

СОДЕРЖАНИЕ

Теория и методология

- Удовенко В.С., Савоскул М.С., Алексеев А.И., Васильева О.Е.
Социально-географическая типология сельско-городских сообществ 3
- Герасимович С.А. Географический подход к исследованию комплексов
традиционной культуры Белоруссии 13

Методы географических исследований

- Бабуринов В.Л., Бадина С.В. Прогнозирование социально-экономических
ущербов от опасных природных процессов для туристического кластера
«Курорты Северного Кавказа» 25
- Васильчук Ю.К., Буданцева Н.А., Васильчук Дж.Ю., Ерёмина И.Д.,
Блудушкина Л.Б. Вариации значений $\delta^{18}\text{O}$ и содержание водорастворимых
солей в атмосферных осадках Москвы в 2014–2016 гг. 35
- Овчинников А.Ю., Алифанов В.М. Гугалинская Л.А. Палеокрио-
генез в почвах перигляциальной зоны Валдайского оледенения 44

Региональные исследования

- Шатило Д.П. Пространственная этносоциальная структура населения Лондона,
Парижа, Мадрида, Берлина и Москвы 54
- Гладкевич Г.И., Сулейменов Р.К. Оптимизация транспортного освоения
территории Республики Саха (Якутия) 67
- Хорошев А.В. Ландшафтные условия стабильности фитопродукционного
функционирования в Айтуарской степи (Южный Урал) 82
- Алексеева Н.Н., Гуня А.Н., Черкасова А.А. Изменение земельного
покрова на примере национального парка «Алания» (Северный Кавказ) за
последние 30 лет 92
- Матлахова Е.Ю. Макроизлучины реки Вороны как свидетельства мощного
речного стока в позднеледниковье 103

Краткие заметки

- Пакина А.А., Тульская Н.И. Оценка углеродоемкости экономики Татарстана
в целях управления природопользованием 110

C O N T E N T S

Theory and methodology

Udovenko V.S., Savoskul M.S., Alekseev A.I., Vasilyeva O.E. Socio-geographical typology of rural-urban communities	3
Herasimovich S.A. Geographical approach to the study of traditional cultural complexes in Belarus	13

Methods of geographical studies

Baburin V.L., Badina S.V. Forecasting of probable socio-economic losses from natural hazards (case study of the "Northern Caucasus resorts" tourist cluster)	25
Vasil'chuk Yu.K., Budantseva N.A., Vasil'chuk J.Yu., Eremina I.D., Bludushkina L.B. Variations of the $\delta^{18}\text{O}$ values and water-soluble salts in precipitation in Moscow during 2014 to 2016	35
Ovchinnikov A.Yu., Alifanov V.M., Gugalinskaya L.A. Paleocryogenesis in soils of the periglacial zone of the Valdai glaciation	44

Regional studies

Shatilo D.P. Ethno-social spatial structure of the population in London, Paris, Madrid, Berlin, and Moscow	54
Gladkevich G.I., Suleimenov R.K. Optimization of transport development of the Republic of Sakha (Yakutia) territory	67
Khoroshev A.V. Landscape conditions of stable phytoproduction in the Aituar steppe (the Southern Urals)	82
Alekseeva N.N., Gunya A.N., Cherkasova A.A. Land cover dynamics during recent 30 years (case study of the "Alanya" National park, the Northern Caucasus)	92
Matlakhova E.Yu. Macromeanders of the Vorona River as evidences of high river runoff in the Late Glacial	103

Brief scientific notes

Pakina A.A., Tul'skaya N.I. Assessment of carbon intensity of the Tatarstan economy for environmental management	110
--	-----

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 911.374

В.С. Удовенко¹, М.С. Савоскул², А.И. Алексеев³, О.Е. Васильева⁴

СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ СЕЛЬСКО-ГОРОДСКИХ СООБЩЕСТВ

С начала постсоветского периода в России можно наблюдать заметные изменения во взаимодействии между сельской и городской средой, в том числе смену функций населенных пунктов, их свойств и связей. В данной статье на основании долговременных полевых исследований разных регионов нашей страны по изучению неформальных связей акторов сельско-городских сообществ предпринята попытка выявить современные формы взаимодействий населения, исследовать основные причины миграционных потоков между городом и селом. В статье раскрываются некоторые аспекты усиливающейся с каждым годом зависимости друг от друга села и города, которая проявляется в интеграции как сельских жителей в городскую жизнь, так и наоборот – горожан в сельскую. Особенно наглядно это проявляется в пределах Московской и Санкт-Петербургской агломераций. На основе проведения многочисленных социальных опросов и интервью как сельского населения, так и горожан, анализа групп социальной сети «ВКонтакте» в статье приводится авторская типология неформальных сельско-городских сообществ. В частности, на основе нескольких признаков было выделено 4 типа неформальных сельско-городских сообществ: родственный, новодеревенский, рекреационный и виртуальный. Дается характеристика выделенных типов, раскрываются их особенности и приводятся примеры для каждого из них. В статье также приведено сравнение обозначенных авторами типов неформальных сельско-городских сообществ с выделением наиболее распространенных для исследуемых регионов нашей страны.

Ключевые слова: неформальные связи, село, город, социальные сети, регион

Постановка задачи исследования. В условиях быстро меняющегося мира, развития сельско-городского континуума и функционирования «пульсирующих» систем расселения исследователи все чаще обращают внимание на сложность проведения географических и социальных границ между сельской и городской местностью [Lichter, Brown, 2011; Lichter, Ziliak, 2017]. Если с географическими границами этот вопрос наиболее актуален для территорий плотного расселения, в зонах влияния крупных агломераций и скопления разных типов поселений (городов, сельских населенных пунктов, дачных поселков и т. д.), то проблема определения социальных границ сельского и городского образа жизни, взаимовлияния горожан на жизнь сельской местности и наоборот возникает и на периферийных территориях. Традиционно в большей части работ противопоставлялись сельский и городской миры [Зиммель, 2002; Тённис, 2002], обращалось внимание на дихотомию в их развитии [Пациорковский, 2010; Рывкина, 1979]. Но все чаще говорят и о единых сельско-городских мирах [Пациорковский, 2012; Трейвиш, 2016].

Одним из первых, кто обратил внимание на взаимное развитие сельско-городских сообществ (почти 100 лет назад), был П. Сорокин. В.В. Пациорковский в статье [Пациорковский, 2012], посвященной социологии сельского расселения, приводит сравнение сельского и городского миров. Исследователь сравнивает степень активности социального взаимодействия. У жителей сельской местности, по мнению П. Сорокина, «ограниченная численность социальных контактов людей. Узость сферы взаимодействия. Основная часть отношений связана с первичными контактами. Доминируют личные и относительно устойчивые, сравнительно простые и искренние связи. Во взаимодействии человек проявляет себя как личность» [Пациорковский, 2012]. В отношении жителей городов написано следующее: «Многочисленные социальные контакты. Широкая сфера взаимодействия и агрегирования связей. Доминируют вторичные, безличные и ограниченные по времени взаимодействия контакты. Отношения обычно сложные и формализованные. Во взаимодействии люди проявляют себя как «число» и «адрес» [Пациорковский, 2012].

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, аспирант; *e-mail:* udovenko.v.s@ya.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, докт. геогр. н., доцент, зав. кафедрой; *e-mail:* savoskul@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, докт. геогр. н., профессор; *e-mail:* alival@mail.ru

⁴ Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, факультет географии, кафедра социальной и экономической географии, канд. геогр. н., доцент; *e-mail:* vasilyeva.o.e@gmail.com

В настоящее время в ходе исследований в России мы часто наблюдаем иные формы социального взаимодействия в сельской местности, которые ближе к характеристике поведения горожан. Причиной подобной трансформации среди прочих факторов является формирование сельско-городских неформальных сообществ, в которые активно вовлекаются как жители сельской местности, так и горожане.

В данной публикации под неформальными сельско-городскими сообществами авторы понимают *группы сельского и городского населения, объединенные устойчивыми реальными и/или виртуальными связями*. В нашем случае рассматривались такие группы, центрированные на сельский населенный пункт⁵, у жителей которого есть постоянные контакты с горожанами. В редких случаях местное население сельского населенного пункта (далее СНП) практически отсутствует, и сообщество представлено горожанами, объединенными интересом к этому СНП и его регулярными посещениями [Савоскул, Алексеев, 2019].

Условиями возникновения сообщества является регулярность социальных контактов, их частота, массовый характер социального взаимодействия. На наш взгляд, в данном случае уместны аналогии с формированием трансграничных связей мигрантов, которые формируют подобные территориально удаленные сообщества [Faist et al., 2013].

Основной задачей проведенного исследования стало выявление типов и особенностей социально-пространственного функционирования неформальных сельско-городских сообществ и степени их влияния на сельскую местность.

Изучение сельско-городских сообществ. Сельско-городские сообщества – относительно новый объект исследования для отечественных ученых. Тема изучения сельско-городских сообществ привлекает прежде всего социальных географов и социологов. Среди наиболее заметных исследований географов можно отметить работы Т.Г. Нефедовой и А.И. Трейвиша, коллективную монографию [Между домом и... домом, 2016]. Географов, прежде всего, интересуют вопросы возникновения подобных сообществ в связи с дезурбанизацией. Также они проводят исследования с помощью качественных методов на микроуровне на примере отдельных СНП [Савоскул, Алексеев, 2019].

Социологи обращают внимание на новые социальные процессы, в частности возникновение новых групп сельских жителей – бывших горожан [Звягинцев, Неуважаева, 2015].

Для изучения сельско-городских сообществ характерен междисциплинарный подход, многие публикации подготовлены представителями смежных дисциплин [Денисенко и др., 2016; Нефедова и др., 2015].

Регионы исследования. Экспедиции проводились как на границе крупных агломераций, так и в

удалении от них. Подобный выбор был обусловлен возможностью сравнения населенных пунктов с различным транспортно-географическим положением. Периферийные и расположенные в зоне влияния крупных городских агломераций СНП обладают различным уровнем интенсивности неформальных сельско-городских связей и маятниковых миграций населения, форматы посещений населения города и села. Также акцент был сделан на СНП с неоднородным этническим составом, расположенные в республиках Марий Эл и Башкортостан.

Сельские поселения и районы были выбраны среди периферийных территорий Центрального Черноземья (Тамбовская (Уваровский район) и Липецкая (Лебедянский район) области), Центрального района (Фировский, Жарковский, Андреапольский и Старицкий районы Тверской области), на границе Санкт-Петербургской (Сланцевский, Лужский, Приозерский и Волховский районы) и Московской агломераций «межстоличного» региона. Локально изучались сельские территории Мурманской (Терский район) и Псковской (Гдовский район) областей, республик Марий Эл (Мари-Турекский и Параньгинский районы) и Башкортостан (Федоровский район), Красноярского края (Курагинский район).

Материалы и методы исследования. Для выявления и определения неформальных сельско-городских сообществ проводились массовые опросы, экспертные интервью, в том числе с применением лонгитюдного метода (повторные интервью), а также анализ виртуальных сообществ, посвященных тем или иным СНП, в социальных сетях.

Массовые опросы проводились среди сельского и дачного населения СНП с целью выявления характера связей между городским и сельским населением, причин и частоты взаимодействий. Экспертные интервью проведены со старостами СНП, сотрудниками администрации сельских поселений, руководителями сельскохозяйственных предприятий, а также с некоторыми старожилами и дачниками.

Основные блоки вопросов экспертных интервью:

1. Самоопределение респондентов (городские, сельские).
2. Частота и качество взаимосвязей между сельскими и городскими жителями (количество и продолжительность поездок, звонки, вид используемого транспорта и др.).
3. Причины взаимодействий между сельскими и городскими жителями (родственные или рабочие поездки, приобретение товаров, услуг и др.).
4. Образ жизни (наличие подсобного хозяйства, быт дачников и сельчан, способы времяпровождения).
5. Характеристика респондентов (пол, возраст, место рождения и проживания, образование и др.).

В ходе исследования проведено более 100 экспертных и глубинных интервью. Виртуальные со-

⁵ Возможно и другое направление исследований: выделение среди населения города групп, ориентированных на связи с тем или иным СНП. Но даже в малом городе (население которого составили выходцы из разных СНП) таких групп («землячеств») должно быть довольно много. Такие группы нами не исследовались.

общества, во многом дополняющие и упрощающие коммуникацию на селе [Johansen, Fisker, 2020], также способствовали проведению некоторых социологических опросов среди акторов неформальных сельско-городских сообществ: в опросах, проводимых в группах СНП в социальной сети «ВКонтакте» (далее VK), на один СНП принимало участие до 350 человек на один опрос.

При анализе виртуальных сообществ в VK рассматривались: тематика групп СНП, соотношение подписчиков группы и прописанного населения в СНП, половозрастной состав подписчиков и их распределение по месту жительства, активность подписчиков тех или иных категорий.

В итоге мы получили возможность выявить объем и характер (географию, частоту) взаимосвязей сельского и городского населения. Комплексное использование результатов массовых опросов, экспертных и глубинных интервью, а также анализ виртуальных сообществ позволили провести типологию неформальных сельско-городских сообществ (далее НСГС).

Типология НСГС создавалась на основе следующих признаков:

- характер связи между городскими и сельскими жителями. Признак, характеризующий тип взаимоотношений сельских и городских жителей внутри НСГС: взаимоотношения родственников (городские дети, сельские родители и др.), маятниковые/сезонные миграции дачников, эпизодические туристические или рекреационные посещения горожанами СНП, маятниковые миграции в связи с работой в городе или «отходничеством»;

- отношение акторов сообществ к населенному пункту. Жители, дачники и гости СНП могут иметь на территории СНП родственников, могут иметь дачу или новый дом, не имея при этом никаких других связей с этим СНП до приобретения недвижимости, а также могут иметь косвенное отношение к СНП, связанное с посещением туристско-рекреационного объекта поблизости;

- частота и активность взаимодействий между городскими и сельскими акторами НСГС, между городскими жителями и СНП. Если для дачников и гостей села интеракции сводятся к посещениям СНП по собственному желанию, то для постоянных жителей они (или телефонная связь/Интернет) имеют систематический характер и связаны с родственными отношениями, накладывающими на участников определенные обязательства.

На основе этих признаков жителей, дачников и гостей СНП можно разделить на четыре типа сообществ (табл. 1), которые в разной мере могут преобладать в том или ином СНП. Однако есть другие признаки, по которым можно классифицировать типы НСГС (табл. 2).

Обсуждение результатов исследования. По итогам исследования выявлено четыре типа неформальных сельско-городских сообществ: родственное, новодеревенское, рекреационное и виртуальное. Названия типам даны в соответствии с определяющей характеристикой связей внутри сообщества или

его наиболее характерной чертой и не имеют единого основания (см. табл. 1).

Доля каждого сообщества и численность его акторов могут варьировать в зависимости от характеристик самого села: его экономико-географического положения (близости к городской агломерации, курортным зонам, водоемам), транспортной доступности, численности населения, этнической структуры, уровня социально-экономического развития района, размеров и роли СНП в прошлом, активности локального сообщества. Кроме того, от данных характеристик зависит не только формирование НСГС, но и их функционирование.

Чем больше численность населения СНП, тем разнообразнее его половозрастная структура – дети сельских жителей уезжают на учебу и заработки в города, формируя тем самым родственное НСГС. Если СНП расположено у популярного озера, в деревне также начинает формироваться дачное НСГС. От уровня социально-экономического развития региона, где находится СНП, будет зависеть характер взаимодействий между сельскими и городскими жителями, например размер оказываемой материальной помощи детьми из городов сельским родителям или наоборот и т. д.

Родственные и дачные НСГС, как правило, составляют основу любого СНП, преобладание первого или второго, в основном, зависит от соотношения таких факторов, как численность населения СНП и его ЭП. Такие же типы НСГС, как новодеревенское и виртуальное, могут встречаться далеко не в каждом СНП. Это будет зависеть от близости к городской агломерации, от случайных факторов и от известности/популярности объекта, расположенного в СНП или поблизости.

Также стоит отметить индикаторы, на основе которых можно выявить наличие в СНП НСГС и судить об изменениях в них. Такими индикаторами являются соотношение учтенного и реального населения в СНП, сезонность численности населения СНП, география родственных связей и данные виртуальных сообществ СНП в социальных сетях.

Родственное НСГС – самый распространенный и многолюдный тип реальных (в сравнении с виртуальными) сообществ. Главной характеристикой типа является родовая связь акторов НСГС с СНП, при этом для сообщества не обязательно наличие постоянного населения в СНП, оно может полностью состоять из дачников. Однако у акторов данного НСГС в селе обязательно имеется дом, где живут или жили родители, родственники. СНП для акторов сообщества – это «малая родина», дом родителей. Город – «аварийный вариант», дом детей.

Родственного НСГС может не быть в СНП при условии, что речь идет о «СНП без населения», которое было восстановлено городскими жителями, не связанными с СНП ранее (пример СНП Тверской области), либо, наоборот, о новом СНП типа «садоводство» или «коттеджный поселок». Известны и случаи, когда СНП состоит из коренных сельских жителей, постоянно проживающих

Таблица 1

Типология неформальных сельско-городских сообществ*

Тип СГС	Характеристика	Подтип СГС	Особенности
1. Родственное сообщество	Два-три поколения родственников, родители которых живут или жили в СНП, считают СНП своей «малой родиной». Если еще не проживают в СНП постоянно, то, как правило, выражают желание в будущем переехать в СНП на ПМЖ	Пенсионеры	Постоянно или сезонно проживают в СНП. Их дети и внуки, приезжают на выходные или на лето
		Жители средних лет, проживающие постоянно в СНП	Родились в СНП и постоянно там проживают, работать при этом могут в ближайшем городе
		Жители средних лет, переехавшие в СНП на ПМЖ	Переехали в СНП в дом, который им остался от покойных родителей
		Дачники средних лет	Сезонно и на выходных отдыхают с детьми в СНП, где имеют дом покойных родителей
2. Новодеревенское сообщество	Одно-два поколения родственников и единомышленников (чаще среднего и молодого возраста), переехавших из города в СНП на ПМЖ, с которым не было никакой связи ранее	Экологическое	Сменили городской образ жизни на сельский ради здорового питания, свежего воздуха, сельского образа жизни
		Религиозное	Постоянно проживают в СНП, как правило, с компанией единомышленников
3. Рекреационное сообщество	Дачники, у которых в СНП имеется недвижимость, ранее не были связаны с СНП	Промысловое	Дачники, приезжающие в СНП с целью рыболовства, охоты, собирательства ягод и грибов. Проживают, как правило, в ближайших районных городах, пгт
		Садоводческое	Дачники, у которых есть небольшое подсобное хозяйство – свой сад, реже огород, за которым они следят
		Коттеджное	Дачники коттеджного типа. Их отличает наличие крупного участка, высокий забор и крупный коттедж, встречаются в СНП, расположенных на берегу популярных водоемов
		Спонсорское	Зажиточные дачники (как правило, один-два на село), которые имеют в СНП свой коттедж. Встречаются далеко не в каждом СНП
4. Виртуальное сообщество	Гости села, не имеющие в СНП собственного дома. Состоят в группе СНП в соцсети, так как СНП имеет на своей территории или поблизости памятное/популярное туристическое/рекреационное/религиозное место	Религиозное	Возникает в связи с наличием в СНП или поблизости церковного прихода у популярного сельского храма. От второго типа это СГС отличает принадлежность акторов к общедоступному церковному приходу и гостевой режим посещения СНП
		Культурное	Сообщество, созданное в честь исторического места, музея или непосредственно в честь исторического СНП с направленностью на просветительскую деятельность
		Событийное	Отчасти подвид культурного, связанный с систематическим сбором на территории СНП или поблизости людей для празднования местного или общенародного праздника, народного фестиваля
		Курортное	Образуется в случае расположения СНП поблизости от популярной базы отдыха, детского лагеря, арендуемых коттеджей. Такие СГС приурочены к СНП, имеющим выгодное местоположение у популярного озера, реки, горнолыжного курорта

* Составлено по данным полевых исследований.

Таблица 2

Признаки неформальных сельско-городских сообществ

Тип НСГС	Родственное	Новодеревенское	Рекреационное	Виртуальное
Постоянные жители	±	+	–	–
Работа в городе у местных	–	±	+	–
Участие в жизни СНП	++	+++	+	–
Помощь СНП	+	–	++	–
Сельский клуб	+	+	–	–
Первостепенное значение близости водоема	–	–	+	–
Активный староста СНП	+	–	–	–
Спонсоры СНП	+	–	+	–
Сельский образ жизни	–	+	–	–
Квартира в городе	±	–	+	+
Дом в деревне	+	+	+	–
Формула численности подписчиков группы в VK в зависимости от преобладания в СНП СГС, где x – ч. н. СНП	$x(0,25-2,5)$	$x(0,5-1)$	$x(0,25-1)$	$x(10-50)$

Примечание: «+» – есть, в наличии; «++» и «+++» – степень участия НСГС в жизни СНП; «–» – нет, скорее нет; «±» – могут/может быть, а могут/может не быть.

в СНП и ведущих традиционный образ жизни, – малые этнические группы, старообрядцы и т. д. В данных селах может не быть НСГС, так как население маломобильно и не имеет связей с жителями города.

География связей внутри родственного НСГС может быть достаточно обширной. Так, на примере поселка Жарковский Тверской области у 90 опрошенных домохозяйств было выявлено более 180 близких родственников, проживающих за пределами поселка от Мурманска на севере до Аммана на юге, от Дублина на западе до Владивостока на востоке, с которыми жители активно поддерживают связь. Среди 180 родственников около 76% – дети местных жителей. Структура родственных связей поселка центробежная: большинство родственников, живущих за пределами Жарковского, – его выходцы. Родственники активно поддерживают связь. Например, 90% дочерей ежедневно связываются со своими матерями через социальные сети или телефонные звонки [Алексеев и др., 2019].

На основе анализа группы села Ям-Тесово Ленинградской области в соцсети VK было выявлено, что более 30% подписчиков группы являются друг другу родственниками. Однако данную цифру можно считать заниженной, так как «виртуальное население» всегда моложе реального. Далеко не все местные жители пенсионного возраста регистрируются в социальных сетях, кроме того, некоторые пользователи социальной сети могут не подавать признаки родства (устанавливают не свою фамилию, не указывают родства, не подписаны друг на друга). Тем не менее, данные свидетельствуют о наличии в СНП крупного родственного НСГС, а также о наличии

крупного дачного сообщества, что выявлено на основе данных об ЭГП села (расположено на крупной реке) и социологических опросов, проводимых на «стене» группы. Стоит также отметить, что численность подписчиков группы составляет более 3,6 тыс. человек (на 2020 г.), в то время как официальное население Ям-Тесово только около 1,5 тыс. человек (на 2017 г.), что также свидетельствует о НСГС в данном населенном пункте [Васильева, Удовенко, 2019].

Новодеревенское НСГС. Наличие данного сообщества в СНП и его людность находятся в сильной зависимости от расстояния СНП до ближайшего города с местами приложения труда. Доля новодеревенских, прежде городских жителей, переезжающих в СНП на ПМЖ, как правило, по экологическим соображениям («чистый воздух, здоровое питание»), возрастает в тех СНП, которые вошли в состав городской агломерации, и их транспортная доступность позволяет жителям совершать трудовые маятниковые миграции. За пределами агломераций новодеревенское НСГС встречается реже и состоит из более радикально настроенных прежде городских жителей, кардинально меняющих образ жизни с городского на сельский.

Как правило, новодеревенскими жителями становятся люди молодого и среднего возраста. Аналогично европейскому опыту [Naartsen, Stockdale, 2018], среди молодых переселенцев чаще встречаются семьи, сознательно выбравшие сельскую местность как основу для жизни, также распространенным случаем является переезд родителей средних лет с детьми юношеского возраста, которые перенимают убеждения родителей, делая выбор в пользу села.

Главной характеристикой новодеревенского НСГС является отсутствие родственной связи с СНП у прежде городских жителей до их миграции в это СНП на ПМЖ. Городские жители могут выбрать СНП либо по совету уже проживающего в нем единомышленника, либо по другим, в том числе финансовым, соображениям.

В ходе исследования был отмечен пример «возрождения» москвичами заброшенного «СНП без населения» в Тверской области. Компания единомышленников из Москвы выкупила несколько участков в деревне, отстроила на них новые дома и переехала на ПМЖ вместе со своими семьями. Интересно, что акторы образовавшегося новодеревенского НСГС ведут традиционный сельский образ жизни: завели общий на все семьи крупный рогатый скот, овец и других сельскохозяйственных животных, за которыми по очереди ухаживают; построили общую столовую, где по очереди сменяют друг друга в готовке; приобрели трактор, вспахивают общее поле и огород. К новодеревенским приезжают в гости родственники и друзья из города.

Однако случаи ведения акторами новодеревенского НСГС традиционного сельского образа жизни не редкость. Напротив, именно акторы данного типа сообществ больше других могут беспокоиться о судьбе СНП (с которым они не были связаны ранее!), о сохранении русской народной культуры, традиций и обычаев. Нередки случаи, когда успешные молодые пары покидали города ради жизни в сельской местности и начинали вести оттуда свой блог или «канал» на платформе Youtube. В качестве примера можно привести ютуб-канал «Моя жизнь в деревне», численность подписчиков которого около 28 тыс. человек.

Дачное НСГС. Существенное отличие дачного типа НСГС от родственного и новодеревенского заключается в том, что, так же как и в случае с новодеревенским сообществом, акторы поселения дачного типа не были связаны с СНП до приобретения на его территории недвижимости, но, в отличие от новодеревенских жителей, не проживают на территории СНП постоянно. Посещение СНП акторами дачного сообщества носит характер «выходного дня» и связано с личными предпочтениями дачника.

Акторы данного типа НСГС меньше интересуются жизнью СНП, нежели акторы первых двух типов, как правило, взаимодействуют чаще со своими соседями, дачниками и по интересам (рыбалка, охота и др.).

Для появления в СНП данного типа сообществ село, как правило, должно иметь выгодное ЭГП: располагаться на берегу водоема и/или в непосредственной близости от автомобильных магистралей федерального/областного значения. Именно здесь встречаются высокие заборы и 2–3-этажные коттеджи. В качестве примеров подобного рода коттеджных сообществ в СНП, где также велика доля родственного НСГС, можно привести населенные пункты Ленинградской области в 100 км от Санкт-Петербурга: п. Торфяное и д. Березье. Торфяное рас-

положено на берегу красивого и крупного озера Ленинградской области – Комсомольского, а Березье имеет хорошую транспортную доступность (около 1 часа до КАД на автомобиле) и расположено на берегу р. Волхов. Оба СНП имеют коттеджные ряды с закрытой территорией по берегам водоемов [Алексеев и др., 2020].

Тем не менее, стоит отметить, что, хотя данное НСГС не способствует сохранению сельского образа жизни, как в случае с новодеревенским, именно акторы данного типа сообществ могут принести СНП и ее постоянным жителям материальную помощь, поддерживать его жизнедеятельность. Так, дачники привлекают местных к стройкам на своих участках, доплачивают также за «присматривание» за участком во время своего отсутствия, – данный тип помощи был назван «пассивным». В качестве «активной» помощи можно привести следующие примеры: в Торфянном благодаря деятельности одного из состоятельных дачников были восстановлены сельский клуб, автобусное сообщение, организованы мероприятия на селе (празднование нового года, сельский театр) и др. В Березье один из дачников поспособствовал прокладке новой асфальтированной дороги.

Подобные примеры встречались также во время исследования сельской местности Липецкой области, Республики Марий Эл. Однако в республиках чаще серьезную помощь и поддержку селу оказывают его выходцы. Кроме того, яркие примеры материальной помощи городских детей сельским родителям можно встретить в развивающихся странах, таких как Нигерия [Ajaero, Onokala, 2013], а исследования сельской местности Китая показали, что денежные переводы детей имеют также компенсирующий эффект для физического и психологического здоровья родителей на селе [Pan, Dong, 2020].

Виртуальное НСГС. Данный тип сообществ может быть наиболее крупным по отношению к численности населения СНП и существует в основном виртуально. Практически у каждого СНП в особенности у тех, численность официального населения которых превышает 100 человек, имеется группа в соцсети VK. Однако при наличии в селе крупного виртуального сообщества численность подписчиков группы СНП в VK может быть на порядок больше численности официального населения СНП (в 10–50 раз). Связано это прежде всего не столько с интересом горожан к самому СНП, сколько к популярному культурно-историческому, туристическому, рекреационному или религиозному объекту, находящемуся на территории села или в непосредственной близости от него.

Акторы виртуального сообщества, за исключением культурного подтипа, могут быть совсем не заинтересованы в жизни СНП, так как взаимодействуют с ним лишь косвенно, в моменты своего эпизодического визита в связи с посещением религиозного, туристического, рекреационного объекта или события.

Так, например, численность подписчиков соцсети VK из деревни Спицино Псковской области в 5 раз превышает численность официального населения СНП, так как у села находится популярный кайт-клуб. Группа подписчиков соцсети д. Залахтовые Псковской области в 50 раз крупнее численности населения СНП благодаря базе отдыха, находящейся на территории села, а численность подписчиков группы «Отдых и рыбалка» в деревне Залахтовые в 120 раз больше численности официального населения.

Виртуальные НСГС могут быть и менее крупными, чаще это сообщества культурного подтипа. Так, в соцсети VK были найдены целые циклы сообществ, посвященных одному культурному направлению, например цикл сообществ «Гдовщина» – множество групп одних и тех же администраторов для разных деревень и памятных мест Гдовской земли Псковской и Ленинградской областей. Например, группа «Ольгин крест» приурочена к историческому месту: ранее там находился погост, рядом есть упраздненная деревня Скорякина Гора.

Виртуальные НСГС событийного подтипа не менее популярны. Например, в деревне Ложголово

Ленинградской области группа в соцсети VK «Большие святочные гулянья в Ложголово» более чем в 50 раз крупнее численности населения СНП.

В качестве подведения итога приведем основные признаки (см. табл. 2) и особенности (табл. 3) для каждого типа НСГС.

Выводы:

– на основе проведенного исследования с использованием социологических методов и анализа интернет-ресурсов было выделено четыре типа неформальных сельско-городских сообществ: родственное, новодеревенское, дачное и виртуальное. Главными критериями выделения НСГС стали характер связи между городскими и сельскими жителями и их частотность. Под родственным типом НСГС мы понимаем местных жителей и дачников СНП, имеющих на территории села родовой дом, где живут или жили их родители. Под новодеревенским типом – некогда городских жителей, мигрировавших в СНП на ПМЖ, где не имели родственных связей. Под дачным – дачников, не связанных родственными связями с СНП ранее и не проживающих в нем постоянно. Виртуальный тип – гости села, доля которых может быть высока среди других НСГС при наличии на терри-

Таблица 3

Особенности неформальных сельско-городских сообществ

Тип НСГС	Родственное	Новодеревенское	Рекреационное	Виртуальное
Тип СНП по классификации*	Дачный, постсоветский	Новая деревня	Дачный	Любой тип
Связь с городом	Сильная	Слабая	Горожане	
Характер связи между городскими и сельскими жителями	« <i>Между домом и домом</i> », дом может быть как своим, так и домом детей или родителей	« <i>Неоконченные дела</i> » в городе и городские родственники	Связь « <i>выходного дня</i> »	« <i>Событийный</i> » тип связи у горожан с СНП
Отношение к СНП	Родовой дом	Новый дом	Дача	Село у озера, храма, музея и т. п.
Распространенность	Присутствует почти в каждом СНП, кроме новых и традиционных деревень	Чаще в зоне маятниковой миграции, реже в удалении от агломерации	В зависимости от расстояния от городов и ЭГП первая или вторая по численности населения СГС	Возникает в СНП, где есть популярный объект (см. факторы)
Частотность взаимодействий	Высокая	Скорее низкая	Умеренная	Эпизодическая
Отношения внутри СГС	Семьи часто хорошо знают друг друга, дружат	Как правило, тесные среди единомышленников	Связи по соседству и по интересам	Связи по интересам
Основные факторы, влияющие на наличие СГС и его долю	Численность населения СНП, расстояние до агломерации	Расстояние до агломерации, рабочие места	Транспортная доступность, наличие водоема	Наличие культурного, исторического, религиозного, рекреационного объекта

*Согласно одной из предложенных классификаций, сельские «миры» делятся на: 1 – традиционное село, сохраняющее привычный образ жизни; 2 – постсоветскую деревню, ориентированную на работу в городах (в основном маятниковые мигранты и отходники); 3 – дачников – сезонное население, ориентированное на рекреацию; 4 – новых деревенских – исконно городских жителей, осознанно сделавших выбор в пользу сельской местности [Пивовар, Алексеев, 2018].

тории СНП популярного культурно-исторического, туристско-рекреационного или религиозного объекта;

– в качестве основных факторов образования и функционирования НСГС выделены: экономико-географическое положение СНП (близости к городской агломерации, курортным зонам, водоемам), численность населения СНП и его половозрастной состав, транспортная доступность, этническая структура, уровень социально-экономического развития района, размер и роль СНП в прошлом, активность локального сообщества;

– наиболее активными среди сообществ были определены родственное и новодеревенское НСГС, так как именно в данных сообществах состоит постоянно проживающее в СНП население, наиболее заинтересованное в жизни села. Среди родственного сообщества наиболее серьезная поддержка и финансовая помощь селу отмечены среди татар и титических народов в Марий Эл и Башкортостане;

– сельский образ жизни в современной деревне фактически сохраняется только в традиционных деревнях, однако отмечено, что и акторы новодеревенского НСГС также стремятся к сохранению или воссозданию культурных традиций и обычаев, ведут сельский уклад жизни, зачастую больше родственного НСГС беспокоятся о судьбе села;

– одна из отмеченных особенностей территориальной структуры родственных НСГС – преобладание «дальних» связей. Ни в одном из изученных сообществ Тверской области не играют сколько-нибудь заметную роль связи с ближайшими городами (Бологое, Великие Луки, Бежецк и др.) – все они ориентированы на Москву или Санкт-Петербург, и изредка – на Тверь. То же можно сказать и о НСГС в Ленинградской области: связи с ближайшим к этим СНП городам (Луга, Тихвин, Выборг и др.) на порядок уступают связям с Санкт-Петербургом.

Благодарности. Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-011-00725).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев А.И., Васильева О.Е., Удовенко В.С. Сельский образ жизни: опыт изучения на примере малых сел Ленинградской области // Вестн. СПб. ун-та. Науки о Земле. 2020. № 65(3). DOI: 10.21638/spbu07.2020.304.

Алексеев А.И., Ефимова О.Ю., Ткаченко А.А. Пространственная структура родственных связей (на примере поселка Жарковский Тверской области) // Крестьяноведение. 2019. Т. 4. № 2. С. 128–137.

Васильева О.Е., Удовенко В.С. Социально-географический анализ сельских поселений с помощью инструментов социальной сети «ВКонтакте» // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: Геогр. 2018. № 6. С. 26–33.

Денисенко Г.М., Денисенко М.Б., Ефременко Д.В., Ильин В.И. и др. Горожане в деревне. Социологические исследования в Российской глубинке: дезурбанизация и сельско-городские сообщества. М.: Университетская книга, 2016. 404 с.

Звягинцев В.И., Неуважаева М.А. Переселенцы из города в сельскую местность: феномен «обратной миграции» в современной России // Мир России. Социология. Этнология. 2015. Т. 24. № 1. С. 101–135.

Зиммель Г. Большие города и духовная жизнь // Логос. 2002. № 3(34). С. 21–33.

Между домом и... домом. Возвратная пространственная мобильность населения России / под ред. Т.Г. Нефедовой, К.В. Аверкиевой, А.Г. Махровой. М.: Новый хронограф, 2016. 504 с.

Нефедова Т.Г., Покровский Н.Е., Трейвиш А.И. Урбанизация, дезурбанизация и сельско-городские сообщества в условиях роста горизонтальной мобильности // Социологические исследования. 2015. № 12(380). С. 60–69.

Пацюрковский В.В. Сельско-городская Россия. М.: ИСЭПН РАН, 2010. 390 с.

Пацюрковский В.В. Социология расселения как специальная социологическая теория // Социологические исследования. 2012. № 4(336). С. 25–34.

Пивовар Г.А., Алексеев А.И. Сельско-городские взаимосвязи на границе с Московской агломерацией // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2018. № 6. С. 100–103.

Рывкина Р.В. Образ жизни сельского населения. Новосибирск: Наука, 1979. 352 с.

Савоскул М.С., Алексеев А.И. Сельско-городские сообщества в официально несуществующем населенном пункте // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2019. № 4. С. 119–123.

Тённый Ф. Общность и общество. Основные понятия чистой социологии. М.: Владимир Даль, 2002. С. 16–58.

Трейвиш А.И. Сельско-городской континуум: судьба представления и его связь с пространственной мобильностью населения // Демографическое обозрение. 2016. Т. 3. № 1. С. 52–70.

Ajaero C., Onokala P. The Effects of Rural-Urban Migration on Rural Communities of Southeastern Nigeria. *International Journal of Population Research*, 2013, no. 2013, p. 1–8.

Faist Th., Fauser M., Reisenauer E. Transnational Migration. Cambridge: Polity Press, 2013, p. 56–59.

Haartsen T., Stockdale A. Selective belonging: how rural newcomer families with children become stayers. *Popul. Space Place*, 2018, vol. 24, p. e2137.

Johansen P., Fisker J. Technosocial configurations for sociability in rural Denmark. *Journal of Rural Studies*, 2020, vol. 78, no. 8, p. 115–122.

Lichter D., Brown D. Rural America in an Urban Society: Changing Spatial and Social Boundaries. *Annual Review of Sociology*, 2011, vol. 37, no. 1, p. 565–592.

Lichter D., Ziliak J. The Rural-Urban Interface: New Patterns of Spatial Interdependence and Inequality in America. *Sage journals*, 2017, vol. 672, no. 1, p. 6–25.

Pan Z., Dong W. Can money substitute adult children's absence? Measuring remittances' compensation effect on the health of rural migrants' left-behind elderly parents. *Journal of Rural Studies*, 2020, vol. 79, no. 10, p. 216–225.

Поступила в редакцию 20.09.2020

После доработки 01.10.2020

Принята к публикации 06.10.2020

V.S. Udovenko¹, M.S. Savoskul²,
A.I. Alekseev³, O.E. Vasilyeva⁴

SOCIO-GEOGRAPHICAL TYPOLOGY OF RURAL-URBAN COMMUNITIES

Since the beginning of the post-Soviet period there have been noticeable changes of interactions between rural and urban environments in Russia, including those in the functions of settlements, their properties and links. The paper attempts to identify modern forms of population interactions, and investigate the main causes of migration flows between cities and villages, based on the long-term field studies in various regions of our country dealing with the informal relations between actors of rural-urban communities. The paper reveals some aspects of increasing mutual dependence of villages and cities, manifested primarily in the integration of rural residents into urban life and *vice versa*. The process is particularly evident in the Moscow and St. Petersburg agglomerations. Based on numerous social surveys and interviews of both rural and urban population, and the analysis of VK social network groups, the author suggests an original typology of informal rural-urban communities. In particular, four types of informal rural-urban communities were identified based on a number of indicators, namely family-related, new village, recreational, and virtual. The identified types are described, specific features of them are revealed, and the examples for each type are given. The paper also provides a comparative analysis of the types of informal rural-urban communities identified by the authors and reveals the most common ones for the studied regions of our country.

Key words: informal relations, village, city, social networks, region

Acknowledgements. The research was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 18-011-00725).

REFERENCES

- Ajaero C., Onokala P. The Effects of Rural-Urban Migration on Rural Communities of Southeastern Nigeria, *International Journal of Population Research*, 2013, no. 2013, p. 1–8.
- Alekseev A.I., Vasilyeva O.E., Udovenko V.S. Selskij obraz zhizni: opyt izucheniya na primere izucheniya mal'nykh sel Leningradskoj oblasti [Rural way of life: the experience of studying by the example of small villages in the Leningrad region], *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 2020, no. 65(3). DOI: 10.21638/spbu07.2020.304. (In Russian)
- Alekseev A.I., Efimova O. Yu., Tkachenko A.A. Prostranstvennaja struktura rodstvennykh svyazej (na primere poselka Zharkovskij Tverskoj oblasti) [The spatial structure of family ties (case study of the Zharkovsky settlement of the Tver Region)], *Peasant Studies*, 2019, no. 4(2), p. 128–137. (In Russian)
- Denisenko G.M., Denisenko M.B., Efremenko D.V., Ilyin V.I. et al. Gorozhane v derevne. Sotsiologicheskie issledovaniya v rossijskoj glubinke: dezurbanizatsiya i sel'sko-gorodskie soobshchestva [Urban dwellers in the village. Sociological research in the Russian hinterland: de-urbanization and rural-urban communities], Moscow, Universitetskaya kniga Publ., 2016. (In Russian)
- Faist Th., Fauser M., Reisenauer E. *Transnational Migration*, Cambridge: Polity Press, 2013.
- Haartsen T., Stockdale A. Selective belonging: how rural newcomer families with children become stayers. *Popul. Space Place*, 2018, vol. 24, p. e2137.
- Johansen P., Fisker J. Technosocial configurations for sociability in rural Denmark, *Journal of Rural Studies*, 2020, vol. 78, no. 8, p. 115–122.
- Lichter D., Brown D. Rural America in an Urban Society: Changing Spatial and Social Boundaries, *Annual Review of Sociology*, 2011, vol. 37, no. 1, p. 565–592.
- Lichter D., Ziliak J. The Rural-Urban Interface: New Patterns of Spatial Interdependence and Inequality in America, *Sage journals*, 2017, vol. 672, no. 1, p. 6–25.
- Nefedova T.G., Averkieva K.V., Terry A.G. *Mezhdum domom... i domom. Vozvratnaya prostranstvennaya mobil'nost' naseleniya Rossii* [Between home... and home. Reversal spatial mobility of the Russian population], Moscow, New chronograph Publ., 2016, 504 p. (In Russian)
- Nefedova T.G., Pokrovskiy N.Ye., Treyvish A.I. Urbanizatsiya, dezurbanizatsiya i sel'sko-gorodskie soobshchestva v usloviyakh rosta gorizonta'noj mobil'nosti [Urbanization, de-urbanization and rural-urban communities in the face of increasing horizontal mobility], *Sociological research: monthly scientific and socio-political journal of the Russian Academy of Sciences*, 2015, no. 12, p. 60–69. (In Russian)
- Pivovarov G.A., Alekseev A.I. Sel'sko-gorodskie vzaimosvjazi na granice s Moskovskoj aglomeratsiej [Rural-urban relationships at the border of the Moscow agglomeration], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2018, no. 6, p. 100–103. (In Russian)
- Paciorkovskii V.V. *Sel'sko-gorodskaja Rossiya* [Rural-urban Russia], Institute of Social and Economic Problems of Population of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 2010, p. 390. (In Russian)
- Patsiorkovskiy V.V. Sociologija rasselenija kak special'naja sociologicheskaja teorija [Sociology of Settlement as a Special Sociological Theory], *Sociological Research*, 2012, no. 4(336), p. 25–34. (In Russian)

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, graduate student; e-mail: udovenko.v.s@ya.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Associate Professor, Head of the Department, D.Sc. in Geography; e-mail: savoskul@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: alival@mail.ru

⁴ Herzen University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography, Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: vasilyeva.o.e@gmail.com

Pan Z., Dong W. Can money substitute adult children's absence? Measuring remittances' compensation effect on the health of rural migrants' left-behind elderly parents, *Journal of Rural Studies*, 2020, vol. 79, no. 10, p. 216–225.

Ryvkina R.V. *Obraz zhizni sel'skogo zhitelja* [Lifestyle of a rural dweller], Novosibirsk, Nauka Publ., 1979. (In Russian)

Savoskul M.S., Alekseev A.I. Sel'sko-gorodskie soobshhestva v oficial'no nesushhestvujushhem sel'skom naselennom punkte [Rural-urban communities in an officially "non-existent" settlement], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2019, no. 4, p. 119–123. (In Russian)

Simmel G. *Bol'shie goroda i duhovnaja zhizn'* [Big cities and spiritual life], Logos Publ., 2002, p. 3–4. (In Russian)

Tönnis F. *Obshhnost' i obshhestvo. Osnovnye ponjatija obshhej sociologii* [Community and Society. Basic concepts of pure sociology], Moscow, Vladimir Dal Publ., 2002. (In Russian)

Treyvish A.I. Sel'sko-gorodskoy kontinuum: regional'noye izmereniye [Rural-urban continuum: regional dimension], *Voprosy geografii*, Moscow, Dom Kodeks Publ., 2016, p. 51–71. (In Russian)

Vasileva O.E., Udovenko V.S. Social'no-geograficheskij analiz sel'skih poselenij s pomoshh'ju social'noj seti "VKontakte" [The social-geographical analysis of rural settlements with the help of "VKontakte" social network], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2018, no. 6, p. 26–33. (In Russian)

Zvyagintsev V.I., Neuvazhaeva M.A. Pereselency iz goroda v sel'skuju mestnost': fenomen obratnoj migracii v sovremennoj Rossii [Migrants from the city to the countryside: a phenomenon of "reverse migration" in modern Russia], *World of Russia. Sociology. Ethnology*, 2015, vol. 24. no. 1, p. 101–135. (In Russian)

Received 20.09.2020

Revised 01.10.2020

Accepted 06.10.2020

УДК 911.3

С.А. Герасимович¹

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ КОМПЛЕКСОВ ТРАДИЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ БЕЛАРУСИ

Особое место среди элементов культурного ландшафта занимают территориальные комплексы традиционной культуры – пространства, ценность которых обусловлена отношением к ним коллективной фольклорной памяти. Для данных объектов характерно наличие двух составляющих: природной или антропогенной основы – элемента культурного ландшафта, материального объекта, а также ассоциируемой с ним легенды – фольклорной привязки, объясняющей его важность для местного сообщества, а иногда – и обрядовой системы, связанной с посещением данного объекта представителями местного сообщества. Физическое наличие материального объекта позволяет сохраняться легенде, а легенда объекта предотвращает его уничтожение местным сообществом.

Феномен комплексов традиционной культуры практически не затронут в современных социально-географических исследованиях.

В Восточной Европе особенно велика концентрация комплексов традиционной культуры в Восточной Беларуси и сопредельных областях России, которая связана с приграничным характером данной территории. Особенности их функционирования зависят от того, к какой группе объектов традиционной культуры они относятся.

О комплексах традиционной культуры Беларуси собран большой объем материалов.

На основании генезиса были выделены следующие группы комплексов традиционной культуры, встречающиеся на территории Беларуси и сопредельных районов: природные (гидрологические, ботанические, литологические), антропогенные и природно-антропогенные (ландшафтные). Каждая из групп разделена на ряд типов и видов.

Ключевые слова: фольклорная память, локальная идентичность, классификация КТК, фронт-ир, прощи, палимпсесты

Введение. Культурная география – одно из новейших направлений социально-экономической географии в России и других постсоветских государств, ее становление и развитие приходится на несколько последних десятилетий.

Предметом исследования культурной географии стали, среди прочего, пространственные и культурные различия между территориальными разностями, основанные на идентификации географических пространств с точки зрения их культурной самобытности.

Особое место среди элементов культурного ландшафта занимают территориальные комплексы традиционной культуры (или топокомплексы традиционной культуры) – пространства (либо отдельные объекты), ценность которых обусловлена не их природной составляющей как таковой, а отношением к ним коллективной фольклорной памяти. Фольклорная память, отраженная в легенде, представляет собой объект нематериального наследия, симбиотически связанный с урочищем, фацией или отдельным объектом. Физическое наличие материального объекта позволяет сохраняться легенде, а легенда объекта предотвращает его уничтожение местным сообществом [Bird, 2002]. Комплексный (точнее дуалистический) характер данных объектов объясняется наличием двух составляющих: природной или антропогенной основы – элемента

культурного ландшафта, материального объекта, а также ассоциируемой с ним легенды – фольклорной привязки, объясняющей его важность для местного сообщества, а иногда – и обрядовой системы, связанной с посещением данного объекта представителями местного сообщества. При этом топокомплексами народной традиционной культуры могут быть локусы как природного, так и антропогенного происхождения (поклонные, придорожные и каменные кресты, часовни, кладбища, башни). Чаше всего это комплексы из нескольких объектов, например культовые родники кроме гидрологического объекта могут включать кресты, срубы или часовни. Комплексы традиционной культуры называют также деревенскими или сельскими святынями, что объясняется их концентрацией в сельской местности.

Феномен комплексов традиционной культуры практически не затронут в современных социально-географических исследованиях, однако указанные объекты изучаются как особый вид культурного ландшафта – сакральный – представителями культурной географии.

Также существуют понятия святынь, святых мест. Но предложенная дефиниция не совпадает по своему семантическому объему с уже существующими терминами, а характер и задачи исследования предполагают использование именно ее (рис. 1).

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, аспирант; e-mail: 777sir@gmail.com



Рис. 1. Соотношение объема понятий дефиниции «комплекс традиционной культуры» с объемами понятий «святыня», «сакральный ландшафт», «святая место»

Fig. 1. Correlation of the concepts of the "complex of traditional culture" definition with the concepts of "shrine", "sacred landscape" and "holy place"

Существует несколько основных подходов к определению данных объектов, среди которых важнейшие – структурный и ландшафтный.

Структурный подход различает три типа пространственных категорий: точечные, линейные, площадные. Это хорошо подходит к комплексам традиционной культуры, где в качестве условно точечных объектов выступают собственно комплексы традиционной культуры и населенные пункты, в качестве условно площадных – обыденные (вернакулярные) районы, которые формируются в ареале влияния комплекса традиционной культуры, в качестве условно линейных – границы районов, которые прочно зафиксированы в фольклорной памяти.

Обычно аналогом комплексов традиционной культуры при структурном подходе выступают святыни или святые места (А.А. Григорьев). А.Г. Манаков считает их составной частью этноконтактных зон.

Ландшафтный подход определяет подобные объекты как сакральные ландшафты. Так, Ю.А. Веденин относит их к четвертому типу ассоциативных ландшафтов [Веденин, 2018]. Кроме комплексов традиционной культуры в эту группу входят также монастыри, прочие сакральные городские и загородные комплексы, включая прилегающие земли и виды окрестностей. При данном подходе феномен комплекса традиционной культуры рассматривается более широко, включает обширные факультативные буферные территории, тяготеющие к нему.

В.Н. Воловик при выделении сакральных ландшафтов утверждает: «Понятие сакральное есть базовый признак традиционной культуры, который определяет подчиненность и композиционную структуру сельского этнокультурного ландшафта» [Воловик, 2013]. Б.Ц. Гомбоев проводит типологию культовых мест (сакрального пространства) по сле-

дующим признакам: этническому, физико-географическому (горные, степные, водные источники и пр.), сезонному [Гомбоев, 2006]. М.Е. Кулешова рассматривает сакральный ландшафт как часть культурного ландшафта, более крупного социокультурного образования, жизненной среды достаточно большой группы людей [Кулешова, 2002]. В.Н. Калущков разделяет сакральные места на два типа – святые места и «несвятые» места [Калущков, 2016]. Признаки комплексов традиционной культуры можно также найти в описании мемориальных сохранившихся мест.

Интересен пример структуры святого места, которую предлагает В.Н. Калущков с соавторами [Иванова и др., 2003]: а) место (фрагмент природного ландшафта); б) культовый объект (святыня); в) «имя» – топоним и/или антропоним (имя святого или человека, связанного со святыней); г) фольклорные тексты разной жанровой природы (легенды, предания, поверья и проч.); д) обряды, совершаемые при посещении святого места (христианские – крестный ход, обетное паломничество, молебен; магические – обережные, лечебные и прочие ритуалы). Тремя последними компонентами по преимуществу и создается информационное поле святого места (его «устная агиография»), которое, в конечном счете, определяет его судьбу (в частности, возможность/невозможность возрождения святыни спустя какое-то время после ее разорения или уничтожения). Такую структуру имеют многие комплексы традиционной культуры.

Представляется, что ландшафтное понимание феномена комплексов традиционной культуры немного сужает его объектную область, так как большинство комплексов традиционной культуры сохраняет свое значение и при существенной трансформации природной основы. Здесь большую роль имеет сохранность специфической информации – «легенды» объекта. Поэтому комплексы традиционной культуры можно рассматривать не только в ландшафтном, но и в социокультурном пространстве, которое можно определить кратко как способ культурного бытия людей в рамках определенных территориальных границ. Культурное освоение определенного пространства порождает особенную ценностно-символическую и нормативную систему, его материальные и духовные объекты и особую коммуникативную среду.

Материалы и методы исследований. Комплексы традиционной культуры являются узловыми объектами социокультурного пространства на локальном уровне и важным компонентом при конструировании локальной идентичности [Герасимович, 2019].

О комплексах традиционной культуры Беларуси собран огромный объем материалов как местными краеведами, так и представителями различных научных дисциплин – геологами, археологами, антропологами, гидрологами, ботаниками и т. п. Исследовательская деятельность велась с начала XIX в., причем на рубеже XIX и XX вв. приняла дей-

ствительно массовый характер; этот период иногда называют «золотым веком» белорусского краеведения. Следует отметить, что подобные исследования проводились повсеместно на территории Российской империи, а потом и в СССР (в межвоенный период). Эти материалы и послужили одним из основных источников при написании статьи.

Второй важнейший источник – результаты около 200 экспедиций Этноисторического центра «Явор», совершенных начиная с 2000 г., а также результаты собственных экспедиций автора, в рамках ряда исследовательских тем кафедры экономической и социальной географии России МГУ им. М.В. Ломоносова. Они затронули 90 из 118 административных районов Беларуси, а также ряд пограничных районов России.

Полевые исследования включали неструктурированные, частично структурированные и глубинные интервью с местным населением, членами локальных сообществ. Среди них были как рядовые члены, так и «хранители» комплексов традиционной культуры, у которых фиксировался максимальный объем информации об объектах; пожилые члены сообществ, вовлеченные ранее или до времени опроса в обрядовую деятельность, связанную с комплексами традиционной культуры, либо присматривающие за данными объектами. Также интервью брались у последующих поколений в семьях этих членов сообществ, чтобы выяснить степень сохранности и трансформации остаточной фольклорной памяти. Использовались также этнографические (этнометодологические) записки с непосредственной территории комплексов традиционной культуры. Для получения максимально полных сведений поездки часто совершались во время обрядовых праздников, связанных с данным локальным комплексом традиционной культуры, если таковые имелись и были привязаны к определенной дате. Опросы и интервьюирование проводились в нескольких населенных пунктах вокруг комплексов традиционной культуры. Последние данные использовались для пространственного анализа географических границ локального сообщества, при этом использовались картографический и картометрический методы.

Классификация комплексов традиционной культуры Беларуси. В.Н. Калущков с соавторами

предложил следующую типологию святых мест: он разделил их по соотношению официального и неофициального почитания, а также по культурной и природной составляющей, соответственно, на монастыри, церкви, часовни, кресты, ключи и источники, ручьи, озера, камни, деревья и рощи. Кроме трех первых объектов, все остальные относятся к комплексам традиционной культуры [Иванова и др., 2003].

На основании генезиса имеет смысл выделить следующие группы комплексов традиционной культуры, встречающихся на территории Беларуси и в сопредельных регионах: природные (гидрологические, ботанические, литологические), антропогенные и природно-антропогенные (ландшафтные) (рис. 2). К гидрологическим следует относить типы: озера (виды – святые, цветные, синие, черные, белые, бездонные, с храмами, провалившиеся), реки, родники (виды – агионимические, лечебные, места явления икон), болота. К ботаническим – сакральные дубы и некоторые другие деревья, сакральные рощи. К литологическим – камни-следовики, портные, камни-мебель (окаменевшие по преданию дома, стулья, кровати, столы и др.), с ямками; каменные кресты, валуны, антропоморфные и зооморфные камни (окаменевшие по преданию люди или животные). К антропогенным – курганы-палимпсесты (татарские, шведские, французские горы или могилы), старые кладбища, пещеры, валы, дороги, мосты, поклонные и придорожные кресты, девичьи горы, городища, селища, церквища. К ландшафтным – отдельные холмы (святые и лысые горы, красные горки и др.), прощи.

В Восточной Европе особенно велика концентрация комплексов традиционной культуры в Восточной Беларуси и сопредельных областях России (Псковской, Смоленской, Брянской, части Московской и Тверской) на территории, некогда населенной племенами кривичей и радимичей, а также на севере России. Такая концентрация связана с фронтирным характером данной территории. Многочисленные войны и конфликты неоднократно приводили к разрушению здесь культовых объектов, храмов. И эта ниша частично была занята комплексами традиционной культуры.

Каждый такой комплекс имеет свой ареал влияния – своеобразный вернакулярный район, в пре-



Рис. 2. Группы комплексов традиционной культуры

Fig. 2. Groups of traditional cultural complexes

делах которого жителям сельских населенных пунктов доступна легенда данного комплекса, который они считают своим, также сохраняется мнение о принадлежности всех населенных пунктов к единой локальной общности [Смирнягин, 2011].

Особенности функционирования локальных комплексов традиционной культуры в Восточной Европе зависят от того, к какой группе объектов традиционной культуры они относятся.

Ландшафтные комплексы традиционной культуры. Наибольший ареал задействован в прощах. Под прощами понимают освященное природное урочище, чаще всего возле источника с поставленным крестом, распятием или часовней с иконой. Прощи – феномен, характерный для Северного Полесья, большинство из 34 таких объектов отмечены в этом регионе [Дучыц, 2013] (рис. 3), однако единичные прощи известны также в других регионах Беларуси, в России [Бернштам, 2005] и на Украине [Листопад, 2002]. Отличие этих объектов в том, что они формируют более пространственные зоны влияния, чем большинство других комплексов традиционной культуры. Территория их влияния может охватывать несколько районов, они являются значительными сакральными объектами. Анализ собранных сведений о прощах показывает, что в основном их возникнове-

ние связано с представлениями о появлении на этом месте иконы Богоматери или самой Богоматери.

Сложно сказать, когда появилось название «проща» по отношению к комплексам традиционной культуры. В XVII в. такие объекты уже упоминаются [Дучыц, 2013].

Экспедиции Этноисторического центра «Явор» побывали на 15 прощах. Восемь из них действуют и сегодня, семь прощей уничтожены в советские времена, но память о них в народе хорошо сохранилась. Практически вся собранная информация о них была опубликована крупнейшим исследователем прощ Беларуси – археологом, канд. истор. наук Л.В. Дучыц [Дучыц, 2013]. Эта информация отображена в таблице.

Наиболее ранними из восьми действующих прощ являются Кривицкая, или Куницкая, проща около д. Кривичи Солигорского района, а также Любоничская проща в Кировском районе на Святой горе, или Девич-горе.

