogenic impacts on the catchments of small rivers. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2000, no. 4, pp. 74–82. (In Russ.).
- Yasinskii S.V., Gusev E.M. Dynamic-stochastic modeling of spring slope runoff in small drainage areas. *Eurasian Soil Sci.*, 2003, vol. 36, no. 7, pp. 761–774.
- Yasinskii S.V., Gusev E.M., Kashutina E.A. The efficiency of agrotechnical practices for the control of hydrological processes on small catchment areas during spring snow melting. *Eurasian Soil Sci.*, 2008, vol. 41, no. 3, pp. 286–293.
- Yasinskii S.V., Kashutina E.A., Sidorova M.V., Narykov A.N. Anthropogenic load and the effect of drainage area on the diffuse runoff of nutrients into a large water body: Case study of the Cheboksary reservoir. *Water Resour.*, 2020, vol. 47, pp. 810–827. doi 10.1134/S009780782005022X