До революции на холме, где сейчас располагается Кривицкая проща, стояла деревянная церковь, а рядом маленькая часовня. Вокруг было кладбище с каменными и деревянными крестами, присутствовали следы курганных захоронений. Экспедиция «Явора» посетила прощу на православную Пас-

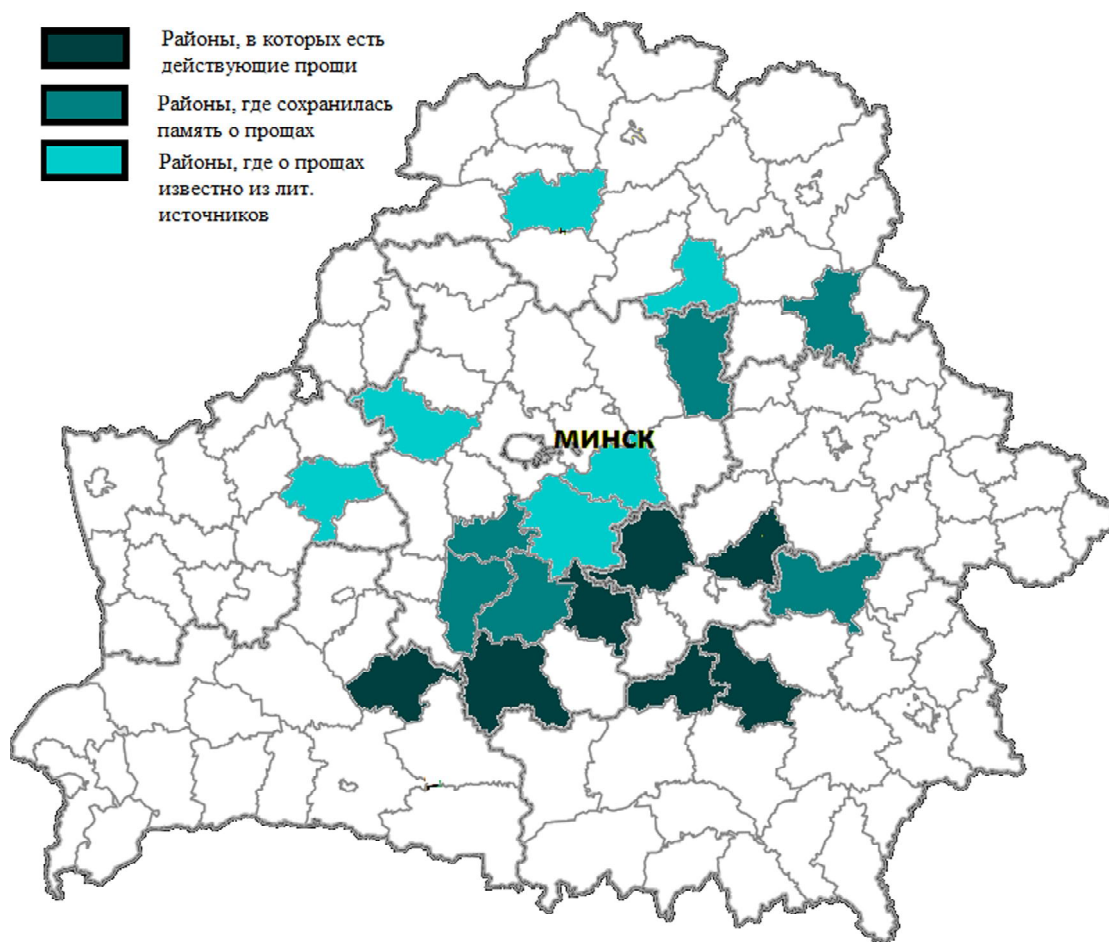


Рис. 3. Районы Беларуси, где есть или были прощи

Fig. 3. Regions of Belarus with current and historic reposing (proshchy)

Т а б л и ц а

Информация о локализованных прощах Беларуси

Проща	Район	Первое упоминание, год	Элементы	Освоенность
Кривицкая	Солигорский	1853	Холм, три деревянных креста, фундамент храма	Церковью
Любоничская	Кировский	1822	Холм, кресты, фундамент, источник	Церковью
Рудобельская	Октябрьский	1868	Камень-следовик, дуб, крест, источник, озеро	Церковью
Избийский Бор	Ганцевичский	1879	Крест, явление иконы, фундамент	Церковью
Борисов Гай	Стародорожский	1929	Холм, кресты, сосна	Населением
Карытное	Осиповичский	1924	Холм, кресты, явление иконы, фундамент	Церковью
Хутор	Светлогорский	1937	Холм, камень-следовик, кресты, фундамент, источник, курганы	Населением
Морочь	Солигорский	1950-е	Дуб, кресты, фундамент	Населением
Семь не действовало, но сохраняются в исторической памяти: Прощицы, Евлицкая (обе – Слуцкий район), Рекотин (Рогачевский), Прошика (Крупский), Корма (Узденский), Семежево (Копыльский), Юрьевская (Оршанский район)				

ху в 2008 г. На месте разрушенного храма стояли три больших деревянных креста, покрытые двухскатной крышей. Около каждого креста прикреплен жертвенный столик. Сохранились камни от фундамента храма; со временем зародилась традиция на Пасху покрывать эти камни белыми скатертями.

В наши дни крестный ход с Любоничской церкви идет на прощу на второй день Троицы. На горе стоят кресты и жертвенный столик, а недалеко – почитаемый источник.

Две прощи, где побывали экспедиции «Явора», возникли в середине XX в. Это святыни возле деревень Хутор Светлогорского района и Морочь Солигорского района. Они находятся в урочищах Проща или Церковище.

Около д. Хутор проща появилась на месте бывшей церкви, разрушенной в 1936–1937 гг. Холм, где находится святыня, стоит среди болот, и к нему ведут тропы от всех окружающих деревень, которые расположены на довольно большом расстоянии. Рядом с прощей в старой дубраве – курганный могильник, а около холма – источник и камень-следовик. Впервые о проще стало известно от местных краеведов. Экспедиция «Явора» побывала здесь в 2004 г. в День Святой Троицы. Именно в этот день сюда собираются люди, чтобы одеть кресты, которых здесь более двадцати.

Название «проща» закрепилось и за местом бывшей Воскресенской церкви в д. Морочь Солигорского района. Кресты здесь поставлены на месте алтарной части, а там, где была часовня, – растет дуб, который перепоясывают тканью. Экспедиция «Явора» была здесь в 2001 г. и зафиксировала, что на прощу местные жители приходят как в обычную церковь.

На пять святынь вместе с паломниками ходят и священники (в деревнях Кривичи, Любоничи, Будча, Заозерье и Корытное), а в Щитковичах, Хутор и Морочь – только паломники.

Выявлено, что семь комплексов традиционной культуры уже не действуют. Во-первых, это проща

(источник) в д. Прощицы около Слуцка, хотя сам заросший источник еще могут показать. От Евлицкой прощи осталась только память, а на ее месте теперь поле. Первый раз ее уничтожили в 1930-е гг. Во время Второй мировой войны она была восстановлена, поставлены большие кресты. В 1962 г. уничтожили кресты, и осталась только человеческая память (записано «Явором» в 2001 г.).

В XIX в. на праздник Вознесения Господня крестный ход шел от костела в местечке Свержень на Рогачевщине на Прощенскую часовню над источником при реке Рекотин, там проходили большие ярмарки. В 2009 г. экспедиция «Явора» посетила Свержень. Традицию крестных процессий на Прощенский источник переняла православная церковь. По преданию на этом месте появился чудотворный образ. Сейчас источник зарос, найти его трудно, но люди старшего поколения помнят, что источник называли Святой Колодец или Часовня.

В д. Прошика (Прощица) Крупского района, на берегу озера Селява, существует источник Проща. Саму прощу (часовню и другие элементы) уничтожили в 1936–1937 г. Церковь-прощу помнят в д. Корма Узденского района. У церкви был источник. Святыня уничтожена в 1930-е гг. Осенью 2012 г. в д. Семежево Копыльского района старожилы вспоминали, что местный луг некогда называли проща, но больше ничего сказать не смогли.

В 1920-е гг. около пгт Ореховск Оршанского района один из заливов Плехановского озера называли Юрьевская пристань, и там действовала Юрьевская проща. Рядом сохранился курганный могильник, был камень-следовик.

О прочих прощах Беларуси пока ничего неизвестно. Среди них – некогда широко известная проща около д. Пережир Пуховичского района, Вызнянская проща в Солигорском районе (ныне д. Красная Слобода), Лисичанская проща. Надежда найти эти святыни остается.

Также пока не найдены следующие прощи: возле д. Прошицы у озера Гузонин (Чашникский район), у д. Прошково в Глубокском районе (упоминается Золотая Горка, на ней старое кладбище и деревянная часовня).

М. Янчук в 1886 г. в Минской губернии отнес к прощам еще пять деревенских святынь: Сенежицы современного Новогрудского района, Святую Гору около ст. Верхлес (Гудовичи) Червенского района, источник в урочище Вольск около Качеричей (ныне пгт Кировск), источник около Ракова Воложинского района и Марьину Горку [Янчук, 1889].

На прощи ходили и православные, и католики. В Свержене Рогачевского района сначала на прощу был крестный ход от костела, а потом эта традиция перешла к православной церкви. Деревня Прошицы Слуцкого района входила в католический приход, а в с. Прошково Глубокского района на кладбище была католическая часовня.

Ландшафтные комплексы традиционной культуры меньшего масштаба представлены сакрализованными холмами – Святыми и Лысыми горами, Красными горками. Реже встречаются Чертовы, Девичьи, Бабы, Дедовы горы, а также цветные – Синие, Черные, Белые и т. д. Особую группу составляют горы, где провалилась церковь. Для каждого вида данных ландшафтных комплексов присуща своя легенда, при этом легенды отдельных объектов каждого вида различаются незначительно.

Гидрологические комплексы традиционной культуры. Из них наиболее многочисленны святыне источники. Их в Беларуси несколько сотен, на данный момент локализовано и нанесено на публичную карту 553 (рис. 4).

Каждый из них имеет свою легенду, часто она связана с посещением Богоматери, Христа или святых, с обретением их икон. Для каждого источника характерен уникальный обряд поклонения, на многих оборудованы купальни, часовни. Предание оговаривает целебные свойства воды, от каких болезней она помогает, какие части тела лечит.

Один из святых источников находится в 300 м на юго-восток от д. Клины (бывшее название – Слобода Синяя) Славгородского района Могилевской области и представляет собой небольшое озерко диаметром около 10 м. Из него вытекает река Голуба, впадающая в Сож. Источник является памятником нематериального культурного наследия. Он имеет разные названия – Синий Колодец, Синяя Криница, Голубая Криница и др. Существует много легенд, связанных с источником. Около него проходят церковные службы на Маковей, Яблочный Спас и Десятуху (в десятую пятницу после Пасхи). Культурный источник получил свое название из-за необычного синего цвета воды. Во время служб сюда съезжались население более чем с 15 районов Гомельской, Могилевской и Минской областей, из смежных районов России.

Наибольшая концентрация святых источников характерна для восточных и центральных районов Беларуси (рис. 5).

Озерные комплексы традиционной культуры включают в себя Святые, Бездонные, Черные, Белые, Синие озера, озера с храмами, которые провалились. Подавляющее большинство сакральных озер Беларуси имеют в своих легендах элементы предания о храмах или поселениях, которые провалились.

Ботанические комплексы традиционной культуры. Культ деревьев у белорусов, как и у многих других народов, связан с обожествлением природы. В мировоззренческой картине их предков деревья выступали символом вечной жизни.

В число сакральных обычно попадали деревья, в которые ударяла молния или на которых появлялись божественные лики, рядом с которыми лежал культовый камень, из-под которых вытекал святой источник, а также имеющие необычную форму, со сквозными дуплами – перелезая через них, больные как бы оставляли там свои недуги. Особенно древние славяне почитали дуб. В фольклоре он символизировал всемирное дерево. На Радуницу в качестве оброка умершим родственникам на нижние ветви почитаемого дуба вешали вышитые рушники, так как верили, что его мощные корни уходят на тот свет. У многих из таких святынь есть особый день (праздник Святой Троицы, Успение Пресвятой Богородицы), когда их энергетика и чудотворная сила по преданиям достигают своего пика.

Точное число сакральных деревьев в Беларуси назвать невозможно. Некоторые из них в силу обстоятельств и возраста погибают, со временем обнаруживаются новые.

Дуб-Якуб в деревне Козлы Несвижского района – самый старый в Минской области. Этому памятнику природы республиканского значения около 230 лет.

Царь-дуб, дуб-патриарх в Пожежинском лесничестве Малоритского района, в 3 км восточнее деревни Старое Роматово – самый старый дуб Беларуси. По поверью, чтобы быть здоровым, надо прижаться к его стволу и постоять так несколько минут. Женихи и невесты традиционно по дороге в церковь заезжали сначала к Царь-дубу поклониться ему, чтобы он их «обвенчал», танцевали вокруг него.

Кроме дубов объектами традиционной культуры могут быть и другие деревья. Святая сосна Кулина находится в верховьях реки Вилии около деревни Красники в Докшицком районе. Груша, что растет между деревнями Бушмичи и Верховичи в Каменецком районе Брестской области образует урочище Святая Грушка. Эта груша – объект паломничества сотен православных. Откуда пошел обычай нести в урочище поклонные кресты, никто уже не помнит, но его свято соблюдают больше 100 лет. В 1960-е гг. груша была выкорчевана, разрушена часовня возле нее. Кто-то посадил новое дерево, но вскоре уничтожили и его. Сегодня здесь растет уже третья груша. В 2012 г. рядом с ней построили и освятили церковь. Каждый год 27 августа, накануне Успения Пресвятой Богородицы, сюда съезжаются священники и служат молебен. Ото-

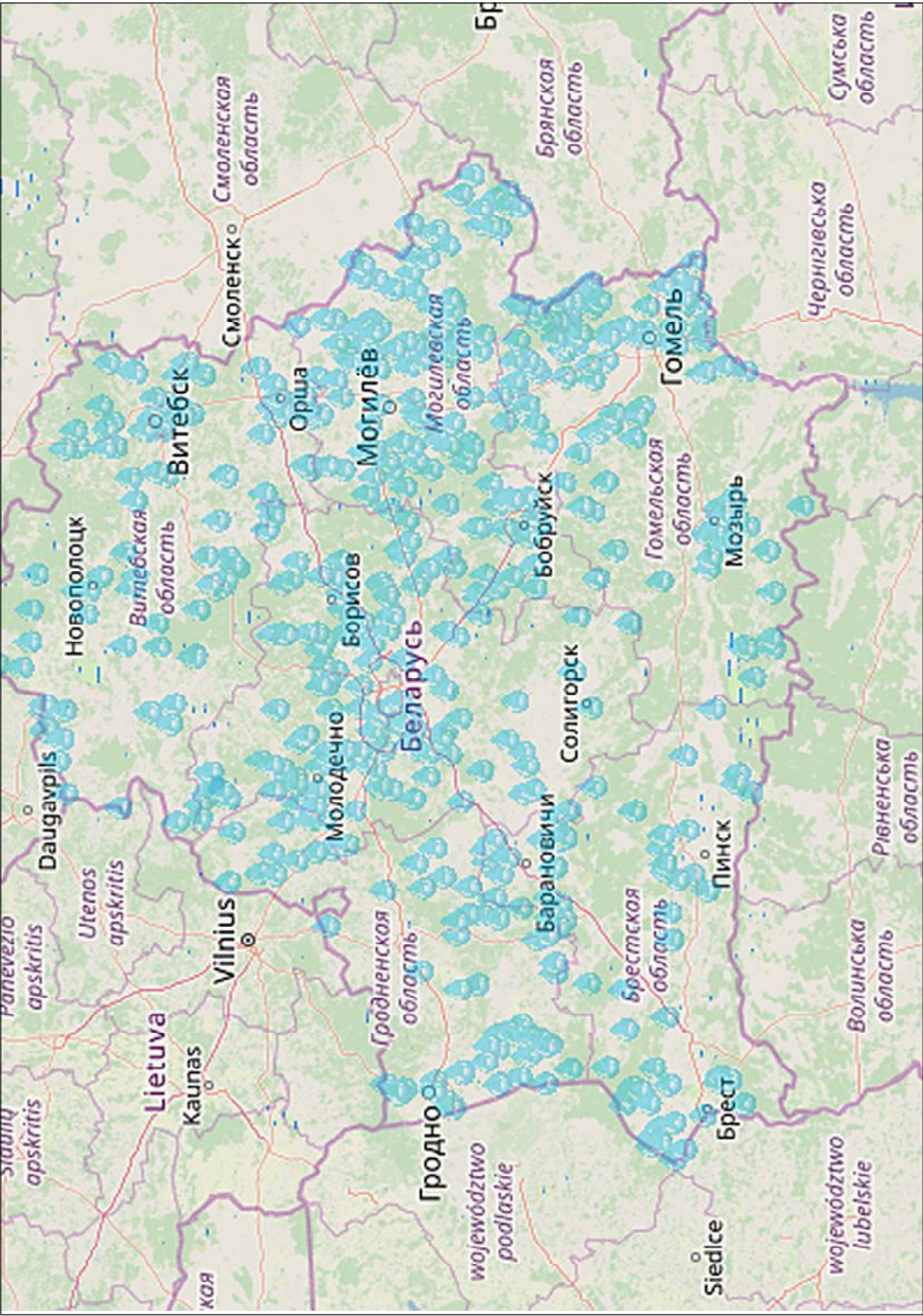


Рис. 4. Святые источники Беларуси

Fig. 4. Holy springs of Belarus

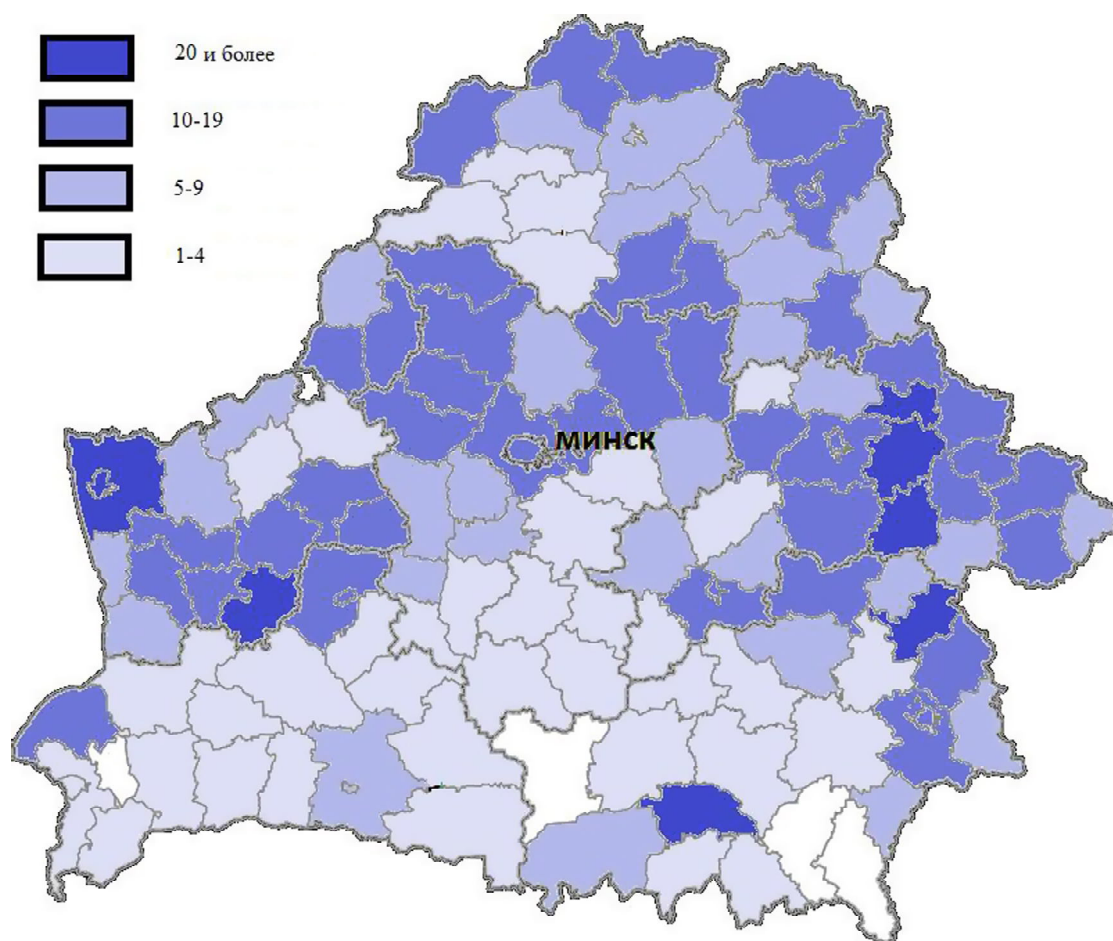


Рис. 5. Распределение святых источников по районам Беларуси

Fig. 5. Distribution of holy springs over the regions of Belarus

всюду прибывают сотни паломников. До начала торжественного богослужения совершается обряд поклонения дереву. Нужно поцеловать иконы на крестах, дотронуться до ствола груши, помолиться за здоровье родных и завязать цветную ленточку на ветке. Люди, которые хотят исцелиться, вкапывают возле груши небольшие деревянные кресты и украшают их лентами, а рядом установлены деревянные кресты с иконами.

Антропогенные комплексы традиционной культуры. Еще более локальное значение имеют классические палимпсесты [Meinig, 1979] – шведские, французские, татарские горы и т. п. Но и для них характерен институт «смотрителя», который также заботится о сохранении секретности расположения объекта от «чужаков». Механизм наслоения информации в таких палимпсестах связан со сменой завоевателей, вторгавшихся на данную территорию. Так французские горы когда-то были шведскими, а до этого могли быть татарскими и т. п. Большинство данных объектов представляет собой классические курганные могильники, обычно балтского, но часто и славянского генезиса. Иногда это могут быть также раннесредневековые городища. Основной сюжет легенд, связанных с ними, – они

были нанесены шапками врагов, которые когда-то проходили по этой территории (татар, шведов, французов). Автор разговаривал с жительницей г. Туров Гомельской области Беларуси, которая утверждала, что известное городище Бечи раннего железного века – на самом деле гора, которую нанесли касками немцы во время Великой Отечественной войны. При этом она ссылаясь на маму и многочисленных соседей. При опросе пожилых жителей, они не смогли точно вспомнить, какие именно враги нанесли эту гору головными уборами. Назывались не только немцы времен обеих мировых войн, но и французы. Это – классическая демонстрация постепенной смены слоев палимпсеста.

Вообще, археологические объекты, в первую очередь городища, курганы и средневековые могильники, являются памятниками не только материальной, но и духовной, нематериальной культуры. Они овеяны всевозможными легендами, некоторые из них являются памятниками традиционной культуры. Так, одно из городищ в Мстиславле и сегодня называют Девичья Гора или Девичий Городок. С культом Девы связаны не только городища с названием Девичья Гора, но и с названиями Паненская Гора, Марилина Гора, Марына Гора. Панен-

ская Гора существует в Логойске. Еще в послевоенные времена на Паненской горе ставили огромные деревянные кресты, якобы в память о том, что здесь погибла девушка.

На многих городищах издревле и до сегодняшнего дня справляют Купалье. Еще в 1970-е гг. молодежь собиралась на Купалье на городище Капказ среди болота около д. Киевец Крупского района. Ходили на гору и на Пасху. Купальские костры еще и теперь разжигают на городищах Масковичи и Пустошки Браславского района, Чернооки и Латыгово Верхнедвинского района и на некоторых других.

Как уже упоминалось, по местным традиционным представлениям на многих городищах провалился храм. На некоторых городищах с такими легендами до недавнего времени ставили кресты. Так, на городище времен раннего железного века около д. Мысли Копыльского района до середины XX в. стоял огромный деревянный крест с зеркалами. В память о храме кресты не так давно еще стояли на городище в д. Великие Немки Ветковского района.

Во многих местах, особенно там, где не менялось население, сохранялась святость и неприкосновенность курганов. О вторичной ритуализации

курганных могильников свидетельствуют результаты археологических раскопок. На вершинах насыпей и в окружающих овражках под дерном выявлены костры и на них остатки посуды XVI–XVIII вв. (Сухая Гора и Селище Логойского, Малевичи Вилейского, Маяк Бобруйского района).

Много информации о сакрализации кладбищ. На Радунцу и Деда люди посещают не только могилы близких, но и старые кладбища. Святыми считаются найденные на местах старых кладбищ каменные кресты. О сакрализации старых кладбищ свидетельствуют и предания о сокровищах, о храме, что провалился (Ухвала Крупского, Рыбаки Сенненского, Стража Кировского, Попелы Глубокского района и др.). Сакрализированы были и многие кладбища иноверцев – татарские и еврейские. Около села Синявка Клецкого района татарское кладбище оказывало чудодейственную помощь женщинам, которые хотели иметь детей. В определенный четверг сюда шли с просьбой к Богу послать ребенка не только мусульманки, но также иудейки и христианки. На кусты можжевельника женщины завязывали полотенца или красные ленты.

Таким образом, многие антропогенные комплексы традиционной культуры стали сакральными эле-

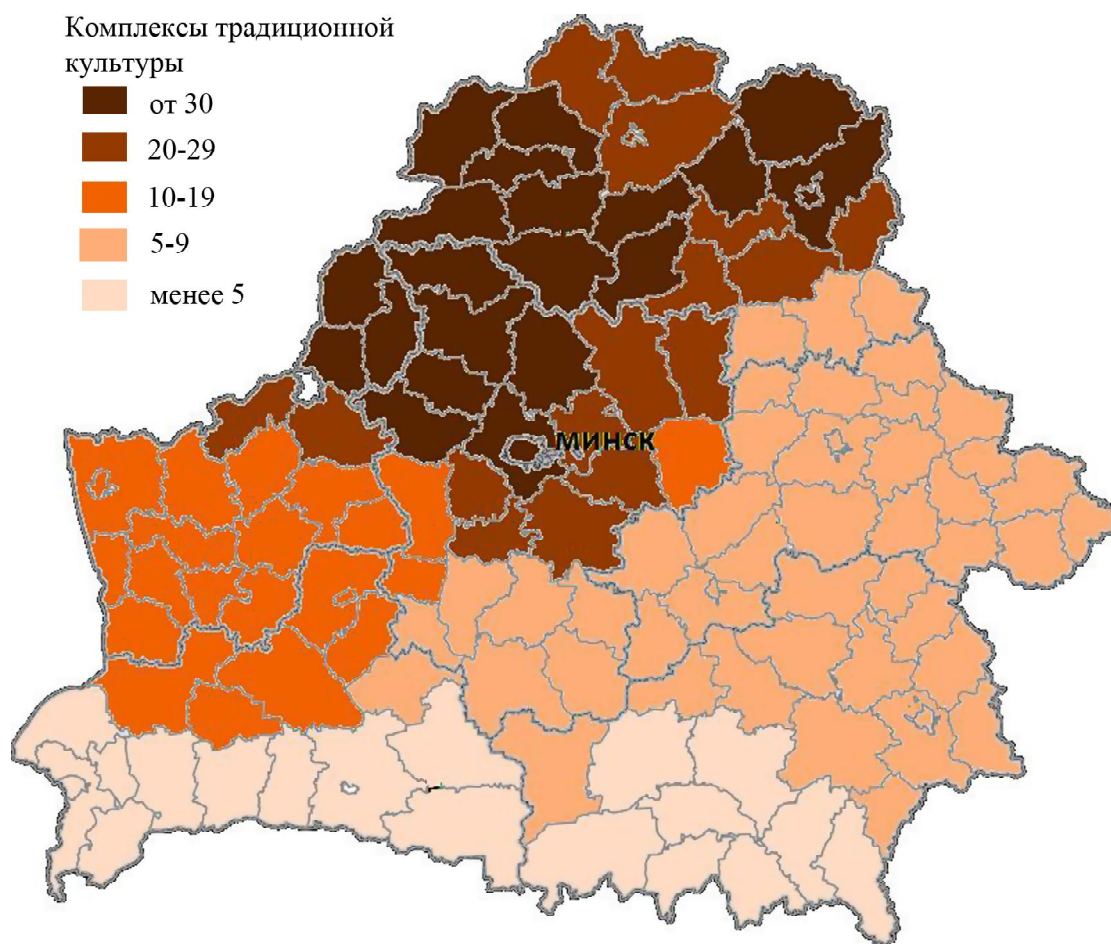


Рис. 6. Насыщенность литологическими комплексами традиционной культуры районов Беларуси

Fig. 6. Density of lithological complexes of traditional culture in the regions of Belarus

ментами историко-культурного ландшафта и превратились в комплексы традиционной культуры.

Литологические комплексы традиционной культуры. Они имеют локальный характер и ограничивают свой ареал влияния несколькими сельскими населенными пунктами. Иногда они включены в религиозные комплексы, на них могут находиться алтари храмов, но иногда они являются альтернативой церковному приходу. Для большинства таких объектов характерен институт «смотрителя» – наиболее уважаемого в локальной общине человека, осуществляющего уход и обеспечивающего сохранность такого комплекса.

Валуны и камни, на поверхности которых есть отпечатки (природные или искусственные) в виде ноги или ладони человека (антропоморфные) или в форме следа различных животных (зооморфные), относят к камням-следовикам. Обычно след один, но встречаются и два, и три, а иногда и больше. Камни с углублениями в виде следа встречаются по всему миру и везде считаются культовыми. Больше всего камней-следовиков на территории, близлежащей к Балтийскому морю. Над некоторыми из них построены часовни, храмы. Культ следовиков имеет давнюю традицию и сочетается как с языческими, так и с христианскими верованиями. На территории Беларуси насчитывается около 100 камней-следовиков [Дучыц и др., 1996]. В основном эти камни имеют небольшие размеры: от 0,5 до 1,5–2,0 м в диаметре и от 0,3 до 1,0 м в высоту. Сами же следы на камнях углублены на 1–3 см и имеют размеры естественных следов человека и животных. Чаще всего на камне находится один след, но изредка встречаются два и даже три.

Почти каждый следовик имеет название. Обычно оно связано с христианскими святыми, Богоматерью или Христом.

Иногда через христианские наслоения пробивается более древнее название, что говорит о том, что следовики имеют явные черты палимпсестов, как и большинство других комплексов традиционной культуры (След Волотовны, Девичий След и т. п.).

В Беларуси регулярная работа по выявлению, фиксации и изучению культовых и культурно-исто-

рических валунов и камней на территории республики началась лишь около сорока лет назад [Карабанаў и др., 2011].

Камни с ямками (или лунками) наиболее часто встречаются в Северной и Средней Европе. При этом существуют различные версии насчет назначения лунок. Большинство специалистов склоняется к мнению, что подобные камни связаны с культом предков и лунки рукотворные.

Выводы:

– ключевые комплексы традиционной культуры являются объектами изучения культурной географии, к их общим чертам относятся: зафиксированность в фольклорной памяти и влияние на местную локальную идентичность, многие из них носят палимпсестный характер и являются основой для выделения вернакулярных районов в архаичной системе «свой–чужой»;

– в Восточной Европе наибольшая концентрация комплексов традиционной культуры наблюдается в Восточной Беларуси и сопредельных областях России (Псковской, Смоленской, Брянской, части Московской и Тверской), а также на севере России. Такая концентрация связана с приграничным характером данной территории. Многочисленные войны и конфликты неоднократно приводили к разрушению здесь культовых объектов, храмов. И данная ниша частично была занята комплексами традиционной культуры;

– целесообразно выделить следующие группы комплексов традиционной культуры: природные (гидрологические, ботанические, литологические), антропогенные (археологические и инфраструктурные) и природно-антропогенные (ландшафтные). К гидрологическим следует относить типы: озера (виды – святые, бездонные, с провалившимися храмами), реки, родники (виды – агионимические, лечебные, места явления икон) и болота. К литологическим – камни-следовики, портные, с ямками; каменные кресты, валуны. К археологическим – курганы-палимпсесты (татарские, шведские, французские горы, могилы), девичьи горы, городища, селища, церквища. К ландшафтным – отдельные холмы (святые и лысые горы, красные горки и др.), прощы. К инфраструктурным – старые кладбища, валы, дороги, мосты, поклонные и придорожные кресты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бернштам Т.А. Приходская жизнь русской деревни: Очерки по церковной этнографии. СПб.: Петербургское востоковедение, 2005. 311 с.

Веденин Ю.А. География наследия. Территориальные подходы к изучению и сохранению наследия. М.: Новый Хронограф, 2018. 472 с.

Воловик В.Н. Категории сакрального ландшафта // Географический вестник. 2013. № 4(27). С. 26–34.

Герасимович С.А. Комплексы традиционной культуры в фокусе локальной идентичности // Географический вестник. 2019. № 4(51). С. 82–95.

Гомбоев Б.Ц. Культовые места Баргузинской долины. Улан-Удэ: Изд.-полигр. комплекс Вост.-Сиб. академии культуры и искусств, 2006. 287 с.

Дучыц Л.У. Прошчы ў гісторыка-культурным ландшафце Беларусі // Традыцыі і сучасны стан культуры і мастацтваў. Ч. 5: Праблемы захавання і папулярызацыі культурнай спадчыны: мат. навуц.-практ. канферэнцыі. Мінск: Права і эканоміка, 2013. С. 56–65.

Дучыц Л.У., Зайкоўскі Э.М., Ляўкоў Э.А., Карабанаў А.К., Вінакураў В.Ф. Камяні-следавікі Беларусі // Гістарычна-археалагічны зборнік. 1996. № 9. С. 133–141.

Иванова А.А., Калущков В.Н., Фадеева Л.В. Материалы к этнокультурному атласу Святые места Пинежья // Актуальные проблемы полевой фольклористики. Т. 2. М.: МГУ, 2003. С. 198–241.

Калущков В.Н. Культурная география России. Ч. 1: Теоретический и специальный разделы. Учебное пособие. М.:

Факультет иностранных языков и регионоведения МГУ, 2016. 140 с.

Карабаняў А.К., Вінакураў В.Ф., Дучыц Л.У., Зайкоўскі Э.М., Клімковіч І.Я. Культывавы і гістарычныя валуны Беларусі. Мінск: Беларуская навука, 2011. 235 с.

Кулешиова М.Е. Управление культурными ландшафтами и иными объектами историко-культурного наследия в национальных парках. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. 105 с.

Листопад О. Феномен святых криниц. Киев: Геопринт, 2002. 73 с.

Смирнягин Л.В. Региональная идентичность и география // Идентичность как предмет политического анализа. М.: ИМЭМО РАН, 2011. С. 177–186.

Янчук Н.А. По Минской губернии (заметки из поездки в 1886 году). М.: Типография А. Левенсон и К, 1889. 130 с.

Bird S.E. It Makes Sense To Us: Cultural Identity in Local Legends of Place. *Journal of Contemporary Ethnography*, 2002, vol. 31, no. 5, p. 519–547.

Meinig D.W. Introduction. *The Interpretation of Ordinary Landscapes: Geographical Essays*. New York – Oxford: Oxford University Press, 1979, p. 1–7.

Поступила в редакцию 21.09.2020

После доработки 04.10.2020

Принята к публикации 06.10.2020

S.A. Herasimovich¹

GEOGRAPHICAL APPROACH TO THE STUDY OF TRADITIONAL CULTURAL COMPLEXES IN BELARUS

Territorial complexes of traditional culture, i. e. areas of particular value within the collective folklore memory, are specific elements of the cultural landscape. These objects are characterized by two components, i. e. a natural or anthropogenic basis – a material element of the cultural landscape, and a legend associated with it – a folklore link that explains its importance for the local community, and sometimes the ritual system of visiting the object by the local community members. The physical presence of a material object allows preserving the legend and the legend prevents the destruction of the object by the local community.

The phenomenon of traditional cultural complexes is just poorly covered by modern social and geographical studies.

As for Eastern Europe, there is a particularly high concentration of the complexes of traditional culture in Eastern Belarus and adjacent regions of Russia, as a result of the frontier position of the territory. Specific features of the functioning of local complexes of traditional culture in Eastern Europe depend on which group of the objects of traditional culture they belong to.

A large volume of materials has been collected about the traditional cultural complexes in Belarus.

Based on the genesis, the following groups of traditional culture complexes were identified for the territory of Belarus and neighboring regions: natural (hydrological, botanical, lithological), anthropogenic and natural-anthropogenic (landscape). Each group is further subdivided into several types and classes.

Key words: folklore memory, local identity, CTC classification, frontier, reposing (proschy), palimpsests

REFERENCES

Bernshtam T.A. *Prikhodskaya zhizn' russkoi derevni: Ocherki po tserkovnoi etnografii* [Parish Life of the Russian Village: Essays on Church Ethnography], St. Petersburg, Peterburgskoe vostokovedenie Publ., 2005, 311 p. (In Russian)

Bird S.E. It Makes Sense To Us: Cultural Identity in Local Legends of Place, *Journal of Contemporary Ethnography*, 2002, vol. 31, no. 5, p. 519–547.

Duchyts L.U. Proshchy ŷ gistoryka-kul'turnym landshafte Belarusi [Reposing (proschy) in the historical and cultural landscape of Belarus], *Tradytsyi i suchasny stan kul'tury i mastatsvaŷ. Ch. 5: Prablemy zakhavannya i papulyaryzatsyi kul'turnai spadchyny*: Mat. navuk.-prakt. Kanferentsyi, Minsk, Prava i ekanomika Publ., 2013, p. 56–65. (In Belarusian)

Duchyts L.U., Zaykoŷski E.M., Lyaŷkoŷ E.A., Karabanay A.K., Vinakuraŷ V.F. Kamyani-sledaviki Belarusi [Footprint stones in Belarus], *Gistarychna-arkhealagichny zbornik*, Minsk, 1996, no. 9, p. 133–141. (In Belarusian)

Gomboev B.Ts. *Kul'tovye mesta Barguzinskoj doliny* [Iconic places of the Barguzin valley], Ulan-Ude, Vost.-Sib. akademii kul'tury i iskusstv Publ., 2006, 287 p. (In Russian)

Herasimovich S.A. Kompleksy traditsionnoi kul'tury v fokuse lokal'noi identichnosti [Complexes of Traditional Culture in the Focus of Local Identity], *Geograficheskii vestnik*, Perm', 2019, no. 4(51), p. 82–95. (In Russian)

Ivanova A.A., Kalutskov V.N., Fadeeva L.V. Materialy k etnokul'turnomu atlasu Svyatyie mesta Pinezh'ya [Materials for the ethnocultural atlas Holy places of Pinega], *Aktual'nye problemy polevoi fol'kloristiki*, vol. 2, Moscow, MSU Publ., 2003, p. 198–241. (In Russian)

Ivanova A.A., Kalutskov V.N., Fadeeva L.V. Svyatyie mesta v kul'turnom landshafte Pinezh'ya (materialy i kommentarii) [Holy places in the cultural landscape of Pinega (materials and comments)], Moscow, OGI Publ., 2009, 512 p. (In Russian)

Kalutskov V.N. *Kul'turnaya geografiya Rossii. Chast' 1. Teoreticheskii i spetsial'nyi razdel. Uchebnoe posobie* [Cultural

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, PhD student; e-mail: 777sir@gmail.com

geography of Russia. Part 1. Theoretical and special sections. Textbook], Moscow, MGU Fakul'tet inostrannykh yazykov i regionovedeniya Publ., 2016, 140 p. (In Russian)

Karabanaŭ A.K., Vinakuraŭ V.F., Duchyts L.U., Zaikoŭski E.M., Klimkovich I.Ya. *Kul'tavyya i gistarychnyya valuny Belarusi* [Bannerstones and historical boulders of Belarus], Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2011. (In Belarusian)

Kuleshova M.E. *Upravlenie kul'turnymi landshaftami i inymi ob'ektami istoriko-kul'turnogo naslediya v natsional'nykh parkakh* [Management of cultural landscapes and other objects of historical and cultural heritage in national parks], Moscow, Tsentr okhrany dikoi prirody Publ., 2002, 105 p. (In Russian)

Kul'turnyi landshaft kak ob'ekt naslediya [The cultural landscape as a heritage site], Ed. by Yu.A. Vedenina, M.E. Kuleshovi, St. Petersburg, 2004, 378 p. (In Russian)

Listopad O. *Fenomen svyatykh krinits* [The phenomenon of holy springs], Kiev, Geoprint Publ., 2002, 73 p. (In Russian)

Meinig D.W. Introduction, *The Interpretation of Ordinary Landscapes: Geographical Essays*, Ed. by D.W. Meinig. New York – Oxford, Oxford University Press, 197, p. 1–7.

Smirnyagin L.V. [Regional identity and geography], *Identichnost' kak predmet politicheskogo analiza* [Identity as a subject matter of political analysis], Moscow, IMEMO RAN Publ., 2011, p. 177–186. (In Russian)

Vedenin Yu.A. *Geografiya naslediya. Territorial'nye podkhody k izucheniyu i sokhraneniyu naslediya* [Geography of heritage. Territorial approaches to the study and preservation of heritage], Moscow, Novyi Khronograf Publ., 2018, 472 p. (In Russian)

Volovik V.N. *Kategorii sakral'nogo landshafta* [Categories of sacred landscape], *Geograficheskii vestnik*, Perm', 2013, no. 4(27), p. 26–34. (In Russian)

Yanchuk N.A. *Po Minskoi gubernii (zametki iz poezdki v 1886 godu)* [Around the Minsk province (notes from a trip in 1886)], Moscow, A. Levenson & K Publ., 1889, 130 p. (In Russian)

Received 21.09.2020

Revised 04.10.2020

Accepted 06.10.2020

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 911.3:33

В.Л. Бабурин¹, С.В. Бадина^{2,3,4}**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УЩЕРБОВ ОТ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА «КУРОРТЫ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА»**

В статье предложен методический подход к прогнозированию вероятных социально-экономических ущербов от опасных природных процессов при планировании крупных инвестиционных проектов в горных территориях на примере сферы горнолыжного туризма, а также к оценке изменения уязвимости территорий, на которых эти проекты будут реализованы. Цель исследования – создание и апробация методики прогнозирования социально-экономических ущербов в предельном выражении и изменения уязвимости в горных регионах локализации объектов туристического кластера «Курорты Северного Кавказа» на долгосрочный период. По оценкам авторов, при условии создания такого кластера во всех муниципальных районах локализации его объектов существенно возрастет количество людей, потенциально находящихся в зонах лавинной опасности, что свидетельствует о росте показателя индивидуального риска гибели для данной территории. Численность наличного населения в горнолыжный сезон в некоторых наиболее удаленных и малоосвоенных на сегодняшний день районах может возрасти до 30 раз. Приращение стоимости основных фондов для рассматриваемых муниципальных образований составит от 2 до 90 раз, потенциальные ущербы в предельном выражении будут достигать десятков миллиардов рублей.

Ключевые слова: уязвимость, природные риски, неблагоприятные и опасные природные процессы и явления, горнолыжный туризм, стратегическое планирование, проектный анализ

Введение. Одним из значимых вызовов сбалансированному социально-экономическому развитию стран и регионов в современном мире является тенденция к количественному росту неблагоприятных и опасных природных процессов и явлений (НОЯ) и связанных с ними ущербов. Значительная часть специалистов [Осипов, 2009; Natural..., 2018; World..., 2014] связывают активизацию НОЯ с глобальными климатическими изменениями и производными от них природными процессами, усилением антропогенного воздействия на окружающую среду и другими факторами. Гораздо меньшее внимание уделяется фактору вторжения населения и его хозяйственной деятельности в ранее малообжитые и незатронутые части пространства. Освоение территорий с высоким уровнем природного риска имеет под собой множество объективных причин, важнейшими из которых являются возможность получения экономической сверхприбыли от использования ресурсного потенциала и дефицит земельных ресурсов и рабочих мест в перенаселенных районах. Ситуацию повышенной опасности могут усугублять отсутствие по территориям нового освоения достаточно длинных рядов наблюдений и мониторинговой инфраструктуры, а также субъективный фактор – неже-

лание инициаторов проекта проводить качественный проектный анализ, в частности, в области оценки природного риска.

Республики Северного Кавказа – яркий пример территории повышенной природной опасности ввиду большого числа наблюдаемых видов НОЯ, а также их сочетаний, создающих синергетический эффект, где в поисках новых ниш занятости для населения и пополнения республиканских бюджетов в настоящее время происходит активное экономическое освоение высокогорных районов, в частности туристско-рекреационное. В Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. Северо-Кавказский федеральный округ наряду с некоторыми другими территориями отнесен к геостратегическим территориям, т. е. имеющим существенное значение для обеспечения устойчивого социально-экономического развития, территориальной целостности и безопасности Российской Федерации, характеризующимся специфическими условиями жизни и ведения хозяйственной деятельности.

Необходимость развития туристических кластеров (основная специализация кластера – горнолыжные курорты мирового класса) в регионах Северного Кавказа также отражена во многих доку-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, докт. геогр. н., профессор; e-mail: vbaburin@yandex.ru

² ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», лаборатория Региональной политики и региональных инвестиционных процессов, ст. науч. с.; e-mail: bad412@yandex.ru

³ Российский университет дружбы народов (РУДН), Аграрно-технологический институт, ст. преподаватель.

⁴ Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук (ИНП РАН), науч. с., канд. геогр. н.

ментах стратегического планирования: федеральной целевой программе «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации» (2019–2025 гг.), государственной программе «Развитие Северо-Кавказского федерального округа» на период до 2025 г. и др. Пандемия COVID-19 в 2020 г. и введенные странами ограничения на пересечение их границ привели к значительной переориентации туристических потоков [Белякова, Максимов, 2020; Логунцова, 2020], послужили стимулом развития внутреннего рынка туристско-рекреационных услуг и объективно должны способствовать ускорению реализации проектов в этом сегменте. Так, по данным официального сайта АО «Курорты Северного Кавказа», турпоток на курорты Архыз и Ведучи в сентябре 2020 г. увеличился на 70% по сравнению с аналогичным периодом 2019 г.

С другой стороны, горные территории Северного Кавказа, как известно [Аджиев и др., 2017; Баденов, 2017; Гладкевич и др., 2011; Чотчаев и др., 2017], отличаются высокой частотой повторяемости и большим разнообразием НОЯ, ограниченным спектром видов хозяйственной деятельности и повышенными издержками для экономики, населения и его расселения. Согласно современным исследованиям [Аджиев и др., 2009; Айларов, 2013; Кононова, 2012; Мальнева, Кононова, 2012; Сократов и др., 2014], глобальные климатические изменения в XXI в. могут способствовать как активизации, так и, напротив, снижению интенсивности некоторых видов НОЯ и, как следствие, изменению уровня природной опасности на территории Северного Кавказа. Вместе с реализацией крупных инвестиционных проектов в области всесезонного горного туризма это будет способствовать многократному повышению уровня природного риска. Поскольку природный риск является сочетанием природной опасности и вероятных социально-экономических последствий от нее (ущербов) на конкретной территории [Мягков, 1995; Порфирьев, 2015а; Природные..., 2003], возникает актуальная и нетривиальная по своему решению задача прогнозирования социально-экономической составляющей природного риска.

Целью данного исследования является разработка методического подхода к прогнозированию вероятных социально-экономических ущербов от стихийных бедствий в регионах расположения объектов туристического кластера «Курорты Северного Кавказа» на долгосрочный период.

Материалы и методы исследования. Экономические исследования в области природного риска можно свести к нескольким преобладающим направлениям: рассмотрение экономической деятельности как фактора уязвимости к стихийным бедствиям (например, [Никитенко и др., 2017]), оценка влияния последствий стихийных бедствий на экономический рост (например, [Cavallo, Noy, 2010]), выявление экономических механизмов и оценка эффективности инвестиций, направленных на снижение потерь и ущерба от природных опасностей (например, [Порфирьев, 2015б]). При оценке ущербов в боль-

шинстве исследований ограничиваются прямым счетом потерь от уже свершившихся катастроф [Порфирьев, 2015б] либо предсказанием вероятных ущербов, исходя из существующего на момент проведения исследования социально-экономического положения рассматриваемой территории [Земцов и др., 2012; Streletskiy et al., 2019]. При этом стохастическая природа риска, большая протяженность природных циклов по сравнению с экономическими вызывают необходимость апеллирования в исследованиях по данной тематике не к существующим социально-экономическим характеристикам территории, а к наиболее вероятным в будущем.

Современные подходы к прогнозированию социальных и экономических ущербов от НОЯ преимущественно основаны на разработке интегральных индексов, характеризующих уязвимость [Gautam, 2017; Letsie, Grab, 2015], множественного линейного регрессионного анализа [Varazanashvili et al., 2012; Lee et al., 2017]. Однако попытки описания сложных стохастических явлений при помощи индуктивных методов чреваты неприемлемыми ошибками в выводах. В связи с этим применение дедуктивного метода проверки, согласно которому гипотезу можно проверить только эмпирически и только после того, как она была выдвинута [Поппер, 2004], предпочтительно в исследованиях природного риска. Однако лишь немногие авторы ввиду сложности подхода обращаются в прикладных работах к наиболее соответствующим предмету исследования вероятностным методам прогнозирования риска, например [Акимов и др., 2001].

В предыдущих работах авторов [Бадина, 2019; Badina, 2018; Badina, 2020] была предложена и апробирована на муниципальных образованиях Северного Кавказа, Южной Сибири и Арктической зоны Российской Федерации методика оценки пространственной уязвимости к природным опасностям накопленного социально-экономического потенциала (СЭП) территории. Под уязвимостью авторы понимают степень устойчивости территориальных социально-экономических систем перед стихийными бедствиями и катастрофами, внутренний потенциал противостояния и реагирования на их воздействие. В продолжение выполненных работ в данном исследовании предлагается методический подход к прогнозированию динамики стоимости основных фондов и наличного населения (как наиболее уязвимых к природным опасностям элементов СЭП) в муниципальных образованиях, где запланировано строительство и последующая эксплуатация объектов туристического кластера «Курорты Северного Кавказа».

В качестве информационной базы исследования использованы официальные данные Росстата, в том числе его территориальных подразделений, информация из федеральной целевой программы «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации» (2019–2025 гг.), плана деятельности Министерства Российской Федерации по делам Северного Кавказа (2019–2024 гг.), стратегии развития акционерного общества «Курорты Северного

Кавказа» на период до 2025 г. (от 08 февраля 2019 г.), государственной программы «Развитие Северо-Кавказского федерального округа» на период до 2025 г.

Вышеуказанная госпрограмма была принята в 2014 г. и с тех пор претерпела значительные трансформации в результате нескольких редакций, в частности, существенным образом изменилась подпрограмма «Развитие туристского кластера в Северо-Кавказском федеральном округе»: вместе со снижением объемов финансирования, несоблюдением заявленных сроков строительства, более скромными и реалистичными стали значения целевых индикаторов и показателей. Развитие некоторых курортов (например, Мамисона и Матласа отложено на неопределенный период). В контексте задач данного исследования за основу для расчетов была взята первая редакция госпрограммы, поскольку в ней заявлен предельно оптимистичный сценарий развития туристического кластера, который, весьма вероятно, осуществим в более долгосрочной перспективе (за пределами 2025 г.). По сути, это в значительной степени связано с потенциальной емкостью территорий для развития горнолыжного кластера. Отличительной чертой крупных стихийных бедствий с наиболее катастрофическими последствиями является низкая частота их проявления на определенной территории, поэтому так важно выбирать мак-

симально возможно отдаленный горизонт прогнозирования вероятных ущербов, особенно на территориях нового освоения, где отсутствуют данные мониторинга природных опасностей за длительный период наблюдений.

Основные переменные для прогноза представлены в табл.

Создание ВТРК в горной части рассматриваемой территории должно существенно повысить плотность СЭП муниципальных образований, где они будут локализованы. Кроме того, наведенные эффекты, несомненно, приведут к существенному наращиванию инфраструктуры и социально-экономического потенциала существующих там поселений. В программу реализации этих проектов входят также дополнительные статьи расходов на обеспечение туристического кластера необходимой внешней инженерной инфраструктурой, воздушной и наземной транспортной доступностью. Повышение плотности СЭП означает также повышение среднегодового потенциального ущерба, а следовательно, и общего социально-экономического риска для данных муниципальных образований.

Снежные лавины являются одним из наиболее значимых видов природных опасностей, вызывающих материальные ущербы и человеческие жертвы на территории горнолыжных курортов даже при

Т а б л и ц а

Ключевые целевые индикаторы подпрограммы «Развитие туристского кластера в Северо-Кавказском федеральном округе» до 2025 г. (в редакции 2014 г.)

Целевой индикатор	1	2	3	4	5	6
Места размещения (новые), тыс. коек	36,1	30,0	20,1	14,0	27,7	1,7
Площадь горнолыжных склонов, тыс. м ²	19 462	16 547	9 882	3 512	6 969	665
Пропускная способность подъемников, тыс. чел. в час	189,6	142,6	123,7	84	133,3	8,9
Длина трасс, км	50	30	33,3	2,5	–	18,2
Инвестиции, млрд руб. (в ценах 2014 г.)	232,9	176,6	110,8	66,2	12,9	10,5
Количество ночевков, тыс.	6 647,8	5 514,3	3 712,7	2 407,4	5 132,9	320,7
Количество туристов в год, тыс. чел.	1 300	520	290	219	480	30
Количество туристов в горнолыжный сезон, тыс. чел. (оценочно по формуле (2))	466	388	260	358	181	22
Максимально возможное количество одновременно пребывающих людей на склоне, тыс. человек (оценочно по формуле (3))	47	36	31	21	33	2
Количество ночевков на 1 туриста	5	11	13	11	11	11
Количество рабочих мест (накопленным итогом), тыс. чел.	13,0	15,8	9,1	4,1	20,7	0,9

Примечание. Цифрами обозначены всесезонные туристско-рекреационные комплексы (ВТРК): 1 – Мамисон (Алагирский и Ирафский районы Республики Северная Осетия – Алания); 2 – Архыз (Зеленчукский и Урупский районы Карачаево-Черкесской Республики); 3 – Эльбрус-Безенги (Черекский, Чегемский, Эльбрусский и Зольский районы Кабардино-Балкарской Республики); 4 – Армхи и Цори (Сунженский и Джейрахский районы Республики Ингушетии); 5 – Лагонаки (Майкопский район Республики Адыгея и Апшеронский район Краснодарского края); 6 – Матлас (Хунзахский район Республики Дагестан).

условии наличия лавинных служб, средств инженерной защиты, систем принудительного спуска лавин и т. д. Ежегодно в крупнейших мировых центрах горнолыжного и горного туризма лавины становятся причиной десятков человеческих жертв [Berlin et al., 2019; Techel et al., 2016], российские курорты не являются в данном случае исключением [Селиверстов и др., 2010]. В качестве примера одного из самых масштабных стихийных бедствий, вызванных лавиной на горнолыжном курорте, можно привести катастрофу, произошедшую в 1999 г. в Гальтюре (Австрия), когда сход лавины стал причиной гибели 31 человека [Peters, Pikkemaat, 2006].

На Северном Кавказе лавины наблюдаются преимущественно в декабре–феврале. За год здесь в среднем насчитывается 30–40 дней с лавинами, с крайними значениями от 17 до 50. Отчетливы декабрьский (или январский) и апрельский пики повторяемости лавин, обусловленные соответственно снегопадами и весенним снеготаянием. Наибольшая повторяемость снежных лавин характерна именно для тех высотных поясов, на которых расположены ВТРК: от 1500 до 3000 м над уровнем моря приходится порядка 65% случаев лавин.

Учитывая особенность воздействия лавин на рассматриваемой территории, наибольшие риски связаны с человеческими жертвами, поэтому при расчете индекса пространственной уязвимости СЭП для данной территории в дальнейшем необходимо принимать во внимание сезонное увеличение численности людей на территории муниципальных образований, связанное с туристическим потоком. Целевые индикаторы туристического потока, заявленные в Государственной программе, представляются в значительной степени завышенными, особенно вызывает сомнение степень реалистичности данных об общей пропускной способности подъемников. Например, в Мамисоне (см. табл.) она должна составить 189 тыс. чел. в час (для сравнения пропускная способность курорта Роза Хутор в городе Сочи – всего около 40 тыс. чел. в час). Однако, если руководствоваться ими, то к 2041 г. курорт Мамисон будут ежегодно посещать 1,3 млн туристов, Архыз – 520 тыс., Лагонаки – 480 тыс., Эльбрус-Безенги – 290 тыс., Матлас – 30 тыс. Если данный прогноз хотя бы частично реализуется в более отдаленной перспективе, то многократно возрастет вероятность нахождения определенного количества людей на склоне в лавиноопасный период, что требует учета этого аспекта при расчете лавинного риска. В то же время, учитывая всесезонность создаваемых курортов, в летний период появятся новые природные опасности. Речь идет прежде всего о комплексе опасных склоновых процессов, вероятность активизации которых усиливается в первую очередь за счет антропогенного нарушения естественных ландшафтов – селей, оползней, кам-

непадов и др., что наблюдается в горнолыжном кластере Сочи [Сократов и др., 2013].

В целях прогнозирования изменения уязвимости наиболее восприимчивых к снежным лавинам элементов СЭП муниципальных образований локализации объектов ВТРК (наличного населения и основных фондов) и расчета вероятных ущербов в предельном выражении были рассчитаны следующие показатели:

1. Рост уязвимости населения.

1.1. Будущая численность населения i -го муниципального района с учетом минимального вероятного приращения (FP_i) после завершения строительства. Рассчитывается путем распределения планируемого количества рабочих мест по муниципальным районам локализации объектов соответствующего ВТРК (1). Привлечение внешних трудовых ресурсов (как из других муниципальных образований региона, так и из прочих регионов) в данном случае представляется неизбежным, в первую очередь ввиду отсутствия на территории некоторых муниципальных районов образовательных учреждений в сфере подготовки квалифицированных кадров соответствующей направленности и в целом сравнительно низкой квалификации местного населения:

$$FP_i = J_k / n + P_{li}, \quad (1)$$

где J_k – количество создаваемых рабочих мест в k -м ВТРК; n – количество муниципальных районов, на территории которых расположен k -й ВТРК⁵; P_{li} – современная численность населения i -го муниципального района.

1.2. Вероятное количество туристов, отдыхающих в горнолыжный сезон (декабрь–апрель). Если в качестве переменной, характеризующей максимальное единовременное число туристов на горнолыжных курортах, взять количество мест в коллективных средствах размещения, то при средней загрузке в 60%⁶ и продолжительности отдыха одного человека около семи дней (в зависимости от времени горнолыжного сезона, длительность которого составляет в среднем пять месяцев), максимальное количество посетителей в лавиноопасный период может быть значительно меньшим, чем заявлено в государственной программе, даже без вычета дней с неблагоприятными для катания погодными условиями. Расчет вероятного количества туристов, отдыхающих в горнолыжный сезон (T_k) на k -м ВТРК, предлагается производить по формуле:

$$T_k = 12,9 B_k, \quad (2)$$

где B_k – места размещения (новые, коек) на k -м ВТРК.

Коэффициент 12,9 получен путем перемножения чисел, характеризующих вышеизложенные допущения: среднегодовой загрузки коллективных средств размещения в горнолыжный сезон (0,6), средней продолжительности горнолыжного сезона

⁵ Здесь и далее принимается допущение, что количество рабочих мест будет распределено между всеми муниципальными районами локализации соответствующего ВТРК поровну ввиду отсутствия данной информации.

⁶ По аналогии со среднегодовой загрузкой отелей курорта Роза Хутор в г. Сочи в горнолыжный сезон.

(150 дней) и средней продолжительности пребывания одного туриста в коллективных средствах размещения (7 дней).

1.3. Максимально возможное количество одновременно пребывающих людей на склонах k -го ВТРК (S_k) рассчитывается по формуле:

$$S_k = n_k C_k, \quad (3)$$

где C_k – суммарная пропускная способность подъемников k -го ВТРК (тыс. чел. в час), n_k – коэффициент, характеризующий среднее количество спусков по склону и подъемов на подъемнике одного горнолыжника и меняющийся в зависимости от длины трасс и количества подъемников k -го ВТРК (см. табл. 1). Принимается допущение, что средние скорости всех горнолыжников (сноубордистов) одинаковы – 80 км/ч, отсутствуют очереди на подъемники и никто не останавливается на склоне.

2. Рост уязвимости основных фондов.

Оценка приращения стоимости основных фондов муниципальных образований (на момент завершения строительства каждого из ВТРК) проводится по следующему алгоритму:

2.1. Вычисление среднегодовых среднеотраслевых коэффициентов капиталоемкости основных фондов ($\bar{r}$) за 2004–2017 гг.:

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{I_j}{F_j} \right), \quad (4)$$

где n – количество рассматриваемых отраслей экономики; I_j – инвестиции в основной капитал в Российской Федерации по виду экономической деятельности j , млрд руб.; F_j – ввод в действие основных фондов в Российской Федерации по виду экономической деятельности j , млрд руб.

Рассматриваемый временной интервал (2004–2017 гг.) позволяет учесть достаточно длительные временные лаги между двумя рассматриваемыми экономическими явлениями: моментом инвестирования в объект и моментом его ввода в эксплуатацию. Расчеты показали, что за рассматриваемый период в среднем по стране за год на 1 руб. инвестиций было введено основных фондов на сумму в 0,79 руб., иными словами, объем вложенных инвестиций и стоимость созданных фондов соотносятся между собой как 1 к 0,79.

2.2. Вычисление будущей стоимости основных фондов ВТРК по завершении строительства (F_k):

$$F_k = \bar{r} I_k, \quad (5)$$

где I_k – объем инвестиций в k -й ВТРК.

«Предельное выражение» потенциальных ущербов выбрано не случайно: реальные ущербы на основании определенных в данной работе предельных значений могут быть рассчитаны с использованием различных сценариев прогнозов лавинной активности. В исследованиях природного риска, всегда связанных с высокой степенью неопределенности, к понятию «предельного максимального события» прибегают достаточно часто. Например, при моделировании экстремальных наводнений, т. е. паводков, вызываемых максимально возможными, исходя из допустимых физических условий, величинами таяния снега, выпадения дождевых осадков и пр. [Природные..., 2003]. По аналогии в данном исследовании оценивается предельное максимальное количество СЭП территории, которая может пострадать от стихийного бедствия.

Результаты исследования и их обсуждение.
Результаты расчетов показателей, характеризующих



Рис. 1. Изменение уязвимости наличного населения после завершения строительства ВТРК

Fig. 1. Changes in the vulnerability of present population after construction of the tourist-recreation cluster

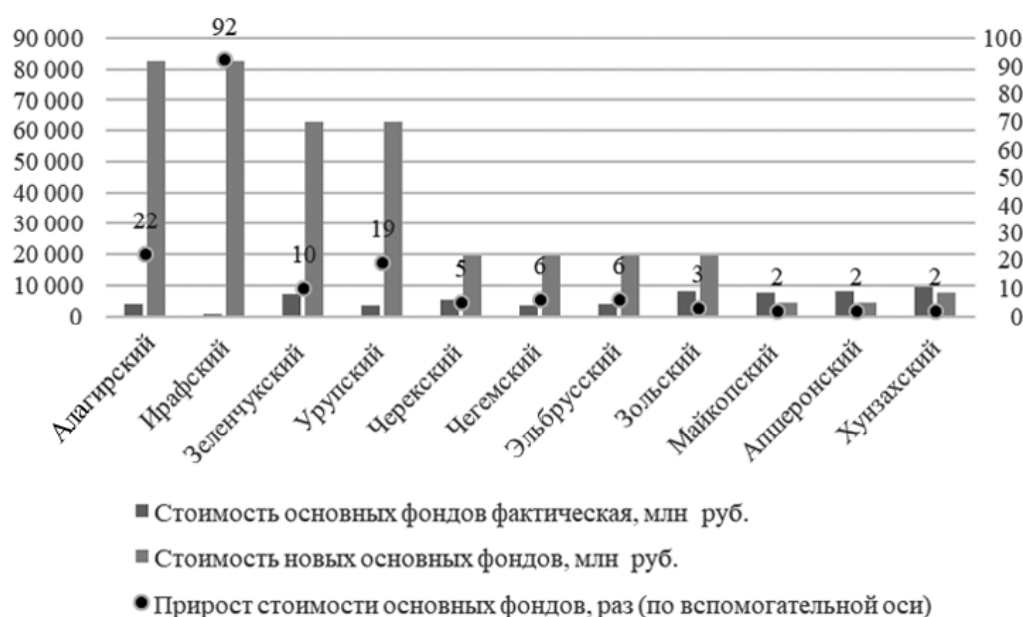


Рис. 2. Изменение уязвимости основных фондов после завершения строительства ВТРК

Fig. 2. Changes in the vulnerability of fixed after construction of the tourist-recreation cluster

щих изменение наиболее уязвимых к снежным лавинам элементов СЭП – наличного населения и основных фондов – частично представлены в табл. 1 (2 показателя для ВТРК) и на рис. 1, 2⁷ (показатели в разрезе муниципальных районов локализации объектов ВТРК). Помимо вышеизложенной в данной статье методики для оценки современной стоимости основных фондов по муниципальным образованиям использовалась ранее разработанная и апробированная авторами методика [Бадина, 2019; Badina, 2018; Badina, 2020].

Как видно из табл. 1 и рис. 1, при условии завершения строительства всех запланированных объектов туристического кластера «Курорты Северного Кавказа» во всех рассматриваемых муниципальных районах существенно возрастет количество людей, потенциально находящихся в зонах лавинной опасности, тем самым произойдет увеличение показателя индивидуального риска гибели для данной территории. Численность наличного населения в горнолыжный сезон в некоторых наиболее удаленных и малоосвоенных на сегодняшний день районах может возрасти до 30 раз (см. рис. 1). Приращение стоимости основных фондов для рассматриваемых муниципальных образований составит от 2 до 90 раз (см. рис. 2), потенциальные ущербы в предельном выражении будут достигать десятков миллиардов рублей.

В государственной программе «Развитие Северо-Кавказского федерального округа» на период до 2025 г. проблеме природной опасности, в том числе вероятному изменению ее уровня в связи с глобаль-

ными климатическими изменениями, практически не уделено внимания, несмотря на методические рекомендации в документах, регламентирующих стратегическое планирование в Российской Федерации⁸. Это является существенным упущением при планировании развития, в частности туристско-рекреационного, такой очевидно природно-опасной территории, как Северный Кавказ. В связи с этим чрезвычайно значимым и актуальным является разработка новых подходов к прогнозированию уязвимости населения и объектов экономики к природным опасностям при разработке документов стратегического планирования, связанных с развитием горных территорий.

Выводы:

– в данной работе предложен методический подход к прогнозированию ущербов и уязвимости элементов проектируемых территориальных туристско-рекреационных систем к природным опасностям в условиях ограниченности необходимых статистических данных. Эти подходы могут быть использованы в целях оценки природного риска совместно с прогнозами действия различных видов НОЯ на конкретной территории;

– на примере запланированного к строительству туристического кластера «Курорты Северного Кавказа» численно оценены потенциальные предельные материальные и социальные ущербы, а также вероятные изменения уязвимости наличного населения и основных фондов в муниципальных районах расположения объектов ВТРК к снежным лавинам;

⁷ Расчет показателей СЭП для Чеченской Республики и Ингушетии не производился ввиду отсутствия качественных статистических материалов для данных регионов.

⁸ Например, в Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. среди основных проблем пространственного развития России выделена проблема негативного влияния глобальных климатических изменений.

– проведенное исследование позволило установить важные в контексте уязвимости показатели: вероятный совокупный прирост наличного населения в горнолыжный сезон для каждого из районов локализации запланированных к строительству ВТРК (он составил от 2 до 32 раз) и, главное, максимально возможное количество одновременно пребывающих на склонах людей (от 2 до 47 тыс. чел.), находящихся в зоне наивысшего риска. Около 90% всех наносящих ущербы лавин вызваны людьми [Engler, 2001], причем на горнолыжных курортах большая часть их связана со спусками вне трасс, поэтому увеличение риска напрямую связано с ростом количества туристов;

– несмотря на то что рассчитанные цифры представляются завышенными ввиду их расчета на основе не вполне реалистичных целевых индикаторов первой редакции государственной программы «Развитие Северо-Кавказского федерального округа» на период до 2025 г., достижение этих значений весьма вероятно за пределами указанного горизонта планирования при необходимом условии снижения

институциональных барьеров развития туризма на Северном Кавказе;

– в качестве рекомендации по итогам проведенного исследования можно предложить включить в документы стратегического планирования, связанные с новым экономическим развитием территорий повышенной природной опасности, детально проработанные разделы, посвященные оценке природного риска;

– данное исследование является пионерным и проходило в условиях крайней ограниченности информации, однако полученные в первом приближении данные, дифференциация муниципальных образований по параметрам, характеризующим уязвимость, позволят в дальнейших работах сосредоточиться на уточнении первичных результатов с изысканием большего числа недостающих переменных, включения в анализируемый перечень таких геодинамических процессов летнего «пула», как сели, оползни, обвалы, камнепады и т.д., с учетом специфики их воздействия, совершенствовании методики и переходе на более крупный масштаб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аджиев А.Х., Аджиева А.А., Кумукова О.А. Влияние изменений климата на гидрометеорологические явления на центральном Кавказе // Материалы гляциологических исследований. 2009. № 107. С. 137–139.

Аджиев А.Х., Кесаонов В.Х., Кондратьева Н.В., Долова М.Л., Гяургиев А.В. Опасные явления и лавинные процессы в бассейнах рек Козыдон и Зедегондон на территории всесезонного туристско-рекреационного комплекса «Мамисон» // Устойчивое развитие горных территорий. Т. 9. 2017. № 1(31). С. 7–18.

Айларов А.Е. Климатические сдвиги по данным базовых периодов всемирной метеорологической организации (ВМО) в агроландшафтах предгорной зоны РСО–Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 3. С. 29–36.

Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. М.: ФИД «Деловой экспресс», 2001. 344 с.

Баденков Ю.П. Жизнь в горах. Природное и культурное разнообразие – разнообразие моделей развития. М.: ГЕОС, 2017. 479 с.

Бадина С.В. Оценка вероятных экономических и социальных ущербов от опасных природных процессов на Северо-Западном и Центральном Кавказе // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: материалы междунар. конф. Т. 25. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2019. С. 219–228. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-1-25-219-228.

Белякова Н., Максимов А. Анализ влияния пандемии COVID-19 на внутренний и въездной туризм в России и перспективы наращивания конкурентного потенциала отрасли // Мониторинг экономической ситуации в России: тенденции и вызовы социально-экономического развития. 2020. № 16(118). С. 23–33.

Гладкевич Г.И., Терский П.Н., Фролова Н.Л. Комплексная многофакторная оценка опасности наводнений в России // Ресурсы и качество вод суши: оценка, прогноз и управление. Сборник трудов первой открытой конференции НОЦ. 2011. С. 21–36.

Земцов С.П., Крыленко И.Н., Юмина Н.М. Социально-экономическая оценка риска наводнений в прибрежных зонах

Азово-Черноморского побережья Краснодарского края // Природные и социальные риски в береговой зоне Черного и Азовского морей / под ред. К.П. Колтерманна, С.А. Добролюбова, Н.И. Алексеевского. М.: Триумф, 2012. С. 86–96.

Кононова Н.К. Циркуляция атмосферы как фактор стихийных бедствий на Северном Кавказе в XXI веке // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2012. Т. 8. № 1–2. С. 72–103.

Логунцова И.В. Индустрия туризма в условиях пандемии коронавируса: вызовы и перспективы // Государственное управление. Электронный вестник. 2020. № 80. С. 49–65.

Мальнева И.В., Кононова Н.К. Активность селей на территории России и ближнего зарубежья в XXI веке // ГеоРиск. 2012. № 4. С. 48–54.

Мягков С.М. География природного риска. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 222 с.

Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и в России // Экология и жизнь. 2009. № 11–12(96–97). С. 6–16.

Никитенко П.Г., Левкевич В.Е., Светлосанов В.А., Кудин В.Н., Петрова Е.Г. Воздействие природно-техногенных рисков на развитие регионов Беларуси и России // Наука и инновации. Научно-практический журнал. 2017. № 3(169). С. 32–37.

Поппер К.Р. Предположения и опровержения: Рост научного знания / пер. с англ. М.: АСТ, 2004. 638 с.

Порфирьев Б.Н. Экономика природных катастроф // Мир новой экономики. 2015а. № 4. С. 21–40.

Порфирьев Б.Н. Экономические последствия катастрофического наводнения на Дальнем Востоке в 2013 г. // Вестник РАН. 2015б. Т. 85. № 22. С. 128–137.

Природные опасности России. Оценка и управление природными рисками / под ред. А.Л. Рагозина. М.: КРУК, 2003. 320 с.

Селиверстов Ю.Г., Глазовская Т.Г., Шныпарков А.Л. Оценка лавинного риска для населения горных районов России // Лед и снег. 2010. Т. 4. № 112. С. 41–44.

Сократов С.А., Селиверстов Ю.Г., Шныпарков А.Л., Колтерманн К.П. Антропогенное влияние на лавинную и селевую активность // Лед и снег. 2013. Т. 53. № 122. С. 121–128.

Сократов С.А., Селиверстов Ю.Г., Шныпарков А.Л. Оценка экономического риска для горнолыжных курортов, связанного с изменением продолжительности залегания снежного покрова // Лед и снег. 2014. Т. 54. № 3(127). С. 100–106.

Чотчаев Х.О., Оганесян С.М., Гончаренко О.А. Опасные геологические процессы на территориях экономического освоения горной части Республики Северная Осетия–Алания // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. Т. 9. № 3(33). С. 195–210.

Badina S.V. Prediction of socioeconomic risks in the cryolithic zone of the Russian Arctic in the context of upcoming climate changes. *Studies on Russian Economic Development*, 2020, vol. 31, no. 4, p. 396–403.

Badina S.V. Socio-economic potential of municipalities in the context of natural risk (case study – Southern Siberian regions). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, vol. 190, p. 1–7.

Berlin C., Techel F., Moor B.K., Zwahlen M., Hasler R.M. Snow avalanche deaths in Switzerland from 1995 to 2014 – Results of a nation-wide linkage study. For the Swiss National Cohort study group, PLoS ONE, 2019, no. 12, p. 1–12. DOI: 10.1371/journal.pone.0225735.

Cavallo E., Noy I. The Economics of Natural Disasters. A Survey. Washington: Inter-American Development Bank, 2010, 50 p.

Engler M. Die weiße Gefahr, Schnee und Lawinen, Erfahrung-Mechanismen-Risikomanagement. Sulzberg: Engler Verlag, 2001, p. 304.

Gautam D. Assessment of social vulnerability to natural hazards in Nepal. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2017, vol. 17, no. 12, p. 2313–2320.

Lee B., Kim J., Kim T. An analysis of typhoon damage pattern type and development of typhoon damage forecasting function. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 2017, vol. 17(2), p. 339–347.

Letsie M.M., Grab S.W. Assessment of social vulnerability to natural hazards in the Mountain Kingdom of Lesotho. *Mountain Research and Development*, 2015, vol. 35, no. 2, p. 115–125.

Natural catastrophes and man-made disasters in 2017: a year of record-breaking losses. *Swiss Re sigma*, 2018, no. 1, p. 53.

Peters M., Pikkemaat B. Crisis management in Alpine winter sports resorts – the 1999 avalanche disaster in Tyrol. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 2006, vol. 19, no. 2–3, p. 9–20.

Streletskiy D.A., Suter L.J., Shiklomanov N.I., Porfiriev B.N., Eliseev D.O. Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost. *Environmental Research Letters*, 2019, vol. 14, no. 2, p. 2–15.

Techel F., Jarry F., Kronthaler G., Mitterer S., Nairz P., Pavšek M., Valt M., Darms G. Avalanche fatalities in the European Alps: long-term trends and statistics. *Geogr. Helv.*, 2016, no. 71, p. 147–159. DOI: 10.5194/gh-71-147-2016.

Varazanashvili O., Tsereteli N., Amiranashvili A. Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. *Natural Hazards*, 2012, vol. 64, no. 3, p. 2021–2056. DOI: 10.1007/s11069-012-0374-3.

World Development Report 2014: Risk and Opportunity – Managing Risk for Development. World Bank, Washington, 2014, p. 363.

Поступила в редакцию 23.03.2020

После доработки 21.05.2020

Принята к публикации 06.10.2020

V.L. Baburin¹, S.V. Badina²

FORECASTING OF PROBABLE SOCIO-ECONOMIC LOSSES FROM NATURAL HAZARDS (CASE STUDY OF THE "NORTHERN CAUCASUS RESORTS" TOURIST CLUSTER)

The article proposes a methodological approach to forecasting potential damage from natural hazards in case of large-scale ski tourism investment projects planning, as well as to assessing changes in the vulnerability of affected territories. The study aim is to elaborate and test a methodology of predicting the maximum socio-economic losses and vulnerability changes in the regions of the "Northern Caucasus Resorts" tourist cluster objects localization for a long-term period. According to the authors' estimates, if the "Northern Caucasus Resorts" tourist cluster will be created the number of people potentially inhabiting the avalanche-prone zones will increase significantly in all municipalities of its objects localization, which increases the individual death risk indicator for the territory. During the ski season the actual population could increase up to 30 times in some of the most remote and currently underdeveloped areas. The fixed assets will grow from 2 to 90 times in the municipalities under study, and the probable maximum losses will reach tens of billions roubles.

Key words: vulnerability, natural risks, natural hazards, ski tourism, strategic planning, project analysis

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: vbaburin@yandex.ru

² Plekhanov Russian University of Economics, Laboratory of Regional Policy and Regional Investment Processes, Senior Scientific Researcher; Peoples' Friendship University of Russia, Senior Lecturer; Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Scientific Researcher, PhD in Geography; e-mail: bad412@yandex.ru

REFERENCES

- Adzhiev A.H., Adzhieva A.A., Kumukova O.A. Vliyanie izmenenij klimata na gidrometeorologicheskie javleniya na central'nom Kavkaze [The impact of climate changes on hydrometeorological phenomena in the Central Caucasus], *Materialy glaciologicheskikh issledovanij*, 2009, no. 107, p. 137–139. (In Russian)
- Adzhiev A.H., Kesaonov V.H., Kondrat'eva N.V. et al. Opasnye javleniya i lavinnnye processy v bassejnakh rek Kozydon i Zemegondon na territorii vsesezonnogo turistsko-rekreacionnogo kompleksa "Mamison" [Hazardous events and avalanche processes in the Kozydon and Zemegondon river basins in the territory of the all-seasons tourist and recreational complex "Mamison"], *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij*, vol. 9, 2017, no. 1 (31), p. 7–18. (In Russian)
- Ajlarov A.E. Klimaticheskie sdvigi po dannym bazovykh periodov Vsemirnoj meteorologicheskoy organizacii (VMO) v agrolandshaftah predgornoj zony RSO-Alanija [Climatic shifts according to the base periods of the World Meteorological Organization (WMO) in the North Ossetia–Alania foothill zone agrolandscapes], *Izvestija Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, vol. 50, no. 3, p. 29–36. (In Russian)
- Akimov V.A., Novikov V.D., Radaev N.N. Prirodnyye i tekhnogennyye chrezvychaynyye situatsii: opasnosti, ugrozy, riski [Natural and man-made emergencies: hazards, threats, risks]. Moscow, Delovoy ekspres Publ., 2001, 344 p. (In Russian)
- Badenkov Ju.P. Zhizn' v gorah. Prirodnoe i kul'turnoe raznoobrazie – raznoobrazie modelej razvitiya [Life in the mountains. Natural and cultural diversity – a variety of development models], Moscow, GEOS Publ., 2017, 479 p. (In Russian)
- Badina S. Socio-economic potential of municipalities in the context of natural risk (case study – Southern Siberian regions). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018, vol. 190, p. 1–7.
- Badina S.V. [Evaluation of probable economic and social damages from dangerous natural processes in the North-Western and Central Caucasus], *InterKarto. InterGIS. Geoinformacionnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya territorij: Materialy Mezhdunar. konf.* [InterKarto. InterGIS. Geoinformation support of sustainable development of territories], vol. 25. Moscow, Moscow University Publ., 2019, p. 219–228. (In Russian)
- Badina S.V. Prediction of socioeconomic risks in the cryolithic zone of the Russian Arctic in the context of upcoming climate changes. *Studies on Russian Economic Development*, 2020, vol. 31, no. 4, p. 396–403.
- Belyakova N., Maksimov A. Analiz vliyaniya pandemii COVID-19 na vnutrenniy i v'yezdnoy turizm v Rossii i perspektivy narashchivaniya konkurentnogo potentsiala otrasli [Analysis of the COVID-19 pandemic impact on domestic and inbound tourism in Russia and the prospects for the competitive potential increasing]. *Monitoring ekonomicheskoy situatsii v Rossii: tendentsii i vyzovy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya*, 2020, no. 16(118), p. 23–33. (In Russian)
- Berlin C., Techel F., Moor B.K. et al. Snow avalanche deaths in Switzerland from 1995 to 2014 – Results of a nation-wide linkage study. For the Swiss National Cohort study group, *PLoS ONE*, 2019, no. 12, p. 1–12.
- Cavallo E., Noy I. The Economics of Natural Disasters. A Survey. Washington: Inter-American Development Bank, 2010, p. 50.
- Chotchaev H.O., Oganessian S.M., Goncharenko O.A. Opasnye geologicheskie processy na territorijah jekonomicheskogo osvoenija gornoj chasti Respubliki Severnaja Osetija-Alanija [Dangerous geological processes in the territories of economic development of the North Ossetia–Alania mountainous part], *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij*, 2017, vol. 9, no. 3(33), p. 195–210. (In Russian)
- Engler M. Die weiße Gefahr, Schnee und Lawinen, Erfahrung-Mechanismen- Risikomanagement, 2001, Sulzberg: Engler Verlag, p. 304.
- Geografiya lavin. [Geography of avalanches]. Ed. S.M. Myagkov, L.A. Kanaev. Moscow, Moscow University Publ., 1992, p. 249. (In Russian)
- Gladkevich G.I., Terskij P.N., Frolova N.L. [Comprehensive multivariate flood hazard assessment in Russia], *Resursy i kachestvo vod sush: oценка, prognoz i upravlenie* [Resources and quality of inland water: evaluation, forecast and management], *Sbornik trudov pervoj otkrytoj konferencii NOC*, 2011, p. 21–36. (In Russian)
- Gautam D. Assessment of social vulnerability to natural hazards in Nepal. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2017, vol. 17, no. 12, p. 2313–2320.
- Kononova N.K. Cirkuljacija atmosfery kak faktor stihijnyh bedstvij na Severnom Kavkaze v XXI veke [Atmospheric circulation as a factor of natural disasters in the North Caucasus in 21st century], *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*, 2012, vol. 8, no. 1–2, p. 72–103. (In Russian)
- Lee B., Kim J., Kim T. An analysis of typhoon damage pattern type and development of typhoon damage forecasting function. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 2017, vol. 17(2), p. 339–347.
- Letsie M.M., Grab S.W. Assessment of social vulnerability to natural hazards in the Mountain Kingdom of Lesotho. *Mountain Research and Development*, 2015, vol. 35, no. 2, p. 115–125.
- Loguntsova I.V. Industriya turizma v usloviyakh pandemii koronavirusa: vyzovy i perspektivy [Touristic Industry in the time of Coronavirus Pandemic: Challenges and Perspectives], *Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik*, 2020, no. 80, p. 49–65. (In Russian)
- Mal'neva I.V., Kononova N.K. Aktivnost' selej na territorii Rossii i blizhnego zarubezh'ja v XXI veke [Mudflow activity in Russia and neighboring countries territory in the 21st century], *GeoRisk*, 2012, no. 4, p. 48–54. (In Russian)
- Mjagkov S.M. Geografija prirodnogo riska [Geography of natural risk], Moscow, Moscow University Publ., 1995, 222 p. (In Russian)
- Natural catastrophes and man-made disasters in 2017: a year of record-breaking losses. *Swiss Re sigma*, 2018, no. 1, p. 53.
- Osipov V.I. Prirodnye opasnosti i strategicheskie riski v mire i v Rossii [Natural hazards and strategic risks in the world and in Russia], *Ekologija i zhizn'*, 2009, no. 11–12 (96–97), p. 6–16. (In Russian)
- Peters M., Pikkemaat B. Crisis management in Alpine winter sports resorts – the 1999 avalanche disaster in Tyrol. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 2006, vol. 19, no. 2–3, p. 9–20.
- Petrova E., Nikitenko P., Levkevich V. et al. Vozdeystviye prirodno-tekhnogennykh riskov na razvitiye regionov Belarusi i Rossii [Impact of natural and technogenic risks on the Belarus and Russia regions development], *Nauka i innovatsii. Nauchno-prakticheskij zhurnal*, 2017, no. 3(169), p. 32–37. (In Russian)
- Popper K.R. *Predpolozheniya i oproverzheniya: Rost nauchnogo znaniya* [Assumptions and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge]. Moscow, ACT Publishing House, 2004, 638 p. (In Russian)
- Porfir'ev B.N. Ekonomika prirodnih katastrof [The economy of natural disasters], *Mir novoj ekonomiki*, 2015, no. 4, p. 21–40. (In Russian)
- Porfir'ev B.N. Ekonomicheskie posledstviya katastroficheskogo navodneniya na Dal'nem Vostoke v 2013 g. [The economic consequences of the catastrophic flood in the Russian Far East in 2013], *Vestnik RAN*, 2015, vol. 85, no. 22, p. 128–137. (In Russian)
- Prirodnye opasnosti Rossii. "Oценка i upravlenie prirodnymi riskami". Ed. A.L. Ragozin [Natural hazards of Russia. "Assessment and management of natural risks"], Moscow, KRUK Publ., 2003, 320 p. (In Russian)
- Seliverstov Ju.G., Glazovskaya T.G., Shnyparkov A.L. Otsenka lavinnogo riska dlya naseleniya gornyx rayonov Rossii [Avalanche risk assessment for the population of Russian mountainous regions], *Led i sneg*, 2010, vol. 4, no. 112, p. 41–44. (In Russian)
- Sokratov S.A., Seliverstov Ju.G., Shnyparkov A.L., Koltermann K.P. Antropogennoye vliyaniye na lavinnuyu i selevuyu aktivnost' [Anthropogenic impact on avalanche and mudflow activity], *Led i sneg*, 2013, vol. 53, no. 122, p. 121–128. (In Russian)

Sokratov S.A., Seliverstov Ju.G., Shnyparkov A.L. Ocenka jekonomicheskogo riska dlja gornolyzhnyh kurortov, svjazannogo s izmeneniem prodolzhitel'nosti zaleganiya snezhnogo pokrova [Assessment of economic risk for ski resorts associated with a change in snow cover duration], *Led i sneg*, 2014, vol. 54, no. 127, p. 100–106. (In Russian)

Streletskiy D.A., Suter L.J., Shiklomanov N.I. et al. Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost. *Environmental Research Letters*, 2019, vol. 14, no. 2, p. 2–15.

Techeil F., Jarry F., Kronthaler G., Mitterer S., Nairz P., Pavšek M., Valt M., Darms G. Avalanche fatalities in the European Alps: long-term trends and statistics. *Geogr. Helv.*, 2016, no. 71, p. 147–159. DOI: 10.5194/gh-71-147-2016.

Varazanashvili O. et al. Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. *Natural Hazards*, 2012, vol. 64, no. 3, p. 2021–2056.

World Development Report 2014: Risk and Opportunity – Managing Risk for Development, World Bank, Washington, 2014, p. 363.

Zemcov S.P., Krylenko I.N., Jumina N.M. [Socio-economic assessment of the floods risk in the Azov-Black Sea coastal zones of the Krasnodar region], *Prirodnye i social'nye riski v beregovoj zone Chernogo i Azovskogo morej* [Natural and social risks in the coastal zone of the Black and Azov seas]. Pod red. K.P. Koltermanna, S.A. Dobroljubova, N.I. Alekseevskogo. Moscow, Triumf Publ., 2012, p. 86–96. (In Russian)

Received 23.03.2020

Revised 21.05.2020

Accepted 06.10.2020

УДК 551.510.04:551.577:550.42:546.027

Ю.К. Васильчук¹, Н.А. Буданцева², Дж.Ю. Васильчук³, И.Д. Ерёмкина⁴, Л.Б. Блудушкина⁵**ВАРИАЦИИ ЗНАЧЕНИЙ $\delta^{18}\text{O}$ И СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ МОСКВЫ В 2014–2016 ГГ.**

В течение 2014–2016 гг. на Метеорологической обсерватории МГУ были отобраны все случаи выпадения осадков в 2014 г. – 101 проба, 2015 г. – 140 проб, 2016 г. – 154 пробы. Определялись такие показатели, как количество осадков, продолжительность их выпадения, температура приземного слоя воздуха, pH, содержание макрокомпонентов, изотопный состав кислорода осадков. Распределение изотопного состава осадков в Москве, наблюдаемое на протяжении 2014–2016 гг., имеет синусоидальный вид и хорошо коррелирует с изменением температуры приземного слоя воздуха. В сезонном ходе среднемесячных значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках наблюдается их закономерное увеличение с января по май–июль. В течение рассматриваемого 3-летнего периода самые изотопически легкие осадки выпадали в январе, наиболее изотопически тяжелые – в летние месяцы. Коэффициент корреляции изотопного состава с температурой воздуха в январе составил 0,96, в июне–августе – 0,99. Аномально изотопно-тяжелые осадки, выпадавшие в ноябре 2014 г., объясняются не только более высокой температурой воздуха, но и изменением движения фронта воздушных масс. Минерализация осадков за исследуемый период была наиболее высокой в 2014 г., что обусловлено в основном их малым количеством. В более влажном 2016 г. средние значения минерализации были почти в 2,5 раза ниже, чем в 2014–2015 гг. Преобладающими ионами в осадках в 2014–2016 гг. были хлор и кальций. Максимальные значения минерализации и концентрации ионов были отмечены с марта по май.

Ключевые слова: химический состав, ионы, стабильные изотопы, температура воздуха

Введение. Глобальные и региональные вариации стабильных изотопов кислорода и водорода служат хорошими индикаторами в гидрологических, океанографических, метеорологических, криолитологических и гляциологических исследованиях.

С целью выявления глобальных вариаций стабильных изотопов кислорода и водорода в 1961 г. МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии, в англоязычной литературе IAEA – International Atomic Energy Agency) и ВМО (Всемирная метеорологическая организация) организовали отбор осадков на метеостанциях в разных районах мира и измерение в них изотопного состава кислорода и водорода в лаборатории, расположенной в центральном здании МАГАТЭ в Вене.

Так началась программа IAEA/WMO Isotopes-in-Precipitation Network, которая в 1995 г. получила название GNIP (Global Network for Isotopes in Precipitation) и является на сегодняшний день крупнейшей и наиболее успешной среди долгосрочных научных программ в мире. На сегодняшний день сеть станций GNIP опирается на станции ВМО–МАГАТЭ и национальную метеорологическую сеть. В общей сложности более чем за 50 лет работы программы по изучению изотопного состава осадков в ней участвовало 900 станций.

В 2007 г. МАГАТЭ образована программа WISER (Water Isotope System for Data Analysis, Visualization and Electronic Retrieval), которая представляет собой электронную базу данных по изотопному составу атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод, растений и обобщает изотопные данные, полученные по станциям всего мира, в том числе и по России.

Сейчас анализ изотопов водорода и кислорода атмосферных осадков применяется для изучения атмосферной циркуляции, изменения климата, а также для палеоклиматических и экологических исследований. Систематический сбор и анализ осадков является необходимым условием получения общей картины распределения изотопов на земном шаре и особенностей их вариаций в годовом цикле [Васильчук и др., 2013].

База данных GNIP содержит изотопные определения как на среднемесячной основе, так и по каждому отдельному событию выпадения осадков. В последнее десятилетие опубликованы несколько обзоров, посвященных полувековым наблюдениям за характером изотопных вариаций в ряде ведущих метеорологических станций ВМО–МАГАТЭ. Это прежде всего наблюдения в Вене, Кракове, Любляне и др.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, проф., докт. геол.-минерал. н.; e-mail: vasilch@geol.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: nadin.budanceva@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, аспирантка; e-mail: jessica.vasilchuk@gmail.com

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, вед. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: meteo@rambler.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, мл. науч. с.; e-mail: bludushkina19@mail.ru

Измерения, выполненные в Любляне, продемонстрировали, что за 2007–2010 гг. вариации значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках составили 9,87‰. Самое высокое из них наблюдалось в августе 2007 г. (–4,65‰), а самое низкое – в январе 2009 г. (–14,52‰). Было показано, что изотопный состав осадков связан с характером атмосферной циркуляции. Предложена математическая модель, основанная на линейной зависимости значений $\delta^2\text{H}$ и $\delta^{18}\text{O}$ и средневзвешенного количества осадков, обусловленного элементарными механизмами циркуляции воздуха. Модель позволяет оценить средние значения $\delta^2\text{H}$ и $\delta^{18}\text{O}$ и их стандартное отклонение для осадков, образующихся при различных режимах атмосферной циркуляции, что важно для понимания климатических изменений [Vreča et al., 2014; Brenčič et al., 2015].

Б. Хагер и У. Фельше [Hager, Foelsche, 2015] усреднили среднемесячные изотопные данные по осадкам по сети австрийских метеостанций за 30 лет – с 1973 по 2002 г. Показано, что вариации значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках составляют от 6,3 до 8,0‰ в течение года. Так, в осадках Граца они составили 8,0‰: самое высокое значение $\delta^{18}\text{O}$ наблюдалось в июле (–6,4‰), а самое низкое – в декабре (–14,4‰). Колебания значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках Куфштайна (Тироль) составили 7,0‰: от –7,5‰ в августе до –14,5‰ в ноябре; в осадках Зальцбурга – 6,3‰ (от –7,5‰ в августе до –13,8‰ в январе) и в осадках Вены – 7,2‰ (от –6,5‰ в августе до –13,7‰ в декабре). М. Дулински с соавторами выполнили обобщение изотопных наблюдений в Кракове на метеостанции, входящей в сеть МАГАТЭ, за 44 года – с 1975 по 2019 г. Колебания значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках составили 6,8‰: самое высокое наблюдалось в июне (–6,8‰), а самое низкое – в феврале (–13,6‰) [Duliński et al., 2019].

Исследования изотопного состава атмосферных осадков европейской территории России в 1981–1983 гг. были выполнены сотрудниками Института водных проблем АН СССР [Брезгунов и др., 1987; Ферронский, Поляков, 2009]. На 22 метеостанциях был организован отбор проб месячных сумм атмосферных осадков для определения концентраций дейтерия, кислорода-18 и трития. Анализ распределения значений изотопного состава осадков позволил выявить закономерность уменьшения среднегодовых значений с юго-запада на северо-восток территории [Брезгунов и др., 1987]. На фоне общего уменьшения концентрации $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ в северо-восточном направлении в годовых осадках наблюдается довольно крутой изгиб изолиний изотопного состава от субмеридионального направления в западных районах до субширотного на востоке, что особенно явно прослеживается для осадков зимнего сезона. Полученная картина положения изолиний зимой была объяснена В.С. Брезгуновым с соавторами вторжением холодных воздушных масс из Сибири и Арктики на территорию Восточной Европы, приводящим к интенсивному выпадению осадков и, как следствие, уменьшению концентраций тяжелых изотопов в оставшейся влаге [Брезгунов и др., 1987].

Выполненные исследования изотопного состава атмосферных осадков, отобранных в 2016 г. Н.С. Малыгиной с соавторами на территории Алтая, показали существенное варьирование индивидуальных (–28,12...+2,78‰) и средневзвешенных (от –5,6‰ в сентябре до –22,4‰ в январе) значений $\delta^{18}\text{O}$ [Малыгина и др., 2019]. Для полярных станций севера России выполнены наблюдения за вариациями $\delta^{18}\text{O}$ в зимние месяцы (с октября по апрель): а) полярная станция Кренкеля (Земля Франца-Иосифа) – от –16,1 до –29,5‰; б) Амдерма – от –14,4 до –21,2‰; в) Дудинка – от –15,9 до –23,6‰ [Environmental Isotope..., 1994]. При этом показана удовлетворительная корреляция между среднемесячными зимними температурами воздуха и значениями $\delta^{18}\text{O}$ в осадках. Показано, что экстремально низкие значения изотопного состава в осенние месяцы обусловлены внезапными вторжениями арктических воздушных масс.

Для заполнения пробела изотопных измерений метеосадков на европейской территории России в 2014 г. в лаборатории стабильных изотопов кафедры геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова начаты систематические изотопные измерения всех выпадающих осадков юго-запада Москвы. Они включены в 2019 г. МАГАТЭ в сеть постоянных наблюдений.

Материалы и методы исследований. Отбор проб осадков и определение их химического состава проводились в Метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова (МО МГУ). Обсерватория расположена на территории Воробьевых гор. В силу более высокого гипсометрического расположения район хорошо проветривается, отсутствуют крупные промышленные объекты и транспортные магистрали.

Исследование выполнено на основе отбора ежедневных единичных проб, т. е. каждого случая дождя, снегопада или смешанных осадков с начала выпадения до его окончания в текущие или смежные сутки. Осадки отбирались с помощью винипластовой воронки размером 80×80 см, расположенной на высоте 2 м от поверхности земли. Сбор дождевой воды под воронкой производился в белое пластмассовое ведро. Зимой, после окончания снегопада, снег из воронки собирался пластмассовым совком в ведро для оттаивания при комнатной температуре. Наблюдения проводились круглосуточно.

В течение 2014–2016 гг. были отобраны все случаи выпадения осадков в 2014-м – 101 проба, 2015-м – 140 проб, 2016-м – 154 пробы. Определялись такие показатели, как температура воздуха, количество осадков и продолжительность их выпадения, температура приземного слоя воздуха, относительная влажность воздуха, pH, содержание макрокомпонентов. В каждой пробе оценивалась концентрация анионов: сульфатов (SO_4^{2-}), гидрокарбонатов (HCO_3^-), хлоридов (Cl^-), нитратов (NO_3^-) и катионов: кальция (Ca^{2+}), магния (Mg^{2+}), натрия (Na^+), калия (K^+) и аммония (NH_4^+).

Содержание HCO_3^- определялось титрованием с соляной кислотой сразу после отбора проб, это связано с быстрым изменением концентрации гидрокарбонат-иона во времени. Концентрации остальных катионов и анионов определяли методом ионной хроматографии на приборе ДжетХром (Портлаб, РФ).

Во всех отобранных пробах были определены значения $\delta^{18}\text{O}$. Содержание кислорода-18 (выраженное в значениях $\delta^{18}\text{O}$) определялось в лаборатории стабильных изотопов кафедры геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ на масс-спектрометре Delta-V Plus, оснащенном автоматическим пробоотборником PAL и интерфейсом GasBench II (Thermo Scientific).

Анализ проводился методом изотопного уравнивания с CO_2 . При измерении и калибровке результатов использовались международные стандарты МАГАТЭ (V-SMOW, V-SLAP, GISP и GRES). Средняя точность измерений составила 0,1‰.

Результаты исследований и их обсуждение.

Изотопный состав осадков в 2014 г. Величины $\delta^{18}\text{O}$ изменялись от $-26,29\text{‰}$ в январе до $-0,09\text{‰}$ в мае. В общем тренде среднемесячных значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках наблюдается их закономерное увеличение в период с января ($-17,7\text{‰}$) по июль ($-5,05\text{‰}$) и уменьшение с июля ($-5,05\text{‰}$) по декабрь ($-15,86\text{‰}$) (табл.), однако, не монотонное, а с локальными осцилляциями разной амплитуды, совпадающими с дневными температурными изменениями приземного слоя воздуха: пики максимальных и минимальных значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках совпадают с температурными экстремумами: чем выше температура, тем более тяжелый изотопный состав осадков (рис. 1).

На фоне повышения средних значений температуры воздуха с $-4,6^\circ\text{C}$ в январе до $+13,2^\circ\text{C}$ в мае значения $\delta^{18}\text{O}$ в осадках становятся более тяжелыми (от $-17,7\text{‰}$ в январе до $-6,6\text{‰}$ в мае) и в июле

достигают максимальных значений $-5,05\text{‰}$ при наблюдаемой максимальной среднемесячной температуре $+21,1^\circ\text{C}$ [Чижова и др., 2017а, б].

С июля по декабрь с уменьшением среднемесячной температуры от $+21,1$ до $-2,6^\circ\text{C}$ наблюдается закономерное уменьшение значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках от $-5,05$ до $-15,86\text{‰}$ (см. табл.). С августа по ноябрь значения меняются плавно и незначительно (от $-8,39$ до $-9,23\text{‰}$), а с ноября по декабрь – достаточно резко от $-8,6$ до $-15,86\text{‰}$. Июнь можно считать аномальным периодом, т. к. в этот месяц нарушается общая зависимость изотопного состава осадков и температуры воздуха: на фоне повышения температуры с мая по июнь на $0,8^\circ\text{C}$ изотопный состав осадков становится более легким (на $-2,3\text{‰}$), а не тяжелым (рис. 2).

Изотопный состав осадков в 2015 г. Значения $\delta^{18}\text{O}$ изменялись от $-25,63\text{‰}$ в декабре до $-0,03\text{‰}$ в конце мае (см. рис. 1). Осадки с наибольшими значениями $\delta^{18}\text{O}$ (от -2 до 0‰) выпадали в мае.

Среднемесячная температура приземного слоя воздуха повышалась с $-3,5^\circ\text{C}$ (январь) до $17,4^\circ\text{C}$ (июнь), а изотопный состав осадков при этом увеличился с $-14,48$ до $-5,92\text{‰}$. С июня по сентябрь среднемесячная температура плавно уменьшалась с $17,4$ до $13,1^\circ\text{C}$, что сопровождалось также плавным уменьшением значений изотопного состава осадков с $-5,92$ до $-8,82\text{‰}$. С сентября по декабрь наблюдались более резкие температурные перепады (с $13,1$ до $1,3^\circ\text{C}$), что также отражалось на более резких изменениях среднемесячных значений изотопного состава осадков: он становился более легким на $-4,2\text{‰}$ (см.: рис. 2, табл.).

Изотопный состав осадков в 2016 г. Величины $\delta^{18}\text{O}$ изменялись от $-30,36\text{‰}$ в январе до $1,80\text{‰}$ в конце апреля (см. рис. 1). В общем тренде средних значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках 2016 г. наблюдалось их закономерное увеличение с января по июль (от $-22,67$ до $-6,2\text{‰}$), совпадающее с дневными изменениями температуры приземного слоя воздуха (см. рис. 1).

Таблица

Среднемесячные значения $\delta^{18}\text{O}$ осадков и температур приземного слоя воздуха

2014 г.			2015 г.		2016 г.	
Месяц	$\delta^{18}\text{O}$, ‰	T, °C	$\delta^{18}\text{O}$, ‰	T, °C	$\delta^{18}\text{O}$, ‰	T, °C
Январь	-17,71	-4,6	-14,48	-3,5	-22,67	-8,7
Февраль	-14,70	-0,6	-16,40	-2,3	-14,92	0,3
Март	-12,89	-0,5	-13,83	-0,4	-12,78	0,8
Апрель	-9,46	6,6	-12,05	3,9	-8,06	8,2
Май	-6,60	13,2	-6,23	12,9	-8,43	13,1
Июнь	-8,98	14,0	-5,92	17,4	-7,18	15,5
Июль	-5,05	21,1	-6,91	17,3	-6,20	20,1
Август	-8,39	17,5	-7,46	16,4	-8,22	19,0
Сентябрь	-8,73	12,2	-8,82	13,1	-12,09	10,4
Октябрь	-9,23	5,7	-11,88	3,7	-14,12	3,5
Ноябрь	-8,60	3,9	-15,44	1,5	-16,99	-2,2
Декабрь	-15,86	-2,6	-13,02	1,3	-15,16	-4,8

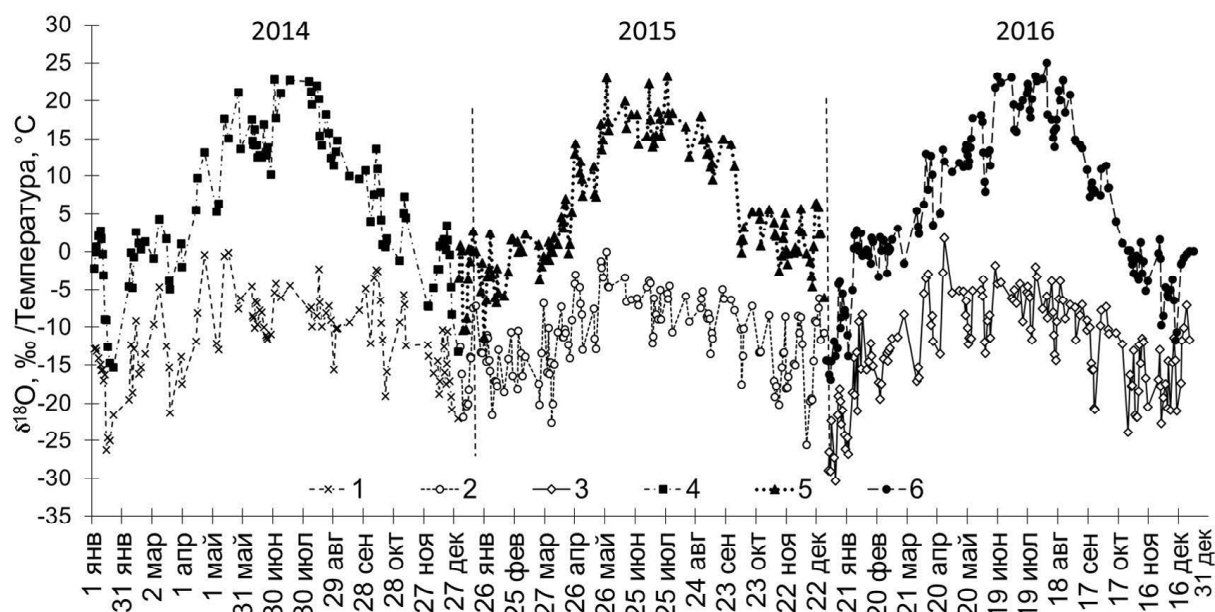


Рис. 1. Сопоставление годового хода значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках и температуры воздуха в 2014–2016 гг., метеорологическая обсерватория МГУ имени М.В. Ломоносова. 1–3 – значения $\delta^{18}\text{O}$: 1 – 2014 г., 2 – 2015 г., 3 – 2016 г.; 4–6 – температура воздуха: 4 – 2014 г., 5 – 2015 г., 6 – 2016 г.

Fig. 1. Correlation of the annual variations of $\delta^{18}\text{O}$ values in precipitation and air temperature during 2014–2016, Meteorological Observatory of the Lomonosov Moscow State University. 1–3 – $\delta^{18}\text{O}$ values: 1 – 2014, 2 – 2015, 3 – 2016; 4–6 – air temperature: 4 – 2014, 5 – 2015, 6 – 2016

Средние значения температуры воздуха и $\delta^{18}\text{O}$ в осадках (‰) достигли максимальных значений в июле (+20,1°C и –6,2‰, соответственно), а затем, в осенние и зимние месяцы наблюдалось закономерное уменьшение температуры (от +10,4°C в сентябре

до –4,8°C в ноябре) и $\delta^{18}\text{O}$ (от –12,09‰ в сентябре до –16,99‰ в ноябре) (см. рис. 2).

Общая минерализация осадков в Москве в 2014 г.

Установлено, что по годовому количеству осадков 2013 г. был самым «влажным» (1015,8 мм), а

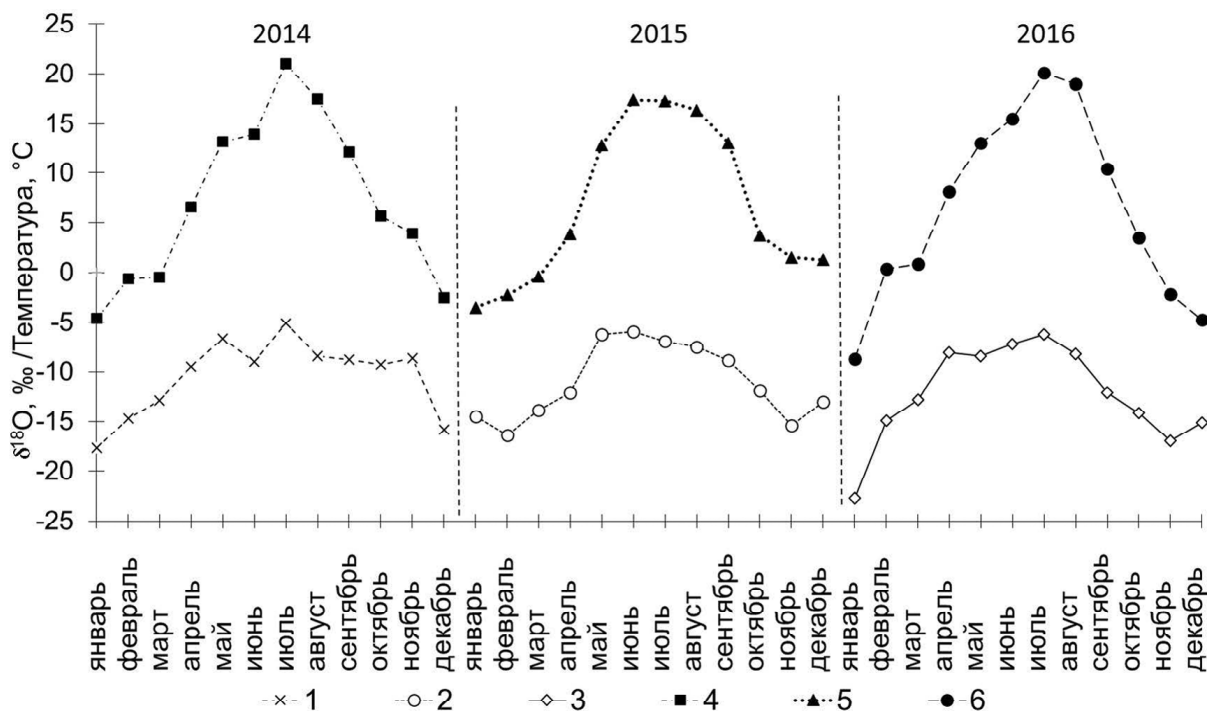


Рис. 2. Среднемесячные значения температуры воздуха и $\delta^{18}\text{O}$ в осадках в 2014, 2015 и 2016 гг. (условные обозначения см. рис. 1)

Fig. 2. Monthly mean air temperatures and $\delta^{18}\text{O}$ values in precipitation in 2014, 2015 and 2016 (for legend see Fig. 1)

2014 г. – самым «сухим» (477,5 мм) в 1980–2015 гг. Годовое и средние сезонные значения минерализации осадков в 2014 г. выше, чем соответствующие многолетние значения, и намного выше, чем в предыдущем «влажном» 2013 г. По сравнению с 2013 г. средние концентрации всех ионов выше, а концентрации хлоридов за теплые и холодные месяцы 2014 г. – максимальные за весь период наблюдений с 1980 г. [Эколого-климатические..., 2015].

Годовой ход минерализации в 2014 г. близок к многолетнему. Характерный весенний максимум гораздо выше многолетнего из-за того, что в феврале, марте и апреле 2014 г. осадков выпало в 2 раза меньше нормы, и большинство проб в эти месяцы были очень загрязнены.

Кроме этого, проявился максимум в июле, в котором выпало всего 5,9 мм осадков (4 пробы) при норме 91 мм. Среднее значение минерализации в марте 67,7 мг/л – самое высокое (рис. 3А). Распределение минерализации проб по грациям загрязненности осадков в 2014 г. очень похоже на многолетнее. Ввиду того что осадков было мало, чистых проб с минерализацией до 20 мг/л было несколько меньше, чем по многолетним данным, а загрязненных – больше. Причем проб с минерализацией >100 мг/л было в 2 раза больше (8 эпизодов), чем обычно (две–четыре пробы в год), больше было только в жарком и дымном 2010 г. (11 эпизодов).

Общая минерализация индивидуальных осадков в Москве в 2014 г. варьировала от 3,2 до 229 мг/л,

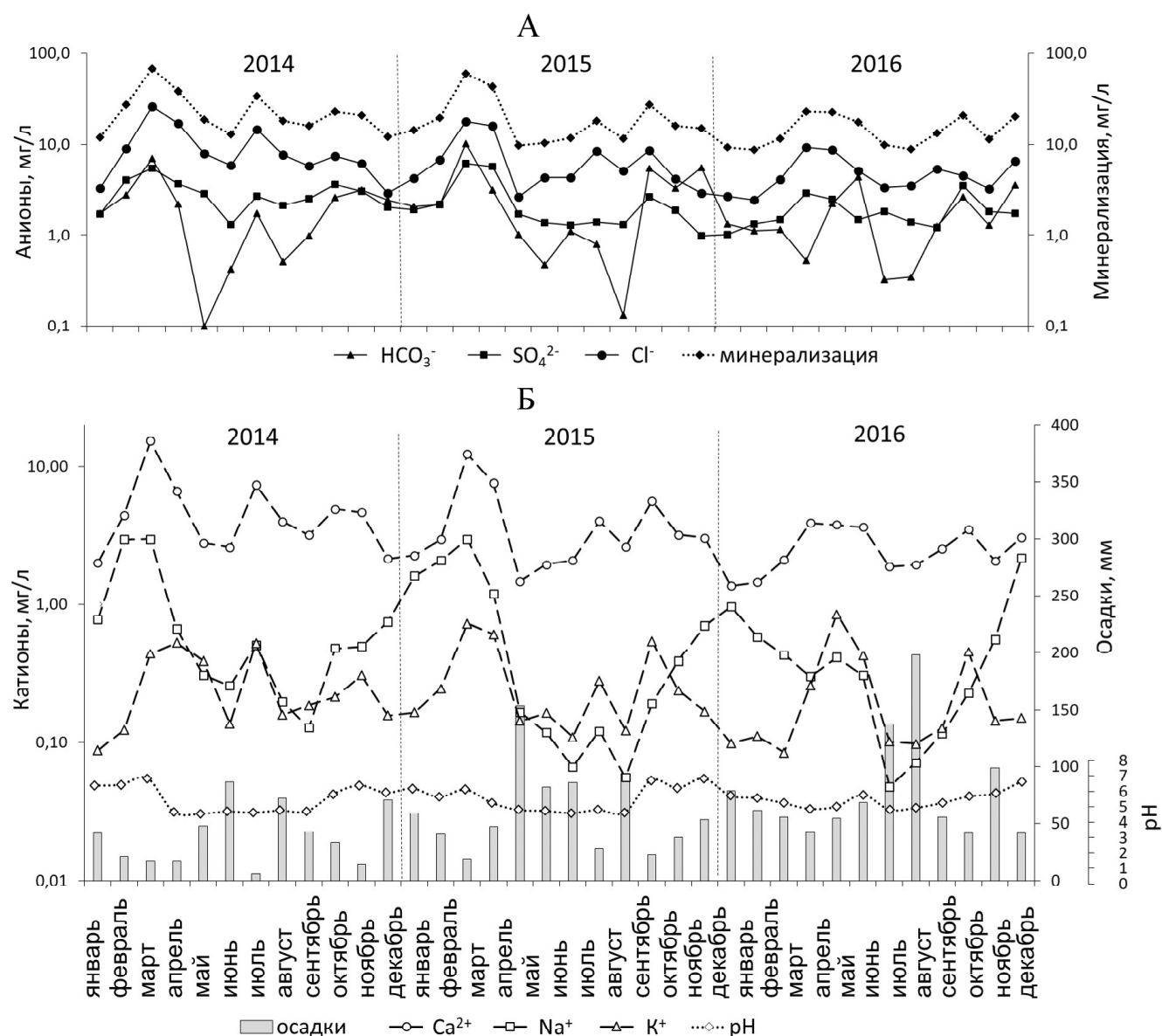


Рис. 3. Среднемесячные значения концентраций ионов в осадках: А – анионов; Б – катионов; pH и минерализация осадков в 2014–2016 гг.

Fig. 3. Monthly mean concentrations of ions in precipitation: А – anions; Б – cations; pH and total mineral content of precipitation during 2014–2016

максимальные значения отмечались с марта по конец мая. Средние величины общей минерализации индивидуальных осадков в Москве в 2014 г. варьировали от 12 мг/л в январе до 67,7 мг/л в марте. Преобладающими макроэлементами были хлор и кальций, в некоторых случаях выявлялись повышенные значения сульфат-иона (см. рис. 3А, Б).

Общая минерализация осадков в Москве в 2015 г. варьировала от 3,5 мг/л до 268,5 мг/л, максимальные значения отмечались в осадках марта и апреля (когда выпадали отдельные дожди с минерализацией проб до 145–175 мг/л), во все остальные месяцы года преобладали осадки с минерализацией от 20 до 50 мг/л [Эколого-климатические..., 2016]. Средние значения общей минерализации индивидуальных осадков в Москве в 2015 г. варьировали от 9,8 мг/л в мае до 59,5 мг/л в марте. Максимальные средние концентрации катионов (Ca^{2+} , Na^+ , K^+) и анионов (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) наблюдались в марте 2015 г. (см. рис. 3А, Б).

Преобладающим анионом является хлор с максимальными концентрациями в индивидуальных осадках (до 98 мг/л) в марте и апреле, из катионов наибольшие концентрации в осадках характерны для гидрокарбонат-иона (максимум 40,9 мг/л в декабре) и сульфат-иона (максимум 33 мг/л в апреле). В целом минерализация осадков была невысока и в 70% случаев их выпадения в 2015 г. на МО МГУ характеризовалась величинами менее 30 мг/л. Это соответствует средней многолетней минерализации осадков за 1982–2017 гг. [Еремина, 2019]. Около 40% проб имели минерализацию менее 15 мг/л, характерную для региональных фоновых станций наблюдения.

Увеличение хлорид-ионов в осадках в последние годы привело к превышению среднемноголетних значений хлорида в относительных единицах (мк-экв/л) над сульфат-ионом, который всегда был преобладающим по средним многолетним данным [Еремина, 2019].

Общая минерализация осадков в Москве в 2016 г. Годовые значения концентрации ионов и минерализации в 2016 г. в целом оказались ниже, чем в более сухом 2015 г. (735 и 939,5 мм годовых осадков, соответственно). Средняя годовая концентрация сульфата в 2016 г. равна 1,7 мг/л – наименьшая за все годы наблюдений (в 2000–2016 гг. средняя концентрация сульфатов близка к 3 мг/л). В результате перехода котельных Москвы на газ в атмосфере резко снизилась концентрация сернистого газа, источника сульфатов в осадках. Самая чистая проба дождя с минерализацией 2,0 мг/л была собрана 15 августа 2016 г., когда суточное количество осадков было самым высоким за все годы наблюдений (108,5 мм). Дождь с наибольшей минерализацией (160,7 мг/л) выпал 11 апреля 2016 г. при количестве осадков всего 0,7 мм. Особенно «чистыми» оказались холодные месяцы 2016 г.: значение средней минерализации, а также ионов сульфатов, гидрокарбонатов, кальция и магния оказались самыми низкими для холодных месяцев за все годы наблюдений. Это объясняется превышением количества

осадков в эти месяцы по сравнению с многолетними наблюдениями почти на 100 мм. По сравнению со среднемноголетними концентрациями, в 2016 г. содержание всех ионов (кроме хлорида) ниже, чем обычно наблюдаемые в последние годы. Причиной этого может быть чрезмерное применение противогололедных реагентов. Из-за повышенного количества осадков в этом году проб с высокой минерализацией было мало. Зато проб с минерализацией до 10 мг/л было гораздо больше, чем по средним многолетним данным. Самых загрязненных проб с минерализацией больше 100 мг/л было всего три. Они приурочены к периоду без осадков и/или с их малым количеством (до 1 мм). Традиционный весенний максимум минерализации осадков в 2016 г. был немного ниже, чем по многолетним данным. Зато из-за малого количества осадков в октябре и декабре наблюдались повышенные значения минерализации, почти на уровне весеннего максимума. Минимальные значения минерализации получены при наибольших месячных суммах осадков в июле и августе, а также в январе и феврале – при необычно большом количестве проб для холодных месяцев (20 и 13, соответственно).

Благодаря повышенному количеству осадков 2016 г. был довольно «чистым». Средняя годовая концентрация сульфатов (1,7 мг/л), а также средние концентрации гидрокарбонатов, кальция и магния в пробах холодных месяцев были минимальными за весь период наблюдений с 1982 г. [Эколого-климатические..., 2017].

Средние значения общей минерализации индивидуальных осадков в 2016 г. в Москве варьировали от 23,1 мг/л в апреле до 8,9 мг/л в августе. Средние значения минерализации и концентрации ионов почти в 2,5 раза меньше, чем в 2014–2015 гг.: максимальные средние концентрации катионов Ca^{2+} и K^+ и анионов Cl^- и SO_4^{2-} наблюдались в апреле–мае 2016 г., Na^+ – в январе и декабре 2016 г. (см. рис. 3А, Б).

Тренды изотопных распределений в осадках. Распределение изотопного состава осадков, наблюдаемое на протяжении 2014–2016 гг., имеет синусоидальный вид, его годовой ход в целом совпадает с изменением температуры приземного слоя воздуха за данный промежуток времени.

В общем тренде среднемесячных значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках наблюдается их закономерное увеличение с января по май–июль (от $-17,7$ до $-5,05\text{‰}$ в 2014 г., от $-14,48$ до $-5,92\text{‰}$ в 2015 г. и от $-22,67$ до $-6,20\text{‰}$ в 2016 г.), с локальными осцилляциями, совпадающими с дневными изменениями температуры приземного слоя воздуха. Их средние значения достигают максимума в конце мая – начале августа, затем в осенние и зимние месяцы наблюдается закономерное уменьшение температуры и $\delta^{18}\text{O}$.

В течение рассматриваемого 3-летнего периода самые изотопически легкие осадки выпадали в январе при наиболее низкой среднемесячной температуре воздуха: $-14,48\text{‰}$ при $-3,5^\circ\text{C}$ в 2015 г., $-17,7\text{‰}$ при $-4,6^\circ\text{C}$ в 2014 г. и $-22,67\text{‰}$ при $-8,7^\circ\text{C}$ в 2016 г.

(см. табл.). Зависимость изотопного состава осадков от температуры в январе линейная с коэффициентом корреляции 0,96.

Самые изотопно-тяжелые осадки выпадали в летнее время в месяце с максимальной температурой приземного слоя воздуха. В 2014 и 2016 гг. – в июле ($-5,05\text{‰}$ при $+21,1^{\circ}\text{C}$ и $-6,92\text{‰}$ при $+20,1^{\circ}\text{C}$, соответственно), а в 2015 г. – в июне ($-5,92\text{‰}$) при максимальной среднемесячной температуре воздуха $+17,4^{\circ}\text{C}$. Связь изотопного состава осадков с температурой приземного слоя воздуха в летнее время выражена лучше, чем в зимнее (коэффициент корреляции 0,99). В целом, кривые изотопного состава осадков в 2014–2016 гг., так же как и температурные зависимости, имеют схожий вид, а отличия средних значений изотопного состава связаны, в основном, с вариациями температуры. Однако, в ноябре 2014 г. наблюдались аномально изотопно-тяжелые осадки, значение $\delta^{18}\text{O}$ в которых ($-8,6\text{‰}$) существенно больше, чем в осадках 2015 и 2016 гг. ($-15,44$ и $-16,99\text{‰}$, соответственно). Возможно, это связано не только с более высокой температурой воздуха в ноябре 2014 г. ($3,9^{\circ}\text{C}$) по сравнению с 2015 и 2016 гг. ($+1,5$ и $-2,2^{\circ}\text{C}$, соответственно), но и с изменением движения фронта воздушных масс.

Из трех рассматриваемых годов 2015 г. отличается очень близким к средневропейскому распределением изотопного состава осадков. Вариации среднемесячных значений $\delta^{18}\text{O}$ в Москве в 2015 г. составили $8,56\text{‰}$: самое высокое значение $\delta^{18}\text{O}$ наблюдалось в июне ($-5,92\text{‰}$), а самое низкое – в январе ($-14,48\text{‰}$) (см. табл.). Такое распределение ближе всего к Грацу, где вариации $\delta^{18}\text{O}$ составили $8,0\text{‰}$: самое высокое значение $\delta^{18}\text{O}$ наблюдалось в июле ($-6,4\text{‰}$), а самое низкое – в декабре ($-14,4\text{‰}$) [Hager, Foelsche, 2015]; а также к Любляне, где вариации значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках составили $9,87\text{‰}$: самое высокое зафиксировано в августе 2007 г. ($-4,65\text{‰}$), а самое низкое – в январе 2009 г. ($-14,52\text{‰}$) [Vreča et al., 2014].

Однако если сравнивать изотопный состав осадков в Москве за 2014–2016 гг., то вариации среднемесячных значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках Москвы составили $17,62\text{‰}$: самое высокое значение $\delta^{18}\text{O}$ наблюдалось в июле 2014 г. ($-5,05\text{‰}$), а самое низкое – в январе 2016 г. ($-22,67\text{‰}$) (см. табл.), что значительно больше колебаний, наблюдаемых в Центральной Европе: $6,3\text{‰}$ – в Зальцбурге, 7‰ – в Куфштайне (Тироль), $6,8\text{‰}$ – в Кракове [Duliński et al., 2019].

Легкие максимальные значения изотопного состава осадков в Москве ($-5,05\text{‰}$ в июле 2014 г., $-5,92\text{‰}$ в июне 2015 г., $-6,2\text{‰}$ в июле 2016 г.) в целом близки к средневропейским ($-4,65\text{‰}$ в Любляне [Vreča et al., 2014]; $-6,4\text{‰}$ в Граце [Hager, Foelsche, 2015], $6,8\text{‰}$ в Кракове [Duliński et al., 2019]. Зимой изотопный состав осадков в Москве легче ($-17,71\text{‰}$ в ян-

варе 2014 г., $-14,48\text{‰}$ в январе 2015 г. и $-22,67\text{‰}$ в январе 2016 г.), чем в Европе, где зимой зафиксированы более тяжелые значения $\delta^{18}\text{O}$: $-13,6\text{‰}$ в Кракове [Duliński et al., 2019]; $-13,8\text{‰}$ – $-14,5\text{‰}$ в Австрии и Любляне [Hager, Foelsche, 2015; Vreča et al., 2014], и близок к изотопному составу осадков на севере России. На полярных станциях Амдерма и Дудинка значения $\delta^{18}\text{O}$ меняются в диапазоне $-14,4\text{‰}$ – $-21,2\text{‰}$ и $-15,9\text{‰}$ – $-23,6\text{‰}$, соответственно [Environmental Isotope..., 1994].

Наиболее изотопно-легкие осадки могут быть связаны с поступлением холодных воздушных масс из высоких широт с континентальным эффектом, проявляющимся в изотопном обеднении атмосферной влаги по мере выпадения осадков в движущейся над сушей воздушной массе. Наибольшие значения $\delta^{18}\text{O}$ характерны для процессов, вызывающих быстрое перемещение воздушных масс из районов Северной Атлантики на европейскую территорию России [Чижова и др., 2017а, б].

Более контрастное по сравнению с Москвой распределение изотопного состава осадков отмечено в США в штате Индиана, где изменения $\delta^{18}\text{O}$ превышают наблюдаемые вариации в Москве: зимой зафиксированы более легкие осадки, а летом – более тяжелые. Значения $\delta^{18}\text{O}$ варьируют от $-31,54$ до $3,23\text{‰}$ со средним значением $-6,25\text{‰}$ [Tian, Wang, 2019].

Выводы:

- распределение изотопного состава осадков в Москве, наблюдаемое на протяжении 2014–2016 гг., имеет синусоидальный вид и хорошо коррелирует с изменением температуры приземного слоя воздуха;

- в сезонном ходе среднемесячных значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках наблюдается их закономерное увеличение с января по май–июль: в 2014 г. – от $-17,7$ до $-5,05\text{‰}$; в 2015 г. – от $-14,48$ до $-5,92\text{‰}$ и в 2016 г. – от $-22,67$ до $-6,2\text{‰}$;

- вариации среднемесячных значений $\delta^{18}\text{O}$ в осадках Москвы составили: в 2014 г. – $12,65\text{‰}$; в 2015 г. – $8,56\text{‰}$; в 2016 г. – $16,47\text{‰}$; за 3 года – $17,62\text{‰}$;

- средние значения общей минерализации индивидуальных осадков в Москве варьировали: в 2014 г. – от 12 до $67,7$ мг/л; в 2015 г. – от $9,8$ до $59,5$ мг/л; в 2016 г. – от $8,9$ до $23,1$ мг/л; за 3 года – от $8,9$ до $59,5$ мг/л; среди анионов преобладал Cl^- , среди катионов – Ca^{2+} ;

- осадки, выпадавшие в Москве в 2014 г., характеризовались высокой минерализацией по сравнению с многолетними значениями, что в основном обусловлено их малым количеством. В более влажном 2016 г. средние значения минерализации и концентрации ионов в осадках были почти в 2,5 раза ниже, чем в 2014–2015 гг. За период наблюдений максимальные значения этих характеристик были отмечены с марта по май.

Благодарности. Авторы благодарны канд. геогр. н. Ю. Чижовой за участие в масс-спектрометрических измерениях и обсуждение результатов. Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда: геохимические измерения и обобщение материалов в рамках научного проекта № 19-77-30004, изотопные измерения – в рамках контракта с МАГАТЭ № 23109.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Брезгунов В.С., Есиков А.Д., Якимов Т.В., Визгалина Н.Е., Нечаев В.В. Распределение среднегодовых концентраций кислорода-18 в осадках на европейской территории СССР // Материалы метеорологических исследований. 1987. № 12. С. 54–58.
- Васильчук Ю.К., Буданцева Н.А., Васильчук А.К., Чиждова Ю.Н. Изотопные методы в географии. Ч. 3: Геохимия стабильных изотопов атмосферы и гидросферы. М.: Географический факультет МГУ, 2013. 216 с.
- Ерёмина И.Д. Химический состав атмосферных осадков в Москве и тенденции его многолетних изменений // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2019. № 3. С. 3–10.
- Малыгина Н.С., Эйрих А.Н., Курепина Н.Ю., Папина Т.С. Изотопный состав атмосферных осадков в предгорьях Алтая: данные наблюдений и интерполяции // Известия Томского политех. ун-та. 2019. Т. 330. № 2. С. 44–54.
- Ферронский В.И., Поляков В.А. Изотопия гидросферы Земли. М.: Научный мир, 2009. 632 с.
- Чиждова Ю.Н., Ерёмина И.Д., Буданцева Н.А., Суркова Г.В., Васильчук Ю.К. Содержание $\delta^{18}\text{O}$ в атмосферных осадках Москвы в 2014 г. // Метеорология и гидрология. 2017а. № 1. С. 78–90.
- Чиждова Ю.Н., Ерёмина И.Д., Буданцева Н.А., Суркова Г.В., Васильчук Ю.К. Использование изотопного метода при оценке атмосферных осадков Москвы // Гигиена и санитария. 2017б. Т. 96. № 8. С. 737–743.
- Эколого-климатические характеристики атмосферы в 2014 г. по данным метеорологической обсерватории МГУ / К.И. Ахиярова, И.Б. Беликов, О.А. Волкова, и др.; под ред. О.А. Шиловцевой и Е.И. Незваль. М.: МАКС Пресс, 2015. 235 с.
- Эколого-климатические характеристики атмосферы в 2015 г. по данным метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова / К.В. Авилова, Н.А. Бунина, О.А. Волкова; под ред. О.А. Шиловцевой. М.: МАКС Пресс, 2016. 268 с.
- Эколого-климатические характеристики атмосферы в 2016 г. по данным метеорологической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова / Е.Ю. Жданова, М.А. Локощенко, А.Ю. Богданович и др.; под ред. Е.И. Незваль и И.В. Сошинской. М.: МАКС Пресс, 2017. 245 с.
- Brenčič M., Kononova N.K., Vreča P. Relation between isotopic composition of precipitation and atmospheric circulation patterns. *Journal of Hydrology*, 2015, vol. 529, part 3, p. 1422–1432. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2015.08.040.
- Duliński M., Różański K., Pierchala A., Gorczyca Z., Marzec M. Isotopic composition of precipitation in Poland: a 44-year record. *Acta Geophys*, 2019, vol. 67, p. 1637–1648.
- Hager B., Foelsche U. Stable isotope composition of precipitation in Austria. *Austrian J. Earth Sci.*, 2015, vol. 108, p. 2–14. DOI: 10.17738/ajes.2015.0012.
- Environmental isotope data N10: world survey of isotope concentration in precipitation (1988–1991). Technical Report Series, N371, Vienna: International Atomic Agency, 1994, 212 p.
- Tian C., Wang L. Data descriptor: Stable isotope variations of daily precipitation from 2014–2018 in the central United States. *Sci. Data*, 2019, vol. 6, p. 1–8.
- Vreča P., Krajcar Bronić I., Leis A., Demšar M. Isotopic composition of precipitation at the station Ljubljana (Reaktor), Slovenia – period 2007–2010. *Geologija*, 2014, vol. 57, p. 217–230. DOI: 10.5474/geologija.2014.019.

Поступила в редакцию 19.02.2020

После доработки 13.05.2020

Принята к публикации 06.10.2020

**Yu.K. Vasil'chuk¹, N.A. Budantseva², J.Yu. Vasil'chuk³,
I.D. Eremina⁴, L.B. Bludushkina⁵**

**VARIATIONS OF THE $\delta^{18}\text{O}$ VALUES AND WATER-SOLUBLE SALTS
IN PRECIPITATION IN MOSCOW DURING 2014 TO 2016**

Samples of precipitation representing all precipitation events were collected at the Meteorological Observatory of the Lomonosov Moscow State University during 2014–2016, namely 101 samples in 2014; 140 samples in 2015; 154 samples in 2016. Amount and duration of precipitation, air temperature in the surface layer of the atmosphere, pH, ionic and isotope composition of precipitation samples were measured. Distribution of $\delta^{18}\text{O}$ values in precipitation in 2014–2016 is of a sinusoidal type, they also correlate well with changes of temperature. In general, average monthly $\delta^{18}\text{O}$ values increase from January to May–July. During the 3-year period, the most isotopically depleted precipitation occurred in January, and the most isotopically enriched precipitation occurred during summer months. The correlation coefficient of the oxygen isotope composition with the air temperature was 0.96 in January and 0.99 in June–August. Anomalously enriched precipitation in November 2014 could be explained by both higher air temperature, and the changes in the movement of the air mass front. The highest mineralization of precipitation during the study period was in 2014, mainly because of the low amount of precipitation. In wetter 2016 the

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Professor, D.Sc. in Geology and Mineralogy; e-mail: vasilch@geol.msu.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Senior Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: nadin.budanceva@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, post-graduate student; e-mail: jessica.vasilchuk@gmail.com

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Leading Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: meteo@rambler.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Junior Scientific Researcher; e-mail: bludushkina19@mail.ru

average mineralization was almost 2.5 times lower than in 2014–2015. The predominant ions in 2014–2016 precipitation were chlorine and calcium. The maximum values of mineralization and ion concentrations were observed from March to May.

Key words: chemical composition, ions, stable isotopes, air temperature

Acknowledgments. The authors are grateful to Ju. Chizhova, PhD. in Geography, for the participation in mass spectrometric measurements and the discussion of results. The research was financially supported by the Russian Science Foundation (project no. 19-17-30004 for geochemical measurements and data synthesis; project no. 19-17-00126 for isotope measurements), and the International Atomic Energy Agency (IAEA contract 23109).

REFERENCES

- Brenčič M., Kononova N.K., Vreča P. Relation between isotopic composition of precipitation and atmospheric circulation patterns. *Journal of Hydrology*, 2015, vol. 529, part 3, p. 1422–1432. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2015.08.040.
- Brezgunov V.S., Esikov A.D., Yakimova T.V., Vizgalina N.E., Nechaev V.V. Raspredelenie srednegodovykh koncentracij kisloroda-18 v osadkah na Evropejskoj territorii SSSR [Distribution of mean annual values of oxygen-18 in precipitation of European part of USSR], *Materialy meteorologičeskikh issledovanij*, 1987, no. 12, p. 54–58. (In Russian)
- Chizhova Ju.N., Eremina I.D., Budantseva N.A., Surkova G.V., Vasil'chuk Yu.K. Soderzhanie $\delta^{18}\text{O}$ v atmosferyh osadkah Moskvy v 2014 g. [Concentration of $\delta^{18}\text{O}$ in precipitation over Moscow in 2014], *Russian Meteorology and Hydrology*, 2017a, vol. 42, no. 1, p. 54–63. DOI: 10.3103/S1068373917010071.
- Chizhova Ju.N., Eremina I.D., Budantseva N.A., Surkova G.V., Vasil'chuk Yu.K. Ispol'zovanie izotopnogo metoda pri ocenke atmosferyh osadkov Moskvy [The use of the isotopic method in the assessment of atmospheric precipitation in Moscow], *Gigiena i sanitariya*, 2017b, vol. 96, no. 8, p. 737–743. (In Russian)
- Duliński M., Róžański K., Pierchała A., Gorczyca Z., Marzec M. Isotopic composition of precipitation in Poland: a 44-year record. *Acta Geophys*, 2019, vol. 67, p. 1637–1648.
- Ekologo-klimaticheskie harakteristiki atmosfery v 2014 g. po dannym meteorologičeskoj observatorii MGU [Environmental and climate characteristics of the atmosphere in 2014 according to the measurements of the Meteorological Observatory of Moscow State University], K.I. Akhiyarova et al., Ed. by Shilovtseva O.A. and Nezval' Ye.I., Moscow, MAKS Press Publ., 2015, 235 p. (In Russian)
- Ekologo-klimaticheskie harakteristiki atmosfery v 2015 g. po dannym meteorologičeskoj observatorii MGU [Environmental and climate characteristics of the atmosphere in 2015 according to the measurements of the Meteorological Observatory of Moscow State University], K.V. Avilova et al., Ed. by Shilovtseva O.A., Moscow, MAKS Press Publ., 2016, 268 p. (In Russian)
- Ekologo-klimaticheskie harakteristiki atmosfery v 2016 g. po dannym meteorologičeskoj observatorii MGU [Environmental and climate characteristics of the atmosphere in 2016 according to the measurements of the Meteorological Observatory of Moscow State University], Ye.Yu. Zhdanova et al., Ed. by Nezval' E.I. and Soshinskaya I.V., Moscow, MAKS Press Publ., 2017, 245 p. (In Russian)
- Environmental isotope data N10: world survey of isotope concentration in precipitation (1988–1991)*. Technical Report Series. N 371. Vienna: International Atomic Agency, 1994, 212 p.
- Eremina I.D. Himicheskiy sostav atmosferyh osadkov v Moskve i tendencii ego mnogoletnih izmenenij [Chemical composition of atmospheric precipitation in Moscow and the trends of its long-term changes], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2019, no. 3, p. 3–10. (In Russian)
- Ferronsky V.I., Polyakov V.A. *Izotopiya gidrosfery Zemli* [Isotopy of the Earth hydrosphere], Moscow, Nauchnyj mir Publ., 2009, 632 p. (In Russian)
- Hager B., Foelsche U. Stable isotope composition of precipitation in Austria. *Austrian J. Earth Sci.*, 2015, vol. 108, p. 2–14. DOI: org/10.17738/ajes.2015.0012.
- Malygina N.S., Eirikh A.N., Kurepina N.Yu., Papina T.S. Izotopnyy sostav atmosferyh osadkov v predgor'yah Altaya: dannye nablyudenij i interpolyacii [Isotopic composition of precipitation in Altai foothills: observation and interpolation data], *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2019, vol. 330, no. 2, p. 44–54. (In Russian)
- Tian C., Wang L. Data descriptor: Stable isotope variations of daily precipitation from 2014–2018 in the central United States, *Sci. Data*, 2019, vol. 6, p. 1–8.
- Vasil'chuk Yu.K., Budantseva N.A., Vasil'chuk A.C., Chizhova Ju.N. *Izotopnye metody v geografii. Chast' 3: Geohimiya stabil'nyh izotopov atmosfery i gidrosfery* [Isotope Ratios in the Environment. Part 3: Stable isotope geochemistry of atmosphere and hydrosphere], Moscow, Faculty of Geography Publ., 2013, 216 p. (In Russian)
- Vreča P., Krajcar Bronić I., Leis A., Demšar M. Isotopic composition of precipitation at the station Ljubljana (Reaktor), Slovenia – period 2007–2010. *Geologija*, 2014, vol. 57, p. 217–230.

Received 19.02.2020

Revised 13.05.2020

Accepted 06.10.2020

УДК 550.41; 551.89

А.Ю. Овчинников¹, В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская²

ПАЛЕОКРИОГЕНЕЗ В ПОЧВАХ ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНОЙ ЗОНЫ ВАЛДАЙСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ

Изучение роли древних палеопризнаков и палеопроцессов в формировании и функционировании современных почв в условиях изменяющегося климата – активно разрабатываемая тема в вопросах о причинах существования большого разнообразия почв. В работе приведены результаты проявления палеокриогенеза на Восточно-Европейской равнине. Проведен сравнительный анализ влияния палеокриогенеза на изменчивость строения профилей почв восточной окраины (черноземы Самарской области) и западной окраины (дерново-подзолистые почвы Вологодской области) перигляциальной зоны Валдайского оледенения. Выявлены интенсивность влияния и степень выраженности этих процессов в разных оконечностях перигляциальной зоны оледенения в направлении с запада на восток. Интенсивность палеокриогенных процессов в почвах проявляется в виде крупных клиновидных грунтовых структур (КГС), языков-клиньев и их сгущений. Показано снижение интенсивности выражения палеокриогенных процессов при движении от западной к восточной оконечности перигляциальной зоны Валдайского оледенения на Восточно-Европейской равнине.

Палеоэкологические процессы позднего плейстоцена существенно влияют на свойства современного почвенного покрова. Выявилась синхронность и периодичность процессов осадконакопления с отложением различной природы материала, почвообразования и действия криогенных (палеокриогенных) процессов.

Такая особенность проявления палеокриогенеза в исследованных почвах отнесена к их фациальным особенностям на заключительной стадии Валдайского оледенения – позднеледниковье.

Ключевые слова: почвообразование, почвообразующие породы, палеокриоморфные признаки, плейстоцен, позднеледниковье, голоцен, фации

Введение. Проблема происхождения почв – одна из наиболее актуальных в современном почвоведении. Взаимоотношение почвы и формирующей ее природной среды – одна из основных задач изучения закономерностей развития не только почвенного покрова Земли, но и всего природного процесса в плейстоцене и голоцене. Она решается путем изучения свойств не только современных, но и древних (в том числе погребенных) почв. Такие исследования, являясь основой одного из важнейших направлений генетического почвоведения – палеопочвоведения, позволяют получать палеоэкологическую информацию об условиях формирования экосистем в прошлом, понимать особенности их современного функционирования и неоднородности строения.

Изучение роли палеопризнаков и палеопроцессов в формировании и функционировании современных почв в условиях изменяющегося климата – активно разрабатываемая тема при рассмотрении причин существования большого разнообразия почв [Гугалинская, 1982; Алифанов, 1995; Алифанов и др., 2010; Овчинников и др., 2013, 2020]. По ряду позиций предлагаемые подходы, в частности выявление роли палеокриогенных процессов в формировании и современном функционировании почв, не менее важ-

ны и для смежных наук – палеогеографии, четвертичной геологии, криолитологии, археологии. Факт существования в условиях позднеледниковья перигляциальной зоны природной циклической последовательности процессов морфо-, лито- и педогенеза является базовым в разрабатываемых нами подходах решения поставленной фундаментальной задачи [Алифанов, Гугалинская, 2005; Гугалинская, Алифанов, 2005; Алифанов и др., 2015; Овчинников и др., 2020]. Основное положение заключается в том, что почвообразующие породы центра Восточно-Европейской равнины формировались в основном в результате не только процессов осадконакопления, но и почвообразования и палеокриогенеза. При этом дифференциация природных процессов, влияющих на почвообразование, в позднеледниковье осуществлялась в основном на региональном и локальном уровнях. Отнесение начала почвообразования ко времени задолго до голоцена основывается нами на исследованиях палеопочвоведов и палеогеографов [Бреслав и др., 1971; Величко, 1973, 1982; Свиточ, 1987; Борзенкова, 1992; Изменение..., 1999; Эволюция..., 2008; Палеоклиматы..., 2009; Величко и др., 2017; Stein et al., 1994; Fang et al., 1997; Van Vliet-Lanoe, 1998; Svendsen et al., 2004], которые показали, что переход от плейстоцена к голоцену про-

¹ Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Пушкинского научного центра биологических исследований Российской академии наук» (ИФХиБПП РАН), заместитель директора по научной работе, канд. биол. н.; e-mail: ovchinnikov_a@inbox.ru

² Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Пушкинского научного центра биологических исследований Российской академии наук» (ИФХиБПП РАН), лаборатория «Почвенных циклов азота и углерода», вед. науч. с., докт. биол. н.; e-mail: gugali@rambler.ru

должался несколько тысячелетий в виде смен климатических периодов похолодания и потепления, которые по своим параметрам приближались к современным условиям (потепления: ласко, раунис, беллинг, аллеред, пребореал с половецким потеплением) или к ледниковым условиям (похолодания: ранний, средний и поздний дриас, переславское похолодание) [Борзенкова, 1992].

Цель исследования – выявить интенсивность проявления палеокриогенных процессов в почвах в разных частях перигляциальной зоны Валдайского оледенения.

Задачи исследования:

1. Систематизировать и установить роль палеокриогенных признаков в формировании современного почвенного покрова, почвенного профиля и почвенных горизонтов.

2. Восстановить последовательность формирования почвенных профилей и неоднородности свойств почв, обусловленных палеокриогенезом.

3. Выявить специфику, проявление и особенности влияния палеокриогенеза на формирование и функционирование современных почв и почвенного покрова.

Материал и методы исследования. Исследовались почвы и палеокриогенные образования в двух районах перигляциальной зоны Валдайского ледникового покрова на разном отдалении от края ледника, в Самарской и Вологодской областях. В Самарской области почвы изучались в двух разрезах (1-2015 и 2-2015, 52°72'84" с. ш., 50°75'12" в. д.) в 5 км к северо-западу от села Богдановка Нефтегорского района, рельеф которого представлен слабо всхолмленной водораздельной поверхностью, имеющей слабый уклон к долине местного водотока и развитой овражной сетью. В Вологодской области исследования проводились в Вологодском районе в обнажении песчаного карьера (разрез 4-2014, 58°53'21" с. ш., 41°09'48" в. д.) непосредственно у самой границы поздневалдайского ледника.

Современные почвы двух разрезов в Самарской области представлены палеокриоморфными черноземами, подстилаемыми песками (CryicCalcicChernozems) и суглинками (CryicCalcicChernozems), в Вологодской области – палеокриоморфной дерново-подзолистой (CryicFluvicFerralicPodzols) [Классификация..., 1977; Классификация..., 2004; IUSS Working..., 2015].

Для выявления закономерностей пространственно-временной изменчивости физических и химических свойств современных черноземов, дерново-подзолистых почв и формирующих их почвообразующих пород применялся подход с использованием комплекса методов.

1. Морфологический метод с самого начала зарождения «почвоведения» как науки является неотъемлемой и главной частью полевых почвенных исследований. Морфологический и мезоморфологический анализы почв и почвообразующих пород позволили выявить генетические и преобразованные горизонты, почвенные свойства, а также

применялись в выявлении форм палеокриогенного микрорельефа, выявлении форм палеокриогенных образований, оценки свойств почв на уровне почвенного профиля и почвенного покрова.

2. Определение физических свойств почв выполнялось по общепринятым методикам [Качинский, 1943; Вадюнина, Корчагина, 1973].

3. Методы химических свойств почв [Агрохимические..., 1965; Аринушкина, 1970; Теория..., 2006; Воробьева и др., 2012] применялись для интерпретации свойств, определения типовой и подтиповой принадлежности [Классификация..., 1977; Классификация..., 2004; IUSS Working..., 2015] исследуемых почв, сравнительного анализа свойств почв, сформированных на почвообразующих породах различного генезиса, сравнительного анализа свойств почв, прошедших стадию палеокриогенеза.

Результаты исследования и их обсуждение. Разрез 1-2015 Нефтегорского района Самарской области заложен на северной стенке отвешка большого оврага и вскрывает двучленную толщу: верхние 60–70 см – суглинок, полностью занят гумусовыми горизонтами; нижняя часть с 60–70 см и до дна разреза (122 см) представлена белесым плотным песком с прослоями через 3–5–10 см более сцементированного песка (рис. 1).

Главная особенность профиля в том, что гумусовый горизонт имеет хорошо выраженную языковатую нижнюю границу. Языки-клинья проникают до глубины 100–120 см (крупные); более мелкие – до глубины 75–85 см. Языки-клинья имеют ширину у своего основания 30–35 см; более мелкие языки – 5–15 см. Всего на стенке разреза длиной 2,5 м вскрыто 5 крупных языков-клиньев и 4 языка-клина более мелкого размера. Гумусовые языки и языки-клинья на горизонтальном срезе (на глубине 115 см) имеют хорошо выраженную полигональность со стороны полигона 30–50 см. Гумусовые языки-клинья имеют сложное строение, а гумусовый горизонт чернозема представлен тремя подгоризонтами. Из нижнего подгоризонта гумусовый язык-клин уходит в подстилающий песок. Языки-клинья каждого из гумусовых подгоризонтов внедряются последовательно в нижележащий слой, создавая таким образом вложенную друг в друга систему.

Морфологический анализ профиля чернозема в разрезе 1-2015 показал следующее:

1. В поздневалдайское время, без сомнений, имело место промерзание почв и почвообразующих пород, на что указывают существующие языки-клинья. Вероятно существовали многолетнемерзлые породы, морфологически диагностируемые переслаивающимися сцементированными песками и оплыванием кончиков клиньев, которые, упираясь в мерзлоту, не проникали глубже, а распространялись в субгоризонтальной плоскости.

2. В настоящей работе не определялось изменение свойств пород и грунтов при промерзании. Это отдельная тема для исследования криолитологов. Но все же хотелось отметить, что черноземный горизонт разделяется на три подгоризонта. Возмож-



Рис. 1. Профили палеокриоморфных черноземов, подстилаемых песками и суглинками. Нефтегорский район, Самарская область. Разрезы: А – 1-2015, Б – 2-2015

Fig. 1. Profiles of paleocryomorphic chernozems on sands and loams. Neftegor'sk district, Samara region. Pits: А – 1-2015, Б – 2-2015

но, нижний подгоризонт формировался в какой-то этап поздневалдайского времени, но, к сожалению, датировки отсутствуют и утверждать это точно пока невозможно. Верхний подгоризонт – современный (в геологическом времени) и отражает соответствующие условия образования. Исходя из представлений мерзлотоведов, эти клинья схожи с таковыми для слоя сезонного промерзания. Современные климатические параметры Самарской области относятся к умеренно-континентальным. Глубина сезонного промерзания по СНИПу в Самаре (средняя максимальная) – 160 см. Такая глубина промерзания характерна для типа устойчивого сезонного промерзания при среднегодовой температуре грунта $+3...+5^{\circ}\text{C}$ и амплитудой $15\text{--}17^{\circ}\text{C}$. Таким образом, условия формирования языков-клиньев в данном черноземе происходили в разные этапы. Возможно во время образования первого подгоризонта было чуть попрохладнее и континентальнее, чем в настоящее время. Механизм формирования языков-клиньев обязан двум процессам – морозному растрескиванию зимой и иссушению за счет миграции влаги летом.

3. На наш взгляд, исходя из морфологического строения почвенного профиля, на данной территории температура промерзания вероятно была ниже современной, так как для разбития плотного сцементированного песка нужны ее значительные градиенты; влажность песка была невысокой – это существенно уменьшало интенсивность криогенных процессов. Следовательно, процессы промерзания были направлены больше на расширение трещин, чем на их углубление. Данное предположение подтверждается морфологическими особенностями строения клиньев. Во-первых, они недостаточно глубокие (мощность в пределах 1 м), во-вторых, языки-клинья имеют плечи и расширяются в верхней своей части. Скапливающаяся в них влага при замерзании расширяла их верхнюю часть, которая засыпалась материалом вышележащего горизонта

или же попадала с дневной поверхности. В-третьих, по морфологии каждый новый сформированный язык-клин проникал в нижележащий не углубляя его, а, наоборот, расширяя (как «меч в ножнах»).

4. Полигональность гумусовых языков имеет небольшие размеры, она не создает (не проецирует на поверхность) полигональный микрорельеф. Из этого следует, что либо температуры промерзания были недостаточно низкими для образования крупных криогенных клиньев, формирующих ярко выраженный микрорельеф, как, например, в почвах гумидных территорий, либо увлажненность была недостаточной.

5. Положение исследованной почвы в Самарской области на расстоянии в 1500 км от границы Валдайского оледенения предполагает снижение интенсивности криогенных процессов за счет менее низких зимних температур, чем на западе территории, располагавшейся ближе к краю ледника, уменьшение количества осадков при движении на восток и, наконец, песчаный состав подстилающих пород.

Морфологический анализ разреза 1-2015 в очередной раз показал, что есть закономерности в пространственном распределении почв, которые не соответствуют или отклоняются от широтной зональности и могут рассматриваться как почвенные провинции или фации, на что указывали Л.И. Прасолов [1916], И.П. Герасимов [1933], И.П. Герасимов и М.А. Глазовская [1960]. В данном случае к фациальным особенностям проявления интенсивности палеокриогенных процессов можно отнести процессы промерзания (палеокриогенеза) и уменьшения осадков. Таким образом, палеокриогенные процессы создавали не большие по размеру криогенные структуры (так, например, Вологодская, Ярославская, Владимирская, Московская, Тульская области), а более мелкого порядка или же скопления (сгущения) клиньев (в данном случае Самарская область). Выявленную особенность палеокриогенеза в исследованных почвах можно отнести к фаци-

альным особенностям палеокриогенеза почв на заключительной стадии Валдайского оледенения – позднеледниковья. На наш взгляд, к таким же фациальным особенностям можно отнести аналогичное проявление палеокриогенеза в виде сгущений языков-клиньев (т. е. щадящие криоаридные условия), которые ранее были выявлены в исследованиях А.Ю. Овчинникова [2009] в Воронежской области. В данном случае, такое же проявление палеокриогенеза обнаруживается и в южной краевой части перигляциальной зоны Валдайского оледенения.

По сравнению с палеокриогенными особенностями, выявленными во Владимирской, Московской и Воронежской областях [Овчинников, 2009; Алифанов и др., 2010; Овчинников и др., 2020; Худяков и др., 2020], палеокриогенез также проявлялся в виде сгущений языков-клиньев, как, например, в Воронежской области, имел пространственную закономерность и выступал на поверхности в виде микрорельефа. При сравнительном анализе палеокриогенных структур с продвижением с севера на юг от Владимирской области к Воронежской выяснилось, что компоненты микрорельефа приобретают менее отчетливые формы, вероятно, из-за уменьшения размеров палеокриогенных структур от крупных клиновидно-грунтовых аналогов к сгущениям языков-клиньев.

Второй разрез 2-2015 в том же районе (см. рис. 1) располагался в южной стенке отвешка ов-

рага, напротив разреза 1-2015. Профиль почвы представлен черноземом, но, в отличие от разреза 1-2015, сформирован на буром суглинке. В данном разрезе нет видимого песчаного материала, только на дне разреза (глубина 203 см) появляются отдельные линзы песка. Бурая часть разреза состоит из трех подгоризонтов: верхнего осветленного светло-бурого; среднего – темно-бурого и нижнего – темно-бурого с большим количеством псевдомицелия. Главная особенность разреза состоит в том, что, находясь всего в 6 м от разреза 1-2015 на противоположной стенке небольшого оврага, он имеет значительно бóльшую (превышающую в 3 раза) мощность суглинка, чем в разрезе 1-2015. В разрезе 1-2015 пески залегают на глубине 70 см, а в разрезе 2-2015 – на глубине 203 см.

Гумусовый горизонт состоит из двух-трех гумусовых подгоризонтов. От нижней границы гумусовых горизонтов отходят узкие гумусовые языки до глубины 96–116 см. Все вышесказанные положения по чернозему разреза 1-2015 в полной мере относятся и к чернозему выщелоченному, подстилаемому песками в разрезе 2-2015.

Вторая часть исследований посвящена дерново-подзолистой палеокриогенной почве, сформированной на песках на окраине д. Курово Вологодского района Вологодской области (разрез 4-2014) (рис. 2). Главной особенностью почвы разреза 4-2014 является крупная грунтовая структура, в результа-



Рис. 2. Криогенная структура в дерново-подзолистой палеокриоморфной песчаной почве. Вологодский район, Вологодская область

Fig. 2. Cryogenic structure in sod-podzolic paleocryomorphic sandy soil. Vologda district, Vologda region

те почвообразования обогащенная железом, которое придает ей цвет от охристого до коричневого. Вмещающие эту структуру породы сложены песчано-гравийными отложениями, имеющими серовато-белесый цвет. Наблюдаются прослои чистого песка, крупной гальки и щебня. В целом размеры гальки нарастают с глубиной.

На общем фоне разреза крупная криогенная структура выглядит очень ярко. Ее ширина в верхней части – 3,5 м, на глубине 2,3 м – около 5 см. Крупная криогенная структура имеет несколько асимметричную форму за счет наклона вмещающих песчано-гравийных слоев по ее бортам. Стенка северной части (на рис. 2 слева) имеет более крутое вертикальное строение. Южная (на рис. 2 справа) стенка структуры имеет более наклонную ступенчатую форму, где наблюдается вторичная, чуть более мелкая структура, прилегающая к более крупной.

Материал внутри крупной криогенной структуры в разной степени подвергнут ожелезнению. Наиболее сильной пропитке подвергался материал на границах (на бортах) и в ее центральной части. Структура заметно насыщена корневыми системами растений по всей глубине и, особенно, по бортам, во вмещающей породе корни отсутствуют. По центру структуры наблюдается существенное увеличение подзолистого горизонта до глубины 60 см. На глубине 30–55 см наблюдается прослой гумусового материала в форме полумесяца, окрашенного в светло-серый цвет.

Фотографический материал и полевые морфологические исследования позволяют относить данную криогенную структуру к псевдоморфозе по повторно-жильному льду. Об этом можно судить по ее морфологии и характеру слоев вмещающих отложений. Рассматриваемая структура четко делится на две части – верхнюю (широкую) и нижнюю (более узкую и клинообразную). Согласно представлениям [Попов и др., 1985], это объясняется расположением верхней расширенной части бывшей ледяной жилы в слое сезонного промерзания-протаивания, а нижней, более узкой, в пределах многолетнемерзлых пород. Таким образом, морфология структуры предполагает существование в данном районе в послевалдайское время многолетнемерзлых пород. Разделение данной структуры на две части также хорошо подчеркивается аналитическими данными, речь о которых пойдет ниже. Верхняя часть псевдоморфозы подчеркивается наличием илистых фракций на глубине 30–40 см, на глубине 120–130 см вновь наблюдается их накопление. Скорее всего, это показывает глубину сезонного промерзания-протаивания криогенной структуры. Данные по химическому анализу также подтверждают такие предположения. Верхняя часть структуры летом хорошо протаивала, влага, насыщенная ионами, проходила вниз по профилю, но задерживалась на уровне бывшей «головы» ледяной жилы, т. е. на уровне верхней границы мерзлоты. Если использовать представления Н.Н. Романовского [1977] о росте ледяных

жил, учитывая глубину сезонно-талого слоя, то структура имела размеры порядка 0,7–0,9 м. Таким образом, ее детальный анализ позволяет сделать более обоснованные представления о природной обстановке того времени.

Физические и химические свойства почвы.

В разрезе 4-2014 были проанализированы физические (табл.) и химические (рис. 3) свойства почв криогенной грунтовой структуры в связи с палеокриогенезом.

Образцы для определения свойств почв отбирались по крупной грунтовой структуре (см. табл.), свойства почв которой предполагалось изучить в настоящем исследовании, в связи с этим сравнительные данные по вмещающей породе не приводятся. Данные химических показателей соответствуют глубинам определения гранулометрического состава (см. табл.).

При визуальном осмотре разреза отмечен песчаный состав почвы и почвообразующей породы (см. табл.). По содержанию и распределению фракций по профилю почвы идентифицируется практически каждый горизонт: подзолистый выделяется уменьшением среднего и увеличением мелкого песка; уменьшением крупной и увеличением средней пыли в своей нижней части. Элювиально-иллювиальный горизонт заметно выделяется увеличением содержания илистой фракции, в результате чего количество физической глины в этом горизонте соответствует суглинистому составу горизонта. В средней части профиля наблюдается взаимное увеличение среднего и уменьшение мелкого песка; некоторое увеличение тонкой пыли, илистой фракции и соответственно физического песка, что приводит к утяжелению гранулометрического состава до супеси. В нижней части профиля наблюдается заметное перераспределение песчаных фракций: уменьшение среднего песка и заметное увеличение мелкого песка. Таким образом, гранулометрический состав почвы обусловлен аллювиально-пролювиальными(?) отложениями [Сергеев, 1982], слагающими надпойменные и пойменные террасы и русла рек исследуемой территории Вологодской области, и последующим перераспределением отложенного материала в результате формирования крупной грунтовой структуры в совокупности с почвообразовательными процессами.

По химическим показателям профиль почвы разреза 4-2014 можно разделить на верхнюю и нижнюю части (см. рис. 3). Содержание $C_{орг}$ в профиле почвы невысокое – менее 1%; только в нижней и, особенно, в средней части крупной криогенной структуры, там, где аккумулируются органо-минеральные соединения (гумусово-железистые), наблюдается увеличение содержания гумуса.

Кислотность почв оценивается как слабокислая в гумусово-органогенном горизонте и нейтральная ниже по профилю. Заметно уменьшается кислотность во вмещающих крупную криогенную структуру породах – pH среды становится щелочным. Также в средней части профиля заметно уве-

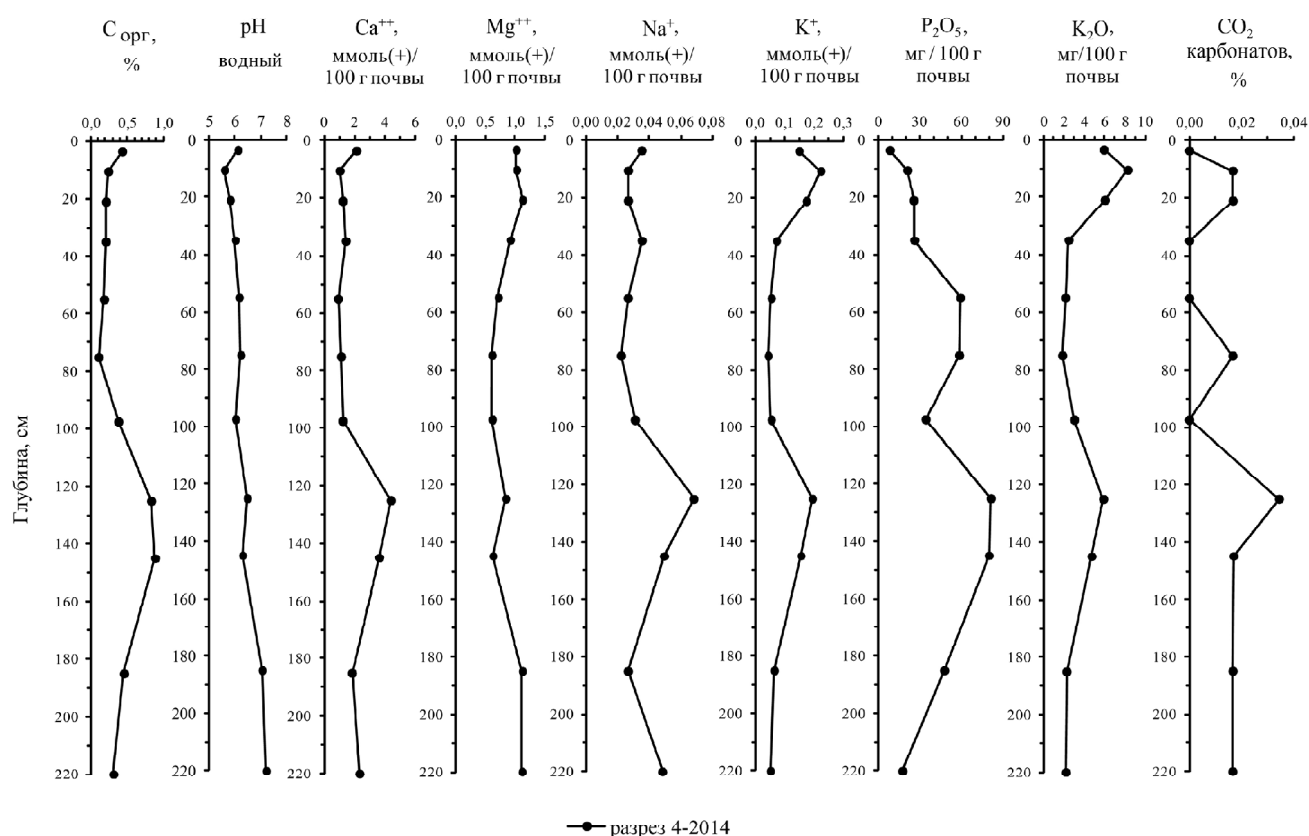


Рис. 3. Химические свойства почв разреза 4-2014. Вологодский район, Вологодская область. Данные приведены по палеокриогенной крупной грунтовой структуре

Fig. 3. Chemical properties of soils in pit 4-2014. Vologda district, Vologda region. Data are for a large paleocryogenic wedge-shaped ground structure

Т а б л и ц а

Гранулометрический состав почв разреза 4-2014. Волгоградский район, Вологодская область

№ образца	Генетический горизонт	Глубина отбора образца	Размер фракций – мм; содержание фракций – %						
			1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
1	A1A2	1–6	39	47	6	3	2	3	8
2	A2	6–15	19	62	7	3	3	6	12
3	A2	16–26	34	48	3	5	3	7	15
4	A2	30–40	29	31	5	2	4	29	35
5	A2	50–60	42	45	5	1	3	4	8
6	B1fe КГС	70–80	34	55	3	2	2	4	8
7	B1fe КГС	95–100	71	20	2	4	1	2	7
8	B2 КГС	120–130	54	26	4	2	4	10	16
9	B2 КГС	140–150	64	19	3	2	4	8	14
10	B3 КГС	180–190	25	62	6	2	2	3	7
11	B3 КГС	215–225	45	48	2	1	1	3	5

Примечание: данные приведены по палеокриогенной крупной грунтовой структуре.

личение поглощенного Ca^{2+} , CO_2 карбонатов, несколько меньшее увеличение поглощенного Mg^{2+} . Содержание поглощенных Na^+ и K^+ очень низкое, вероятно в пределах ошибки определения, но все же в средней части структуры несколько выше. Содержание подвижных форм фосфора и калия –

низкое. Фосфор с глубиной увеличивается, калий уменьшается.

Таким образом, все физические и химические показатели исследованного разреза, их содержание и распределение в значительной мере определяет палеокриогенная крупная грунтовая структура. Она

образует на поверхности пониженную форму микрорельефа, создающую дополнительный приток влаги, что приводит к эрозионному перераспределению материала. Подобная тенденция была выявлена и показана при исследовании почв в других областях (Вологодской, Владимирской, Московской, Тульской, Воронежской) [Овчинников, 2009; Алифанов и др., 2010; Овчинников и др., 2013, 2014, 2020; Худяков и др., 2020]. Было установлено, что современный почвенный покров существенно дифференцирован за счет влияния позднеплейстоценового палеокриогенеза. Почвы на разных элементах микрорельефа, сформированного за счет подобных криогенных структур, различаются на высоком таксономическом уровне (тип или подтип).

Выводы

Проведенные исследования показали:

– палеокриогенные процессы позднего плейстоцена были многократными, проявлялись в разные временные интервалы с отложением материала различной природы, и в настоящий момент существенно влияют на свойства почв и современный почвенный покров;

– анализ свойств почв показал, что температуры промерзания были разными на востоке (Самарская область) и на западе перигляциальной зоны (Вологодская область). Более низкие температуры, на-

личие многолетнемерзлых пород и сезонно-талого слоя способствовали формированию крупных криогенных структур (Вологодская область). Если температуры промерзания были несколько меньшими и существовало глубокое сезонное промерзание, формировались языки-клинья или их сгущения (Самарская область);

– выявлена закономерность или фациальность, проявляющаяся в уменьшении размеров палеокриогенных образований от края перигляциальной зоны Валдайского оледенения (Вологодская область) к ее оконечностям в направлении север–юг и север–восток (Воронежская и Самарская области);

– отмечены закономерности в пространственном распределении почв, которые не соответствуют или отклоняются от широтной зональности – почвенные провинции или фации [Прасолов, 1916; Герасимов, 1933; Материалы..., 1949; Герасимов, Глазовская, 1960; Добровольский, 1968; Ковда, 1973; Герасимов, 1981; Добровольский, 2001]. К фациальным особенностям проявления интенсивности палеокриогенных процессов можно отнести процессы промерзания и уменьшение осадков, гранулометрический состав почв и пород. Эти факторы способствовали уменьшению интенсивности этих процессов при движении от западной к восточной оконечности перигляциальной зоны.

Благодарности. Работа выполнена по теме «Государственного задания № 0191-2019-0046» и при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 17-04-00078-а и 19-29-05178-мк).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агрохимические методы исследования почв. М., 1965. 436 с.
- Алифанов В.М. Палеокриогенез и современное почвообразование. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1995. 318 с.
- Алифанов В.М., Гугалинская Л.А. Палеогидроморфизм, палеокриогенез и морфолитообразование черноземов // Почвоведение. 2005. № 3. С. 309–315.
- Алифанов В.М., Гугалинская Л.А., Овчинников А.Ю. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины. М.: ГЕОС, 2010. 160 с.
- Алифанов В.М., Гугалинская Л.А., Овчинников А.Ю. Формирование почвообразующих пород голоценовых почв в центре Восточно-Европейской равнины // Проблемы региональной экологии. 2015. № 4. С. 55–59.
- Ариунушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 487 с.
- Борзенкова И.И. Изменение климата в кайнозое. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 246 с.
- Бреслав С.Л., Заррина Е.П., Краснов И.И. Периодизация и геохронология позднего плейстоцена северо-запада Европейской части СССР // Проблемы периодизации плейстоцена. Л., 1971. С. 124–136.
- Ваюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. М.: Высшая школа, 1973. 399 с.
- Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. М.: Наука, 1973. 256 с.
- Величко А.А. Периодизация событий позднего плейстоцена в перигляциальной области // Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет. Атлас-монография. М.: Наука, 1982. С. 70–74.
- Величко А.А., Янг Т., Алексеев А.О., Борисова О.К., Калинин П.И., Конищев В.Н., Кононов Ю.М., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н., Панин П.Г., Рогов В.В., Сарана В.А., Тимирева С.Н., Чубаров И.Г. Сравнительный анализ изменений условий осадконакопления за последний межледниково-ледниковый макроцикл в лёссовых областях юга Восточно-Европейской равнины (Приазовье) и центрального Китая (Лёссовое плато) // Геоморфология. 2017. № 1. С. 3–18.
- Воробьева Л.А., Ладонин Д.В., Лопухина О.В., Рудакова Т.А., Киришин А.В. Химический анализ почв. Вопросы и ответы. М., 2012. 186 с.
- Герасимов И.П. О почвенно-климатических фациях равнин СССР и прилегающих стран // Труды Почвенного ин-та АН СССР. 1933. Т. 8. Вып. 5.
- Герасимов И.П. Новые идеи в географии. Конструктивная география в социалистических странах Европы. Вып. 5. 1981. 312 с.
- Герасимов И.П., Глазовская М.А. Основы почвоведения и географии почв. М., 1960. 490 с.
- Гугалинская Л.А. Почвообразование и криогенез Центра Русской равнины в позднем плейстоцене. Пушкино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1982. 204 с.
- Гугалинская Л.А., Алифанов В.М. Позднеплейстоценовый морфолитообразование голоценовых почв центра Восточно-Европейской равнины // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. № 66. М.: ГЕОС, 2005. С. 33–42.

- Добровольский В.В.* География почв с основами почвоведения. М.: ВЛАДОС, 2001. 384 с.
- Добровольский Г.В.* Почвы речных пойм центра Русской равнины. М.: Изд-во МГУ, 1968. 298 с.
- Изменение климата и ландшафтов за последние 65 млн лет (кайнозой: от палеоцена до голоцена) / под ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС, 1999. 260 с.
- Качинский Н.А.* Методы механического и микроагрегатного анализа почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1943. 45 с.
- Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.
- Ковда В.А.* Основы учения о почвах. Ч. 1. М.: Наука, 1973. 448 с.
- Материалы по географии и картографии почв СССР. Труды Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. Т. XXX / под ред. Л.И. Прасолова, И.П. Герасимова. М.: Изд-во АН СССР, 1949. 323 с.
- Овчинников А.Ю.* Палеокриогенез как фактор дифференциации современных почв и почвенного покрова центра Восточно-Европейской равнины: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 24 с.
- Овчинников А.Ю., Алифанов В.М., Ваганов И.М., Гугалинская Л.А., Рюмиш А.Н.* Формирование пространственно-временной изменчивости физических и физико-химических свойств дерново-подзолистых почв Европейской России, обусловленной палеоэкологическими факторами // Проблемы региональной экологии. 2013. № 5. С. 26–32.
- Овчинников А.Ю., Алифанов В.М., Ваганов И.М.* Палеоэкология позднего плейстоцена и современные дерново-подзолистые почвы центра Восточно-Европейской равнины // Проблемы региональной экологии. 2014. № 5. С. 60–65.
- Овчинников А.Ю., Алифанов В.М., Худяков О.И.* Влияние палеокриогенеза на формирование серых лесных почв центральной России // Почвоведение. 2020. № 10. С. 1170–1181.
- Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен. Атлас-монография / под ред. А.А. Величко. М., 2009. 120 с.
- Попов А.И., Розенбаум Г.Э., Тумель Н.В.* Криолитология. М.: Изд-во МГУ, 1985. 239 с.
- Прасолов Л.И.* О черноземе приазовских степей // Почвоведение. 1916. № 1. С. 45–46.
- Романовский Н.Н.* Формирование полигонально-жильных структур. Новосибирск: Наука, 1977. 216 с.
- Свиточ А.А.* Палеогеография плейстоцена. М.: Изд-во МГУ, 1987. 188 с.
- Сергеев Е.М.* Инженерная геология. 2-е изд. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. 248 с.
- Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
- Худяков О.И., Алифанов В.М., Плещенев П.А., Овчинников А.Ю., Решоткин О.В., Бухонов А.В.* Палеокриогенез как фактор неоднородности агросерой почвы // Почвоведение. 2020. № 10. С. 1237–1246. DOI: 10.31857/S0032180X20100093.
- Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24–8 тыс. л. н.) / отв. ред. А.К. Маркова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 556 с.
- IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Update 2015. FAO, Rome, 2015, 192 p.
- Fang X.-M., Ono Y., Nagatsuka S., Guan D.-H., Pan B.-T., Li J.-J., Fukusawa H., Torii M.* Soil micromorphological and chemical evidence for Asian summer monsoon-instability during the past 60 000 years BP, PPCN, 1997, no. 14.
- Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I., Demidov I., Dowdeswell J.A., Funder S., Gataullin V., Henriksen M., Hjort C., Houmark-Nielsen M., Hubberten H.W., Ingolfsson O., Jakobsson M., Kjær K.H., Larsen E., Lokrantz H., Lunkka J.P., Lysa A., Mangerud J., Mamioukhov A., Murray A., Müller P., Niessen F., Nikolskaya O., Polyak L., Saarnisto M., Siegert M.J., Spielhagen R.F., Stein R.* Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia, *Quaternary Science Reviews*, 2004, vol. 23, p. 1229–1271.
- Stein R., Seung-II. N., Shubert C.* The last deglaciation event in the Eastern Central Arctic Ocean, *Science*, 1994, vol. 264, p. 692–696.
- Van Vliet-Lanoe B.* Frost and soils: implications for paleosols, paleoclimates and stratigraphy, *Catena*, 1998, vol. 34, no. 1–2, p. 157–184.

Поступила в редакцию 18.09.2019

После доработки 20.07.2020

Принята к публикации 06.10.2020

**A.Yu. Ovchinnikov¹, V.M. Alifanov,
L.A. Gugalskaya²**

PALEOCRYOGENESIS IN SOILS OF THE PERIGLACIAL ZONE OF THE VALDAI GLACIATION

The role of ancient paleo-features and paleo-processes in the formation and functioning of modern soils under the changing climate is actively studied for reasoning of the existence of a large variety of soils. The paper presents the results of paleocryogenic effects on the East European plain. The influence of paleocryogenesis on the variability of soil profile structure was compared for the Eastern and Western peripheries of the periglacial zone of the Valdai glaciations (Chernozems of the Samara region and sod-podzolic soils of the Vologda region, respectively). The intensity of influence and the degree of manifestation of these processes in different parts of the periglacial zone in the direction from West to East are revealed. The paleocryogenic processes in soils manifest themselves in the form of large wedge-shaped ground structures, the tongue-wedges and the tongue-wedges concentrations. The intensity of the relics of paleocryogenic processes decreases over the East European Plain from the western to the eastern border of the periglacial zone of the Valdai glaciation.

¹ Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences, Deputy Director for scientific work, PhD. in Biology; e-mail: ovchinnikov_a@inbox.ru

² Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences, Laboratory of nitrogen and carbon cycles in soils, Leading Scientific Researcher, D.Sc. in Biology; e-mail: gugali@rambler.ru

Paleoecological processes of the Late Pleistocene significantly affect the properties of the present-day soil cover. It was found that sedimentation processes with deposition of different types of material, soil formation, and cryogenic (paleocryogenic) processes were all synchronous and periodic.

Specific feature of paleocryogenesis in the studied soils is attributed to their facial characteristics at the final stage of the Valdai glaciation – the Late Glacial.

Key words: soil formation, soil-forming rocks, paleocryomorphic features, Pleistocene, the late Valdai time, Holocene, facies

Acknowledgements. The study was carried out under the State task no. 0191-2019-0046 and financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects no. 17-04-00078-a and 19-29-05178-mk).

REFERENCES

- Agrohimicheskie metody issledovaniya pochv* [Agrochemical methods of soil research], Moscow, 1965, 436 p. (In Russian)
- Alifanov V.M. *Paleokriogenez i sovremennoe pochvoobrazovanie* [Paleocryogenesis and modern soil formation], ONTI PSC RAS, Pushchino, 1995, 318 p. (In Russian)
- Alifanov V.M., Gugalinskaja L.A. Paleogidromorfizm, paleokriogenez i morfolitopedogenez chernozemov [Paleohydromorphism, paleocryogenesis and morpholithopedogenesis of chernozem], *Pochvovedenie*, 2005, vol. 3, p. 309–315. (In Russian)
- Alifanov V.M., Gugalinskaja L.A., Ovchinnikov A.Ju. [Formirovanie pochvoobrazujushih porod golocenovyh pochv v centre Vostochno-Evropejskoj ravniny], *Problemy regional'noj ekologii*, 2015, no. 4, p. 55–59. (In Russian)
- Alifanov V.M., Gugalinskaja L.A., Ovchinnikov A.Ju. *Paleokriogenez i raznoobrazie pochv centra Vostochno-Evropejskoj ravniny* [Paleocryogenesis and soil diversity of the centre of East European plain], Moscow, GEOS Publ., 2010, 160 p. (In Russian)
- Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv* [Manual of chemical analysis of soils], Moscow, Moscow University Publ., 1970, 487 p. (In Russian)
- Borzenkova I.I. *Izmenenie klimata v kajnozoe* [Climate change in the Cenozoic], Sankt-Peterburg, Gidrometeoizdat Publ., 1992, 246 p. (In Russian)
- Breslav S.L., Zarrina E.P., Krasnov I.I. Periodizacija i geohronologija pozdnego plejstocena severo-zapada Evropejskoj chasti SSSR [Periodization and geochronology of the late Pleistocene of the North-West of the European part of the USSR], *Problemy periodizacii plejstocena*. Leningrad, 1971, p. 124–136. (In Russian)
- Evoljucija ekosistem Evropy pri perehode ot plejstocena k golocenu (24–8 tys. l. n.) [Evolution of ecosystems in Europe during the transition from Pleistocene to Holocene (24–8 thousand y. a.)], Markov A.K. (Ed.), Moscow, Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK Publ., 2008, 556 p. (In Russian)
- Fang Xiao-Min, Ono Y., Nagatsuka S., Guan D.-H., Pan B.-T., Li J.-J., Fukusawa H., Torii M. Soil micromorphological and chemical evidence for Asian summer monsoon-instability during the past 60 000 years BP. *PPCN*, 1997, no. 14.
- Gerasimov I.P. O pochvenno-klimaticheskijh facijah ravnin SSSR i priliegajushih stran [On soil and climatic facies of the plains of the USSR and adjacent countries], *Trudy Pochv. In-ta AN SSSR*, 1933, vol. 8, no. 5. (In Russian)
- Gerasimov I.P., Glazovskaja M.A. *Osnovy pochvovedenija i geografii pochv* [Fundamentals of soil science and soil geography], Moscow, 1960, 490 p. (In Russian)
- Gugalinskaja L.A. *Pochvoobrazovanie i kriogenez Centra Russkoj ravniny v pozdnem plejstocene* [Soil formation and cryogenesis of the Center of the Russian plain in the late Pleistocene], Pushchino, ONTI NCBIAN SSSR Publ., 1982, 204 p. (In Russian)
- Gugalinskaja L.A., Alifanov V.M. Pozdneplejstocenovyj morfolitogenez golocenovyh pochv centra Vostochno-Evropejskoj ravniny [Late Pleistocene morpholithogenesis of Holocene soils of the center of the East European plain], *Bjul. Komissii po izucheniju chetvertichnogo perioda*, Moscow, GEOS Publ., 2005, vol. 66, p. 33–42. (In Russian)
- IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014. *International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. Update 2015. FAO, Rome, 2015, 192 p.
- Izmenenie klimata i landshaftov za poslednie 65 millionov let (kajnozoi: ot paleocena do golocena)* [Climate and landscape change over the last 65 million years (Cenozoic: Paleocene to Holocene)], Prof. A.A. Velichko (Ed.), Moscow, GEOS Publ., 1999, 260 p. (In Russian)
- Kachinskij N.A. *Metody mehanicheskogo i mikroagregatnogo analiza pochvy* [Methods of mechanical and microaggregate soil analysis], Moscow, USSR Academy of Science Publ., 1943, 45 p. (In Russian)
- Khudyakov O.I., Alifanov V.M., Pletenev P.A., Ovchinnikov A.Ju., Reshotkin O.V., Bukhonov A.V. Paleocryogenesis as a factor of heterogeneity of agro-gray soil. *Eurasian Soil Science*, 2020, vol. 53, no. 10, p. 1437–1445. DOI: 10.1134/S1064229320100099.
- Klassifikacija i diagnostika pochv Rossii* [Classification and diagnostics of soils in Russia], Smolensk, Ojkumena Publ., 2004, 342 p. (In Russian)
- Klassifikacija i diagnostika pochv SSSR* [Classification and diagnostics of soils of the USSR], Moscow, Kolos Publ., 1977, 224 p. (In Russian)
- Ovchinnikov A.Ju. *Paleokriogenez kak faktor differenciacii sovremennyh pochv i pochvennogo pokrova centra Vostochno-Evropejskoj ravniny* [Paleocryogenesis as a factor of differentiation of modern soils and soil cover of the center of the East European plain], Extended Abstract of PhD Thesis in Biology, Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 2009, 24 p. (In Russian)
- Ovchinnikov A.Ju., Alifanov V.M., Khudyakov O.I. The impact of paleocryogenesis on the formation of gray forest soils in central Russia. *Eurasian Soil Science*, 2020, vol. 53, no. 10, p. 1354–1364. DOI: 10.1134/S1064229320100142.
- Ovchinnikov A.Ju., Alifanov V.M., Vagapov I.M. Paleoeologija pozdnego plejstocena i sovremennye dervno-podzolistye pochvy centra Vostochno-Evropejskoj ravniny [Paleoecology of the late Pleistocene and modern sod-podzolic soils of the center of the East European plain], *Problemy regional'noj ekologii*, 2014, no. 5, p. 60–65. (In Russian)
- Ovchinnikov A.Ju., Alifanov V.M., Vagapov I.M., Gugalinskaja L.A., Rjumshin A.N. Formirovanie prostranstvenno-vremennoj izmenchivosti fizicheskijh i fiziko-himicheskijh svojstv dervno-podzolistykh pochv evropejskoj Rossii, obuslovlennoj paleoekologicheskimi faktorami [Formation of spatio-temporal variability of physical and physico-chemical properties of sod-podzolic soils of European Russia due to paleoecological factors], *Problemy regional'noj ekologii*, 2013, vol. 5, p. 26–32. (In Russian)
- Paleogeografija Evropy za poslednie sto tysjach let* [Paleogeography of Europe in the last hundred thousand years], Gerasimov I.P. and Velichko A.A. (Ed.), Moscow, Nauka Publ., 1982, 156 p. (In Russian)
- Paleoklimaty i paleolandshafty vne tropicheskogo prostranstva Severnogo polusharija. Pozdnij plejstocen – golocen* [Paleoclimates and paleolandscapes of the extratropical space of the Northern

hemisphere. Late Pleistocene-Holocene], Atlas-monografija, Velichko A.A. (Ed.), Moscow, 2009, 120 p. (In Russian)

Popov A.I., Rozenbaum G.Je., Tumel' N.V. *Kriolitologija* [Cryolitology], Moscow, Moscow University Publ., 1985. 239 p. (In Russian)

Prasolov L.I. O chernozeme priazovskih stepej [About Chernozem of Azov steppe], *Pochvovedenie*, 1916, vol. 1, p. 45–46. (In Russian)

Romanovskij N.N. *Formirovanie polygonal'no-zhil'nyh struktur* [The formation of the polygonal-wedge structures], Novosibirsk, Nauka Publ., 1977, 216 p. (In Russian)

Stein R., Seung-II. N., Shubert C. The last deglaciation event in the Eastern Central Arctic Ocean, *Science*, 1994, vol. 264, p. 692–696. DOI: 10.1126/science.264.5159.692.

Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I., Demidov I., Dowdeswell J.A., Funder S., Gataullin V., Henriksen M., Hjort C., Houmark-Nielsen M., Hubberten H.W., Ingolfsson O., Jakobsson M., Kjær K.H., Larsen E., Lokrantz H., Lunkka J.P., Lysa A., Mangerud J., Mamioukhov A., Murray A., Möller P., Niessen F., Nikolskaya O., Polyak L., Saarnisto M., Siegert M.J., Spielhagen R.F., Stein R. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia, *Quaternary Science Reviews*, 2004, vol. 23, p. 1229–1271. DOI: 10.1016/j.quascirev.2003.12.008.

Svitoch A.A. *Paleogeografija plejstocena* [Paleogeography of the Pleistocene], Moscow, Moscow University Publ., 1987, 188 p. (In Russian)

Teorija i praktika himicheskogo analiza pochv [Theory and practice of chemical analysis of soils], Moscow, GEOS Publ., 2006, 400 p. (In Russian)

Vadjunina A.F., Korchagina Z.A. *Metody issledovanija fizicheskikh svojstv pochv i gruntov* [Methods of research of physical

properties of soils], Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1973, 399 p. (In Russian)

Van Vliet-Lanoe B. Frost and soils: implications for paleosols, paleoclimates and stratigraphy, *Catena*, 1998, vol. 34, no. 1–2, p. 157–183. DOI: 10.1016/S0341-8162(98)00087-3.

Velichko A.A. *Periodizacija sobytij pozdnego plejstocena v periglacial'noj oblasti. Paleogeografija Evropy za poslednie sto tysjach let* [Periodization of late Pleistocene events in the periglacial region], Atlas-monografija, Moscow, Nauka Publ., 1982, p. 70–74. (In Russian)

Velichko A.A. *Prirodnyj process v plejstocene* [Natural process during the Pleistocene], Moscow, Nauka Publ., 1973, 256 p. (In Russian)

Velichko A.A., Jang T., Alekseev A.O., Borisova O.K., Kalinin P.I., Konishhev V.N., Kononov Ju.M., Konstantinov E.A., Kurbanov R.N., Panin P.G., Rogov V.V., Sarana V.A., Timireva S.N., Chubarov I.G. Sravnitel'nyj analiz izmenenij uslovij osadkonakoplenija za poslednij mezhljedninkovo-lednikovyy makrocikl v ljossovyh oblastjah juga Vostochno-Evropskoj ravniny (Priazov'e) i central'nogo Kitaja (Ljossovoe plato) [Comparative analysis of changing sedimentation conditions during the last interglacial-glacial macrocycle in the loess areas of the southern East European plain (the Azov Sea region) and central China (loess plateau)], *Geomorfologija*, 2017, no. 1, p. 3–18. DOI: 10.15356/0435-4281-2017-1-3-18. (In Russian)

Vorob'eva L.A., Ladonin D.V., Lopuhina O.V., Rudakova T.A., Kirjushin A.V. *Himicheskij analiz pochv. Voprosy i otvety* [Chemical analysis of soils. Questions and answers], Moscow, 2012, 186 p. (In Russian)

Received 18.09.2019

Revised 20.07.2020

Accepted 06.10.2020

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 9.911.375.3:33.911.3:30

Д.П. Шатило

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЭТНОСОЦИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ
ЛОНДОНА, ПАРИЖА, МАДРИДА, БЕРЛИНА И МОСКВЫ**

В исследовании сравниваются процессы территориальной социально-этнической дифференциации в Москве и выбранных по определенным признакам крупных столицах Европы: Лондоне, Париже, Мадриде и Берлине. Массовые волнения на межэтнической почве, произошедшие в последние 20 лет в европейских городах, отражают социальную напряженность в районе. Анализ стоимости жилой недвижимости по авторской методике позволяет определить ее влияние на расселение иммигрантов. Автором предприняты попытки сравнить Москву со столицами Европы и выявить особенности социальной дифференциации на фоне других городов при явной нехватке статистической информации об иммигрантах.

Было установлено, что для Лондона характерна большая степень мозаичности распределения цен на жилье. В Большом Париже резко доминирует столица в административных границах, а департамент Сена-Сен-Дени отличается дешевизной жилья и большая доля иммигрантов. В Мадриде зоны дорогого жилья тяготеют к центральному району и более зеленым северо-западным кварталам. Берлин по стоимости жилья более контрастен, чем по расселению иммигрантов. Цены здесь не сильно влияют на их расселение. Москву отличает центр-периферийное распределение стоимости жилой недвижимости и наличие более высоких цен в западной части города и на вылетных магистралях.

Ключевое значение играют не только число и доля иммигрантов, но и этапы иммиграции, состав иммигрантов, миграционная политика, распределение цен на жилую недвижимость. Было показано, что по сравнению с другими городами в Москве иммиграционные процессы выражены так же ярко, однако здесь основную напряженность в городе могут создавать внутренние мигранты.

Ключевые слова: расселение иммигрантов, территориальная дифференциация цен на жилье, социально-этническое расслоение, крупные столицы Европы

Введение. Анализ социальной дифференциации важен для понимания основных механизмов расселения как коренных жителей, так и иммигрантов, постоянно пребывающих на территориях стран и городов. Столичные города в Европе, прежде всего, лидеры мировых колониальных держав, обладают широким влиянием и разнообразием своих функций. Многообразие возможностей привлекает население, поэтому крупные города, в том числе и столицы, становятся основными аттракторами для иммигрантов. Актуальность изучения социальной дифференциации обусловлена массовыми волнениями, возникающими в кварталах с преобладанием иммигрантов. Они обнажили важную тенденцию обострения социальных и этнических контрастов и конфликтных территорий, которая уже вовсю проявляется в Европе. Эта тенденция отражается и на качестве городской среды, комфортности проживания, стабильности в городе. В данном исследовании рассматриваются пять крупнейших столиц (и агломераций) Европы по численности населения, по положению в рейтинге глобальных городов, по схожей истории этапов иммиграции. Автор пытается выделить особенности Москвы на фоне Лондона, Парижа, Мадрида, Берлина. Все выбранные столицы так или иначе сравнимы с Москвой.

Дифференциация городского пространства показывает, как расселение иммигрантов влияет на городские структуры. Именно в этих пяти столицах в последнее время миграционные процессы проявляются наиболее ярко. Цель исследования – сравнение социальной дифференциации на примере расселения иммигрантов в Москве и крупных столицах Европы, выявление основных особенностей степени адаптации иммигрантов к принимающей среде.

Выявление особенностей дифференциации иммигрантов в Москве с учетом опыта других столиц имеет большое значение в связи с возможными будущими вызовами иммиграции, с которыми уже столкнулись европейские города.

Изученность социальной дифференциации в выбранных городах. Социальная дифференциация – важная комплексная тема, которой длительное время занимаются представители разных научных дисциплин в России и за рубежом. Этническая, экономическая и социальная стороны вопроса освещаются в трудах отечественных географов [Вендина, Паин, 2018; Вендина и др., 2019; Капралов, 2008; Мкртчян, 2009; Мкртчян, Флоринская, 2016; Зайончковская, 2011; Савоскул, 2015; Зубаревич, 2019; Трейвиш, 2017; Слука, 2009] и многих зарубежных коллег. Большинство исследователей фокусируется

¹ Институт научной информации по общественным наукам (ИНИОН), науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: shatilo@inion.ru

на показателях в целом по городу или региону, реже присутствует сравнение территориальных структур расселения иммигрантов. Особый интерес по внутригородскому расселению представляют работы О.И. Вендиной по Москве (в городе есть сложности и неточности в статистике). А.В. Капралов сравнивает расселение иммигрантов в крупных европейских агломерациях, уделяя большое внимание исторической части вопроса. Зарубежные авторы рассматривают религиозную составляющую и считают ее сильнее этнической [Poulsen, 2011; Peach, 2002, 2009]. Сегрегация рассматривается в работах по Парижу, Лондону, Мадриду и другим городам в [Préteceille, 1996; Rhein, 1998; Poulsen, 2011; Fujita, 2012; Grzegorzczak, 2013, 2014]. Одно из самых интересных исследований по этническому Берлину проведено Ф. Кемпером [Kemper, 1998], который исследовал реконструкцию жилья и иммиграционные процессы после восьми лет объединения города, однако с тех пор в Берлине многое изменилось, а число иммигрантов постоянно увеличилось.

Распределение стоимости недвижимости и анализ городской среды в Москве представлен в работах А.Г. Махровой [2014], А.А. Попова [2007], В.Р. Битюковой [Битюкова и др., 2006; Bityukova et al., 2016] и др.

Главное достоинство большинства работ о социальной и этнической дифференциации – применение математических моделей. Однако часто некоторые авторы пренебрегают особенностями тех или иных иммигрантов, их историческим и культурным своеобразием, редко присутствует анализ территориальной структуры. Обновленных работ относительно внутригородских процессов крайне мало, еще меньше – посвященных географическим особенностям расселения, и совсем немного – сравнительных исследований.

Материалы и методы исследования. Социальное неравенство изучается по-разному, однако в большинстве случаев подразумевается концентрация и сегрегация. Для изучения социального неравенства на социально-экономическом уровне применяются расчетные методы и математические модели, территориальный и картографический методы используются крайне редко. В настоящем исследовании сначала выделялись и оценивались сопоставимые территории, рассчитывались и сравнивались различные показатели об иммигрантах, затем была собрана база данных о предложениях жилой недвижимости и создана типология районов в выбранных городах.

Социальная и этническая *дифференциация (расслоение, стратификация)* – различия между группами населения, выделенными на территории по соответствующим признакам. Для целей настоящего исследования нюансы разницы в понятийном аппарате не важны, поэтому эти термины можно использовать как синонимы.

Основная трудность заключается в дефиците доступных данных по численности, составу и другим социально-экономическим показателям имми-

грантов. В сравнении с модельными городами Европы, Москва явно проигрывает по наличию доступной соответствующей статистики. Однако и по другим городам схожих данных мало. Здесь и начинается поиск взаимосвязей, корреляций, зависимостей между социальной дифференциацией и расселением иммигрантов. Для начала можно опереться на исходную гипотезу: иммигранты селятся в дешевых районах, а их обилие, в свою очередь, снижает стоимость жилья и ухудшает социальные показатели района. Однако это не всегда так, взаимосвязи неочевидны, что и раскрывает дальнейшее исследование. Во многих работах (за редким исключением) авторы рассматривают город как точку на карте, без привязки к территориальной структуре. Поэтому сравнительный географический анализ внутригородских структур и международного опыта зарубежных столиц крайне важен для Москвы, где много поводов для возникновения социальной напряженности, т. к. дешевые районы притягивают как иммигрантов, так и малообеспеченных российских граждан. Москва, как и Российская Федерация в целом, с 2000-х гг. начинает более активно притягивать международных мигрантов, поэтому зарубежный опыт внутригородской социальной дифференциации может быть полезен для устранения возможных ошибок последствий увеличения иммиграции в Москву.

Выбор объектов исследования. Для сравнения Москвы с избранными европейскими городами следует разобраться, какие территории и показатели могут сопоставляться, ведь города по площади, населению и другим аспектам не похожи, а категории иммигрантов разнятся еще больше.

В территориальном плане сравнимы только ядра, центральные части городов уже имеют некоторые различия, которые усиливаются в агломерациях или регионах. Париж, в официальной границе имеющий площадь 105,4 км², настолько мал, что Иль-де-Франс (или Парижский регион) площадью 12 тыс. км² в 114 раз больше. Как правило, в исследованиях рассматривают Большой Париж – Париж и три соседних департамента Малой Короны.

Столицы с радиально-кольцевой планировочной структурой имеют больше сходств в современных территориальных планах. Для Лондона характерна некая аморфность плана, т. к. город состоит из объединенных мелких поселений, сохранивших свои особенности и барьеры [Махрова, Перчик, 2004; Махрова и др., 2012]. Города объединяет уменьшение плотности населения от центров к периферии.

Для исследования выбраны Берлин и Мадрид в официальных границах, Лондон и Париж в несколько расширенных границах. Москва рассматривается в границах до 2012 г. без присоединенных территорий, т. к. она несравнима с другими выбранными городами.

Кроме литературы, основой для исследования и необходимых расчетов послужили данные национальных переписей населения, информация статистических отчетов о населении, числе и составе им-

мигрантов, а также собранная автором база данных о стоимости типовых объектов жилой недвижимости. Автором была разработана методика отбора «средних» квартир или домов и собрана база данных с ценами на жилую недвижимость по веб-сайтам риелторских компаний, для максимального сопоставления дифференциации по жилью в изучаемых городах. Это – данные по стоимости предложений по так называемым типовым квартирам. В выборку от каждого района и квартала попадают более 40 предложений об аренде или продаже трехкомнатных квартир или квартир с двумя спальнями. Эксперты по изучению рынков недвижимости считают эту выборку максимально репрезентативной. За 2008–2019 гг. изучено более 350 тыс. предложений, размещенных более чем на 170 сайтах. Поэтому особенность настоящего исследования заключается в сопоставлении социальной, этнической и иммиграционной структуры в разных городах и в выборе для этого наиболее сопоставимых показателей, в частности сбор стоимости сопоставимого жилья.

Иммиграционные процессы в городах. В каждой стране есть свои правила приема и квоты иммигрантов. Методы и принципы учета отличаются, иногда учтены этнические группы, иногда иностранцы и т. д. Иммигрант, как правило, иностранец, прибывший в ту или иную страну на постоянное или временное (но более длительное) пребывание. В Великобритании иммигранты, оставшиеся на год и более, уже считаются постоянным населением. Во Франции, Великобритании, Германии выделяется категория лиц с «миграционным прошлым», к которым отнесены и уже родившиеся в этих странах. Есть категории этнических меньшинств, о которых зачастую умалчивают из соображений политкорректности и видимого единства нации (например, Франция), – те, кого не считают иммигрантом или иностранцем и просто не учитывают в статистике. В Великобритании выделяют также расово-этнические группы, в Германии – этнос, язык и историю репатриантов. В России важна регистрация. Этнические меньшинства (кроме «белых» европейцев) фиксируются только в Лондоне. Разной представляется тяжело решаемую задачу, разный учет иммигрантов и этнических групп влияет на результаты исследования. За рамками изучения остаются вынужденные мигранты, которые не самостоятельно выбирают место жительства. Особую сложность не только для изучения, но и для принятия управленческих решений представляют нелегальные иммигранты, но их исследование не входит в поставленные задачи.

Можно считать категорию «иммигранты» условно собирательной. Это лица, приехавшие на постоянное или долговременное жительство, зачастую

с намерением получить гражданство принимающей страны (но не туристы и не временные работники даже с самым высоким статусом). Также много и состоятельных иммигрантов (политики, бизнесмены и др.). Статистические данные и доли иммигрантов не вполне сопоставимы, поэтому их следует воспринимать как некую условность, т. к. это официальные статистические источники, которым нет замены. В Лондоне это 3 млн чел. (37%), в т. ч. до 50% были рождены в Великобритании, большинство – ее граждане; в Париже – 1,6 млн (24,5%); в Берлине – 675 тыс. жителей-иностранцев (18,9%); в Мадриде – 547 тыс. иностранцев (16,9%); в Москве – 1 млн на миграционном учете (9%), в т. ч. около половины – без гражданства РФ² [Шатило, 2018].

Столичные города в последнее время становятся ареной этносоциальных конфликтов, на возникновение которых влияет и история самой иммиграции, которая все сильнее затрагивает социальное расслоение города. Появление межэтнической напряженности связано с опережением процессов поляризации (нарастание различий между группами населения) над адаптацией и ассимиляцией. Длительность миграции и численность иммигрантов определяют их расселение, появление в городах анклавов типа «гетто», сосредоточение высокостатусных групп в богатых районах и т. д. При повышении социального статуса иммигранта роль «этничности» в его жизни уменьшается, что влияет на улучшение условий и выбора района для проживания, смену занятий и др.

Этапы иммиграции. Начиная с распада колоний в 1950–1960-х гг., усилился приток трудовых иммигрантов, которые стали формировать доминирующие «иноэтнические» группы. Во всех выбранных столицах для 1980–1990-х гг. была свойственна диверсификация состава иммигрантов [Гильтман, Сумик, 2019]. К началу XXI в. произошел переход от так называемой этнической модели устройства к эмигрантской [Fujita, Krugman, 2004; Prêteceille, 2009; Bhaumik, Nugent, 2011; The economic..., 2017; Шатило, 2018; Gustafsson et al., 2019].

В настоящее время заметны попытки разработок эффективных политик по контролю и интеграции прибывших, уменьшению числа нелегальных иммигрантов. Еще один тренд последних 10–15 лет – снижение требований к условиям жизни и качеству жилья. Доля таких трудовых мигрантов в общем потоке падает; она ниже, чем была, например, в 1960–1970-е гг.

Сравнение территориального распределения изучаемых объектов жилья и доходов населения. Социальная дифференциация по доходам населения сложна. В анализ показателей благосостояния населения входят данные о доходах, заработной плате, пособиях, пенсии и др. При этом порайонных со-

² На регистрационный учет становятся как иностранные, так и внутренние мигранты. Вторые за рамками данного исследования, их около 555 тыс. Однако обе цифры часто считают заниженными, по некоторым оценкам, втрое, т. е. и российских отходников, и гастарбайтеров из других стран может быть по 1,5 млн. В исследовании условно принята за основу цифра в 1 млн иммигрантов.

поставимых данных не найти. В одних городах фигурирует только медианный доход (как правило, меньший), в других – средний либо на человека, либо на домохозяйство, с учетом или без учета прожиточного минимума и т. д. В Москве по районам имеются статистические данные лишь о заработной плате по месту занятости. В большинстве столиц данные о доходах и занятости (безработице) привязаны к месту проживания. Однако город – не дискретное пространство. Люди в подавляющем большинстве случаев выезжают на работу за пределы своего района и тем более квартала. Поэтому данные о зарплате не репрезентативны. В отличие от других изучаемых городов, для Москвы опущены сведения о предпринимательских и иных доходах, однако добавлены данные о заработке тех, кто занят в Москве, но проживает за ее пределами. Поэтому чрезвычайно сложно «привести к одному знаменателю» данные по всем пяти столицам, добываясь их наибольшей актуализации.

Все это делает доходы не вполне сопоставимыми, заставляя искать другие индикаторы расслоения. Именно поэтому, наряду со всеми остальными сложностями исследования, были проведены трудоемкие и кропотливые расчеты данных о ценах на жилую недвижимость по сайтам различных риелторских компаний. Они выполнялись на протяжении 11 лет, начиная с 2008 г.

Говоря о сопоставлении стоимости объектов жилой недвижимости, отмечено большое распространение дешевых рекламных предложений (особенно в Москве, где часто фигурирует территориальная привязка к станциям метро, а на самом деле на цену жилья влияют другие факторы), но даже они отражают уровень цен в районе. Для анализа Лондона футы пересчитаны в метры, а фунты – в евро по курсу Европейского ЦБ на год анализа. Цены на жилье в Москве также пересчитаны в евро по аналогичному принципу.

В Лондоне «стандартное» жилье – это квартиры, малые особняки и блокированные дома (*terraced houses*). В Мадриде и Париже рассматривались квартиры (дома) с двумя спальнями. Аналогичное им жилье в Берлине и Москве – это квартиры, состоящие из трех комнат. Общая площадь жилых объектов, как правило, составляла 65–100 м². Далее была рассчитана удельная стоимость 1 м² жилья в районе или квартале. Исходя из целей исследования – территориальная дифференциация жилья с учетом ее динамики – составленная база подходит для оценки средней стоимости жилья, но не масштабов рынка.

Административно-территориальное деление (АТД) Лондона представляет собой 33 крупные ячейки: Сити и 32 округа (*borough*), состоящих из 624 кварталов (*ward*). Большой Париж состоит из 4 департаментов – 20 округов Парижа в административных границах и 123 коммуны Малой Короны Парижа. Париж *intra-muros* (территории Парижа, ограниченные Парижской окружной дорогой, исключая Булонский и Венсенский лес) состоит из

1371 квартала. АТД Мадрида представлено 21 крупным рай-оном, состоящими из 131 квартала. Москва в границах до 2012 г. без присоединенных территорий состоит из 10 округов, которые делятся на 125 районов.

Обсуждение результатов. Лондон. Для Лондона характерна центральная роль столицы. В Великобритании в первую очередь именно Лондон притягивает новых иммигрантов. До 45% прибывших этнических иммигрантов сконцентрированы в агломерации столицы, кроме пакистанцев, которых вербовали для работы на рудниках по всей территории страны. В 2001 г. доля так называемых «белых британцев» была более 73%, но к 2011 г. их доля сократилась до 44,9%.

Другие особенности Лондона связаны с большой долей иммигрантов: 37% лондонцев родом не из Великобритании (что почти в три раза больше, чем общий уровень по стране), из них 25% родились за пределами Европы. Здесь также огромное разнообразие этнических групп, среди которых доминируют так называемые «небелые» (*BAME – Black, Asian and minority ethnic*), такие как африканские и карибские негры, индийцы, бангладешцы, пакистанцы, китайцы, метисы, арабы, вьетнамцы, поляки. Большинство из них (84%) имеют гражданство Великобритании [ONS, 2020]. С этим преобладанием этнических групп в большей степени связан и естественный прирост населения, на 500 тыс. человек примерно каждые 8 лет. Если иммигрантами считать лишь тех, кто не является гражданином Великобритании, то их доля упадет до 6,5% (это сильное занижение, тем более, что официальная статистика Великобритании публикует данные по этническим меньшинствам, т. е. тем, кто имеет так или иначе миграционное прошлое).

Даже на крупном административно-территориальном уровне Лондон отличается обилием районов с преобладанием этнических меньшинств и иммигрантов (в особенности «небелых»). Из 33 районов в 9 этнические меньшинства составляют более половины населения.

Расселение «небелых» меньшинств *BAME* показано на рис. 1. Здесь заметна концентрация мигрантов в срединной зоне, где их доля в населении квартала достигает 89,9–93,7%.

Чем ниже социальное положение иммигранта, тем важнее для интеграции в принимающее общество его этническое происхождение. Здесь есть как «гетто» бедняков, так и концентрация иммигрантов с высоким образованием, своим бизнесом, более высококвалифицированных специалистов и др. в более дорогих районах. В Лондоне видна «геттоизация» и «белых» британцев, и состоятельных иммигрантов: они расселены в значительной степени изолированно.

Париж. Как и Лондон, Париж считается старейшим центром притяжения иммигрантов. В городе есть районы, привлекающие переселенцев из более бедных стран доступностью аренды или покупки жилой недвижимости или наличием социального

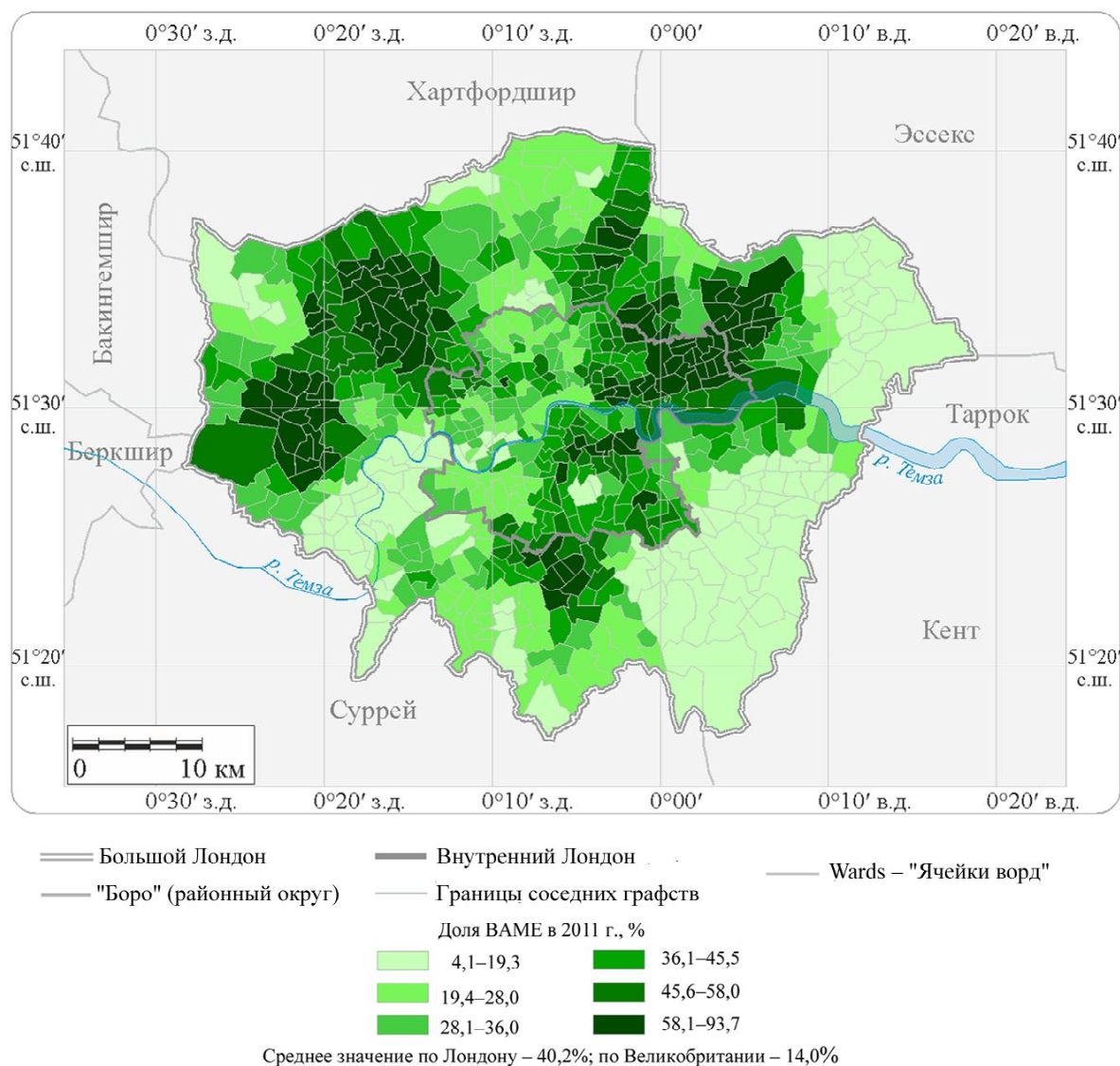


Рис. 1. Доля «небелых» меньшинств (BAME) в Большом Лондоне в 2011 г. Источник: составлено автором и [Шатило, 2018]

Fig. 1. The share of BAME in London in 2011. Compiled by the author and [Shatilo, 2018]

жилья. Уровень жизни в таких районах ниже, а безработица выше (рис. 2). Такие районы можно назвать «гетто», хотя их наличие властями как Парижа, так и Франции в целом долго отрицалось, что усложняло настоящее исследование. Однако есть районы с дешевым жильем и малой долей иммигрантов. Кроме того, романоязычные иммигранты могут селиться и в дорогих районах, т. к. зачастую заняты в них в качестве обслуживающего персонала (как и в Мадриде). Концентрация отдельных групп иммигрантов в Париже – это результат не только миграционной политики, но и политики предоставления социального жилья. Воссоединение семей трудовых иммигрантов из бывших французских колоний усилило их повышенную долю в районах с дешевой недвижимостью. Социальное жилье часто размещалось не только на территории Малой Короны, но и за ее пределами, что привело к расши-

рению зон притяжения иммигрантов за границами изучаемой территории.

Мадрид. Миграция в Мадрид – сравнительно новое, быстро растущее направление. В 2000 г. приток иммигрантов удвоился. В 2006 г. доля иностранцев составляла 13%, а в 2009 г. уже 17%. Одна из причин увеличения притока иммигрантов – рост экономики Испании в 1980–1990-е гг., сопровождаемый социальными изменениями, такими как эмансипация женщин, рост доходов и увеличение спроса на услуги. В этот период наблюдался дефицит рабочих кадров в некоторых отраслях на фоне демографического спада и увеличения роли третичного сектора для испанцев. Третья причина – ужесточение приема иммигрантов в США, что спровоцировало изменение направления эмиграции из стран Латинской Америки в Испанию, куда была упрощена процедура въезда.

С началом экономического кризиса приток иммигрантов в Мадрид постепенно сокращался. Многие иммигранты уезжали не только из Мадрида, но и из Испании в целом, т. к. столица редко бывала основным центром их притяжения. Особо отмечено в официальных данных, что большинство иммигрантов – женщины. С 2017 г. число иммигрантов в Мадрид стало постепенно увеличиваться, но их расселение меняется мало. В целом, доля иммигрантов выше в его южных и восточных районах (рис. 3).

Берлин. По численности населения Берлин – крупнейший город Германии, но он расположен вдали от остальных центров страны, а его долгая исто-

рия с разделением на Восточный и Западный Берлин до сих пор влияет на большинство социальных и экономических процессов. В последние десятилетия наблюдается рост числа берлинцев с иностранными паспортами. Если учесть иммигрантов, получивших немецкое гражданство, Берлин – это один из самых полиэтнических городов в стране, хотя до воссоединения Германии «отставал» от городов ФРГ.

Мигранты из разных стран способствуют росту населения Берлина. Традиционно миграционную картину сформировала трудовая иммиграция из стран Западной Европы и США в Западный Берлин в 1960–1970-е гг. На восток приезжали выходцы из

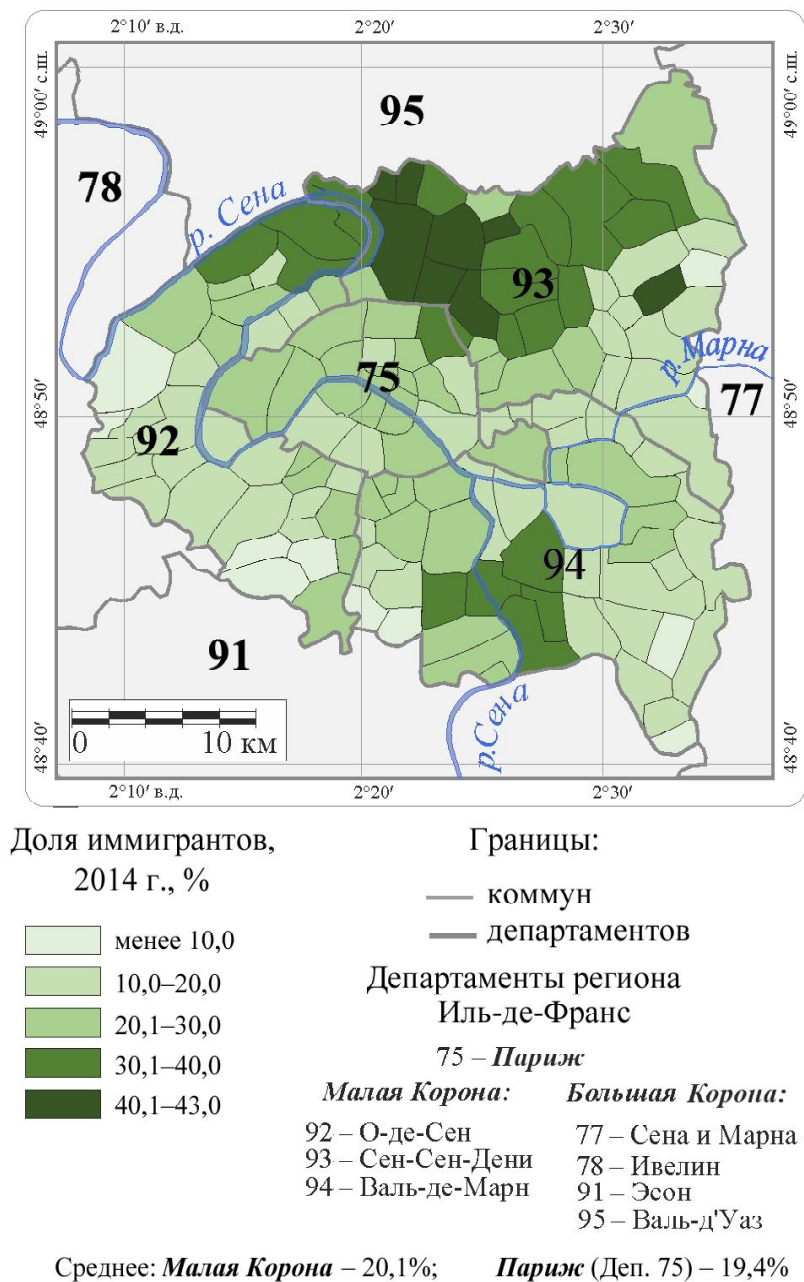


Рис. 2. Доля иммигрантов в Париже в 2014 г. Источник: составлено автором и [Шатило, 2018]

Fig. 2. The share of immigrants in Paris in 2014. Compiled by the author and [Shatilo, 2018]

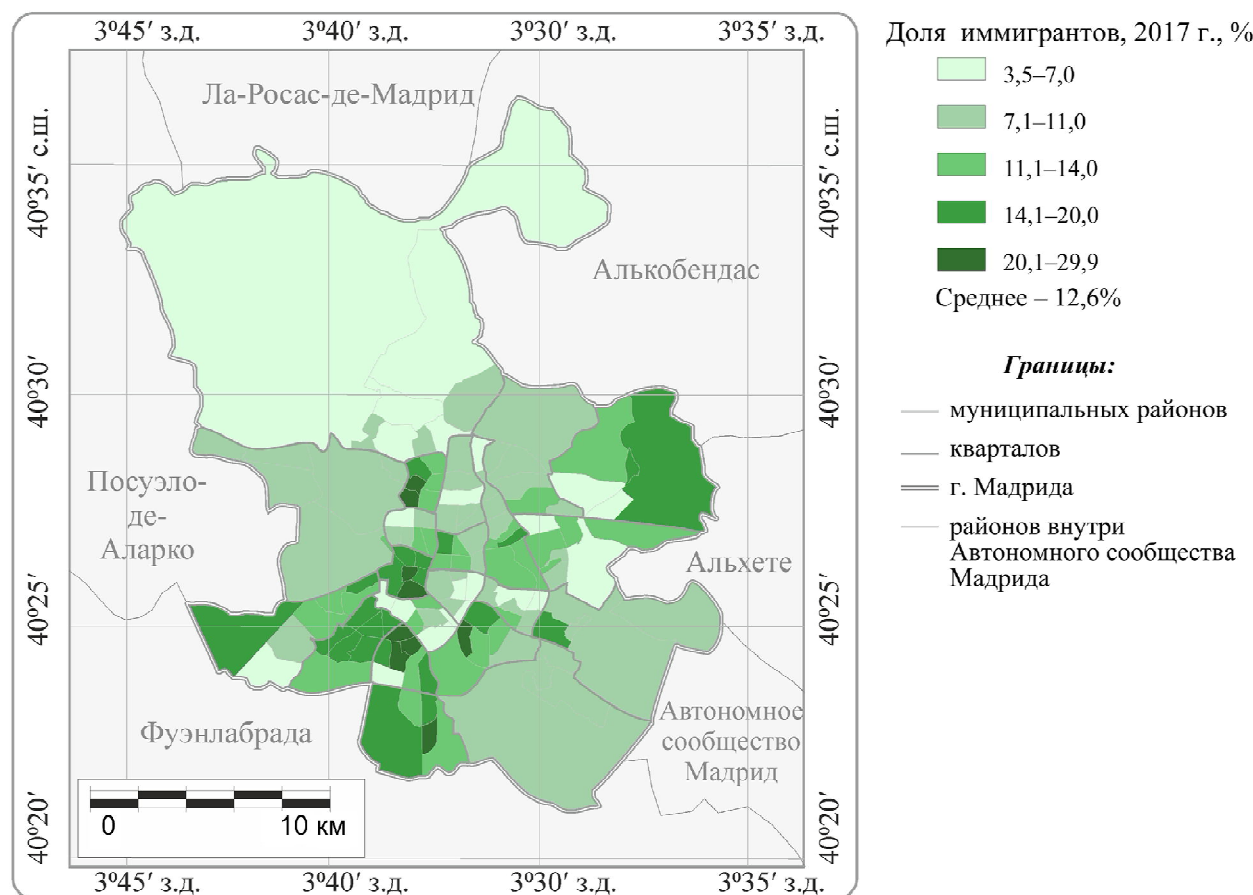


Рис. 3. Доля иммигрантов в Мадриде в 2017 г. Источник: составлено автором и [Шатило, 2018]

Fig. 3. The share of immigrants in Madrid in 2017. Compiled by the author and [Shatilo, 2018]

стран соцлагеря, однако в целом иммигрантов там в три раза меньше, чем в Западном Берлине, что прослеживается и поныне (рис. 4). В центральных районах вдоль бывшей Берлинской стены сконцентрированы районы с долей иммигрантов 30–50% (однако в абсолютных показателях эти числа несравнимы с Лондоном или Парижем).

Москва. Население Москвы в последние 30 лет растёт, в основном за счет приезжих как из других регионов России, так и иммигрантов [Женщины-мигранты..., 2011; Lazareva, 2015]. Наблюдается естественная убыль населения, на рождаемость влияют социально-экономические процессы, которые способствуют снижению естественного прироста. Экономическая сфера Москвы также претерпевает значительные изменения: сильно упала доля вторичного сектора, которая так и не восстановилась после кризиса 2008 г., и выросла доля третичного. Переход к рыночной экономике сильно поменял отрасли советского столичного комплекса, показав недоразвитость бизнеса и повседневных услуг. Сфера недвижимости приобрела новое значение. Отмечена не только моноцентричность РФ, но и сильная гипертрофированность столицы на фоне других крупных городов. Часто этот феномен объяс-

няется так называемой столичной рентой, связанной с размещением объектов федерального значения и центров принятия решений [Зубаревич, 2008].

Работа над градостроительными аспектами предусматривала развитие генерального плана Москвы до 2020 г. и отдельно ее окружения. Однако неожиданное присоединение новых территорий в 2011–2012 гг., по мнению некоторых экспертов, считается несколько странным: практически нет примеров в мире с присоединением территорий такой площади. В таком масштабе этого не было даже в странах Азии и Африки, а в развитых странах были приняты иные и не совсем удачные попытки. К примеру, на референдуме 1994–1996 гг. за объединение Берлина и окрестной зоны Бранденбург проголосовало только 37% участников.

Миграционная политика Российской Федерации в настоящее время предусматривает как защиту прав иммигрантов, так и усиление контроля их въезда и регистрации. Также осуществлен диверсифицированный подход к учету видов миграции (добровольная и вынужденная, внутренняя и внешняя, легальная и др.). Приняты меры по сокращению нелегальной иммиграции (например, введение в 2015 г. патентов на работу). В связи с вынесением

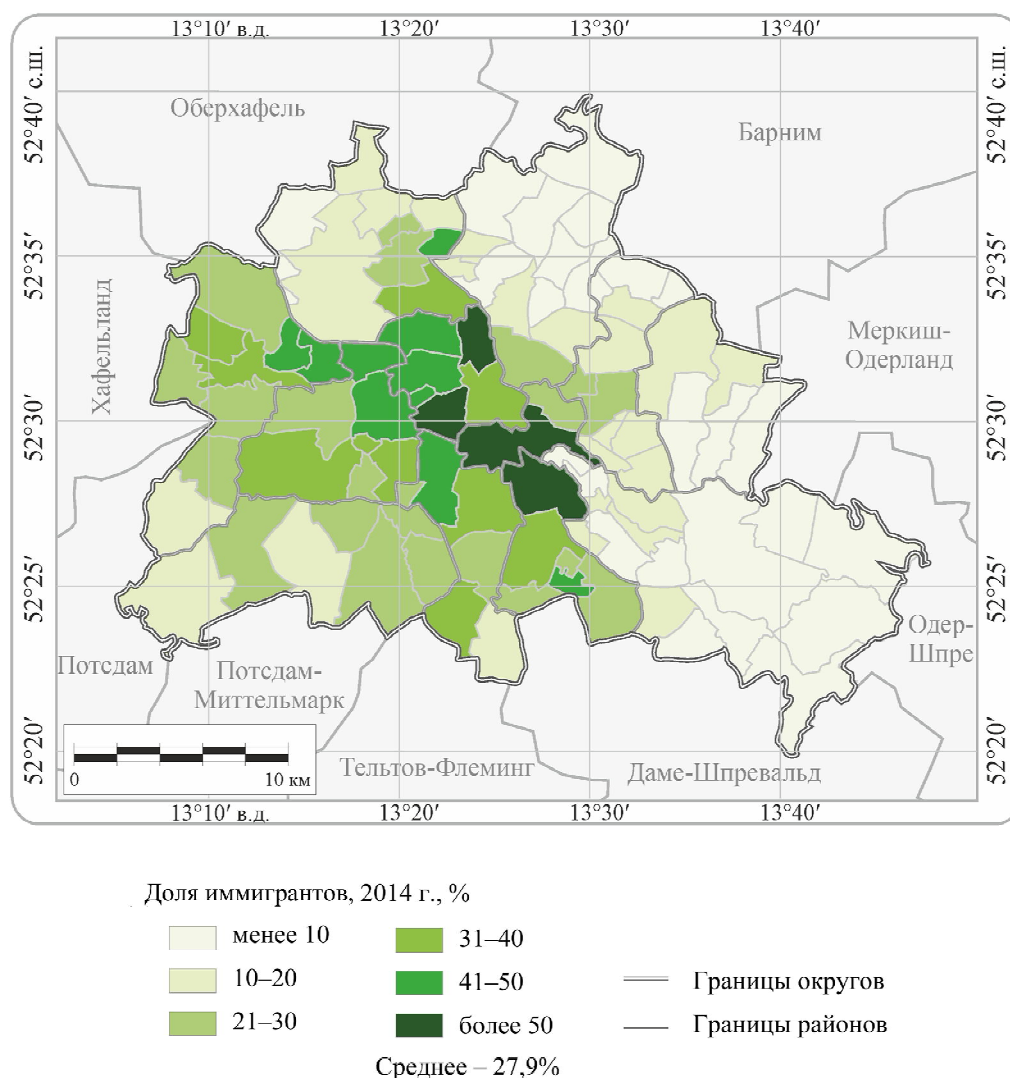


Рис. 4. Доля иммигрантов в Берлине в 2014 г. Источник: составлено автором и [Шатило, 2018]

Fig. 4. The share of immigrants in Berlin in 2014. Compiled by the author and [Shatilo, 2018]

МФЦ в Новую Москву (деревня Сахорово, поселение Вороновское в 46 км от МКАД), усложнилась процедура получения регистрации, вида на жительство и российского гражданства. Иногда этот процесс настолько трудоемкий и бюрократизированный, что порой проще и быстрее съездить в соседние (и не очень) регионы и оформиться там. Информация в СМИ предоставляется, как правило, однобоко: в более выгодном и благоприятном свете.

Порайонные данные о числе и составе мигрантов взяты из официальной переписи населения Российской Федерации в 2010 г. Следующая Всероссийская перепись населения намечена на апрель 2021 г. Недостаток данных о происхождении иммигрантов по районам Москвы – не только один из важнейших дефектов статистики, но и фактор, максимально усложняющий ее сравнение в необходимом территориальном разрезе с другими европейскими столицами, где такие данные есть.

Число лиц, указавших гражданство в 2010 г. в Москве, составило 11,2 млн человек [Мосгорстат,

2020], из которых иностранцами считались всего 128,2 тыс. Для такого города, как Москва, эта цифра прежде всего говорит о некачественном учете иностранных граждан, но никак не об их номинальном количестве. Цифра занижена минимум в 10 раз. В официальной статистике фиксируются сведения о национальности и гражданстве, однако, например, русскими могут быть представители стран СНГ, а украинцы или азербайджанцы – «коренные москвичи» во втором или третьем поколении и т. д. Преобладающие направления среди указавших иностранное гражданство – Украина, Узбекистан, Таджикистан, Азербайджан, Армения. По той же переписи, их привлекали Южный, Западный, Северо-Восточный, Юго-Западный округа Москвы. Однако такие слишком генерализированные данные не позволяют создать подробный территориальный анализ расселения иммигрантов и даже иностранцев. О нем данных практически нет. Особую ценность представляют исследования О.И. Вендиной [Иммигранты..., 2009], однако автор рассматривает ситуацию в кон-

це 1990-х – начале 2000-х гг. Она показывает, что иностранцы в целом селятся в более окраинных районах, особенно восточных частей города, которые были исторически «пролетарскими». В центральной части и в западных районах, кроме Солнцева, иностранцев меньше. А в своем исследовании О.И. Вендина, А.Н. Панин и В.С. Тикунов, опираясь на данные переписи 2010 г., указывают на неравномерность социального пространства Москвы [Вендина и др., 2019].

Взаимосвязь расселения иммигрантов со стоимостью жилой недвижимости. Для иммигрантов приобретение/аренда жилья – одна из важных задач. Поэтому комплексный анализ их расселения и цен на жилье отражает не только социальную дифференциацию, но и общие проблемы городов и новых горожан. Крыша над головой – это первый вопрос мигранта если не по времени, то по охвату всех слоев населения разных возрастов. Дифференциация стоимости жилья показана на соответствующих картограммах (рис. 5).

Для Лондона характерна большая степень мозаичности распределения цен на жилье. Они сильно различаются даже внутри небольших кварталов. Здесь наглядно проявилась зона высоких цен из центра на юго-запад города, что более заметно на уровне кварталов, чем районов.

В Большом Париже заметно доминирует Париж в административных границах. Самые дорогие районы – центр и запад города, самые дешевые – коммуны департамента Сена-Сен-Дени. В районах ближе к Парижу и районах с хорошо развитой деловой инфраструктурой (в т. ч. Ла-Дефанс) также наблюдается увеличение стоимости жилья.

В Мадриде зоны дорогого жилья тяготеют к центральным районам и более зеленым северо-западным кварталам. Однако по последним данным, здесь усиливается социальное расслоение и по имущественному признаку. Более дорогие объекты недвижимости становятся еще более недоступными для горожан, в то время как процесс запоздалой джентрификации усугубил контрасты.

Берлин по стоимости жилья более контрастен, чем по расселению иммигрантов. Цены здесь не сильно влияют на их расселение. На фоне других изучаемых городов Берлин может считаться самым дешевым, но тем не менее в последнее время рост цен более заметен, что объясняется нехваткой жилья и низкими процентами по ипотеке. Несмотря на постепенное нивелирование стоимости жилья в городе, все равно еще остается контраст между западом и востоком. Поскольку из-за традиций и некоторых других особенностей, годовая аренда квартиры в Берлине стоит в 25 раз дешевле покупки,

берлинцы чаще всего предпочитают аренду недвижимости, чем покупку.

Дифференциация стоимости жилья в Москве подвержена геополитическим событиям, в том числе на колебание цен повлиял экономический кризис 2008 г. и валютный кризис 2014–2015 гг. В целом можно выделить радиально-кольцевое распределение цен на жилье с более дорогой западной частью. Центр внутри Садового кольца – самый дорогой. Почти все элитные жилые комплексы находятся в ЦАО и районах, ограниченных ТТК, за редким исключением (например, район Раменки). Далее выделены Западный и Северо-Западный округа, а также районы вдоль вылетных магистралей (тоже в основном в западной половине города) – Ленинский, Ленинградский, Кутузовский проспекты, иногда – Проспект мира (это обусловлено колебанием цен в отдельные годы). Самая обширная зона – средние цены на жилую недвижимость, в которую попадают около 55 районов Москвы. Прежде всего, это большинство районов ВАО между МКАД и ТТК. И самые дешевые – районы на юго-востоке города, история развития которых связана с размещением промышленных зон, они занимают низкие позиции в экологических рейтингах, подвержены западному переносу и имеют специфический образ у населения. Сюда же входят и просто отдаленные от центра районы (например, Бутово, Бирюлево, Капотня и др.).

К сожалению, в Москве именно на трехкомнатные квартиры (отобранные по выбранному алгоритму для сравнения) больше всего рекламных и спекулятивных предложений, что может исказить картину, но такие предложения, по возможности, исключались из авторской базы.

Заключение

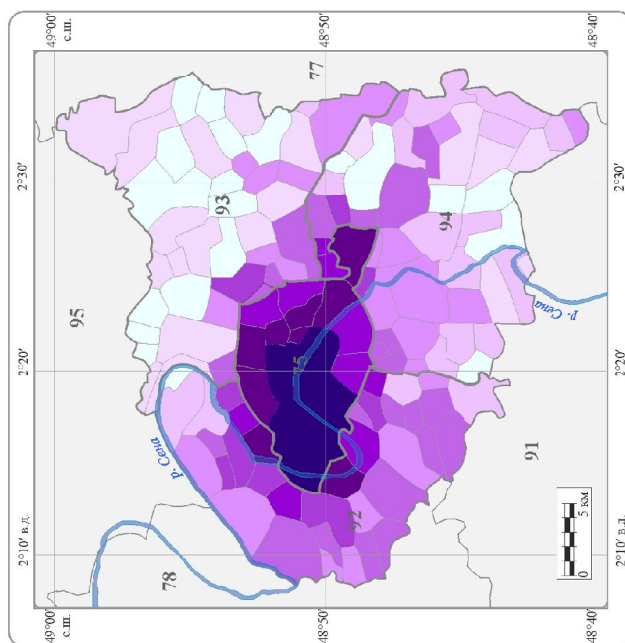
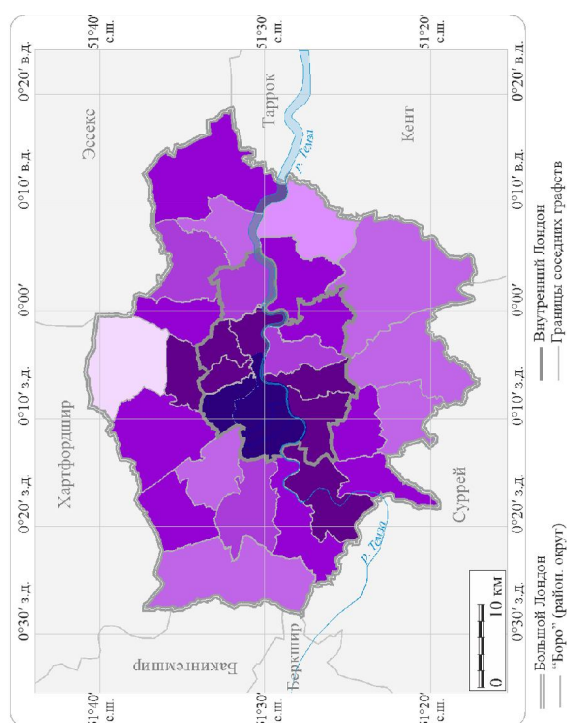
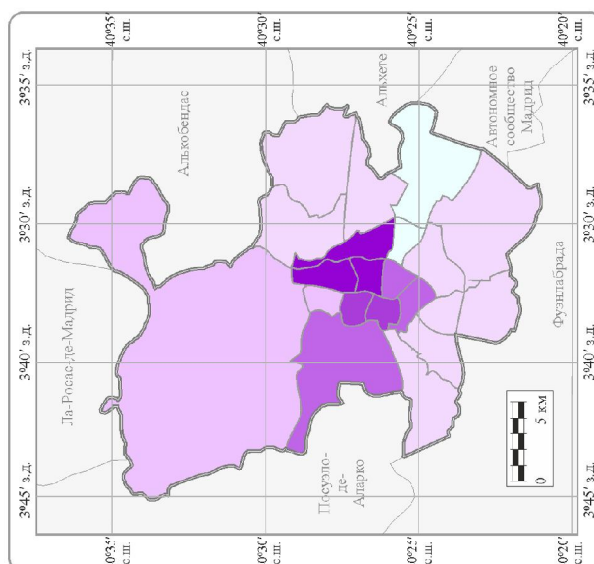
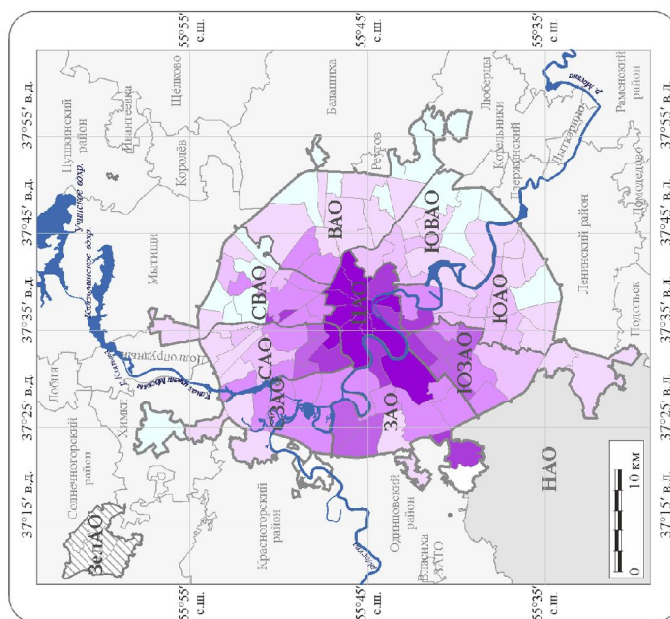
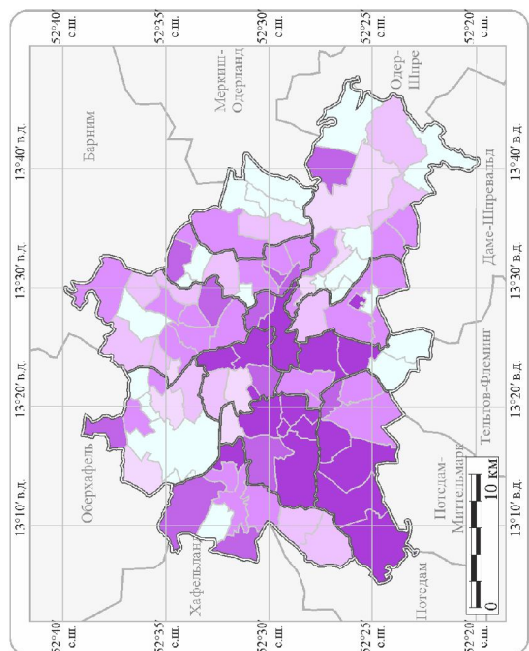
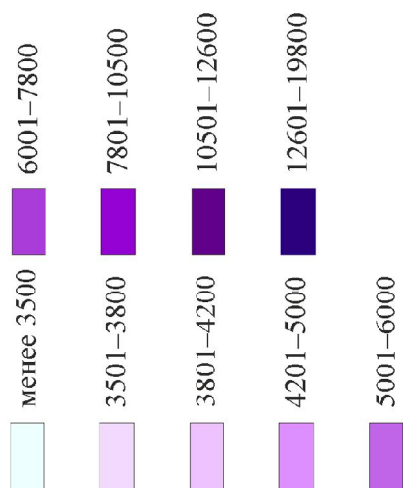
Опыт европейских городов, включая Москву, показывает, что процессы социальной и этносоциальной дифференциации опережают выравнивание и адаптацию иммигрантов. Во всех городах доля иммигрантов значительна и постоянно растет, их число влияет на внутригородские процессы и дифференцирует их. Социальное и этническое расслоение усложняется и тем, что крупнейшие европейские города притягивают как высококвалифицированных специалистов, так и большое число малообеспеченных иммигрантов.

В европейских городах, где история самой иммиграции более длительная (Лондон и Париж), обилие иммигрантов в каждом конкретном районе не означает напряженность в нем. Например, большая доля иммигрантов в более богатых районах говорит о высокой адаптации переселенцев. Сосредоточение менее обеспеченных иммигрантов в районах с более дешевым жильем показывает провалы по-

Рис. 5. Цены на жилье в Лондоне, Берлине, Париже, Мадриде и Москве, 2019 г. Источник: Составлено автором на основе анализа риелторских сайтов

Fig. 5. Residential real estate prices in London, Berlin, Paris, Madrid, and Moscow in 2019. Compiled by the author based on the analysis of real estate web-sites

Цены на жилье, 2019 г., €/м²:



Цены на жилье, 2019 г., €/м²:

менее 3500 6001–7800

3501–3800 7801–10500

3801–4200 10501–12600

4201–5000 12601–19800

5001–6000

Границы административных округов Берлина

Границы районов Берлина

Границы муниципальных районов Мадрида

Границы районов внутри Автономного сообщества Мадрида

Границы департаментов

Границы коммун

Департаменты региона Иль-де-Франс:

75 – Париж

77 – Сена и Марна

78 – Ивелин

91 – Эсон

92 – Валь-де-Марн

93 – Сев-Сен-Дени

94 – Валь-де-Марн

95 – Валь-д'Уаз

литики по адаптации прибывших. Яркий пример – Малая Корона Парижа с ее территориальными и социальными диспропорциями в виде районов концентрации как иммигрантов, так и зон дешевого и социального жилья, особенно в северных коммунах. В Лондоне и Париже выше этносоциальное расслоение. В них появление этнических кварталов обусловлено объективной реальностью и это – массовые образы в сознании горожан. Противоположные стратегии Лондона (где учитывалась этническая составляющая и не было препятствий для сегрегации иммигрантов и эт-

нических групп) и Парижа (с жесткой жилищной политикой по социальному жилью и практически игнорированием этнических групп) привели к примерно одинаковому результату. Массовые волнения возникают не в этноареалах, а в более бедных районах, контрастирующих с более обеспеченными. Видимо, есть индивидуальный для каждого города порог общего числа иммигрантов, при котором общество способно принять новых граждан. В других городах этнические и миграционные процессы выражены менее ярко, но тоже влияют на этносоциальную дифференциацию.

Благодарности. Статья подготовлена в рамках работы по гранту РНФ № 19-18-00251, реализуемому в МГИМО МИД России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Битюкова В.Р., Махрова А.Г., Соколова Е.П. Экологическая ситуация как фактор дифференциации цен на жилье в г. Москве // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 6. С. 34–41.
- Вендина О.И., Панин А.Н., Тикунов В.С. Социальное пространство Москвы: особенности и структура // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2019. № 6. С. 115–122.
- Вендина О.И., Паин Э.А. Многоэтничный город. Проблемы и перспективы управления культурным разнообразием в крупнейших городах. М.: Сектор, 2018. 184 с.
- Гильтман М.А., Сумик Е.А. Города, привлекательные для мигрантов: рост зарплат или цен на жилье? // Экономика труда. 2019. Т. 6. № 3. С. 1257–1270. DOI: 10.18334/et.6.3.40920.
- Женщины-мигранты из стран СНГ в России / Ж.А. Зайончковская, Л.Б. Карачурина, Н.В. Мкртчян, Д.В. Полетаев, Ю.Ф. Флоринская; под общ. ред. Е.В. Тюрюканова. М.: МАКС Пресс, 2011. 119 с.
- Зубаревич Н.В. Социально-экономическое развитие регионов: мифы и реалии выравнивания // SPERO. 2008. № 9. С. 7–22.
- Зубаревич Н.В. Стратегия пространственного развития: приоритеты и инструменты // Вопросы экономики. 2019. № 1. С. 135–145.
- Иммигранты в Москве / под ред. Ж.А. Зайончковской; Ин-т Кеннана. М.: Три квадрата, 2009. 272 с.
- Капралов А.В. Социально-экономические проблемы расселения иммигрантов в Парижской агломерации // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2008. № 6. С. 54–59.
- Махрова А.Г. Особенности стадийного развития Московской агломерации // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2014. № 4. С. 10–16.
- Махрова А.Г., Нефедова Т.Г., Тревиш А.И. Московская агломерация и Новая Москва // Pro et Contra. 2012. № 6(57). С. 19–32.
- Махрова А.Г., Перцик Е.Н. Урбанистическая революция // География, общество, окружающая среда. Т. V. География социально-экономического развития. М.: ИД «Городец», 2004. С. 570–579.
- Мкртчян Н.В., Флоринская Ю.Ф. Социально-экономические эффекты трудовой миграции из малых городов России // Вопросы экономики. 2016. № 4. С. 103–123. DOI: 10.32609/0042-8736-2016-4-103a123.
- Попов А.А. Территориальная дифференциация качества городской среды в Москве // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2007. № 4. С. 29–36.
- Савоскул М.С. Территориальные системы международных миграций населения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2015. № 6. С. 11–18.
- Слука Н.А. Геодемографические феномены глобальных городов. Смоленск: Ойкумена, 2009. 317 с.
- Тревиш А.И. Схемы осредненных регионов России: попытка моделирования «снизу» // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017. № 6. С. 5–18.
- Шатило Д.П. Социальная дифференциация городских территорий (на примере стоимости жилья и расселения иммигрантов) в крупных столицах Европы: автореф. дис. ... канд. геогр. н. М., 2018. 28 с.
- Bhaumik S., Nugent J. Real options and demographic decisions: empirical evidence from East and West Germany. *Appl Econ.*, 2011, vol. 43, no. 21, p. 2739–2749.
- Fujita K. Residential Segregation in Comparative Perspective: Making Sense of Contextual Diversity. Maloutas T. (Ed.) *Cities and Society*. Routledge, 2012, 346 p.
- Fujita M., Krugman P. The New economic geography. Past, present and future. *Papers in Regional Science*, 2004, vol. 83, p. 139–164.
- Grzegorzczak A. Social and ethnic segregation in the Paris metropolitan area at the beginning of the 21st century. *Miscellanea Geographica, Regional studies on development (MGRSD)*, 2013, vol. 17, no. 2, p. 20–29.
- Grzegorzczak A. The Paris suburbs – blessed or cursed? Suburbanization Versus Peripheral Sustainability of Rural-Urban Areas Fringes, Urban Development and Infrastructure Series. Czerny M., Hoyos Castillo G. (Eds.). Nova Publishers, New York, 2014, p. 89–102.
- Gustafsson B.A., Mac Innes H., Österberg T. Correction to: Age at immigration matters for labor market integration – the Swedish example. *Journal of Development and Migration*, 2019, vol. 9, no. 2, 46 p. DOI: 10.1186/s40176-018-0134-6.
- Kemper F.J. Restructuring of Housing and Ethnic Segregation: Recent Developments in Berlin. *Urban Studies*, 1998, vol. 35, no. 10, p. 1765–1789.
- Lazareva O. Russian migrants to Russia: assimilation and local labour market effects. *IZA Journal of Development and Migration*, 2015, no. 4–20, 25 p. DOI: 10.1186/s40176-015-0044-9.
- Peach C. Slippery segregation: discovering or manufacturing ghettos? *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 2009, no. 35, p. 1381–1395.
- Peach C. Social geography: new religions and ethnoburbs – contrasts with cultural geography. *Progress in Human Geography*, 2002, no. 26(2), p. 252–260.
- Poulsen M. Using local statistics and neighbourhood classifications to portray ethnic residential segregation: A London example. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2011, vol. 38, p. 636–658.
- Préteceille E. Division sociale de l'espace et globalisation. *Socié tes Contemporaines*, 1996, vol. 22, no. 1, p. 33–67.

Préteceille E. La ségrégation ethno-raciale a-t-elle augmenté dans la métropole parisienne? *Revue française de sociologie*, 2009, no. 50(3), p. 489–519.

Rhein C. Globalisation, Social Change and Minorities in Metropolitan Paris: The Emergence of New Class Patterns. *Urban Studies*, 1998, vol. 35, no. 3, p. 429–447.

The economic and fiscal consequences of immigration. Blau F., Mackie C. (Ed.) Washington DC: National Academies Press, 2017, 508 p.

Bityukova V., Savoskul M., Kirillov P., Koldobskaya N. Transformation of environmental problems in Moscow: sociological dimension. *Geography, Environment, Sustainability*, 2016, no. 4, p. 74–87.

Электронные ресурсы

Мкртчян Н.В. Миграционная мобильность в России: оценки и проблемы анализа // SPERO. 2009. № 11. С. 149–164. URL: http://spero.socpol.ru/docs/N11_2009_08.pdf (дата обращения 10.06.2018).

Мосгорстат – Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области. URL: <https://mosstat.gks.ru/folder/71514> (дата обращения 16.11.2020).

ONS (Office for National Statistics) – Национальная статистическая служба Великобритании. URL: www.ons.gov.uk/ (дата обращения 27.02.2020).

Поступила в редакцию 18.07.2020

После доработки 22.09.2020

Принята к публикации 06.10.2020

D.P. Shatilo¹

ETHNO-SOCIAL SPATIAL STRUCTURE OF THE POPULATION IN LONDON, PARIS, MADRID, BERLIN AND MOSCOW

The processes of socio-ethnic territorial differentiation in Moscow are compared to the situation in specifically selected largest European capitals such as London, Paris, Madrid and Berlin. Mass inter-ethnic crashes over the last 20 years in European cities such as London, Paris and many others, demonstrate the social tension in the region. The analysis of the residential real estate prices using the author's methodology allows determining their effect on the immigrants' settlement pattern. The author attempts to compare Moscow with other European capitals and identify the features of social differentiation under the lack of comparable statistical information about immigrants.

It was revealed that a highly mosaic distribution of housing prices is characteristic of London. In Greater Paris the city of Paris is highly dominant, and the Department of Seine-Saint-Denis is distinguished by the low cost of housing and a large concentration of immigrants. The expensive housing zones of Madrid are in the central areas and greener northwestern districts. In terms of housing prices Berlin is more contrasted than in the immigrants' settlement pattern. The prices have rather small influence on the immigrants' settlement pattern. The center-peripheral distribution of the residential real estate prices is characteristic of Moscow, and there are also zones of more expensive housing in the western part of the city and close to the exit avenues.

The number and share of immigrants are as significant, as the immigration stages, the immigrants' composition, the migration policy, and the residential real estate price distribution. It was shown that the immigration processes in Moscow are just as pronounced as in other cities; however the "internal" migrants are probably by and large responsible for the ethnic tensions in the city.

Key words: settlement of immigrants, territorial differentiation in housing prices, socio-ethnic stratification, Europe's largest capitals

Acknowledgements. The article was prepared within the study financially supported by the Russian Science Foundation (RSF) (project no. 19-18-00251) and realized at the MGIMO-University of the Ministry of Foreign Affairs of Russia (MFA Russia).

REFERENCES

Bhaumik S., Nugent J. Real options and demographic decisions: empirical evidence from East and West Germany, *Appl Econ.*, vol. 43, no. 21, 2011, p. 2739–2749.

Bityukova V., Makhrova A., Sokolova Ye. Ekologicheskaya situatsiya kak faktor differentsiatsii tsen na zhil'ye v g. Moskve. [State of the environment as a factor of apartment price differentiation in Moscow], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2006, no. 6, p. 34–41. (In Russian)

Bityukova V.R., Savoskul M.S., Kirillov P.L., Koldobskaya N.A. Transformation of environmental problems in Moscow: sociological dimension. *Geography, Environment, Sustainability*, 2016, vol. 9, no. 4, p. 77–91. DOI: [org/10.24057/2071-9388-2016-9-4-35-42](https://doi.org/10.24057/2071-9388-2016-9-4-35-42).

Fujita K. *Residential Segregation in Comparative Perspective: Making Sense of Contextual Diversity* (Cities and Society). Maloutas T. (Ed.), Routledge, 2012, 346 p.

¹ Institute of Scientific Information on Social Sciences (INION), Scientific Researcher, PhD in Geography; e-mail: shatilo@inion.ru

- Fujita M., Krugman P. The new economic geography. Past, present and the future. *Papers in Regional Science*, 2004, vol. 83, p. 139–164.
- Giltman M., Sumik E. Goroda, privilekatel'nyye dlya migrantov: rost zarplat ili tsen na zhil'ye? [Attractive cities for migrants: rising salaries or housing prices?], *Russian Journal of Labor Economics*, 2019, vol. 6, no. 3, p. 1257–1270. (In Russian) DOI: 10.18334/et.6.3.40920.
- Grzegorzczak A. Social and ethnic segregation in the Paris metropolitan area at the beginning of the 21st century. *Miscellanea Geographica. Regional studies on development (MGRSD)*, 2013, vol. 17, no. 2, p. 20–29.
- Grzegorzczak A. The Paris suburbs blessed or cursed? *Suburbanization Versus Peripheral Sustainability of Rural-Urban Areas Fringes*. Urban Development and Infrastructure Series. Czerny M., Hoyos Castillo G. (Ed.), Nova Publishers, New York, 2014, p. 89–102.
- Gustafsson B.A., Mac Innes H., Österberg T. Correction to: Age at immigration matters for labor market integration – the Swedish example. *Journal of Development and Migration*, 2019, vol. 9, no. 2, 46 p. DOI: 10.1186/s40176-018-0134-6.
- Immigranty v Moskve [Immigrants in Moscow], Ed. Zayonchkovskaya Zh.; Kennan Institute. Moscow, Tri kvadrata Publ., 2009, 272 p. (In Russian)
- Kapralov A. Sotsial'no-ekonomicheskiye problemy rasseleniya immigrantov v Parizhskoy aglomeratsii [Social-economic problems of immigrant distribution within the Paris agglomeration], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2008, no. 6, p. 54–59. (In Russian)
- Kemper F.J. Restructuring of Housing and Ethnic Segregation: Recent Developments in Berlin. *Urban Studies*, 1998, vol. 35, no. 10, p. 1765–1789.
- Lazareva O. Russian migrants to Russia: assimilation and local labour market effects, *IZA Journal of Migration*, 2015, no. 4(20), 25 p. DOI: 10.1186/s40176-015-0044-9.
- Makhrova A. Osobennosti stadial'nogo razvitiya Moskovskoy aglomeratsii. [Features of the stadial development of the Moscow metropolitan area], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2014, no. 4, p. 10–16. (In Russian)
- Makhrova A., Nefedova T., Treyvish A. Moskovskaya aglomeratsiya i Novaya Moskva [Moscow agglomeration and New Moscow], *Pro et Contra*, 2012, no. 6(57), November, p. 19–32. (In Russian)
- Makhrova A., Pertsik Ye. [Urban revolution], *Geografiya, obshchestvo, okruzhayushchaya sreda* [Geography, society, environment], vol. V. Geography of socio-economic development, Moscow, Publishing House "Gorodets", 2004, p. 570–579. (In Russian)
- Mkrtchyan N., Florinskaya Yu. Sotsial'no-ekonomicheskiye efekty trudovoy migratsii iz mal'kh gorodov Rossii [Socio-economic effects of labor migration from small cities of Russia], *Voprosy Ekonomiki*, 2016, no. 4, p. 103–123. (In Russian). DOI: 10.32609/0042-8736-2016-4-103a123.
- Peach C. Slippery segregation: discovering or manufacturing ghettos? *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 2009, no. 35, p. 1381–1395.
- Peach C. Social geography: new religions and ethnoburbs – contrasts with cultural geography. *Progress in Human Geography*, 2002, no. 26(2), p. 252–260.
- Popov A. Territorial'naya differentsiatsiya kachestva gorodskoy sredy v Moskve [Territorial differentiation of the quality of urban environment in Moscow], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2007, no. 4, p. 29–36. (In Russian)
- Poulsen M. Using local statistics and neighborhood classifications to portray ethnic residential segregation: A London example. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2011, vol. 38, p. 636–658.
- Préteceille E. Division sociale de l'espace et globalisation. *Societes Contemporaines*, 1996, vol. 22, no. 1, p. 33–67.
- Préteceille E. La ségrégation ethno-raciale a-t-elle augmenté dans la métropole parisienne? *Revue française de sociologie*, 2009, no. 50(3), p. 489–519.
- Rhein C. Globalisation, Social Change and Minorities in Metropolitan Paris: The Emergence of New Class Patterns, *Urban Studies*, 1998, vol. 35, no. 3, p. 429–447.
- Savoskul M. Territorial'nyye sistemy mezhdunarodnykh migratsiy naseleniya [Territorial systems of the international migration of population], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2015, no. 6, p. 11–18. (In Russian)
- Shatilo D. Sotsial'naya differentsiatsiya gorodskikh territoriy (na primere stoimosti zhil'ya i rasseleniya immigrantov) v krupnykh stolitsakh Evropy [Social differentiation of urban areas in large European capitals (case study of the residential real estate market and settlement pattern of immigrants)]. Extended Abstract of PhD Thesis in Geography. Moscow, 2018. 28 p. (in Russian)
- Sluka N. *Geodemograficheskiye fenomeny global'nykh gorodov* [Geo-demographic phenomena of global cities], Smolensk, Ojkumena Publ., 2009, 317 p. (In Russian)
- The economic and fiscal consequences of immigration. Blau F., Mackie C. (Ed.), Washington DC: National Academies Press, 2017, 508 p.
- Treyvish A. Skhemy osrednennykh regionov Rossii: popytka modelirovaniya "snizu" [Schemes of the averaged regions of Russia: an attempt to model "from below"], *Academic peer-reviewed journal. Seriya Geograficheskaya*, 2017, no. 6, c. 5–18. (In Russian)
- Vendina O., Pain E. Mnogoetnichnyy gorod. Problemy i perspektivy upravleniya kul'turnym raznoobraziyem v krupneyshikh gorodakh [A multi-ethnic city. Problems and prospects of cultural diversity management in the largest cities], Moscow, Sektor Publ., 2018, 184 p. (In Russian)
- Vendina O., Panin A., Tikunov V. Sotsial'noye prostranstvo Moskvy: osobennosti i struktura [The social space of Moscow: features and structure], *Academic peer-reviewed journal. Seriya Geograficheskaya*, 2019, no. 6, p. 115–122. (In Russian)
- Zhenshchiny-migranty iz stran SNG v Rossii. [Migrant women from the CIS countries in Russia]. Zayonchkovskaya Zh., Karachurina L., Mkrtchyan N., Poletayev D., Florinskaya Yu., Tyuryukanova E.V. (Ed.), Moscow, MAKSS Press, 2011, 119 p. (In Russian)
- Zubarevich N. Sotsial'no-ekonomicheskoye razvitiye regionov: mify i realii vyravnivaniya. [Socio-economic development of regions: myths and realities of alignment], *SPERO*, 2008, no. 9, autumn-winter, p. 7–22. (In Russian)
- Zubarevich N. Strategiya prostranstvennogo razvitiya: priority i instrument. [Spatial Development Strategy: Priorities and Tools], *Voprosy Ekonomiki*, 2019, no. 1, p. 135–145. (In Russian)
- Web-sources
- Mkrtchyan N. Migratsionnaya mobil'nost' v Rossii: otsenki i problemy analiza [Migration mobility in Russia: assessments and problems of analysis], *SPERO*, 2009, no. 11, p. 149–164. URL: http://spero.socpol.ru/docs/N11_2009_08.pdf (access date 10.06.2018). (In Russian)
- Mosgorstat – Federal State Statistic Service. URL: <https://mosstat.gks.ru/folder/71514> (access date 16.11.2020). (In Russian)
- ONS (Office for National Statistics). URL: www.ons.gov.uk/ (access date 27.02.2020).

Received 18.07.2020

Revised 22.09.2020

Accepted 06.10.2020

УДК 911.3: 656(571.56)

Г.И. Гладкевич¹, Р.К. Сулейменов²

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Большие расстояния являются барьером для освоения минерально-сырьевого потенциала Крайнего Севера. Эта проблема может быть решена созданием транспортных осей развития, которые вместе с полюсами роста формируют опорно-экономический каркас территории, рассматриваемый как пространственный импульс хозяйственной деятельности. Полюсами роста при этом могут стать территориальные сочетания природных ресурсов, выделенные по приоритету значимости (ценности) и наиболее выгодно расположенные по отношению к транспортным осям.

На примере типичного региона Крайнего Севера – Республики Саха (Якутия) – со всеми присущими ей проблемами, связанными с крайне неблагоприятными природными условиями, затрудняющими сплошное освоение территории, проведены расчеты по оценке большого числа территориальных сочетаний минеральных ресурсов в разрезе всех административных районов и дано их ранжирование по полученной ценности.

Развитие достаточной транспортной инфраструктуры, необходимой для их успешного освоения, потребует длительного времени. Более оперативное решение такой задачи станет возможным при условии появления идеально расположенного транспортного узла, равноудаленного по отношению ко всем другим населенным пунктам территории республики. Расчет размещения такого транспортного центра, обладающего наименьшей суммой расстояний до всех остальных районных центров республики, произведен с использованием формулы гаверсинусов. Сопоставление ценности минерально-сырьевого потенциала районов республики и транспортной доступности их административных центров позволило выявить наиболее приоритетные для освоения территории. Полученные рекомендации подкреплены анализом уровня социально-экономического развития районов республики.

Ключевые слова: Крайний Север, территориальные сочетания минеральных ресурсов, полюсы роста, районы приоритетного развития, оптимальный транспортный узел

Введение. Освоение территории – процесс развития вширь, охват хозяйственной деятельностью новых территорий, сопровождающийся ростом заселенности. Освоение территории Крайнего Севера имеет свою специфику. Оно происходит выборочно в соответствии с тем преимуществом, которое будет получено благодаря выявлению наиболее эффективных вариантов ее развития на базе, как минимум, трех факторов: минерально-сырьевого потенциала, уровня социально-экономического развития этих территорий и развития транспортной инфраструктуры, что в совокупности определит центры экономического роста.

Исторический цикл хозяйственного освоения Севера России включает множество этапов: от промыслового освоения, длившегося в отдельных районах до 1930-х гг., к масштабному освоению природных ресурсов с использованием принудительного труда в сталинский период. Последующий постсоветский период больше соответствует стадии освоения–развития [Космачев, 1974]. Постепенно цели освоения становятся шире: от хозяйственных до социальных и экологических (рис. 1).

Переход от модели индустриального освоения к модели устойчивого развития, с учетом интере-

сов последующих поколений, подразумевает формирование такой социально-экономической системы, при которой традиционные (для коренных народов) виды хозяйственной деятельности, а также вновь созданные промышленное и агропромышленное производства, информационные технологии, «базируясь на использовании богатых природных ресурсов при гарантии их экономической и экологической безопасности, обеспечивают достойные социальные условия жизни населения, подъем культуры, высокую занятость, устойчивый экономический рост» [Бакланов и др., 2002]. При этом, освоение Крайнего Севера, характеризуясь региональным своеобразием форм и приемов, остается *выборочным*. В настоящее время лишь пятая часть его территории затронута хозяйственной деятельностью, причем наиболее низкая освоенность характерна для таких регионов, как Красноярский край (4,8%) и Республика Саха (Якутия) (12,8%) [Бредихин и др., 2020, с. 42], имеющих, по оценкам, самые высокие значения природно-ресурсного потенциала [Инвестиционный рейтинг..., 2000].

В условиях рынка государство утрачивает монополию на использование природных ресурсов, освоение становится многосубъектным (ТНК, ре-

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: dolph-glad@mail.ru

² МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра природопользования, аспирант; e-mail: rus-bek2@list.ru

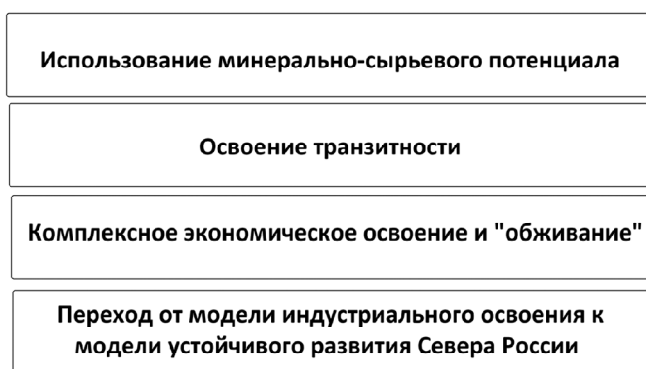


Рис. 1. Варианты характера освоения территории

Fig. 1. Options of territory development

гиональные власти), но роль государства не ослабевает, а меняется по целям и направлению регулирования, способствует освоению стратегически важных территорий, сохранению интересов коренных народов и содействует развитию объектов электроэнергетики и транспортной инфраструктуры, рассматривая «транспортную обеспеченность» в качестве самостоятельной точки роста экономики [Транспортная стратегия..., 2008].

В советские годы в восточных районах страны были созданы «промышленно-транспортные комбинаты», которые включали большое число отраслей хозяйства [Славин, 1958]. Это ТПК 1960–1980-х гг. Ангара-Енисейского региона, Западно-Сибирского нефтегазового комплекса, формирование Южно-Якутского ТПК и др. Такая модель развития Севера подразумевала поддержание быстрого роста городов. Большое количество новых промышленных городов и населенных пунктов, имеющих до начала активного освоения этих территорий крайне незначительную численность населения и ставших городскими, перешагнули ранг больших и даже крупных городов (Сургут – свыше 332 тыс. жителей; Нижневартовск – 266 тыс. жителей; Нефтеюганск – около 126 тыс.; Новый Уренгой – 118 тыс.; Ноябрьск – 107 тыс.; Ханты-Мансийск – 101,5 тыс.). Однако это не привело к высокому уровню транспортной освоенности территории, которую, как указывает С.А. Тархов, традиционно оценивают «густотой транспортной сети» [Тархов, 2018, с. 4].

Получивший развитие в 1970-е гг. и, особенно, в 1980-е гг. (в основном в нефтегазовой отрасли, а позднее – в добыче драгоценных металлов), вахтовый экспедиционный метод освоения в определенной степени стал альтернативой интенсивному освоению, хотя и породил ряд недостатков, которые в большей степени связаны со значительными социальными проблемами (семейные проблемы, низкое качество работы, «психология временщика» и др.).

В настоящее время развитие специализированных видов экономической деятельности в районах «пионерного» освоения остается ограниченным. Например, в Республике Саха (Якутия) это добыча полезных ископаемых, рыболовство и рыбоводство,

сельское хозяйство (на севере оленеводство), охота. На их долю приходится более 45% валовой добавленной стоимости [Бакланов, Мошков, 2017].

При таком характере освоения территории, учитывая очень большие размеры площади республики, сопоставимые с территорией самых крупных стран мира, вопрос развития транспортной инфраструктуры усложняется, ставя на первое место не стремление к «густоте» созданных дорог, а к оптимизации транспортной структуры, когда оптимум может быть достигнут не за счет плотности транспортного освоения, а благодаря улучшению «совокупности возможностей достижения любой точки территории» (термин С.А. Тархова [2013]), т. е. транспортной доступности.

Распространенным методом оценки транспортной доступности, по С.А. Тархову, является построение матрицы расстояний (физических, временных или денежных затрат) между всеми парами точек территориальной системы: наибольшую доступность имеют те из них, сумма расстояний (времени в пути, транспортных издержек) от которых до всех остальных точек (мест, городов) оптимальна. Транспортная доступность места – важнейший количественный измеритель (индикатор) транспортно-географического положения. Анализируя известные по литературе методы оценки транспортной доступности места (точки), С.А. Тархов выделяет вклад отечественного исследователя В.Н. Бугроменко, предложившего сложную методику расчета универсального индекса интегральной транспортной доступности точек как совокупности возможностей достижения любой точки территории, рассчитываемой не только как сумма расстояний «от него до всех остальных мест (точек) той территориальной системы, в рамках которой проводится такая оценка, но и через специальные коэффициенты технической и топологической надежности сети» [Бугроменко, 1987; Тархов, 2013].

Вышеназванные подходы при условии преодоления их «крайней трудоемкости», на которую указывает С.А. Тархов, актуальны в условиях уже сложившейся транспортной системы, когда есть данные по оценке технических и стоимостных характеристик сети. Однако на начальном этапе освоения, когда нет дорог с постоянным сообщением, а сеть поселений весьма дисперсна, формирование транспортной сети должно отвечать условиям создания территориальной целостности, единства экономического пространства, оптимизации будущей хозяйственной деятельности [Транспортная стратегия..., 2008; Черкасов, 2006]. Первые признаки построения конфигурации транспортной сети на территории крупноплощадных стран со значительной долей неосвоенных территорий, поглощенных первичным процессом хозяйственного освоения, можно увидеть на примере выделяемых С.А. Тарховым районов – в зонах, где нет дорог с постоянным сообщением, а сеть поселений весьма дисперсна, с региональным авиаузлом или магистральным транзитным авиаузлом, имеющим прямую авиалинию в столицу страны или

крупнейший город. Такие узлы располагаются на необжитой периферии и сопряжены с важными объектами государственного значения или с транспортно-перевалочными базами; автодорожная сеть здесь не развита или чаще отсутствует [Тархов, 2018]. Однако этот автор не затрагивает методические вопросы поиска такого оптимального или главного транспортного узла, «скрепляющего» территорию в единое целое.

Материалы и методы исследований. Методика выявления главного (оптимального) транспортного узла малоосвоенной в транспортном отношении территории строится на следующих изложенных ниже положениях и принципах:

– утверждении приоритета выбора природно-ресурсного ареала по отношению к направлению транспортных магистралей. Его суть состоит в переходе от моноресурсного варианта использования к освоению территориальных сочетаний природных ресурсов (в случае Саха (Якутия) это только полезные ископаемые – ТСМР), которые рассматриваются как ядра (полюсы) социально-экономического развития территории, а связующие их транспортные пути – как часть общего экономического опорного каркаса, оптимальная территориальная структура которого определяет дополнительный экономический эффект освоения. Таким образом, полюсы роста – это места концентрации ресурсов, а транспортная инфраструктура создает благоприятные условия для их использования;

– необходимости расчета ценности ТСМР в стоимостном выражении и в территориальном разрезе (по административным районам республики) по наиболее важным группам минеральных ресурсов – топливно-энергетическим и ресурсам цветных металлов (проведена стоимостная оценка более 800 месторождений полезных ископаемых);

– учета динамики цен за длительный период. Цены на различные виды полезных ископаемых подвержены заметным колебаниям конъюнктуры мирового рынка, поэтому проведен двойной счет ценности МРП, исходя из минимальных и максимальных цен на различные виды полезных ископаемых за период с 2000 по 2020 г.³ Оценка запасов дается по категории $A+B+C_1$, запасы категории C_2 не использовались в связи с высокой степенью их условности⁴;

– развития транспортной инфраструктуры на базе оптимально расположенного транспортного узла – места перевалки грузов, пересадки пассажиров, сортировки транспортных средств при значительных объемах транспортной работы.

Исходя из этих положений, в данной работе такой идеальный транспортный центр определен как

равноудаленный по отношению ко всем другим населенным пунктам. Трудности расчета заключаются почти в полном отсутствии статистических материалов, так как наземная транспортная сеть, связывающая центры улусов и административных районов, отсутствует. Задача может быть решена с помощью математического аппарата, называемого гаверсинус⁵, используемого в основном в геодезии и позволяющего вычислить сумму расстояний от одного центра до всех остальных по географическим координатам точек.

Отметим, что расчеты следует корректировать с учетом экономического веса оцениваемых центров, за который может быть принята ценность территориальных сочетаний минеральных ресурсов и уровень социально-экономического развития территории. И тогда конфигурация транспортной сети будет соответствовать критериям даже отдаленного этапа освоения территории, учитывая, что различия в масштабах природно-ресурсного потенциала и уровня развития ее отдельных частей сохраняются долго.

За достигнутый уровень социально-экономического развития взят валовый муниципальный продукт районов республики, определенный по методике СОПСа ВАВТ Минэкономразвития России [Землянский и др., 2020].

Результаты исследований и их обсуждение. Большие расстояния России являются своеобразным барьером для социально-экономического развития, что находит отражение в существенных затратах на создание инфраструктуры. В то же время, благодаря своим территориальным масштабам, Россия обладает колоссальным природно-ресурсным потенциалом.

Развивать густую транспортную сеть в условиях северных территорий – на сегодняшний день невыполнимая и дорогостоящая задача. Повысить эффективность транспортного освоения природно-ресурсного потенциала может переход от моноресурсного варианта использования к освоению территориальных сочетаний природных ресурсов, т. е. «ресурсов различного вида, расположенных на определенной целостной территории и объединяемых фактическим и перспективным совместным использованием» [Милославская, 2014, с. 237]. Наличие ТСР не означает его автоматическое освоение. Необходимо сравнение альтернативных вариантов, а значит, анализ большого массива данных, выбор объективной методики оценки, масштабных расчетов.

Выделенные приоритетные сочетания природных ресурсов могут стать ядрами экономического развития территории. Развитие транспортной ин-

³ Динамика цен отслежена по данным MegaResearch.ru – Аналитика рынков [Горнодобывающая отрасль России, 2019].

⁴ По данным ООО «Информационно-аналитический центр “Минерал”» [<https://yandex.ru/search/?lr=213&text=www.mineral.ru>] и открытой для доступа информационной базы Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А.П. Карпинского [официальный сайт www.vsegei.ru].

⁵ Термин haversine (гаверсинус) был введен в 1835 г. Джеймсом Инманом как одна из редко используемых тригонометрических функций для определения функции угла. Расстояние между двумя точками рассчитывается как сферическое расстояние по данным их географических широт и долгот [Корн, Корн, 1974].

фраструктуры дает возможность связать такие ядра, что приведет к созданию определенного экономического каркаса, территориальная структура которого может рассматриваться как дополнительный экономический эффект освоения и развития территории.

Для определения ценности выделенного ТСПР общепринятой методики не существует. Часто применяется балльно-индексный метод, суть которого состоит в том, что каждому виду природного ресурса присваивается балльное значение в соответствии с определенной шкалой. Также балльные значения могут быть присвоены различным факторам, которые оказывают влияние на оценку природных ресурсов, например транспортная доступность, уникальность ресурса, уровень воздействия на экологическую ситуацию и т. д.

Система балльных шкал и поправочных коэффициентов может быть достаточно сложной и убедительной, а полученные результаты дают достоверное ранжирование значимости объектов оценки [Лопатина, Назаревский, 1966]. При такой оценке ПРП ареала важно учитывать транспортную доступность и уровень освоенности территории [Соколова, 1988]. Противники этого метода критикуют автора за кажущуюся, но не доказательную соизмеримость и предлагают *стоимостную оценку*, результаты которой называют более точными [Бакланов и др., 2002].

Г.А. Приваловская указывает на необходимость при оценке значимости природных ресурсов учитывать социально-экономические факторы развития территории [Приваловская, Волкова, 2009]. Ключевая идея такого подхода в том, что экономическое развитие не происходит равномерно по всему региону, а концентрируется на ограниченной территории – в определенном полюсе, который существенно опережает (или потенциально сможет опередить) окружающее его пространство по динамике роста [Присяжный, 2011а]. Как правило, полюс роста обладает рядом характеристик, выделяющих его на фоне окружающего пространства – к примеру, в его состав входят уже существующие или потенциальные экономические данности: элементы инфраструктуры, намеченные к разработке (или действующие) месторождения, населенные пункты, природные объекты, имеющие экономическое значение (судоходные реки). Следует подчеркнуть важность учета специфики территории в расчетах, что может существенно изменить первоначально полученные оценки природно-ресурсного ареала.

В этом плане для условий Крайнего Севера из четырех типов поляризации, возникающих в рамках полюсов роста (согласно последователям теории Ф. Перру), – экономической (концентрации и роста доходов за счет расширения предлагаемых услуг), брендовой (оптимистического ожидания будущего экономического роста в регионе), технологической (основанной на концентрации новых технологий на полюсе роста) и географической (концентрации экономической активности вместе с наиболее подходящими географическими характеристиками) – сле-

дует отдать приоритет двум последним. Особенно если удастся добиться их сочетания в одном месте [Перру, 2007; Дронов, 2014; Кожиева, 2015; Кочергин, Стрябкова, 2017].

Жизнеспособность, экономический успех программ стратегического планирования на основе теории полюсов роста в значительной степени зависит от правильного выбора (т. е. оценки) первых полюсов и территорий, так как за ними последует сила начального импульса развития. Если он будет слабым, то масштабы его влияния или его значение для окружающей территории могут не оправдать ожидаемого результата или выстроить неверную концепцию развития в целом.

Не следует противопоставлять полюсы роста и экономический рост в целом. Видимо, это должно рассматриваться вместе и гармонично «уживаться», как это происходит в промышленных узлах экспортоориентированной отрасли, особенно тех, которые обладают более выигрышным географическим положением [Ласуэн, 2012].

Эмпирические исследования французских регионов по определению точек экономического роста, выполненные в Институте географии РАН в 1990-е гг., показали, что на начальных этапах экономический рост может происходить в определенных точках с наилучшими условиями развития, однако постепенно полюсы «подтягивают» периферийные территории, тем самым повышая уровень их развития и генерируя рост экономики [Аксенова и др., 1993]. Это то, что и следует видеть главным в этой теории для применения ее в определении территориальных приоритетов развития. Последователи Ф. Перру дополнили его теорию понятием «осей (коридоров) развития», расположенных между полюсами роста и определяющих вместе с ними пространственно-экономический каркас региона [Кочергин, Стрябкова, 2017].

Г.М. Лаппо указывал, что важнейший путь повышения производительности общественного труда на всех этапах развития страны – это совершенствование территориальной структуры народного хозяйства, ведущей и интегральной частью которой является опорный каркас, представляющий собой сочетание главных фокусов (центров) хозяйственной, социальной и культурной жизни страны, а также соединяющих их транспортных линий [Лаппо, 1983].

Таким образом, полюсы определяются в тех местах, где наблюдается концентрация ресурсов, а благоприятные условия для экономического развития создаются путем развития транспортной инфраструктуры. При этом в условиях недостаточности собственных финансовых средств развитие возможно за счет привлечения внешних (иностраных) инвестиций и ресурсов, необходимых для поддержки инвестиционных процессов и воспроизводства капитала, стимулирующего экономический рост.

Типичным регионом Крайнего Севера со всеми присущими ему проблемами, связанными с крайне неблагоприятными природными условиями, за-

трудняющими сплошное освоение территории, является Республика Саха (Якутия), развитие которой в течение длительного времени продолжится как региона ресурсного типа. На горнодобывающую промышленность приходится в настоящее время более 75% от суммарного объема промышленного производства. Эта отрасль определяет развитие экономики и наполняет бюджет региона [Присяжный, 2011б].

Республика, разделяя лидерство с Красноярским краем по стоимости минерально-сырьевого потенциала (МСП), выделяется не доминированием какого-либо одного из полезных ископаемых (исключая запасы алмазов), а уникальным разнообразием видов минерального сырья. Наличие множества территориальных сочетаний минеральных ресурсов увеличивает их значимость, а также компенсирует невысокие (в отдельных случаях из-за недостаточной степени разведанности) запасы по сравнению с другими районами страны.

Ключевыми полезными ископаемыми Якутии являются расположенные в основном на западе республики месторождения алмазов, общие запасы которых составляют более 80% общероссийских (кимберлитовые трубки Удачная, Юбилейная, Айхал, Мир, Интернациональная, Ботуобинская, Нюрбин-

ская, а также россыпные месторождения на территории Анабарского и Приленского алмазоносных районов) (рис. 2).

В настоящее время осваиваемые месторождения составляют 13% от имеющегося потенциала.

На территории республики сосредоточено более 1200 т разведанных запасов золота (четвертое место среди регионов России после Иркутской и Магаданской областей и Красноярского края). Крупнейшие месторождения – Нежданинское золото-сульфидное в Томпонском улусе, в 800 км к востоку от Якутска, и Куранахская группа в Центрально-Алданском рудном районе [Госдоклад..., 2019].

Наиболее крупные месторождения серебра расположены в границах Верхояно-Колымской металлогенической провинции. Запасы крупнейшего месторождения Прогноз (Верхоянский район) составляют 7,5% от всероссийских.

В Республике Саха (Якутия) сосредоточено около 40% разведанных российских запасов олова. Наиболее освоенное – Депутатское месторождение в Усть-Янском районе – входит в десятку крупнейших в мире (рис. 3).

Из-за высокой стоимости освоения и удаленности от транспортных путей большая часть из имеющихся объектов остается невостребованной.

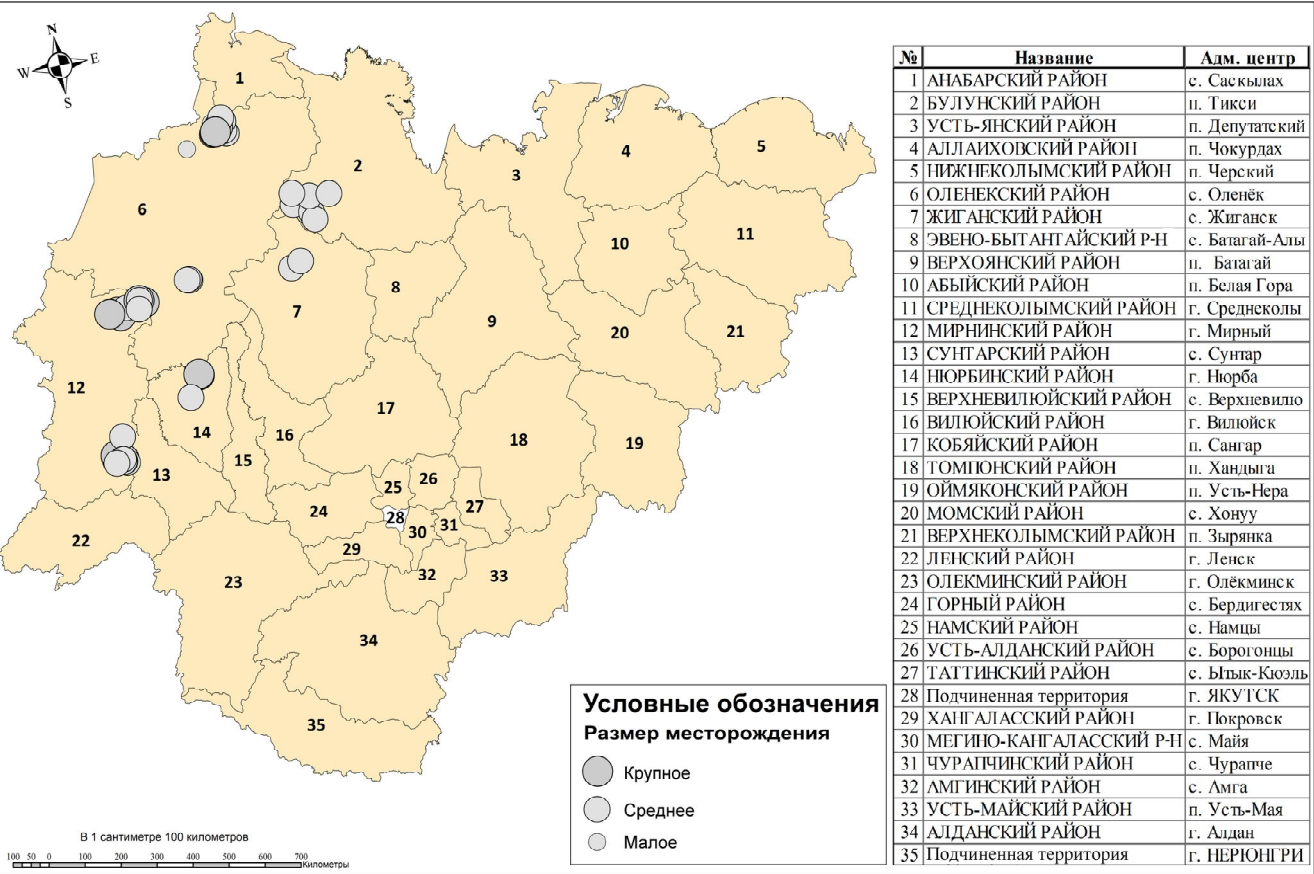


Рис. 2. Ареалы наиболее крупных месторождений алмазов на территории Республики Саха (Якутия). Источник: www.vsegei.ru

Fig. 2. Areas of the largest diamond deposits in the Republic of Sakha (Yakutia). Source: www.vsegei.ru

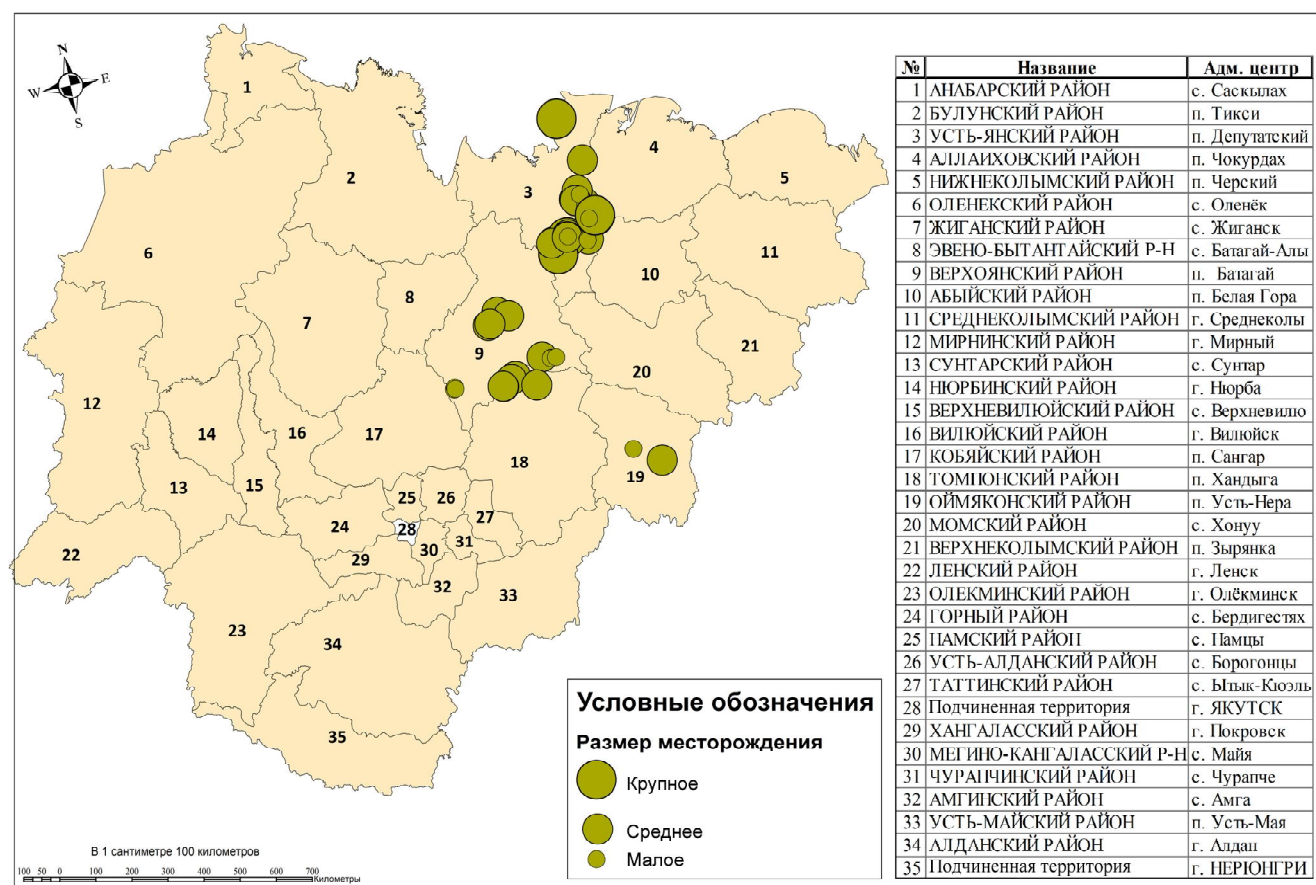


Рис. 3. Месторождения олова в районах Республики Саха (Якутия). Источник: www.vsegei.ru

Fig. 3. Tin deposits in the districts of the Republic of Sakha (Yakutia). Source: www.vsegei.ru

Железные руды (наиболее крупные – Горкитское и Тарыннахское месторождения) размещены на юге Якутии (79% запасов в масштабах Дальнего Востока).

Якутия обладает большей частью запасов *сурьмы* России (ЗАО «Сарылах-Сурьма» в Оймяконском районе, конечной продукцией которого являются золотосурьмяные концентраты). Руды очень высокого качества (среднее содержание сурьмы в них составляет 20–25%).

Республика Саха (Якутия) – обладательница уникального месторождения *редкоземельных элементов* – месторождение Томтор. Запасы высококонцентрированной руды (почти 8% $\Sigma \text{TR}_2\text{O}_3$) оцениваются как уникальные, не требуют дополнительного обогащения. В связи с тем что применение ниобия растет с каждым годом (что объясняется его уникальной тугоплавкостью, коррозионной стойкостью, а также способностью образовывать жароустойчивые и сверхпроводящие сплавы металлов, применяемые в первую очередь в авиастроительной и космической отраслях), разработка месторождения рассматривается как стратегическая задача. Особенно это важно в связи с монополизацией добычи редкоземельных металлов Китаем. Намеченный маршрут транспортировки руды станет импульсом для развития территории не только Оленекского улуса, но и всей западной части Якутии.

Растущий спрос на рынке нефти и природного газа стран Азиатско-Тихоокеанского региона обусловил необходимость создания нефтегазового комплекса Республики Саха (Якутия), который имеет в первую очередь внешнеэкономическую специализацию. На фоне средних и мелких по запасам месторождений выделяются нефтяные – Среднеботуобинское, Талаканское, Северо-Талаканское (рис. 4). Запасы природного газа в республике более значимы. Чаюдинское месторождение отнесено к уникальным, крупными называют Средневиллюйское, Талаканское, Верхневиллючанское. Добыча природного газа осуществляется в основном в четырех улусах юго-западной Якутии: Виллюйском, Кобяйском, Ленском и Мирнинском районах. Основными операторами являются: по добыче нефти – ОАО «Сургутнефтегаз», ООО «Таас-Юрх Нефтегазодобыча»; природного газа – ПАО «Газпром», ОАО «ЯТЭК», ОАО «Сахатранснефтегаз» [Соромотин, 2014]. 90% добываемой нефти поступает на экспорт по нефтепроводу «ВСТО».

Резкое увеличение объема добычи природного газа началось благодаря вводу в эксплуатацию газопровода «Сила Сибири» (на базе Чаюдинского НГКМ). По договору между ПАО «Газпром» и китайской компанией CNPC по трубопроводу по мере достижения проектной мощности ежегодно на тер-

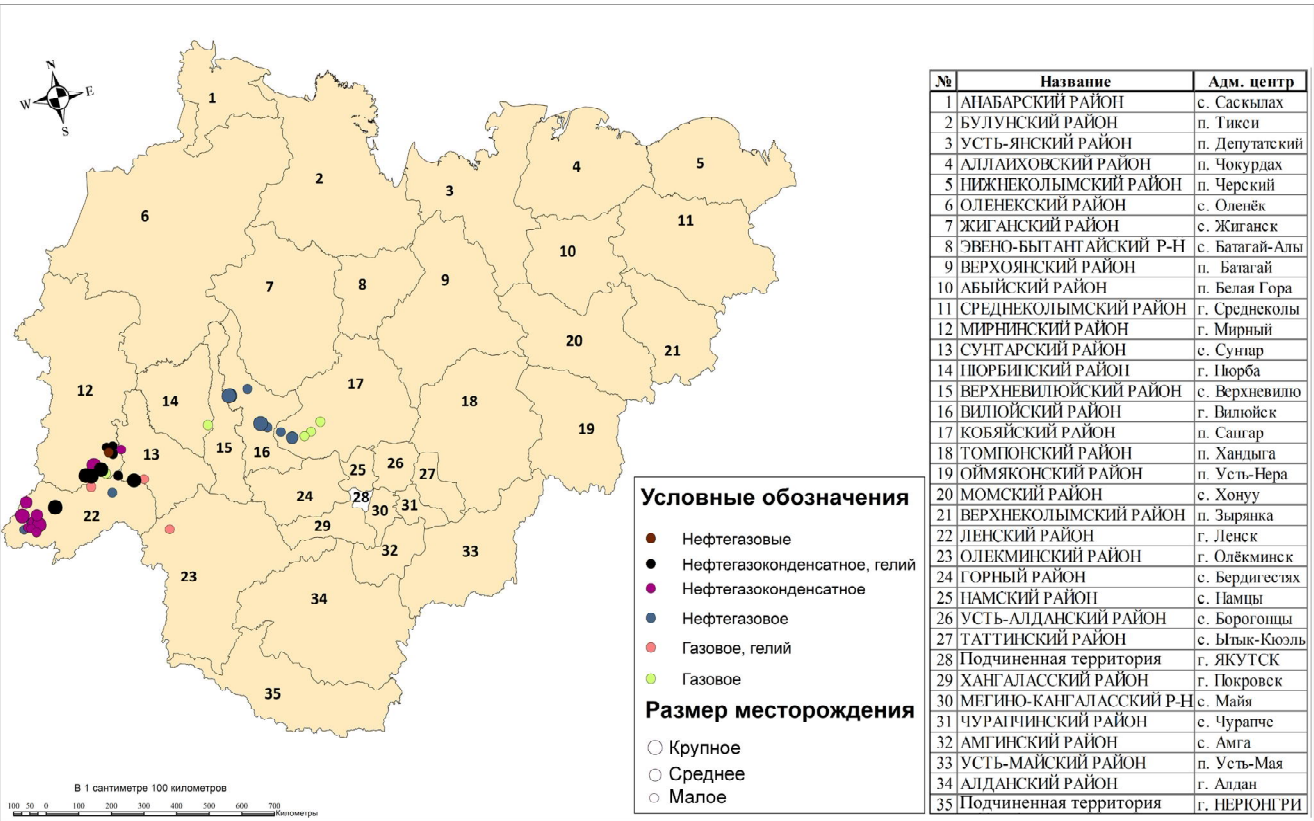


Рис. 4. Распределение месторождений нефти и газа по районам Республики Саха (Якутия). Источник: www.vsegei.ru

Fig. 4. Distribution of oil and gas fields in the districts of the Republic of Sakha (Yakutia). Source: www.vsegei.ru

риторию Китая будет транспортироваться газ в объеме до 38 млрд м³.

Якутский газ обладает уникальными характеристиками: высоким содержанием этана (около 8%), низким содержанием соединений серы и высоким – гелия. Первое делает якутский газ рентабельным для продажи, второе – более экологически чистым, третье (после отбора гелия на строящемся Амурском заводе и продажи его как самостоятельного продукта) – высокорентабельным.

Географической особенностью ресурсов нефти и газа Якутии является их расположение в составе крупного нефтегазового района, охватывающего территорию не только западных районов республики, но и северной части Иркутской области и восточной части Эвенкийского района Красноярского края, месторождения которого могут стать дублерами якутского сырья, что увеличивает их значимость, так как гарантирует поставки.

Угольные ресурсы на территории республики оцениваются как значимые. Их положение в Южно-Якутском бассейне с выходом к трассе БАМ и наличие коксующихся марок, а также сложившаяся производственная и транспортная инфраструктура позволяют экспертам считать их рентабельными для экспорта. Модернизация восточного участка БАМ дает возможность вывода

Эльгинского месторождения на полную мощность (до 27 млн т).

В Алданском районе в относительно инфраструктурно освоенной части в пределах Эльконской группы месторождений сосредоточено более 50% российских запасов урана.

В целом, в Якутии в области горнодобывающей промышленности намечено к разработке около 30 крупных инвестиционных проектов, из которых 13 уже введено в эксплуатацию. Общей их особенностью является моноресурсный характер использования полезных ископаемых и рассредоточенность по территории республики. Расчет суммарного природно-ресурсного потенциала в разрезе административных районов может существенно скорректировать региональную концепцию ее развития (табл. 1, 2).

Якутск с прилегающей территорией не оценивался. Наибольшее значение получил Алданский район (значение которого принято за единицу). Ранг других районов, относительно максимального, показан в таблице 2.

В таблице 3 все районы республики разделены по уровню ценности МСП на группы – от наиболее высокого до ниже среднего.

Карта ценности минерально-сырьевого потенциала (МСП) административных районов Республики Саха (Якутия) представлена на рис. 5 и 6.

Таблица 1

Максимальные и минимальные цены на отдельные виды полезных ископаемых (2000–2020)

Вид полезного ископаемого	Единицы измерения	Цена, долл.	
		минимальная	максимальная
Алмазы	1 карат	57	104
Золото	1 тройская унция	300	2069
Серебро	1 тройская унция	5	35
Ниобий	долл, 1кг	12	13,5
Редкие земли	1 грамм	5	30
Вольфрам	1 тонна	8 290,00	37 000,00
Олово	1 тонна	6 545,00	32 349,00
Сурьма	1 тонна	5 374,00	13 977,00
Ртуть	1 тонна	1 143,90	30 405,60
Цинк	1 тонна	1 098,00	3 754,00
Свинец	1 тонна	870,00	3 335,00
Железо	1 тонна	39,60	177,30
Гелий	1 фут ³	40	180
Уран	250 фунтов	17	140
Нефть	1 баррель	22	140
Газ	1000 м ³	60	488
Уголь каменный	1 тонна	35,00	177,00
Уголь бурый	1 тонна	5,00	20,00

Источник: [Горнодобывающая отрасль России, 2019].

Таблица 2

Суммарная ценность полезных ископаемых Республики Саха (Якутия) по административным районам

Ранг	Административный район (улус)	Ценность ПРП, доля от ед.
1	Алданский	1
2	Нерюнгринский	0,83
3	Мирнинский	0,54
4	Ленский	0,34
5	Олекминский	0,35
6	Нюрбинский	0,30
7	Сунтарский	0,30
8	Кобяйский	0,25
9	Томпонский	0,25
10	Оленекский	0,24
11	Вилуйский	0,20
12	Анабарский (Долгано-Эвенкийский)	0,19
13	Усть-Майский	0,13
14	Оймяконский	0,12
15	Усть-Янский	0,12
16	Верхоянский	0,11
17	Мегино-Кангаласский	0,11
18	Усть-Алданский	0,10
19	Таттинский	0,09
20	Верхнеколымский	0,085
21	Амгинский	0,08
22	Аллайховский	0,07
23	Булунский	0,06
24	Жиганский	0,06
25	Намский	0,055
26	Хангаласский	0,055
27	Момский	0,05
28	Чурапчинский	0,05
29	Верхневилуйский	0,04
30	Горный	0,04
31	Абыйский	0,03
32	Эвено-Бытантайский нац.	0,03
33	Нижнеколымский	0,02
34	Среднеколымский	0,01

Как видно из приведенных рисунков, наивысшими оценками МСП обладают районы Западной Якутии, а именно: Мирнинский, Ленский, Нюрбинский, Анабарский, Оленекский, Кобяйский, Алданский. Подобное распределение его значений непосредственно коррелирует с наличием наиболее дорогостоящих и востребованных видов полезных ископаемых, таких как алмазы, редкоземельные металлы, нефть, газ, гелий и т. д.

Энергосырьевой вариант развития территории предполагает ускоренное развитие транспортной инфраструктуры. Ограниченность транспортной доступности повышает долю транспортных издержек в районах Якутии в стоимости конечного продукта до 60% (в среднем по стране 10%).

Гипотетическая транспортная доступность центров муниципальных районов по отношению ко всем остальным, согласно полученным расчетам по формуле гаверсинусов, представлена в таблице 4. Гипотетическая по той причине, что расстояния рассчитаны по сферической поверхности и, абсолютно соответствуя факту, в большинстве случаев не связаны между собой никакими наземными видами транспорта, кроме воздушного, трассы которого пролегают через Якутск.

Самыми оптимальными вариантами создания главного транспортного узла, связывающего все части республики и обладающего наименьшей суммой расстояний до всех остальных районных центров, могут стать либо район села Намцы, либо пгт Сангар.

Эти населенные пункты расположены в самом центре республики, но, учитывая, что Намцы расположены на том же, что и столица, левом берегу Лены и в относительной к ней близости, ему следует отдать предпочтение.

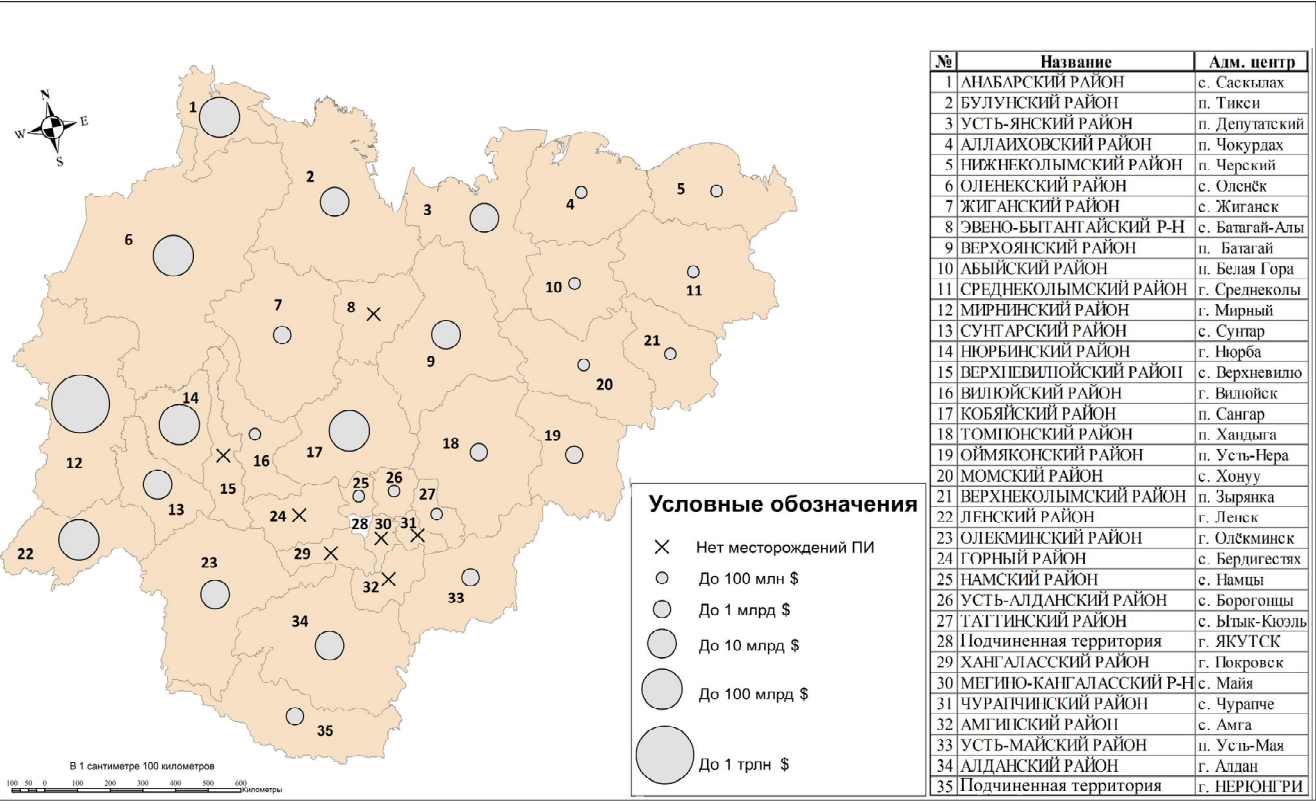


Рис. 5. Ценность МСП административных районов Республики Саха (Якутия) (расчет по минимальной стоимости полезных ископаемых)

Fig. 5. Value of SMEs in the administrative districts of the Republic of Sakha (Yakutia) (calculation based on the minimum cost of minerals)

Таблица 3

Ранг административных районов Республики Саха (Якутия) по уровню ценности МСП*

Наиболее высокий (1–0,8)	Высокий (менее 0,5–0,3)	Выше среднего (менее 0,3–0,2)	Средний (менее 0,2–0,1)	Ниже среднего (менее 0,1)
Алданский Нерюнгринский	Мирнинский Ленский Олекминский Нюрбинский Сунтарский	Кобяйский Томпонский Оленекский Вилуйский	Анабарский Усть-Майский Оймяконский Усть-Янский Верхоянский Мегино-Кангаласский Усть-Алданский	Таттинский Верхнеколымский Амгинский Аллайховский Булунский Жиганский Намский Хангаласский Момский Чурапчинский

* Ранги регионов Якутии, приведенные в настоящей работе, во многом совпадают с расчетами ученых Института региональной экономики Севера, полученными, в основном, с применением балльных методов оценки [Пономарева, Бубякин, 2011].

Пять уровней транспортной доступности всех центров административных районов республики по отношению к идеальному транспортному узлу представлены на рис. 7.

Сопоставление ценности МСП районов республики и уровня транспортной доступности их административных центров позволяют уточнить наиболее приоритетные из них для хозяйственного освоения. Это Мирнинский, Нюрбенский, Ленский, Кобяйский, Алданский, Оленекский и Анабарский районы.

Решение об отнесении территорий к центрам экономического роста следует скорректировать с уровнем социально-экономического развития районов. Все 34 муниципальных административных района Республики Саха (Якутия) характеризуются сильной дифференциацией, особенно те, которые крайне удалены от обжитых мест и созданных экономических центров.

Муниципальные образования, отличающиеся высокими значениями «базового» показателя, за

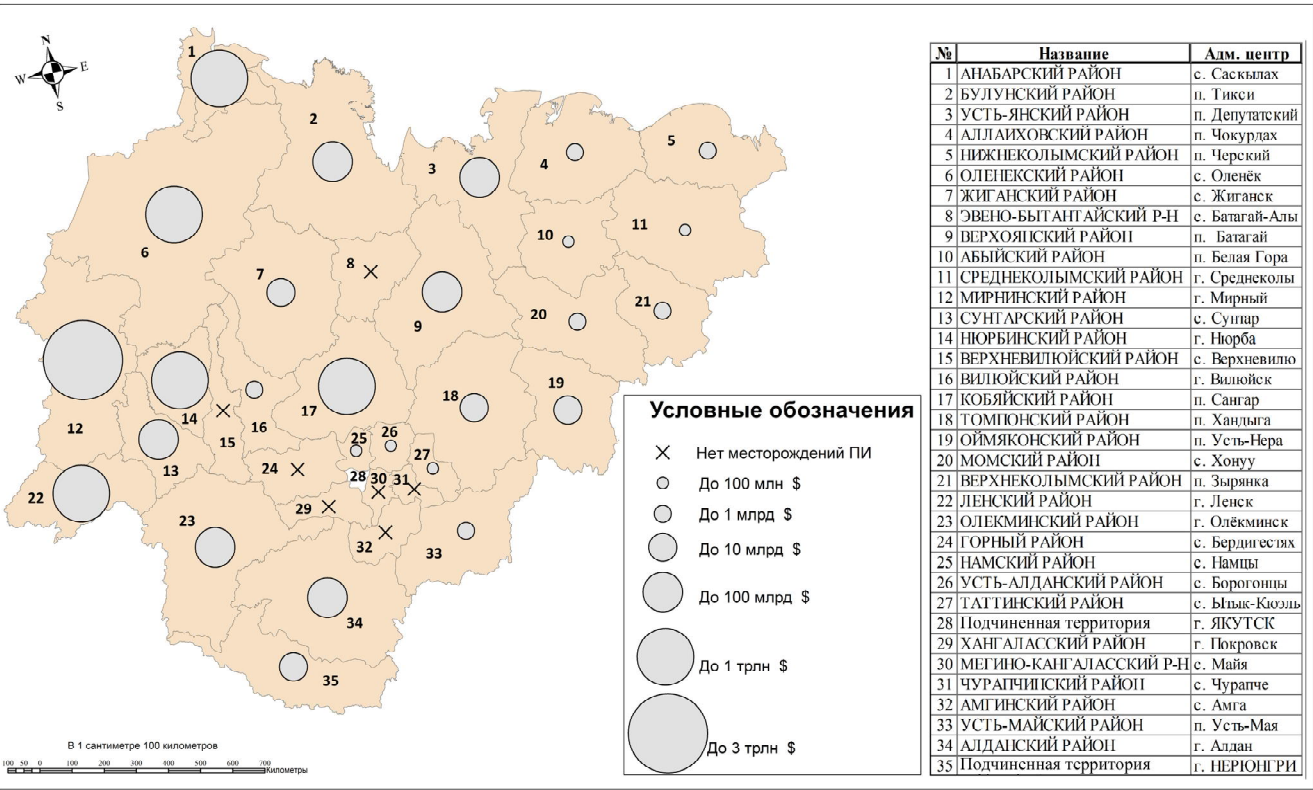


Рис. 6. Ценность МСП административных районов Республики Саха (Якутия) (расчет по максимальной стоимости полезных ископаемых)

Fig. 6. Value of SMEs in the administrative districts of the Republic of Sakha (Yakutia) (calculation based on the maximum value of minerals)

который принят среднегодовой ВМП (валовый муниципальный продукт) за последний пятилетний период и рассматриваемые как имеющие (накопившие) потенциал развития, представлены в верхних строчках таблицы 5.

Учитывая, что депрессивных районов в настоящее время больше, чем всех остальных (19), пространственная неравномерность освоения территории республики останется надолго.

Как и в случае с минерально-сырьевым потенциалом, наибольшим уровнем социально-экономического развития характеризуются преимущественно районы западной части республики, что является следствием относительно высокой транспортной и инфраструктурной освоенности этих территорий и высокого среднедушевого производства промышленной и сельскохозяйственной продукции и инвестиций в основной капитал.

Наименьшим уровнем социально-экономического развития обладают внутривнутрипериферийные муниципалитеты Восточной и Северной частей Якутии, характеризующиеся низким уровнем транспортной освоенности, высокими значениями миграционного оттока и безработицы.

Выводы:

– освоение Крайнего Севера России, сохраняя региональное своеобразие форм и методов, оста-

ся выборочным. Традиционные модели развития, действующие в течение длительного периода (ТПК, вахтовый, мобильный), существенно повысившие заселенность территории, не сопровождались интенсивным транспортным строительством из-за ограниченных масштабов экономической деятельности;

– создание транспортной сети в настоящее время сводится не столько к достижению ее «густоты», сколько к оптимизации транспортной структуры, моделированию конфигурации транспортных линий таким образом, чтобы обеспечить кратчайшую доступность любой точки территории;

– формирование транспортной сети должно отвечать условиям создания территориальной целостности, единства экономического пространства, оптимизации будущей хозяйственной деятельности. Формула гаверсинусов позволяет рассчитать идеальный транспортный центр, исходя из гипотетической (по сферической поверхности) транспортной доступности центров муниципальных районов по отношению ко всем остальным, выявляя, таким образом, оптимальное расположение главного (организующего территорию и определяющего конфигурацию) транспортного узла – «места суммарной концентрации максимального числа видов деятельности» не только транспорта, но и других отраслей хозяйства – в условиях, когда отсутствие статис-

Таблица 4

Сумма расстояний от административного центра до всех административных центров других районов

Административный район/улус	Административный центр	Широта, градусы	Долгота, градусы	Сумма расстояний до центров всех др. адм. районов, км
Намский	с. Намцы	62,71667	129,6833	20 710,14
Кобяйский	пгт Сангар	63,91667	127,4833	20 748,76
Усть-Алданский	с. Борогонцы	62,66667	131,1667	20 895,82
Мегино-Кангаласский	пгт Нижний Бестях	61,95000	129,9167	21 441,58
Горный	с. Бердигестях	62,08333	126,7000	21 928,27
Чурапчинский	с. Чурапча	61,98333	132,4167	21 958,81
Таттинский	с. Ытык-Кюёль	62,35000	133,5500	22 092,62
Хангаласский	г. Покровск	61,48333	129,1500	22 185,21
Томпонский	пгт Хандыга	62,65000	135,5500	23 136,64
Вилуйский	г. Вилуйск	63,75000	121,6167	23 582,26
Амгинский улус	с. Амга	60,88333	131,9667	23 723,83
Эвено-Бытантайский национальный	с. Батагай-Алыта	67,78333	130,3833	23 999,07
Жиганский	с. Жиганск	66,76667	123,3667	24 372,35
Верхоянский	пгт Батагай	67,6500	134,6333	24 399,64
Верхневилуйский	с. Верхневилуйск	63,4500	120,2833	24 686,70
Усть-Майский	пгт Усть-Мая	60,4000	134,5333	26 093,37
Нюрбинский	г. Нюрба	63,28333	118,3333	26 594,69
Сунтарский	с. Сунтар	62,1500	117,6333	28 305,03
Момский	с. Хонуу	66,4500	143,2167	28 323,48
Оймяконский	пгт Усть-Нера	64,56667	143,2333	28 504,62
Олекминский	г. Олёкминск	60,38333	120,4333	28 554,62
Усть-Янский	пгт Депутатский	69,3000	139,9667	29 258,40
Алданский	г. Алдан	58,6000	125,3833	29 777,36
Мирнинский	г. Мирный	62,53333	113,95	32 414,02
Абыйский	пгт Белая Гора	68,53333	146,1833	32 421,82
Булунский	пгт Тикси	71,63333	128,8667	32 699,56
Ленский	г. Ленск	60,71667	114,9000	33 781,86
Оленекский	с. Оленёк	68,5000	112,4333	35 363,20
Нерюнгринский	г. Нерюнгри	56,6500	124,7167	35 880,58
Верхнеколымский	пгт Зырянка	65,73333	150,8833	36 423,98
Аллаиховский	пгт Чокурдах	70,61667	147,9000	36 982,02
Среднеколымский	г. Среднеколымск	67,4500	153,7000	39 637,74
Анабарский	с. Саскылах	71,9500	114,0833	39 777,78
Нижнеколымский	пгт Черский	68,7500	161,3167	49 440,38

Таблица 5

Распределение муниципальных районов Республики Саха (Якутия) по накопленному потенциалу развития

Тип района	Муниципальный район
Центры роста и развития	Ленский
Потенциальные центры роста с высоким уровнем развития	Анабарский национальный (Долгано-Эвенкийский); г. Якутск; пгт Жатай; Мирнинский; Оленекский
Центры развития с низким потенциалом роста	Булунский; Горный; Намский; Олекминский; Хангаласский; Чурапчинский; Эвено-Бытантайский национальный
Потенциальные центры роста с низким уровнем развития	Алданский; Нерюнгринский; Нюрбинский; Оймяконский
Депрессивные центры	Абыйский; Аллаиховский; Амгинский; Верхневилуйский; Верхнеколымский; Верхоянский; Вилуйский; Жиганский; Кобяйский; Мегино-Кангаласский; Момский; Нижнеколымский; Среднеколымский; Сунтарский; Таттинский; Томпонский; Усть-Алданский; Усть-Майский; Усть-Янский

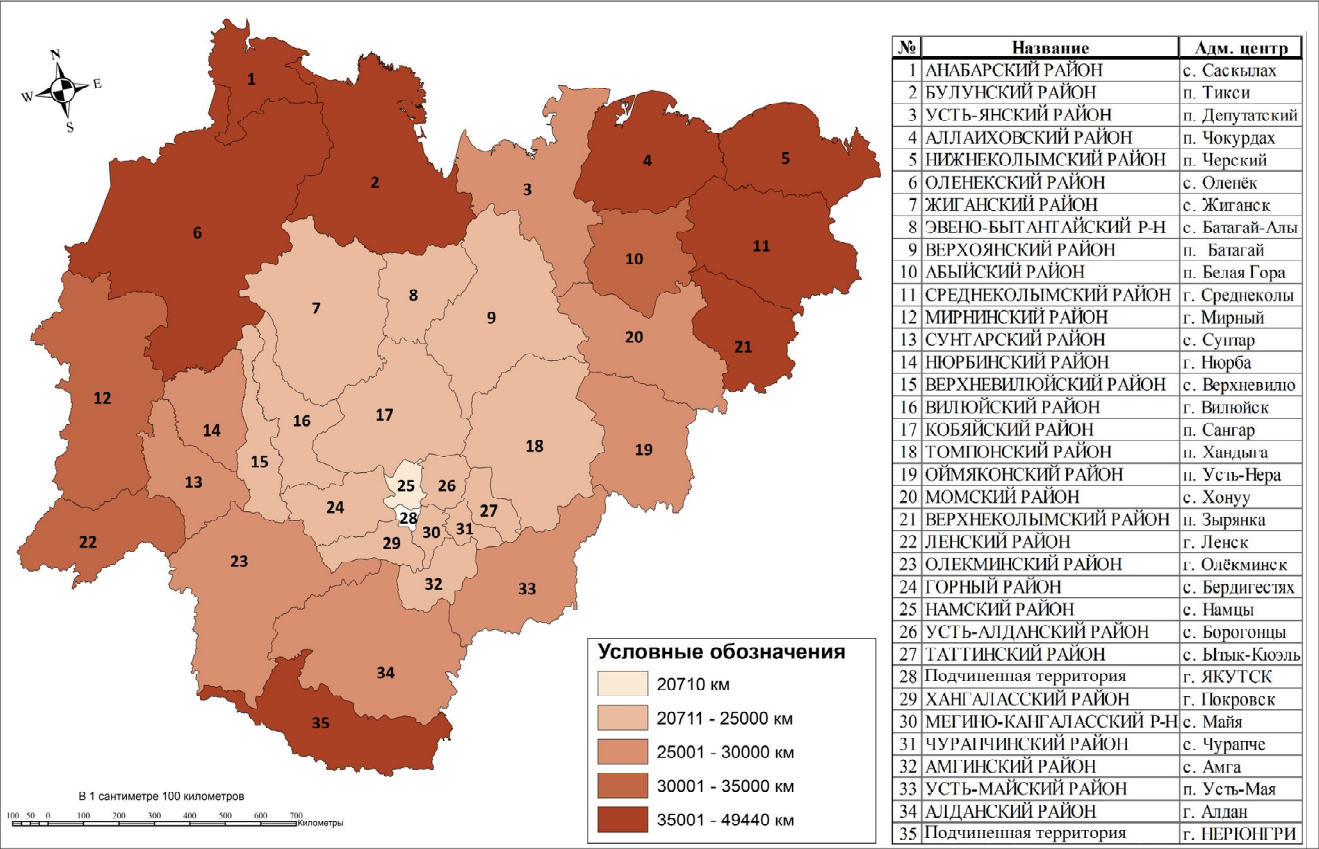


Рис. 7. Гипотетическая транспортная доступность центров административных районов Республики Саха (Якутия) по отношению к идеальному транспортному узлу

Fig. 7. Hypothetical transport accessibility of the centers of administrative districts of the Republic of Sakha (Yakutia) in relation to the ideal transport hub

тической информации о расстояниях между пунктами ограничивает применение других методов расчетов;

- сопоставление ценности территориальных сочетаний природных ресурсов, находящихся на территории районов республики, и уровня рассчитанной транспортной доступности их административных центров показало приоритет для дальнейшего освоения западной части Республики Саха (Якутия);
- достижение нового уровня освоенности и изменение экономического веса оцениваемых мест, определенных, согласно математической и геогра-

фической логике, в качестве транспортных узлов, возможно приведет к передаче ими центральных функций другим полюсам развития. Вероятность изменения величины ценности минерально-сырьевого потенциала, связанная как с изменением цены, так и с новыми данными разведки полезных ископаемых, весьма значима. Но, при условии, что параметры расчетов будут коррелироваться со значениями ценности ТСМР, предложенный метод оценки будет объективно определять оптимальную структуру транспортной сети и в отдаленном будущем.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта РФФИ. Проект № 17-05-41087 РГО_а «Социально-экономическая эффективность развития транспортно-коммуникационной инфраструктуры (ТКИ) Сибири и Дальнего Востока, 2017–2020 гг.».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бакланов П.Я., Бровко П.Ф., Воробьева Т.Ф., Говорушко С.М., Зонов Ю.Б., Каракин В.П., Качур А.Н., Ланкин А.С., Мошков А.В., Романов М.Т., Шейнгауз А.С. Региональное природопользование: методы изучения, оценки и управления. М.: Логос, 2002. 160 с.
- Бакланов П.Я., Мошков А.В. Инерционность территориальных структур хозяйства в регионах Дальнего Востока // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2017. № 2. С. 3–10.
- Бредихин А.В., Еременко Е.А., Харченко С.В., Беляев Ю.Р., Романенко Ф.А., Большов С.И., Фуззина Ю.Н. Районирование Российской Арктики по типам антропогенного освоения и сопутствующей трансформации рельефа на основе кластерного анализа // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2020. № 1. С. 42–56.
- Бугроменко В.Н. Транспорт в территориальных системах. М.: Наука, 1987. 112 с.
- Дронов С.Е. Проблемы активизации точек роста в регионах России // Социально-экономические явления и процессы. 2014. Т. 9. № 9. С. 37–41.
- Землянский Д.Ю., Махрова А.Г., Медведникова Д.М. Методические подходы к составлению комплексных индексов социально-экономического развития городов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2020. № 4. С. 21–29.
- Инвестиционный рейтинг регионов России // Эксперт. 2000. № 41. С. 2.
- Кожева Ф.А. Региональное развитие в контексте полюсов роста // Фундаментальные исследования. 2015. № 11–3. С. 574–578.
- Космачёв К.П. Пионерное освоение тайги (экономико-географические проблемы). Новосибирск: Наука, 1974. 144 с.
- Ланно Г.М. Концепция опорного каркаса территориальной структуры народного хозяйства: развитие, теоретическое и практическое значение // Известия АН СССР. Сер. Географическая. 1983. № 5. С. 16–28.
- Ласуэн Х.Р. Урбанизация и экономическое развитие: временное взаимодействие между географическими и отраслевыми кластерами // Пространственная экономика. 2010. № 1. С. 68–104.
- Лопатина Е.Б., Назаревский О.Р. Вопросы региональной комплексной экономической оценки природных ресурсов и условий // Известия АН СССР. Сер. Географическая. 1966. № 1. С. 99–108.
- Перру Ф. Экономическое пространство: теория и приложения // Пространственная экономика. 2007. № 2. С. 77–93.
- Пономарева Г.А., Бубякин В.И. Дифференциация районов Республики Саха (Якутии) по природно-ресурсному фактору // Региональная экономика: теория и практика. 2011. Т. 9. Вып. 23. С. 34–39.
- Приваловская Г.А., Волкова И.Н. Сочетания природных и социально-экономических ресурсов в развитии регионов России // Известия РАН. Сер. Географическая. 2009. № 5. С. 7–21.
- Присяжный М.Ю. Методические подходы к определению природно-ресурсного потенциала региона // Наука и образование. 2011а. № 3. С. 21–24.
- Присяжный М.Ю. Территориальный анализ промышленного освоения Якутии // Экономика региона. 2011б. № 3. С. 241–246.
- Славин С.В. К вопросу о методах и формах управления процессом социалистического освоения Севера СССР // Проблемы Севера. Вып. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1958. С. 229–243.
- Соколова Н.В. Природно-ресурсный потенциал территории: содержание понятия, методы оценки // Вестн. ЛГУ. Серия 7. География. 1988. Вып. 3. С. 125–130.
- Соромотин А.М. Нефтегазовые ресурсы Республики Саха (Якутия): состояние, перспективы использования // Вестник СВФУ. 2014. Т. 11. № 6. С. 129–136.
- Тархов С.А. Транспортная инфраструктура. Транспортная освоенность территории. Транспортная сеть // Социально-экономическая география: понятия и термины. Словарь-справочник / отв. ред. А.П. Горкин. Смоленск: Ойкумена, 2013. С. 268–273.
- Тархов С.А. Транспортная освоенность территории // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2018. № 2. С. 3–6.
- Черкасов А.И. Канадский Север в начале XXI века: хозяйство и люди // США – Канада: политика, экономика, культура, 2006. № 2. С. 118–124.
- Электронные ресурсы
- Аксёнова Л.А., Липец Ю.Г., Одессер С.В., Зимин Б.Н., Шлихтер С.Б. Постиндустриальное развитие капиталистических стран: географический прогноз. М.: Наука, 1993. 192 с. URL: <https://elib.rgo.ru/handle/123456789/203783> (дата обращения 07.09.2020).
- Горнодобывающая отрасль России. MegaResearch.ru – Аналитика рынков. 2019. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ae30ebbbce67e5cd9f4c64a/gornodobyvaiuscaia-otrasl-rossii-5cf50705b2f43e00afcedb79> (дата обращения 07.09.2020).
- Госдоклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2018 г. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2019. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvenny_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/?special_version=Y (дата обращения 07.09.2020).
- Корн Г.А., Корн Т.М. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1974. 832 с. URL: <https://may.alleng.org/d/math/math342.htm> (дата обращения 07.09.2020).
- Кочергин М.А., Стрябова Е.А. Региональные полюса роста: подходы к определению. Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/331465654_Regionalnye_polusa_rosta_podhody_k_opredeleniu (дата обращения 07.09.2020).
- Милославская С.В. Экономика отрасли. Ч. 1. М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2016. URL: <http://www.iprbookshop.ru/65695.html> (дата обращения 07.09.2020).
- Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. URL: <http://www.scrf.gov.ru/security/economic/document123/> (дата обращения 07.09.2020).

Поступила в редакцию 12.09.2020

После доработки 25.09.2020

Принята к публикации 06.10.2020

G.I. Gladkevich¹, R.K. Suleimenov²

OPTIMIZATION OF TRANSPORT DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA) TERRITORY

Long distances are a barrier to the development of mineral resources of the Far North. The problem could be solved by creating transport corridors (development axes), which, together with the poles of growth, will form a spatial and economic framework of the territory, considered to provide an additional spatial stimulus for economic activities. In this case, the poles of growth will be territorial combinations of natural resources, classified by the priority of importance (value) and most favorably located in relation to the transport axes.

By the example of a typical region of the Far North, i. e. the Republic of Sakha (Yakutia), with all its inherent problems associated with extremely unfavorable natural conditions that complicate the continuous development of the territory, calculations were made to assess a large number of territorial combinations of mineral resources for all administrative districts and rank them according to the values received. The development of sufficient transport infrastructure required for their successful development will take a long time. A more efficient solution of the problem will be possible if an ideally located transport hub is created at equal distances from all other settlements of the republic. The position of such transport center, which has the smallest sum of distances to all other regional centers of the republic, was calculated using the haversine formula. Comparison of the mineral resource potential of the regions of the republic and the transport accessibility of their administrative centers made it possible to identify the territories with the highest priority for development. The received recommendations are supported by the analysis of the level of socio-economic development of the regions of the republic.

Key words: the Far North, territorial combinations of mineral resources, poles of growth, areas of priority development, transport hub

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 17-05-41087 RGO_a "Socio-economic efficiency of the development of transport and communication infrastructure (TKI) in Siberia and the Far East, 2017–2020").

REFERENCES

- Baklanov P.Ya., Brovko P.F., Vorob'eva T.F., Govorushko S.M., Zonov Yu.B., Karakin V.P., Kachur A.N., Lankin A.S., Moshkov A.V., Romanov M.T., Sheingauz A.S. *Regional'noe prirodopol'zovanie: metody izucheniya, otsenki i upravleniya* [Regional nature management: methods of study, assessment and management], Moscow, Logos Publ., 2002, 160 p. (In Russian)
- Baklanov P.Ya., Moshkov A.V. Inertsionnost' territorial'nykh struktur khozyaistva v regionakh Dal'nego Vostoka [Persistence of the territorial structures of economy], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2017, no. 2, p. 3–10. (In Russian)
- Bredikhin A.V., Eremenko E.A., Kharchenko S.V., Belyaev Yu.R., Romanenko F.A., Bolysov S.I., Fuzeina Yu.N. Raionirovanie Rossiiskoi Arktiki po tipam antropogennogo osvoeniya i soputstvuyushchei transformatsii rel'efa na osnove klasternogo analiza [Regionalization of the Russian Arctic according to the types of anthropogenic development and associated relief transformation by applying the cluster analysis], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2020, no. 1, p. 42–56. (In Russian)
- Bugromenko V.N. Transport v territorial'nykh sistemakh [Transport in territorial systems], Moscow, Nauka Publ., 1987, 112 p. (In Russian)
- Cherkasov A.I. Kanadskij Sever v nachale XXI veka: khozyaistvo i lyudi [Canada's North at the beginning of the 21st century], *USA & Canada: Economics – Politics – Culture*, 2006, no. 2, p. 118–124. (In Russian)
- Dronov S.E. Problemy aktivizatsii toчек rosta v regionakh Rossii [Problems of activating growth points in the regions of Russia], *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy*, 2014, vol. 9, no. 9, p. 37–41. (In Russian)
- Investitsionnyj rejting regionov Rossii [Investment rating of Russian regions], *Ekspert*, 2000, no. 41(253), p. 2. (In Russian)
- Kosmachev K.P. *Pionernoe osvoenie taigi (ekonomiko-geograficheskie problemy)* [Pioneering taiga development (economic and geographical problems)], Novosibirsk, Nauka Publ., 1974, 144 p. (In Russian)
- Kozhieva F.A. Regional'noe razvitiye v kontekste polyusov rosta [Regional development in the context of growth poles], *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, no. 11–3, p. 574–578. (In Russian)
- Lappo G.M. Kontseptsiya opornogo karkasa territorial'noi struktury narodnogo khozyaistva: razvitiye, teoreticheskoe i prakticheskoe znachenie [The concept of a basic skeleton of the economic spatial structure: development, theoretical and practical role], *Izvestiya Akad. Nauk SSSR. Seriya Geograficheskaya*, 1983, no. 5, p. 16–28. (In Russian)
- Lasuen Kh.R. Urbanizatsiya i ekonomicheskoe razvitiye: vremennoe vzaimodeistvie mezhdru geograficheskimi i otraslevymi klasterami [Urbanization and economic development: temporary interaction between geographic and sectoral clusters], *Prostranstvennaya ekonomika*, 2010, no. 1, p. 68–104. (In Russian)
- Lopatina E.B., Nazarevskij O.R. Voprosy regional'noi kompleksnoi ekonomicheskoi otsenki prirodnykh resursov i uslovii [Issues of regional comprehensive economic assessment of natural

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: dolph-glad@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Nature Management, postgraduate student; e-mail: rus-bek2@list.ru

resources and conditions], *Izvestiya Akad. Nauk SSSR. Seriya Geograficheskaya*, 1966, no. 1, p. 99–108. (In Russian)

Perru F. Ekonomicheskoe prostranstvo: teoriya i prilozheniya [Economic space: theory and applications], *Prostranstvennaya ekonomika*, 2007, no. 2, p. 77–93. (In Russian)

Ponomareva G.A., Bubyakin V.I. Differentsiatsiya raionov Respubliki Sakha (Yakutii) po prirodno-resursnomu faktoru [Differentiation of the regions of the Republic of Sakha (Yakutia) by the natural resource factor], *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*, 2011, no. 9, p. 34–39. (In Russian)

Prisyazhnyj M.Yu. Metodicheskie podkhody k opredeleniyu prirodno-resursnogo potentsiala regiona [Methodological approaches to determining the natural resource potential of a region], *Nauka i obrazovanie*, 2011a, no. 3, p. 21–24. (In Russian)

Prisyazhnyj M.Yu. Territorial'nyj analiz promyshlennogo osvoeniya Yakutii [Territorial analysis of the industrial development of Yakutia], *Ekonomika regiona*, 2011b, no. 3, p. 241–246. (In Russian)

Privalovskaya G.A., Volkova I.N. Sochetaniya prirodnkh i sotsial'no-ekonomicheskikh resursov v razvitii regionov Rossii [Natural and socio-economic resources for development of regions in Russia], *Izvestiya Akad. Nauk SSSR. Seriya Geograficheskaya*, 2009, no. 5, p. 7–21. (In Russian)

Slavin S.V. [To the question of methods and forms of management of the process of socialist development of the North of the USSR], *Problemy Severa* [Problems of the North], vyp. 1, Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1958, p. 229–243. (In Russian)

Sokolova N.V. Prirodno-resursnyi potentsial territorii: sodержanie ponyatiya, metody otsenki [Natural resource potential of a territory: content of the concept, methods of assessment], *Vestnik Leningr. Un-ta. Ser. 7. Geologiya i geografiya*, 1988, no. 3, p. 125–130. (In Russian)

Soromotin A.M. Neftgazovye resursy Respubliki Sakha (Yakutiya): sostoyanie, perspektivy ispol'zovaniya [Oil and gas resources of the Republic of Sakha (Yakutia): state and prospects of use], *Vestnik of the North-Eastern Federal Un-ta*, 2014, vol. 11, no. 6, p. 129–136. (In Russian)

Tarkhov S.A. [Transport infrastructure. Transport development of the territory. Transport network], *Sotsial'no-ekonomicheskaya geografiya: ponyatiya i terminy* [Socioeconomic geography: concepts and terms]. Slovar'-spravochnik. A.P. Gorkin (Ed.), Smolensk, Oikumena Publ., 2013, p. 268–273. (In Russian)

Tarkhov S.A. Transportnaya osvoennost' territorii [Transportation development of territories], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2018, no. 2, p. 3–6. (In Russian)

Zemlyanskii D.Yu., Makhrova A.G., Medvednikova D.M. Metodicheskie podkhody k sostavleniyu kompleksnykh indeksov sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya gorodov [Methodological approaches to the elaboration of complex indexes of the socioeconomic development of cities], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2020, no. 4, p. 21–29. (In Russian)

Web-sources

Aksenova L.A., Lipets Yu.G., Odesser S.V., Zimin B.N., Shlikhter S.B. Postindustrial'noe razvitie kapitalisticheskikh stran: geograficheskii prognoz [Postindustrial Development of Capitalist Countries: Geographical Forecast], Moscow, Nauka Publ., 1993, 192 p. URL: <https://elibrigo.ru/handle/123456789/203783> (access date 07.09.2020).

Gornodobyvayushchaya otrasl' Rossii. MegaResearch.ru – Analitika rynkov [Mining industry in Russia. MegaResearch.ru – Market Analytics], 2019. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ae30ebbbce67e5cd9f4c64a/gornodobyvaiuscaia-otrasl-rossii-5cf50705b2f43e00afcedb79> (access date 07.09.2020).

Gosdoklad o sostoyanii i ispol'zovanii mineral'no-syr'evykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2018 [State Report on the State and Use of Mineral Resources of the Russian Federation in 2018], Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation, 2019. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvenny_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh (access date 07.09.2020).

Korn G.A., Korn T.M. Spravochnik po matematike dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov [A guide to mathematics for scientists and engineers], Moscow, Nauka Publ., 1974, 832 p. URL: <https://may.alleng.org/d/math/math342.htm> (access date 07.09.2020).

Kochergin M.A., Stryabkova E.A. Regional'nye polyusa rosta: podkhody k opredeleniyu [Regional growth poles: approaches to definition], Belgorod, Belgorod State National Research University Publ., 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/331465654_Regionalnye_polusa_rosta_podhody_k_opredeleniu (access date 07.09.2020).

Miloslavskaya S.V. Ekonomika otrasli. Chast' 1. [Industry economics. Part 1.], Moscow State Academy of Water Transport Publ., 2016. URL: <http://www.iprbookshop.ru/65695.html> (access date 07.09.2020).

Transportnaya strategiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda [Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030], URL: <http://www.scrf.gov.ru/security/economic/document123/> (access date 07.09.2020).

Received 12.09.2020

Revised 25.09.2020

Accepted 06.10.2020

УДК 911.2(470.56)

А.В. Хорошев¹

ЛАНДШАФТНЫЕ УСЛОВИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ФИТОПРОДУКЦИОННОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ В АЙТУАРСКОЙ СТЕПИ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Зависимость устойчивости функционирования ландшафта от его пространственной структуры относится к актуальным вопросам исследований ландшафтного пространства–времени. Пространственная структура может рассматриваться как индикатор изменчивости функционирования компонентов ландшафта и как условие для процессов, контролируемых их динамикой. Статья посвящена выявлению пространственных условий возникновения классов стабильности функционирования фитоценоза на примере зеленой фитомассы, описываемой нормализованным разностным вегетационным индексом (NDVI). Исследование проведено в условиях заповедного низкогорного ландшафта Южного Урала и его пастбищной модификации. Полевые измерения травяной надземной фитомассы подтвердили ее достоверную положительную корреляцию с NDVI. Для анализа временной изменчивости NDVI разработан алгоритм, нивелирующий зависимость зеленой фитомассы от конкретных погодных условий, но учитывающий степень подчинения фации фоновой динамике ландшафтного масштаба. Отклонения от фоновой динамики показателей функционирования трактуются как преобладающее влияние локальных условий. Стабильность динамики фитомассы оценивается по формуле Шеннона по комбинации повторяемостей пяти градаций отклонений от фоновых приращений NDVI между парами сроков внутри вегетационного сезона. Использованы 13 пар сроков съемки Landsat-8. Установлено, что местоположения с наиболее сильными отклонениями от зонального увлажнения в сторону сухости и влажности отличаются повышенной нестабильностью типов динамики фитомассы. Это свидетельствует о том, что вклады процессов локального и ландшафтного масштабов в формирование фитомассы меняются во времени. Нестабильность динамики зеленой фитомассы возрастает в условиях слабого развития почвенного профиля и каменистости. Активные латеральные взаимодействия урочищ плато и гребней при повышенной расчлененности рельефа способствуют стабилизации динамики фитомассы, в то время как в центральных секторах крупных плато стабильность уменьшается. Высокое видовое богатство и повышенная доля мезоксерофитов в фитоценозе способствует стабилизации динамики фитомассы.

Ключевые слова: ландшафт, пространственная структура, NDVI, рельеф, динамика, фитомасса

Введение. Проблема «пространства–времени» в большой степени определяла развитие ландшафтоведения последних десятилетий. Приоритет исследований причин пространственной организации природных комплексов, свойственный 1950–1970-м гг., стал замещаться интересом к факторам устойчивости функционирования. Среди сюжетов, которые привлекали повышенное внимание, можно назвать следующие: развитие морфологических структур [Викторов, 2018]; синхронность/асинхронность функционирования в разных пространственных единицах [Дьяконов, Иванов, 1993; Мамай и др., 2013]; зависимость скоростей ландшафтных процессов от пространственной структуры [Исаченко, 2014; Сысуев, 2020]; диапазоны возможных состояний для разных природных комплексов [Мамай, 2013]; регулирование режима функционирования путем подбора оптимальных пространственных соотношений угодий [Хорошев и др., 2019]; зависимость устойчивости функционирования от внутренней пространственной структуры ландшафтной единицы [Хорошев и др., 2018].

В прикладном отношении перед ландшафтной наукой стоит задача определения допустимых хозяйственных нагрузок и снижения рисков землеполь-

зования на основании оценки степени стабильности естественного функционирования ландшафта. По гипотезе, ее можно предсказывать по характеристикам пространственной структуры ландшафта (набора пространственных пропорций, разнообразия соседств ландшафтных единиц), которая в большой степени зависит от рельефа и контролируемых им потоков влаги. Очевидно, что пространственную структуру охарактеризовать легче, чем получить длительные временные ряды наблюдений. Иначе говоря, она рассматривается как индикатор динамики и как условие для процессов, ее контролируемых. Например, стабильность урожайности сельскохозяйственных культур или гарантированность приемлемого урожая в экстремальные годы может быть предсказана по площадным соотношениям видов урочищ или фаций (западин, ложбин, солонцов и т. п.) в пределах полевого участка [Хорошев и др., 2018].

За последнее десятилетие основным источником косвенной информации о продукции зеленой фитомассы в силу доступности расчетов и возможности обеспечить площадные данные стал нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI).

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: avkh1970@yandex.ru

Обычную тематику исследований на основании индекса можно разделить на следующие категории: 1) динамика растительности и длительные тренды, связанные с изменением климата [Detsch et al., 2016; Тельнова, 2017]; 2) информативность вегетационных индексов и их адекватность для исследований пространственной структуры ландшафта и биопродуктивности [Madonsela et al., 2018; Рулев и др., 2016]; 3) выявление связей растительности с внешними факторами, в т. ч. с почвами [Гопп и др., 2016; Joiner et al., 2019]; 4) мониторинг и прогноз урожая сельскохозяйственных культур [Nagy et al., 2018]; 5) воздействие растительности на поведение животных [Hoagland et al., 2018]. Изменчивость показателей функционирования во времени рассматривается как одно из важнейших оснований для выбора способа землепользования и хозяйственных нагрузок на территорию. Например, классы стабильности урожая использовались для коррекции выбора культуры и севооборота [Blackmore, 2000].

В качестве важнейшего фактора пространственной организации биопродуктивности рассматривается структура рельефа [Gamon et al., 2013; Шарый, Шарая, 2014]. Очевидно, что рельеф влияет на пространственную дифференциацию биопродуктивности через перераспределение тепла и влаги. Однако вопрос о влиянии рельефа и ландшафтной структуры в целом на изменчивость биопродуктивности во времени в литературе освещен слабо.

В предлагаемой статье поставлена цель установить пространственные закономерности обособления классов стабильности фитопродукционного функционирования, обусловленные радиальными и латеральными связями в заповедном низкогорно-степном ландшафте и его пастбищной модификации.

Для этого решались следующие задачи: 1) установить меру адекватности вегетационного индекса NDVI как индикатора зеленой надземной фитомассы в условиях низкогорно-степного ландшафта; 2) выявить пространственные закономерности встречаемости различных типов внутрисезонной динамики фитомассы; 3) проверить гипотезу о зависимости стабильности динамики надземной фитомассы от положения в рельефе, взаимодействий с соседними урочищами и свойств фитоценоза и почв.

Материалы и методы исследований. Исследование проведено в низкогорно-степном ландшафте Южного Урала на участке «Айтуарская степь» государственного заповедника «Оренбургский» (51° с. ш. 57° в. д.).

Ландшафт характеризуется как структурно-эрозионное грядово-балочное низкогорье, сложенное чередующимися пластами песчаников, конгломератов, известняков и алевролитов, с останцами эоценовых поверхностей выравнивания, с петрофитными разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями на черноземах южных маломощных сильнокаменистых поверхностно-карбонатных [Хорошев, 2016]. Реликты эоценового этапа развития территории представлены в южной части Айтуарской степи в виде широкого, плоского, местами ступенчатого плато Актобе,

к которому приурочен водораздел рек Алимбет и Айтуарка. Плакорное положение геосистем плато Актобе обуславливает возможность развития нормальных коренных зональных разнотравно-типчаково-ковыльных сообществ на черноземах текстурно-карбонатных. Балки разделены субмеридиональными грядами, возвышающимися над их днищами на разных участках на величину от 10–20 до 100–120 м и в краевой части принимающими вид узких гребней. По мере удаления от параметров коренных плакорных степей и роста литоморфности выстраивается следующий ряд: 1) разнотравно-типчаково-тонконогово-ковыльные, с высоким проективным покрытием прибрежных частей плато и пологих приводораздельных склонов, преимущественно на черноземах текстурно-карбонатных; 2) петрофитно-разнотравно-залесскоковыльно-типчаковые, иногда с повышенным обилием овсеца (*Helictotrichon desertorum*), со средним проективным покрытием вершин гребней и покатых склонов, преимущественно на черноземах; 3) залесскоковыльно-шерстистогрудничево-петрофитно-разнотравно-типчаковые, с низким проективным покрытием крутых склонов, особенно южных экспозиций, с микроосыпями на черноземах или литоземах; 4) инееватопырейно-петрофитно-разнотравные, с низким проективным покрытием очень крутых аструктурных осыпных склонов, с крупными выходами пластов осадочных пород на литоземах; 5) петрофитно-разнотравные, с очень низким проективным покрытием островершинных гребней, с субвертикальными выходами пластов осадочных пород и остаточным накоплением щебня и крутых осыпных склонов на литоземах или элювии коренных пород. При повышенной гидроморфности формируются: 1) кустарниково-богаторазнотравные луговые степи сильноогнутых крутосклонных секторов лощин, прирусловых врезов в днищах балок на черноземах гидрометаморфизованных; 2) кустарниковые (*Spiraea hypericifolia*, *Amygdalus nana*, *Caragana frutex*) луга глубоковрезанных распадков и прирусловых врезов в днищах балок на черноземах гидрометаморфизованных; 3) черноольшанники таволгово-осоково-тростниковые и таволгово-осоково-тростниковые луга расширенных плоскодонных прирусловых врезов балок на черноземах гидрометаморфизованных [Хорошев, 2016].

Для решения поставленных задач проведены: а) расчет вегетационных индексов (NDVI) для 14 весенних и летних безоблачных космических снимков Landsat-8 с разрешением 30 м (14.05.2014, 30.05.2014, 08.06.2014, 17.07.2014, 18.06.2015, 13.07.2015, 29.07.2015, 18.05.2018, 25.05.2018, 29.08.2018, 19.04.2019, 05.05.2019, 06.06.2019, 22.06.2019); б) измерение надземной травяной фитомассы и полевая верификация значений вегетационных индексов NDVI в июне 2019 г.

Ландшафтные описания производились на площадках 10×10 м в фациях репрезентативных для всех звеньев катен и секторов эрозионных форм с разной площадью водосбора. В программу описаний вошли следующие характеристики: принадлежность к

мезоформе рельефа, экспозиция, крутизна, описание формы и характер поверхности, наличие скальных выходов, доля поверхностной каменистости (в %), подстилающие горные породы, свойства почвенных горизонтов (мощность генетических горизонтов, гранулометрический состав, структура, влажность, цветовые характеристики по шкале Манселла, вскипание от HCl 10%), обилие видов трав и кустарников, проективное покрытие и высота ярусов. Общее количество описаний за период 2011–2019 гг. составило 216. В июне 2019 г. были проведены повторные описания на 64 площадках с отбором образцов надземной фитомассы и почв.

Укосы травяной надземной фитомассы на площадках 0,5×0,5 м собирались в полиэтиленовые пакеты, после маршрута сразу же взвешивались в сыром состоянии; после высушивания взвешивались повторно для расчета сухой фитомассы и содержания влаги. Измеренное значение фитомассы в репрезентативной фации было отнесено к соответствующему пикселу космического снимка и цифровой модели рельефа.

Для анализа внутрисезонной изменчивости NDVI разработан специальный алгоритм. Он нивелирует зависимость зеленой фитомассы от погодных условий конкретного года. В то же время алгоритм учитывает степень подчинения надземной фитомассы: а) фоновой динамике ландшафтного масштаба (соответствующей обычным изменениям в степи в течение вегетационного сезона); б) влиянию локальных условий, создающих отклонения динамики фитомассы от ландшафтного фона.

Исходные допущения заключаются в следующем. Под устойчивостью функционирования фации понимается способность сохранять диапазон варьирования и внутрисезонные тенденции вне зависимости от изменчивости внешних сигналов. Изменчивость свойств фации отражает состояние геосистемы более высокого ранга, с одной стороны, и локальные процессы – с другой. Предполагается, что в силу единого для ландшафта климата за период между любыми двумя сроками в течение вегетационного сезона происходит некоторое естественное «фоновое» внутрисезонное приращение индекса (с положительным или отрицательным знаком) в большинстве пикселов. Известно, что в ус-

ловиях дефицитного увлажнения в степной зоне основным регулятором продуктивности является перераспределение влаги по рельефу.

В силу неодинаковости «нормативных» значений для разных видов фаций и несходства условий вегетации в разные годы для обеспечения сравнимости показателей динамики функционирования фаций для каждого из 154 703 пикселов рассчитывались: 1) разность значений NDVI (приращение с положительным или отрицательным знаком) между сроками съемки в течение одного вегетационного сезона (всего 13 пар, табл. 1); 2) среднее (фоновое) приращение NDVI по ландшафту для каждой пары сроков; 3) мера отклонения приращения от среднего значения по ландшафту в единицах стандартного отклонения для каждой пары сроков по каждому пикселу. Затем для каждого пиксела проводились: 1) ранжирование стандартизованных приращений NDVI на пять градаций (см. ниже); 2) расчет повторяемости каждой градации в долях единицы; 3) расчет меры неопределенности динамики NDVI по формуле Шеннона.

Выделены 5 типов внутрисезонной динамики (приращений) NDVI как индикатора зеленой фитомассы: 1) более чем на 1,5 среднеквадратического отклонения (STD) ниже среднего приращения; 2) отклонение на 0,5–1,5 STD ниже среднего; 3) отклонение в пределах фонового приращения (0,5 STD в обе стороны от среднего); 4) отклонение на 0,5–1,5 STD выше среднего; 5) отклонение более чем на 1,5 STD выше среднего приращения. Было установлено, что для всех пар сроков приращения в пределах 0,5 STD от среднего встречаются наиболее часто (модальные), что и позволяет рассматривать их как фоновые изменения NDVI в масштабе ландшафта. Высокая повторяемость фоновых приращений (3-я градация) трактуется как преобладающий вклад единой для всего ландшафта сезонной динамики погодных условий и низкий вклад локальных условий миграции влаги и, отчасти, минерального питания. Как правило, это наращивание фитомассы от весны к началу календарного лета и ее уменьшение в течение лета; назовем ее стратегией «А». Отклонения от фонового приращения трактуются как сильное влияние локальных условий, искажающих общую закономерность и снижающих чувствительность к процессам ландшафтного масштаба. Высокая повторяемость первой и второй градаций приращения NDVI означает, что в весенний период происходит максимально быстрое наращивание фитомассы (разница между ранним и поздним сроками отрицательная), а в летний – минимальные ее потери. Данная стратегия («Б») формулируется следующим образом: быстро накопить фитомассу весной и почти сохранить в течение лета. Высокая повторяемость четвертой и пятой градаций приращения NDVI означает, что в весенний период происходит медленное небольшое наращивание фитомассы, а в летний – максимальные ее потери. В этом случае стратегия «В» такова: медленно нарастить фитомассу весной и быстро сократить летом.

Таблица 1

Пары сроков космической съемки Landsat-8, использованные для расчета внутрисезонных приращений NDVI

Год			
2014	2015	2018	2019
Пары сроков (день, месяц)			
14.05–30.05	18.06–17.07	18.05–25.05	19.04–05.05
14.05–08.06	18.06–29.07	18.05–29.08	
30.05–08.06	17.07–29.07	25.05–29.08	
14.05–17.07			
30.05–17.07			
08.06–17.07			

Далее рассчитана повторяемость (вероятность) каждого из пяти типов динамики NDVI по 13 парам сроков. Мера неопределенности (нестабильности) динамики фитомассы оценивалась по формуле Шеннона. Низкие значения неопределенности трактуются как высокая повторяемость одних и тех же градаций приращения фитомассы с вариантами «всегда как большинство» или «всегда вразрез с большинством». Высокая неопределенность трактуется как высокая изменчивость стратегий вследствие непостоянства локальных процессов переноса и накопления влаги по сравнению с динамикой ландшафтного масштаба. Иначе говоря, в этом случае велика зависимость от внутрифациальных и межфациальных взаимодействий, сильно варьирующих в зависимости от условий конкретного года или сезона. Визуализация результатов и расчеты морфометрических показателей рельефа по цифровой модели SRTM (разрешение 30 м после даунскейлинга) проведена в программе SAGA GIS.

Для выявления видов зависимостей изменчивости NDVI от свойств рельефа и почв применялись корреляционный и дисперсионный анализ в программе Statistica 7.0.

Результаты исследований. Измеренные значения надземной фитомассы травяных сообществ после высушивания составили от 5 до 65 ц/га при модальных значениях в интервале 15–25 ц/га (табл. 2). Значения NDVI для периода проведения экспедиции (по снимкам Landsat-8 от 06.06.2019 и 22.06.2019) достоверно коррелируют с влажной зеленой фитомассой с одинаковыми коэффициентами корреляции Спирмена (K) 0,62 и Пирсона – 0,59 (рис. 1). Корреляции с сухой фитомассой ниже, но также достоверны: 0,48 для 06.06.2019 и 0,54 для 22.06.2019. Наиболее жесткая положительная связь существует в интервале значений сухой фитомассы 0–20 ц/га. При больших величинах фитомассы, которые обычно характерны для днищ ложин, значения NDVI менее информативны для оценки надземной фитомассы, что объясняется заметным участием кустарников, не попадающих в укосы.

Анализ локализации участков с разной степенью неопределенности типов внутрисезонной дина-

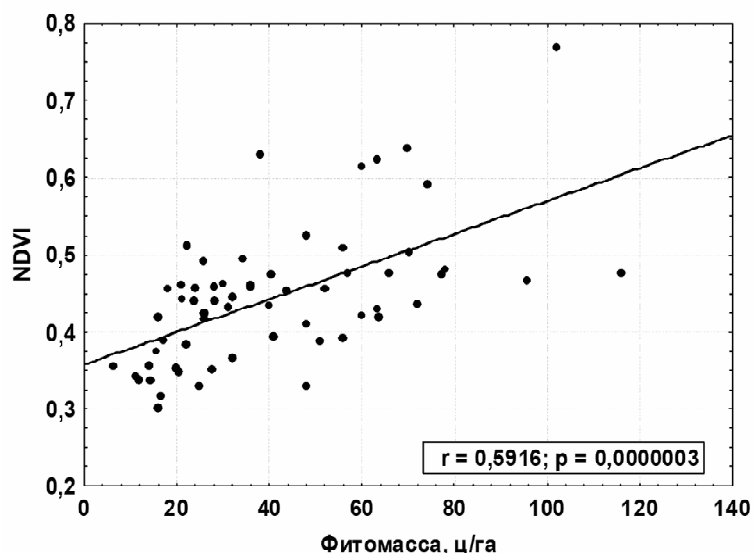


Рис. 1. Соотношение измеренной влажной травяной надземной фитомассы в июне 2019 г. и NDVI по снимку Landsat-8 для пикселей, заключающих фации с измеренным значением фитомассы, дата съемки 06.06.2019 (корреляция Пирсона)

Fig. 1. Relationship between raw herb biomass measured in June, 2019, and the NDVI calculated from Landsat-8 image of 06.06.2019 for the pixels provided with phytomass measurement (Pearson correlation)

мики NDVI позволил выделить ландшафтные условия стабильной и нестабильной динамики зеленой фитомассы.

Высокая стабильность (т. е. низкая неопределенность) типов динамики, как правило, создается высокой повторяемостью фоновой динамики (стратегия «А»), реже – повышенной повторяемостью стратегии «Б» и почти никогда – стратегией «В».

Стабильно фоновые в ландшафтном масштабе внутрисезонные приращения фитомассы (стратегия «А») с наибольшей повторяемостью характерны для урочищ выпуклых вершинных поверхностей – гряд, останцов и плато, реже – для пологих склонов (рис. 2, 3А). Такая стратегия для перечисленных видов урочищ интерпретируется как наиболее частое подчинение локального фитопродуцирования климатическим явлениям ландшафтного масштаба. Очевидно, что именно в таких геоморфологических условиях достигается обычное для степной зоны недостаточное (но не экстремально низкое) увлажнение.

Таблица 2

Описательные статистики значений высушенной надземной фитомассы в июне 2019 г. по видам урочищ, ц/га

Группа урочищ	Средняя сухая фитомасса, ц/га	Кол-во измерений	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум	Нижний квартиль	Медиана	Верхний квартиль
Гребни	17,1	7	10,7	8,1	34,1	8,2	10,6	28,0
Плато	37,0	4	13,7	17,7	50,0	28,3	40,2	45,7
Склоны	21,0	21	11,1	11,0	64,1	15,4	19,2	22,0
Лощины	21,2	4	21,2	5,1	51,8	7,1	13,9	35,2
Днища балок	29,3	14	8,4	16,8	41,7	22,2	28,0	36,8
Все урочища	24,0	50	12,4	5,1	64,1	15,8	21,3	31,4

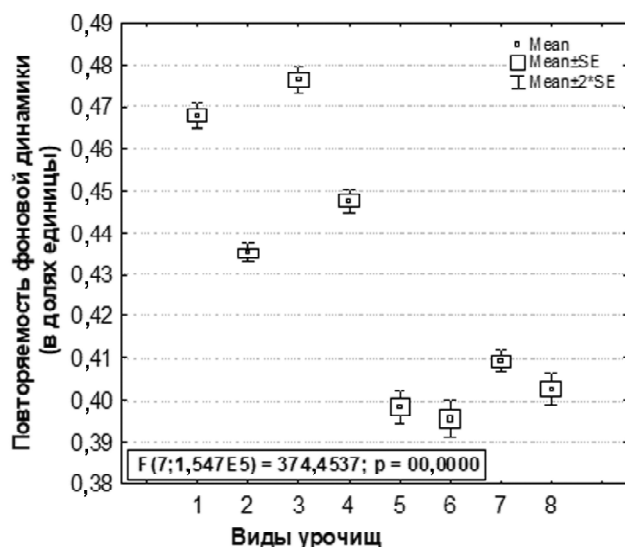


Рис. 2. Повторяемость фоновой внутрисезонной динамики NDVI (отклонение от среднего приращения не более чем на 0,5 STD). Виды урочищ: 1 – плато; 2 – пологонаклонные волнистые поверхности; 3 – выпуклые вершинные поверхности гряд; 4 – пологие склоны; 5 – лощины и узкие балки; 6 – узкие гребни; 7 – днища широких балок; 8 – крутые склоны. Mean – среднее арифметическое повторяемости для вида урочищ; SE – стандартная ошибка среднего значения повторяемости динамики фонового типа по группам урочищ

Fig. 2. Frequency of background intra-seasonal dynamics of NDVI (deviation from the mean increment less than half standard deviation). Land units (urochische) types: 1 – tableland; 2 – gently undulating surfaces; 3 – convex tops of ridges; 4 – gentle slopes; 5 – gullies; 6 – narrow crests; 7 – flat valley bottoms; 8 – steep slopes. Mean – average frequency for a type of urochische; SE – standard error of an average frequency

Повторяемость отклонений от фоновой динамики зеленой фитомассы со стратегией «Б» повышена в урочищах плато, лощин (треть случаев) и особенно пойм ручьев (половина случаев) (см. рис. 3Б). Легко заметить, что это урочища, либо обеспечивающие развитие мощного хорошо дифференцированного профиля черноземов на плакор, подвергавшемся более 30 лет назад распахке, либо с повышенной гидроморфностью. На плато радиальные связи между фитоценозом и хорошо развитой почвой часто «отключают» фитомассу от влияния фоновых процессов ландшафтного масштаба. В лощинах и поймах эту роль выполняет локальный фактор близко залегающих грунтовых вод.

В урочищах плоских днищ широких балок и наложенных на них делювиальных шлейфов, реже – на склонах, повышена повторяемость отклонений от фоновой динамики зеленой фитомассы со стратегией «В» (треть случаев) (см. рис. 3В). Несмотря на ослабленность латерального выноса (как на гребнях и склонах), здесь нет «запаса прочности» в виде мощного развитого чернозема или постоянного притока влаги (как на плато, в лощинах и поймах). Поэтому потеря фитомассы в засушливый летний период происходит с большей скоростью, чем в фоновых условиях. Кроме того, подобная стратегия ярко

проявляется на интенсивно выпасаемых участках, примыкающих к заповеднику.

Обратим внимание, что во всех трех категориях урочищ, различающихся по преобладающим стратегиям приращения фитомассы, с той или иной частотой типы динамики фитомассы все-таки меняются: имеет место большая или меньшая нестабильность динамики зеленой фитомассы.

Наиболее стабильная динамика зеленой фитомассы (минимальная неопределенность) характерна для геохимически автономных урочищ (вершинные поверхности гряд, останцовых повышений) и полого-покатых склонов (см. рис. 3Г). Именно здесь наиболее часто бывают фоновые приращения, а разнообразие возможных градиентов приращения NDVI минимально.

Наибольшая нестабильность типов динамики характерна для лощин и пойм ручьев. В силу резких внутрисезонных и межгодовых контрастов атмосферного увлажнения фитомасса мезофильных и ксеромезофильных сообществ может регулярно попадать в разные градации приращений (при преобладании стратегии «Б»), т. е. «присоединяться» либо к фоновой низкоросло-степной динамике, либо к двум вариантам стратегии «В». Высокая нестабильность свойственна также фитоценозам крутых склонов, узких гребней, в меньшей степени – днищам широких балок с наложенными делювиально-пролювиальными шлейфами.

На основании имеющихся комплексных описаний 216 фаций установлен ряд характеристик компонентов ландшафта, влияющих на стабильность динамики зеленой фитомассы.

Для автономных позиций рельефа (плато, гребни) установлено, что при росте его расчлененности (Terrain ruggedness index, TRI) встречаемость высокой неопределенности/нестабильности типов динамики фитомассы снижается. На гребнях наиболее эффективное влияние оказывает прилегающая территория с радиусом 270 м, на плато – 450 м (табл. 3). Иначе говоря, фитоценозы «чувствуют» стабилизирующие латеральные влияния примыкающих расчлененных склонов – скорее всего, за счет устойчивого оттока грунтовых вод. В центральных частях плато (т. е. при малой расчлененности поверхности) нестабильность динамики может быть высокой.

На гребнях нестабильность динамики фитомассы, а точнее – NDVI, повышается при росте закустаренности (в основном за счет *Spiraea hypericifolia*), что сопровождается снижением pH и ростом содержания подвижного фосфора. Более стабильная динамика фитомассы становится по мере увеличения мощности почв ($K = -0,48$) и фитомассы ($K = -0,81$).

На плато и на склонах достоверных связей меры нестабильности типов динамики фитомассы с химическими и морфологическими свойствами почв и с надземной фитомассой не обнаружено. Однако в центральной части плато Актобе с низкой расчлененностью рельефа и в соседних водосборных понижениях могут быть участки высокой неста-

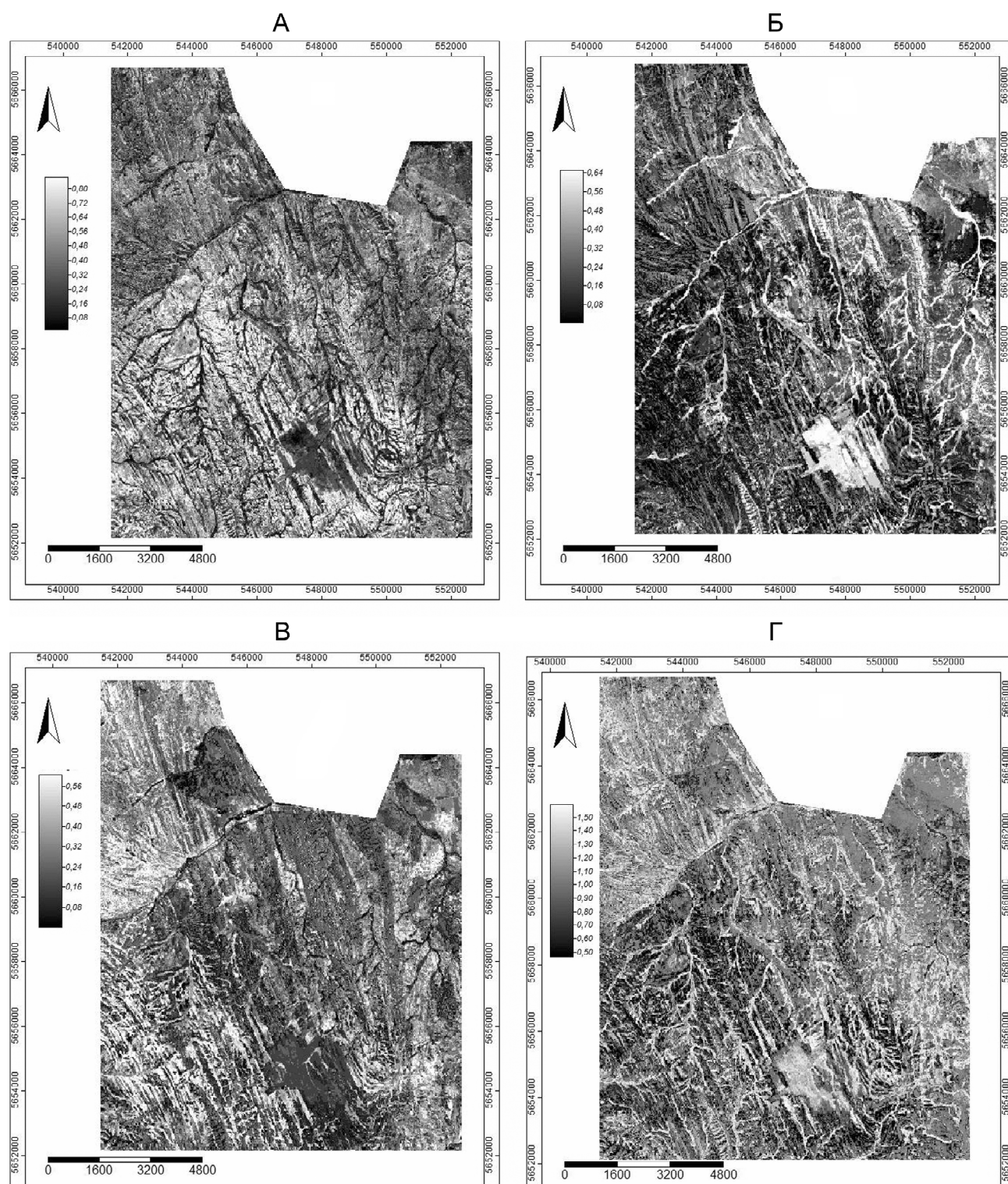


Рис. 3. Повторяемость (в долях единицы) типов внутрисезонной динамики NDVI: А – стратегия «как у большинства» («фоновый» тип динамики, внутрисезонное приращение в пределах 0,5 STD за каждую пару сроков); Б – стратегия «Б» (внутрисезонное приращение менее $-0,5$ STD); В – стратегия «В» (внутрисезонное приращение более $+0,5$ STD); Г – мера неопределенности Шеннона (нестабильности) типов динамики фитомассы

Fig. 3. Frequency of types of intra-seasonal NDVI dynamics: А – strategy "as majority" (background dynamics, within 0,5 standard deviation from the mean increment for each pair of dates); Б – strategy "rapid accumulation of phytomass in spring and preservation in summer" ($<-0,5$ standard deviation from the mean increment for each pair of dates); В – strategy "slow accumulation of phytomass in spring and rapid loss in summer" ($>+0,5$ standard deviation from the mean increment for each pair of dates); Г – Shannon uncertainty measure for the types of phytomass dynamics (measure of dynamics instability)

Таблица 3

Коэффициент корреляции Спирмена между индексом расчлененности рельефа (TRI) и мерой неопределенности типов динамики NDVI при $p < 0,05$

Радиус расчета, м	Плато	Гребни	Склоны
90	-0,18	-0,11	0,13
150	-0,22	-0,12	0,14
210	-0,24	-0,12	0,14
270	-0,26	-0,12	0,14
330	-0,27	-0,12	0,14
390	-0,28	-0,11	0,14
450	-0,29	-0,10	0,14

бильности типов динамики фитомассы, что почти всегда сочетается с наличием хорошо развитых мощных черноземов текстурно-карбонатных.

На склонах северной экспозиции динамика NDVI более стабильна по сравнению с южной. Высокая каменистость почв, особенно характерная именно для южных склонов, исключает высокую стабильность типов динамики фитомассы. Нестабильность часто повышается в нижней половине склона по мере увеличения площади водосбора.

В лощинах мера нестабильности типов динамики фитомассы положительно связана с содержанием обменного калия в гумусовом горизонте ($K = 0,51$). При этом калий накапливается при скудном видовом богатстве и наиболее низких значениях фитомассы (менее 24 ц/га).

Для объяснения причин разных типов внутри-сезонной динамики фитомассы проверена также серия гипотез, связанных с видовым богатством и составом фитоценоза. Установлено, что стабильность динамики фитомассы увеличивается при видовом богатстве более 20 видов трав (зафиксированных при июньских наблюдениях), в основном за счет склоновых урочищ ($K = -0,46$). При доле мезоксерофитов по суммарному обилию менее 30% неопределенность типов динамики фитомассы не может быть низкой, а более высокая их доля может создавать условия для высокой стабильности. При доле мезофитов более 15% типы динамики сильно варьируют по годам и сезонам. В урочищах плато и гребней нестабильность типов динамики фитомассы растет при увеличении доли ксерофитов за счет уменьшения повторяемости фоновой динамики. В то же время при возрастании доли мезоксерофитов (*Artemisia marschalliana*, *Centaurea marschalliana*, *Falcaria vulgaris*, *Galium ruthenicum*, *Hieracium virosum*, *Onosma simplicissima*, *Scorzonera austriaca*, *Xanthoselinum alsaticum* и др.) динамика становится более стабильной за счет увеличения повторяемости фоновых приращений фитомассы. В лощинах и балках эта закономерность повторяется, а нестабильность типов динамики растет при возрастании доли мезофитов и ксеромезофитов за счет уменьшения повторяемости фоновых приращений. На склонах за-

висимость динамики фитомассы от структуры фитоценоза почти не выражена.

Обсуждение результатов. Полученные результаты показали, что вегетационные индексы в целом адекватно отражают зеленую надземную фитомассу степных сообществ за исключением урочищ с повышенной гидроморфностью и фитомассой, где при этом велико обилие кустарников, не попадающих в укос травостоя.

Полученные оценки стабильности динамики фитомассы позволяют переходить к определению возможностей ее прогнозирования. Для урочищ с низкой неопределенностью, рассчитанной предложенным способом, фитомасса относительно легко прогнозируется. Высокая неопределенность означает труднопредсказуемую изменчивость факторов формирования фитомассы от срока к сроку. Подобная нестабильность означает непостоянное действие сильных локальных факторов (например, притока склоновых вод или разгрузки грунтовых вод), которые иногда «выводят» территориальную единицу из фонового режима ландшафта с потерей фитомассы от июня к августу. Однако в некоторые сезоны или годы такие локальные факторы оказываются слабыми или не действуют, например из-за экстремального понижения уровня грунтовых вод и прекращения их разгрузки в эрозионных формах; тогда действует фоновая динамика фитомассы.

Виды стратегий с устойчиво сильным отклонением от фоновой динамики фитомассы интерпретируются как устойчивое подчинение фитопродукции процессам локального масштаба. Урочища отрицательных форм рельефа, гребней и крутых склонов характеризуются наиболее высокой неустойчивостью динамики фитомассы с сильным варьированием стратегий от года к году и от сезона к сезону. Это свидетельствует о неустойчивости во времени связей с процессами локального и ландшафтного масштабов в видах урочищ на противоположных концах оси влагообеспеченности.

Прямая зависимость стабильности динамики от видового богатства служит свидетельством в пользу стабилизирующей роли биоразнообразия в продуцировании фитомассы. Чем выше видовое богатство, тем реже фитоценоз отклоняется от присущего ему характера изменения фитомассы в течение сезона. Скорее всего, проявляется взаимокомпенсирующая роль многочисленных видов, которые в зависимости от погодных условий конкретного года берут на себя «бремя» поддержания устойчивого функционирования геосистемы.

Выводы:

– в Айтуарской степи урочища вершинных поверхностей гряд, останцовых возвышений, пологих склонов отличаются повышенной стабильностью динамики зеленой фитомассы. Урочища лощин и пойм, крутых склонов и узких каменистых гребней отличаются сильным варьированием типов динамики от года к году и от сезона к сезону, что свидетельствует о неустойчивости во времени связей с процессами локального и ландшафтного масштабов;

– нестабильность динамики зеленой фитомассы возрастает в условиях слабого развития почвенного профиля, пониженной фитомассы и соответствующих химических свойствах почв (рН, обменный калий, подвижный фосфор): на южных склонах, наиболее каменистых фациях гребней, в сухих секторах лощин;

– активные латеральные взаимодействия урожищ плато и гребней при повышенной расчлененности рельефа способствуют росту стабильности ди-

намики фитомассы, в то время как в центральных секторах крупных плато, в прошлом распахивавшихся, стабильность понижается;

– стабильность динамики фитомассы увеличивается при высоком видовом богатстве фитоценоза, что, возможно, доказывает стабилизирующую роль биоразнообразия в фитопродукционной функции. Повышенная доля мезоксерофитов в фитоценозе способствует увеличению стабильности динамики фитомассы.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-05-00464). Автор выражает благодарность Д.Е. Шаровой, И.В. Волонскому, О.М. Подгорному за участие в сборе и первичной обработке полевых данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Викторов А.С. Проблемы моделирования развития морфологических структур // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов. Воронеж: ИСТОКИ, 2018. Т. 1. С. 19–22.

Гонн Н.В., Нечаева Т.В., Савенков О.А., Смирнова Н.В., Смирнов В.В. Оценка влияния мезорельефа склона на пространственную изменчивость свойств почвы и характеристики растительного покрова по данным дистанционного зондирования Земли // Исследования Земли из космоса. 2016. № 3. С. 66–74.

Дьяконов К.Н., Иванов А.Н. Пространственно-временная изменчивость характеристик снежного покрова в ландшафтах Центральной Мещеры // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 1993. № 6. С. 43–51.

Исаченко Г.А. Концепция многолетней динамики ландшафтов и вызовы времени // Вопросы географии. Т. 138. Горизонты ландшафтоведения. М.: Кодекс, 2014. С. 215–232.

Мамай И.И. Закономерности проявления процессов в ландшафтах Мещеры // Ландшафтный сборник «Развитие идей Н.А. Солнцева в современном ландшафтоведении». М.; Смоленск: Ойкумена, 2013. С. 25–57.

Мамай И.И., Мироненко И.В., Роганов С.Б., Матасов В.М., Глухов А.И., Федин А.В. Синхронность-асинхронность наступления новых состояний в природных территориальных комплексах Мещеры // Ландшафтный сборник «Развитие идей Н.А. Солнцева в современном ландшафтоведении». М.; Смоленск: Ойкумена, 2013. С. 88–113.

Рулев А.С., Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С. Оценка лесистости агроландшафтов юга Приволжской возвышенности по данным NDVI // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4(44). С. 32–39.

Сысуев В.В. Введение в физико-математическую теорию геосистем. М.: ЛЕЛАНД, 2020. 600 с.

Тельнова Н.О. Выявление и картографирование многолетних трендов NDVI для оценки вклада изменений климата в динамику биологической продуктивности агроэкосистем лесостепной и степной зон Северной Евразии // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 6. С. 97–107.

Хорошев А.В. Ландшафтная структура Айтуарской степи (заповедник «Оренбургский») и экологические ряды урочищ //

Проблемы географии Урала и сопредельных территорий. Челябинск: Край Ра, 2016. С. 210–216.

Хорошев А.В., Ткач К.А., Муртазина Д.У. Влияние ландшафтной структуры на урожайность зерновых культур в степной зоне Казахстана // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2018. № 3. С. 62–69.

Хорошев А.В., Леонова Г.М., Шарова Д.Е. Пространственная устойчивость межкомпонентных связей в степных и лесостепных ландшафтах Южного Урала // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 337–341.

Шарый П.А., Шарая Л.С. Изменение NDVI лесных экосистем Северного Кавказа как функция рельефа и климата // Лесоведение. 2014. № 5. С. 83–90.

Blackmore S. The interpretation of trends from multiple yield maps. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2000, vol. 26, p. 37–51.

Deitch F., Otte I., Appelhans T., Hemp A., Nauss T. Seasonal and long-term vegetation dynamics from 1-km GIMMS-based NDVI time series at Mt. Kilimanjaro, Tanzania. *Remote Sensing of Environment*, 2016, vol. 178, p. 70–83.

Gamon J.A., Huemmrich K.F., Stone R.S., Tweedie C.E. Spatial and temporal variation in primary productivity (NDVI) of coastal Alaskan tundra: Decreased vegetation growth following earlier snowmelt. *Remote Sensing of Environment*, 2013, vol. 129, p. 144–153.

Hoagland S.J., Beier P., Lee D. Using MODIS NDVI phenoclasses and phenoclusters to characterize wildlife habitat: Mexican spotted owl as a case study. *Forest Ecology and Management*, 2018, vol. 412, p. 80–93.

Joiner J., Yoshida Y., Anderson M., Holmes T., Hain C., Reichle R., Koster R., Middleton E., Zeng F.-W. Global relationships among traditional reflectance vegetation indices (NDVI and NDII), evapotranspiration (ET) and soil moisture variability on weekly timescales. *Remote Sensing of Environment*, 2018, vol. 219, p. 339–352.

Madonsela S., Cho M.A., Ramoelo A., Mutanga O., Naidoo L. Estimating tree species diversity in the savannah using NDVI and woody canopy cover. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2018, vol. 66, p. 106–115.

Nagy A., Fehér J., Tamás T. Wheat and maize yield forecasting for the Tisza river catchment using MODIS NDVI time series and reported crop statistics. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2018, vol. 151, p. 41–49.

Поступила в редакцию 24.07.2020

После доработки 16.09.2020

Принята к публикации 06.10.2020

A.V. Khoroshev¹LANDSCAPE CONDITIONS OF STABLE PHYTOPRODUCTION
IN THE AITUAR STEPPE (THE SOUTHERN URALS)

The relationships between the stability of landscape functioning and its spatial pattern are in the focus of contemporary studies of landscape space-time. Spatial pattern may be regarded as a relevant indicator for variable functioning of landscape components as well as a condition for the processes controlling their dynamics. The paper deals with determining spatial conditions for emerging classes of stability for phytocoenoses functioning on the example of green phytomass characterized by the normalized difference vegetation index (NDVI). The study was performed in both strictly protected and grazed sections of the low-mountainous steppe landscape in the Southern Urals. Field measurements of herbal aboveground phytomass confirmed significant positive correlation with NDVI. To analyze temporal variability of NDVI we developed a procedure that neutralizes the dependence of green phytomass on weather conditions of a certain year but considers the degree of concordance of a facies with the background landscape-scale dynamics. The deviations from the background dynamics are considered to indicate the dominant influence of local conditions. The stability of phytomass dynamics was evaluated using the Shannon index for the combination of frequencies of five gradations of NDVI increments between two dates within the vegetation period. We interpreted 13 pairs of Landsat-8 images. It was found that locations with the highest deviations from zonal water supply, both towards dryness and humidity, are very instable in types of phytomass dynamics. This proves that the contributions of local-scale and landscape-scale processes to the phytomass development vary in time. Instability of green phytomass dynamics increases if the soil profile is stony and poorly developed. Active lateral interactions of plateaus and crests within strongly dissected terrains favor the stabilization of phytomass dynamics while within the central parts of large plateaus it is less stable. High species richness and increased share of mesoxerophytes in phytocoenoses also contribute to the stabilization of the phytomass dynamics.

Key words: landscape, spatial pattern, NDVI, relief, dynamics, phytomass

Acknowledgements. The research was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 20-05-00464). The contribution of D.E. Sharova, I.V. Volovinsky and O.M. Podgorny to field research and initial data processing is greatly acknowledged.

REFERENCES

- Blackmore S. The interpretation of trends from multiple yield maps, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2000, vol. 26, p. 37–51.
- Detsch F., Otte I., Appelhans T., Hemp A., Nauss T. Seasonal and long-term vegetation dynamics from 1-km GIMMS-based NDVI time series at Mt. Kilimanjaro, Tanzania, *Remote Sensing of Environment*, 2016, vol. 178, p. 70–83.
- D'jakonov K.N., Ivanov A.N. Prostranstvenno-vremennaja izmenchivost' harakteristik snezhnogo pokrova v landshaftah Central'noj Meshhery [Spatio-temporal variability of snow cover characteristics in the landscapes of the Central Meshchera]. *Vestn. Mosk. Un-ta, Ser. 5. Geogr.*, 1993, no. 6, p. 43–51. (In Russian)
- Gamon J.A., Huemmrich K.F., Stone R.S., Tweedie C.E. Spatial and temporal variation in primary productivity (NDVI) of coastal Alaskan tundra: Decreased vegetation growth following earlier snowmelt, *Remote Sensing of Environment*, 2013, vol. 129, p. 144–153.
- Gopp N.V., Nechaeva T.V., Savenkov O.A., Smirnova N.V., Smirnov V.V. Ocenka vlijanija mezorel'efa sklona na prostranstvennuju izmenchivost' svojstv pochvy i harakteristiki rastitel'nogo pokrova po dannym distancionnogo zondirovanija Zemli [Effect of Mesorelief of the Slope on the Spatial Variability of Soil Properties and Vegetation Index According to Remote Sensing Data]. *Issledovanija Zemli iz kosmosa*, 2016, no. 3, p. 66–74. (In Russian)
- Hoagland S.J., Beier P., Lee D. Using MODIS NDVI phenoclasses and phenoclusters to characterize wildlife habitat: Mexican spotted owl as a case study, *Forest Ecology and Management*, 2018, vol. 412, p. 80–93.
- Isachenko G.A. [The concept of long-term dynamics of landscape and challenges of the time], *Voprosy geografii* [Problems of geography], vol. 138. *Gorizonty landshaftovedenija* [Horizons of landscape science], Moscow, Kodeks Publ., 2014, p. 215–232. (In Russian)
- Joiner J., Yoshida Y., Anderson M., Holmes T., Hain C., Reichle R., Koster R., Middleton E., Zeng F.-W. Global relationships among traditional reflectance vegetation indices (NDVI and NDII), evapotranspiration (ET), and soil moisture variability on weekly timescales, *Remote Sensing of Environment*, 2018, vol. 219, p. 339–352.
- Khoroshev A.V., Leonova G.M., Sharova D.E. Prostranstvennaja ustojchivost' mezhkomponentnyh svjazej v stepnyh i lesostepnyh landshaftah Juzhnogo Urala [Spatial stability of intercomponent relationships in steppe and forest-steppe landscapes of the Southern Urals], *Voprosy steppevedenija*, 2019, no. 15, p. 337–341. (In Russian)
- Khoroshev A.V., Tkach K.A., Murtazina D.U. Vlijanie landshaftnoj struktury na urozhajnost' zernovyh kul'tur v stepnoj zone Kazahstana [Influence of landscape pattern on productivity of grain crops in the steppe zone of Northern Kazakhstan], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2018, no. 3, p. 62–69. (In Russian)
- Khoroshev A.V. [Landscape structure of Aituar steppe ("Orenburgsky nature reserve") and ecological series of urochisches], *Problemy geografii Urala i sopredel'nyh territorij* [Problems of

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: avkh1970@yandex.ru

geography of the Urals and adjacent territories], Cheljabinsk, Kraj Ra Publ., 2016, p. 210–216. (In Russian)

Madonsela S., Cho M.A., Ramoelo A., Mutanga O., Naidoo L. Estimating tree species diversity in the savannah using NDVI and woody canopy cover, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2018, vol. 66, p. 106–115.

Mamaj I.I. [Regularities of processes realization in the Meschera landscapes], *Landshaftnyj sbornik (Razvitie idej N.A. Solnceva v sovremennom landshaftovedenii)* [Landscape collection (Development of N.A. Solntsev's ideas in contemporary landscape science)], Moscow, Smolensk, Ojkumena Publ., 2013, p. 25–57. (In Russian)

Mamaj I.I., Mironenko I.V., Roganov S.B., Matasov V.M., Gluhov A.I., Fedin A.V. [Synchronism/asynchronism of emergence of new states in natural territorial complexes of the Central Meschera], *Landshaftnyj sbornik (Razvitie idej N.A. Solnceva v sovremennom landshaftovedenii)* [Landscape collection (Development of N.A. Solntsev's ideas in contemporary landscape science)], Moscow, Smolensk, Ojkumena Publ., 2013, p. 88–113. (In Russian)

Nagy A., Fehér J., Tamás T. Wheat and maize yield forecasting for the Tisza river catchment using MODIS NDVI time series and reported crop statistics, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2018, vol. 151, p. 41–49.

Rulev A.S., Kosheleva O.Ju., Shinkarenko S.S. Ocenka lesistosti agrolandshaftov juga Privolzhskoj vozvyshehnosti po dannym NDVI [Assessment of woodiness in agrolandscapes of the

Southern Volga Upland according to NDVI]. *Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2016, no. 4(44), p. 32–39. (In Russian)

Sharyj P.A., Sharaja L.S. Izmenenie NDVI lesnyh ekosistem severnogo Kavkaza kak funkciya rel'efa i klimata [Changes of NDVI in forest ecosystems of the North Caucasus as a function of relief and climate]. *Lesovedenie*, 2014, no. 5, p. 83–90. (In Russian)

Sysuev V.V. *Vvedenie v fiziko-matematicheskuyu teoriju geosystem* [Introduction to physical-mathematical theory of geosystems], Moscow, LELAND Publ., 2020, 600 p. (In Russian)

Tel'nova N.O. Vyjavlenie i kartografirovanie mnogoletnih trendov NDVI dlja ocenki vklada izmenenij klimata v dinamiku biologicheskoy produktivnosti agroekosistem lesostepnoj i stepnoj zon Severnoj Evrazii [Revealing and mapping long-term NDVI trends for the analysis of climate change contribution to agroecosystems' productivity dynamics in the Northern Eurasia forest-steppe and steppe], *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa*, 2017, vol. 14, no. 6, p. 97–107. (In Russian)

Viktorov A.S. [Problems of modelling the development of morphological patterns], *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostojanie i problemy optimizacii prirodnoj sredy regionov* [Current landscape-ecological state and problems of optimization of the natural environment of the regions], Voronezh, ISTOKI Publ., 2018, vol. 1, p. 19–22. (In Russian)

Received 24.07.2020

Revised 16.09.2020

Accepted 06.10.2020

УДК 502:911.2 (470.62/.67)

Н.Н. Алексеева¹, А.Н. Гуня², А.А. Черкасова³

ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «АЛАНИЯ» (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ) ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ

Проанализированы изменения земельного покрова в национальном парке «Алания» (Республика Северная Осетия) за 30-летний период. Задачи статьи – выявление масштабов произошедших изменений земельного покрова в горных ландшафтах, а также основных факторов (природных и антропогенных), определяющих современную динамику землепользования. На основе дешифрирования космических снимков за 1988, 2006 и 2017 гг., анализа исторических, статистических и фондовых материалов, а также полевых исследований выявлена динамика землепользования и земельного покрова в различных типах ландшафтов: нивально-гляциальных, горно-луговых, горно-лесных и горно-степных. Это типичный для Северного Кавказа набор высотных зон, в каждой из которых наблюдаются своя динамика ландшафтов и хозяйственного использования. Отмечено уменьшение площадей ледников и снежников в нивально-гляциальной зоне, расширение луговой растительности в горно-луговой зоне, восстановление лесов и рост лесных площадей в горно-лесной зоне. Площади сосновых лесов увеличились на 44%, березовых – на 33%. Наибольшее приращение наблюдается не на верхней границе леса, а в пределах высот 1600–1800 м. Основные тенденции землепользования в долинах связаны с сокращением распахки и сенокосения, в среднегорьях наиболее существенно уменьшились площади пастбищ и сенокосов, в высокогорном поясе – пастбищных земель. Основными факторами динамики являются потепление климата, а также уменьшение антропогенной нагрузки, в основном пастбищной. Однонаправленное действие этих двух факторов положительно повлияло на зарастание лесом горных лугов, реже – горных степей. Ограничение хозяйственной деятельности в результате создания национального парка в 1998 г. (за это время численность постоянного населения на его территории сократилась примерно в 1,6 раз) внесло относительно небольшой вклад в структуру землепользования/земельного покрова, но сыграло важную роль в регулировании использования земель. К приоритетам развития национального парка относятся расширение экологического туризма, рекреации и поддержание традиционных видов землепользования с учетом ландшафтно-экологических особенностей высотных зон.

Ключевые слова: изменение землепользования, горные ландшафты, высотные зоны, туризм и рекреация

Введение. Изменения землепользования, земельного покрова и ландшафтной структуры под воздействием антропогенной деятельности и природно-обусловленных факторов вносят важный вклад в глобальные изменения окружающей среды [Lambin, Meyfroidt, 2010; Bupday, Bupday, 2019]. Изучение динамики использования земель и земельного покрова стало одним из ключевых направлений в исследованиях изменений окружающей среды на разных территориальных уровнях, поскольку земельный покров выступает как наиболее мобильный и объективно фиксируемый слой, влияющий на «горизонтальную» структуру современных (измененных) ландшафтов [Mucher et al., 2010] и экосистем [Sayre et al., 2014].

Особую функцию в регулировании состояния окружающей среды играют горные территории, занимающие около 22% суши, где проживает около 13% населения мира [Mapping the vulnerability..., 2015]. В наиболее освоенных регионах, таких как Европа, половина особо ценных в экологическом отношении сельскохозяйственных земель (High nature value

farmland) сосредоточена в горах, а природоохранный статус в той или иной степени имеют 15% горных территорий [Drexler, 2016].

Кавказ представляет собой одну из 34 ключевых биосферных территорий Земли [Mountains..., 1992]. Это важнейший регион распространения лесов в западной части Азии: здесь расположены крупнейшие горные биосферные резерваты и заповедники. Северный Кавказ характеризуется своеобразием и широтой спектра природно-климатических характеристик, многообразием природных и культурных ландшафтов, богатством историко-культурного наследия, различных форм хозяйственной деятельности, диспропорциями в освоении и развитии. Динамика использования земель в конце XX – начале XXI в. на Кавказе обусловлена комплексом факторов, среди которых важное место занимают социально-политические изменения, обусловившие смену основных акторов использования земель: от монополии государства к полиакторному землепользованию и приватизации земель [Гуня, 2015].

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии мира и геоэкологии, и.о. зав. кафедрой, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: nalex01@mail.ru

² Институт географии РАН, отдел физической географии и природопользования, ст. науч. с., докт. геогр. н.; e-mail: gunyaa@yahoo.com

³ Русское географическое общество, консультант; e-mail: anna.cherkasova@rgo.ru

В последние десятилетия охраняемые природные территории Северного Кавказа стали привлекательными для развития туризма, здесь начали возводиться частные туристические гостиницы и другие объекты инфраструктуры. Природоохранный статус в условиях слабых институтов далеко не всегда эффективно регулировал природопользование. Вывод заповедных территорий из хозяйственного оборота стал важным фактором трансформации систем землепользования и наложил ограничения на способы ведения хозяйства местными жителями. Изменение статуса горных районов нередко создает конфликт между заповедованием и экономической выживаемостью населения [Pongratz, 1994; Plachter et al., 2004]. К тому же усилились последствия изменения климата. В первую очередь, это выразилось в деградации ледников и перигляциальной зоны, что стало триггером в динамике стихийно-разрушительных процессов во всем спектре высотных зон. Изучение этих многосторонних изменений требует комплексного подхода и объективных методов оценки процессов, происходящих в системах землепользования горных ландшафтов.

Цель работы – оценка изменений земельного покрова и связанного с ним использования земель на горных охраняемых территориях Северного Кавказа за последние 30 лет. В качестве ключевого региона выбран национальный парк «Алания», расположенный на северном склоне Центрального Кавказа в пределах Северной Осетии. Здесь проявляются все типичные факторы динамики землепользования, характерные для Северного Кавказа. В задачи статьи входит выявление масштабов произошедших изменений земельного покрова в горных ландшафтах, а также основных факторов (природных и антропогенных), определяющих современную динамику землепользования.

Материалы и методы исследования. В исследованиях динамики использования земель на горных охраняемых природных территориях мира применяется два методологических подхода, в основу которых положены разные объекты и методы оценки происходящих изменений. Первый связан с изучением отдельных процессов и компонентов с выбором относительно простых индикаторов (например, граница леса, граница ледников, типы землепользования и др.). Применяемые при этом методические подходы можно объединить в несколько групп:

- изучение динамики высотных поясов (в том числе, верхней границы леса) [Bobrowski et al., 2017; Bryn, Potthoff, 2018], оледенения [Shrestha, Aryal, 2011] и других компонентов ландшафтов, прогнозирование диапазонов будущих изменений;

- моделирование сдвигов высотных зон и типов землепользования/земельного покрова на основе данных дистанционного зондирования с учетом биоклиматических данных и сценарных моделей изменения климата [Zomer, 2014; Жумалиева и др., 2017];

- анализ климатических трендов и на этой основе изучение изменений высокогорных экосистем, характера и границ систем землепользования, ак-

тивизации негативных экзодинамических процессов (отступление ледников, гляциальные сели, изменение стока и т. п.) [Rogora et al., 2018]. Особенно важна оценка рисков неблагоприятных экзодинамических процессов в перигляциальной зоне, т. к. системы жизнеобеспечения местного населения часто полностью природозависимы [Kumar et al., 2018].

Второй подход основан на изучении структур и отборе комплексных показателей ландшафта, ландшафтной структуры, геосистем «природа–население–хозяйство» [Баденков и др., 1988; Гуня, 2010]. Важной отправной точкой для оценки изменений горных ландшафтов являются фундаментальные наработки отечественной школы горного ландшафтоведения, где ландшафт представляет собой сложную структурированную и хорошо организованную систему, не сводимую к простому сочетанию компонентов.

Исследование территории национального парка «Алания» проводилось в рамках ландшафтного подхода, включающего в себя мониторинг и картографирование изменений землепользования и земельного покрова по высотным зонам, инвентаризацию традиционных систем природопользования и его потенциальных конфликтов.

В работе использовались данные дистанционного зондирования, статистические, исторические, литературные и фондовые материалы, а также результаты полевых исследований. Для определения динамики землепользования применялись разновременные космические снимки Landsat Геологической службы США (Landsat-5 1988 г., Landsat-7 2006, 2017 гг.). Для обработки данных было использовано программное обеспечение ArcGIS 10.3.

Поскольку национальный парк «Алания» был создан в 1998 г., космические снимки были отобраны за 10 лет до его образования (отражает наиболее дифференцированную ситуацию в землепользовании конца 1980-х гг.), через 8 лет после его создания (первые результаты введения ограничений) и в настоящее время; полевые исследования проводились в 2018 г. Схема исследования приведена на рис. 1.

Район исследования. Сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на Северном Кавказе имеет почти вековую историю развития (табл. 1). К ООПТ федерального значения, включающих в свой состав горные территории, относятся шесть крупных заповедников общей площадью 478,7 тыс. га и 4 национальных парка общей площадью 365,5 тыс. га.

Как видно из табл. 1, для национального парка «Алания» характерны нивально-гляциальные, горно-луговые, горно-лесные и горно-степные ландшафты. Это типичный для Северного Кавказа набор высотных зон, в каждой из которых наблюдаются своя динамика ландшафтов и изменения в хозяйственном использовании.

Национальный парк «Алания» был образован 18 февраля 1998 г. «в целях сохранения уникальных природных комплексов в юго-западной части Республики Северная Осетия – Алания, использования их в природоохранных, просветительских, научных

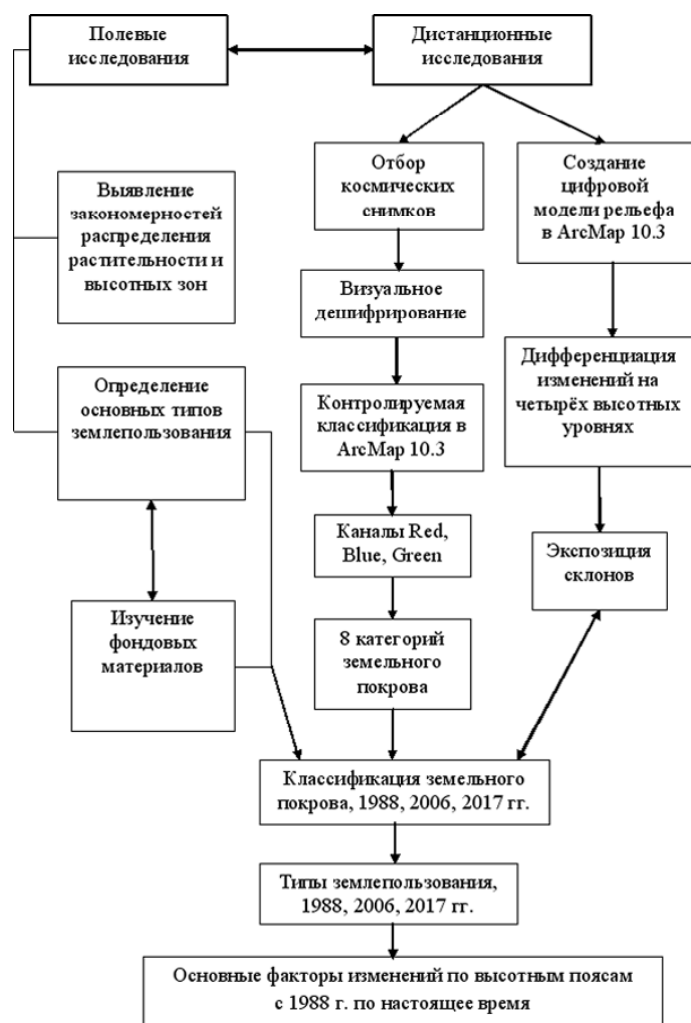


Рис. 1. Схема исследования изменений земельного покрова в национальном парке «Алания» за 1988–2017 гг.

Fig. 1. Flowchart of the study of land cover changes in the "Alania" National park for 1988–2017

и культурных целях, создания условий для развития организованного туризма в этой зоне» [Положение о федеральном..., 2009]. Площадь национального парка – 55 410 га, в нем располагаются земли местного самоуправления сёл Маческ, Стур-Дигора, Гулар, Галиат, Задалеск, а также туристические базы, профилактории, земли лесного фонда и государственного земельного запаса Ирафского района.

В природном отношении территория национального парка «Алания» представляет собой систему горных хребтов, разделенных узкими каньонами и долинами горных рек. Выделяются три крупных горных хребта, простирающихся почти параллельно с северо-запада на юго-восток (рис. 2): Главный Водораздельный, Боковой и Скалистый. Между хребтами сформировалась система межгорных котловин, отличающихся относительно сухим и теплым климатом, благоприятно повлиявшим на развитие расселения и хозяйствования.

Климат района исследования характеризуется зональными изменениями гидротермических характе-

ристик, типичными для горных районов. Количество осадков изменяется от 600 до 1400 мм, в межгорных котловинах не превышает 600 мм. В пределах национального парка отчетливо проявляется высотная поясность. До высоты 1500 м, а по склонам южной экспозиции – до 1700 м распространены горно-степные и горно-лугово-степные ландшафты. Для склонов северной экспозиции типичен горной-лесной пояс, который до высоты 1700–2000 м представлен сосновыми лесами, сменяющимися с высотой березовым криволесьем (до 2400 м). Выше следует горно-луговой пояс, представленный субальпийскими и альпийскими лугами, на верхней границе – субнивальными лужайками. Нивально-гляциальный пояс имеет неровную нижнюю границу, ледники могут доходить до высоты 2100 м (ледник Караугом). Снеговая граница в среднем находится на высоте 3450 м, на южных склонах на 300–500 м выше, чем на северных [Донцов, Цогоев, 2001]. Высшая точка национального парка – г. Уилпата, 4646 м.

В межгорных котловинах почвенно-климатические условия позволяют возделывать картофель, овощи и кормовые культуры, а на укрытых от ветров местах выращивают плодово-ягодные сады и плантации. Отгонно-пастбищное животноводство развивалось повсеместно практически до снеговой границы. По историческим данным в конце XIX в. в Горной Дигории насчитывалось 11 047 голов крупного рогатого скота, 39 523 голов мелкого рогатого скота. Местные жители занимались также лесозаготовками. В 1839 г. леса занимали около 57% территории. Однако в результате хозяйственной деятельности к 1968 г. лесистость в верховьях р. Урух снизилась до 13%, при расчетной лесистости в 36% [Сабеев, 2013].

Исторические события повлияли на уклад жизни местного населения, а также на продуктивность сенокосов и пастбищ, численность поголовья скота. К 1951 г. поголовье крупного рогатого скота снизилось более чем в 3 раза, мелкого рогатого скота – в 4 раза. Во второй половине XX в. после развала системы традиционного хозяйствования люди начали покидать высокогорья, переселяться на равнину, и вскоре колхозные земли пришли в запустение, в том числе и летние отгонные пастбища. Сюда в вегетационный период стали пригонять гурты (стада) крупного рогатого скота и отары (стада) овец из Ирафского и Дигорского районов республики [Сабеев, 2014]. Социально-экономические процессы в период кризиса 1990-х гг. привели к обнищанию местного населения, а также к появлению сезонного населения (дачники в летний сезон).

Численность населения современной Горной Дигории составляет 15,7% от ее величины начала XX в. В 1927 г. здесь проживало 5557 чел., в начале XXI в. (2003) – только 1097 чел. Из-за оттока населения многие селения, служившие ранее центрами освоения региона, забрасываются и разрушаются

Таблица 1

Горные ООПТ федерального значения на Северном Кавказе (по [Информационно-аналитическая..., 2020], с дополнениями авторов)

№	Заповедники и национальные парки	Год создания	Площадь, тыс. га	Основные типы ландшафтов
1	Кавказский биосферный заповедник	1924	280	горно-луговые, горно-лесные
2	Кабардино-Балкарский заповедник	1976	83	нивально-гляциальные, горно-луговые, горно-лесные
3	Дагестанский заповедник (два из пяти участков в горах)	1987	19	полупустынные, степные, горно-луговые
4	Северо-Осетинский заповедник	1967	30	нивально-гляциальные, горно-луговые, горно-лесные
5	Тебердинский биосферный заповедник	1936	85	нивально-гляциальные, горно-луговые, горно-лесные
6	Природный заповедник «Эрзи»	2000	35	горно-луговые, горно-лесные, горно-степные
7	Национальный парк «Приэльбрусье»	1986	100	нивально-гляциальные, горно-луговые, горно-лесные, горно-степные
8	Национальный парк «Алания»	1998	55	нивально-гляциальные, горно-луговые, горно-лесные, горно-степные
9	Национальный парк «Кисловодский»	2016	1	низкогорно-лесные, горно-луговые
10	Самурский национальный парк (один из двух участков – горный)	2019	38	горно-лесные, горно-луговые

[Исаченко, Чижова, 2013]. За время существования национального парка численность постоянного населения на его территории сократилась примерно в 1,6 раза и процесс депопуляции продолжается. Основную долю населения в селах составляют пожилые люди, поскольку молодое поколение уезжает в город с целью получения образования и работы. В связи с этим замедляется развитие сельского хозяйства.

На территории Национального парка установлен дифференцированный режим охраны с учетом природных, историко-культурных, хозяйственных и иных особенностей. Выделены функциональные зоны: заповедная, особо охраняемая, рекреационная, охраны историко-культурных объектов, хозяйственного назначения.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате визуального дешифрирования разновременных снимков при помощи комбинаций различных каналов были выявлены 8 классов изображения, которые наиболее четко прослеживаются в синтезе «искусственные цвета». Для спутниковой системы Landsat-5 это комбинация каналов 4-3-2, для Landsat-7 – комбинация 5-4-3. Затем на основе автоматизированного дешифрирования с контролируемой классификацией (по эталонным участкам) составлена серия карт земельного покрова (на 1988, 2006, 2017 гг.) на территории национального парка. С учетом результатов полевых исследований была выделена особая категория земель «обрабатываемые земли», в которую вошли пашни, селитбы, сады. Вспомогательным инструментом стала цифровая модель рельефа SRTM, с помощью которой получе-

ны показатели экспозиции склонов и крутизны поверхности, влияющие на формирование систем землепользования.

В результате совмещения в ГИС-среде карт земельного покрова за 1988 и 2017 гг. были выделены ареалы, где произошли изменения в использовании земель. Расчет их площадей представлен в табл. 2, на рис. 3 показаны категории земельного покрова 1988 г., претерпевшие изменения в 2017 г.

На основе полевых исследований были установлены ландшафты, к которым приурочены те или иные смены типов землепользования за 1988–2017 гг. и основные факторы, их обусловившие.

Нивально-гляциальные ландшафты. Площади ледников и снежников сократились почти на треть. Так, ледник Караугом за период с 1850-х гг. по 2017 г. отступал со скоростью 18,55 м/год, сократившись по прямой на 3042 м [Тавасиев, 2017]. В результате деградации оледенения обнажаются скальные выходы, моренные отложения.

Горно-луговые ландшафты. Площади луговой растительности увеличились, в основном за счет сокращения нивально-гляциальных ландшафтов, расширения субнивальных лужаек и зарастания освободившихся от снега ареалов. Сравнение снимков показывает, что постепенно травянистая растительность занимает скальные выходы. Наиболее существенный прирост в период с 2006 по 2017 г. шел за счет площадей категории «земли, лишенные растительности». Как видно в табл. 2, земли этой категории сначала выросли в период с 1988 по 2006 г., а затем в два раза уменьшились за счет появления

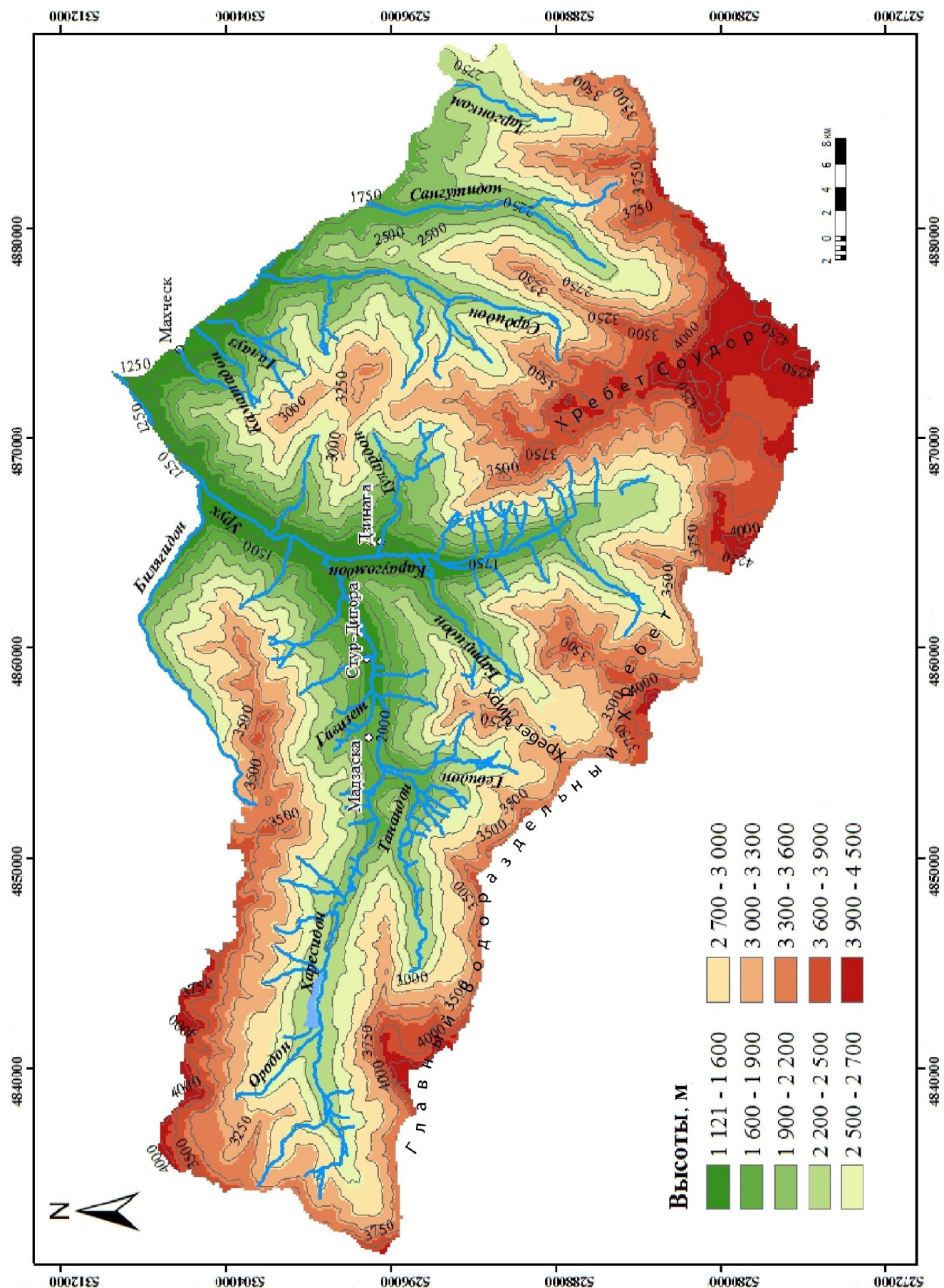


Таблица 2

Изменение площадей категорий земельного покрова в 1988, 2006 и 2017 гг.

Категория земельного покрова	Площадь, км ²			Изменение за 1988–2017 гг., %
	1988 г.	2006 г.	2017 г.	
Обрабатываемые земли	63,7	23,3	14,0	–78
Ксерофитная растительность	55,4	63,2	71,6	+29
Березовые леса	76,3	82,6	101,6	+33
Сосновые леса	93,5	117,8	135,2	+44
Луговая растительность	74,6	110,9	117,0	+56
Земли, лишенные растительности	57,6	66,0	32,9	–42
Скальные выходы	50,2	31,1	27,6	–44
Ледники	50,6	37,1	34,6	–32
Снежники	36,6	26,5	24,0	–34

на них луговой растительности. С другой стороны, площади горно-луговых комплексов уменьшились по границе и в пределах горно-лесной зоны (зарастание лесом полей, ранее использовавшихся под выпас или сенокосение).

Горно-лесные ландшафты. Земли под лесами увеличились: площади сосновых лесов – на 44%, березовых – на 33%. Наибольшее приращение наблюдается не на верхней границе леса, а в пределах высот 1600–1800 м, где активно идет зарастание полей, уплотнение сосново-березовых и сосновых массивов. Особенно это заметно в Бартуйском и Караугомском ущельях, где леса распространены на склонах северной и северо-западной экспозиций. На склонах южной экспозиции наблюдается продвижение сосны.

Горно-степные ландшафты, индицируемые по ксерофитной растительности, увеличились на 16 км². Расширение ареалов происходит на склонах южной экспозиции, в том числе за счет забрасывания пашен и сенокосов. На северных и западных склонах на месте вырубленных лесов могут формироваться послелесные луга с элементами остепнения [Грачева, Белоновская, 2010].

Культурные ландшафты. Отмечается существенное снижение доли обрабатываемых земель. В категориях земельного покрова «луговая и ксерофитная растительность» на основе полевых исследований выделены ареалы пастбищ и сенокосов. Вместе с пашнями и садами они составили сельскохозяйственные земли национального парка. Самая высокая доля сельскохозяйственных земель отмечалась в 1988 г. Наибольшую долю (13,2%) в структуре землепользования тогда занимали пастбищные угодья, а также сады и пашни – 6,5%, сенокосы – 3%. Колхозы, существовавшие во время Советско-

го Союза, обеспечивали растениеводческой и животноводческой продукцией не только местное население, но и поставляли ее в близлежащие регионы. В это время была характерна деградация пастбищных земель, в особенности на высотах 1700–1800 м.

После распада СССР и образования национального парка «Алания» в 1998 г., как видно по данным за 2006 г., последовало существенное снижение доли пастбищных земель и сенокосов. Выращивание сельскохозяйственных культур локализовалось в личных садах и огородах. Посевные и кормовые угодья начали зарастать луговой растительностью, тем самым увеличивая долю лугов в общей структуре земель. Сокращение отгонно-пастбищного животноводства также способствовало зарастанию склонов кустарниковой и древесной растительностью.

Изменения в использовании земель проявляются в зависимости от высотной зоны. До 1500 м была выделена нижняя высотная зона днищ речных долин и межгорных котловин с наибольшими освоенностью и количеством населения. С 1500 до 2250 м (верхняя граница леса) – средняя высотная зона с преобладанием пастбищ и сенокосов, редких селений и активного развития туризма. Выше 2250 до 3000 м (среднемаксимальная высота выпаса) – высокогорная освоенная зона, выше – неосвоенная высокогорная зона.

Нижняя высотная зона, приуроченная к долинам рек Урух и Сонгуидон, занимает 1237,9 га (2,5% территории национального парка). В 1988 г. в этой зоне доля сельскохозяйственных земель составляла 45% (сенокосы – 4,9%, обрабатываемые земли – 32,6%, пастбищные земли – 9,3%), а к 2017 г. этот показатель снизился до 27% (соответственно, 0,6,



Рис. 2. Цифровая модель рельефа территории национального парка «Алания». Составлено на основе данных SRTM

Fig. 2. Digital elevation model of the "Alania" National park based on SRTM data

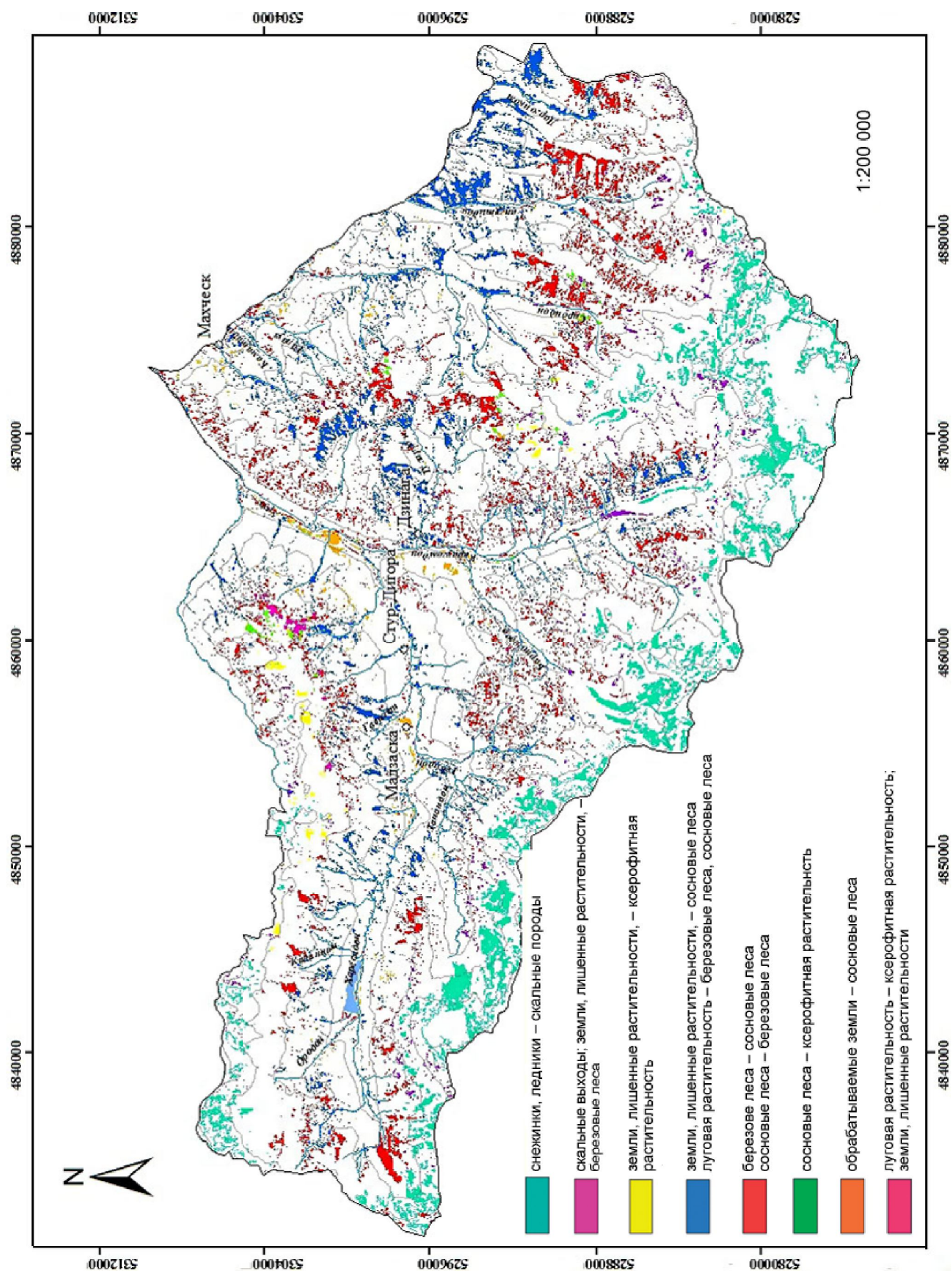


Рис. 3. Изменение земельного покрова в национальном парке «Алания» за 1988–2017 гг.

Fig. 3. Land cover change in the "Alania" National park for 1988–2017

11,3 и 9,4%). Падение освоенности связано с оттоком населения. Сенокосные поля перестали быть рентабельными, поскольку сено дешевле закупать на равнине. Пастбищные земли остались неизменными, так как они представляют собой приселенные пастбища, используемые нередко и в зимний период.

Средняя высотная зона занимает 4879,1 га (9,9% территории). Здесь отмечается сокращение площадей пастбищных и обрабатываемых земель. В 1988 г. доля сельскохозяйственных земель составляла более 26% (сенокосы – 0,5%, обрабатываемые земли – 11,2%, пастбищные земли – 15,1%), а к 2017 г. этот показатель снизился до 21% (соответственно, 0,2, 6,5 и 5,5%). Увеличились площади, занятые естественной травянистой растительностью, в частности лугов и степей, на 101,7 га (до 37,1%). Площади лесных земель возросли на 461,6 га (+37%). Особенно заметны сукцессионные процессы в Баргуйском и Караугомском ущельях, они характерны для склонов северной и северо-западной экспозиции на высоте 1600–1800 м.

Снижение сельскохозяйственной освоенности в этой зоне в некоторой степени компенсируется активной туристической деятельностью. С 2008 г. на территории национального парка получил развитие экологический туризм. Туристические комплексы и дома отдыха занимают небольшие по площади территории, но их важность в целом для освоения ландшафтов высока. Это связано также с тем, что туркомплексы постепенно «подтягивают» сельское хозяйство, которое перестраивается на обеспечение туристов продуктами питания.

Верхняя высотная зона занимает 22 798 га (46,2% территории). На протяжении исследуемого периода прослеживается уменьшение площадей пастбищных земель на 1558,4 га (77,2%). Наибольшую долю в общей структуре составляет естественная травянистая растительность, которая в 1988 г. занимала 42,3%, в 2017 г. – 47,2% зоны. Площади лесных земель увеличились к 2017 г. более чем на 2700 га и составили 10 053,8 га. Доли скальных выходов и земель, лишенных растительности, сократились на 76,9% и 66,6%, соответственно. По-видимому, это связано с активным зарастанием луговой растительностью.

Высокогорная зона с 3000 по 4640 м, включающая снеговую границу, занимает 20 418,25 га (41,4% территории национального парка); летом здесь практикуется экстремальный туризм.

На территории национального парка учет метеорологических данных не ведется. По данным ближайшей метеостанции Клухорский перевал, лежащей на той же широте на высоте 2037 м, проанализирован ход среднегодовых температур и осадков за 1980–2017 гг. Среднегодовая температура за указанный период увеличилась на 2,7°C, среднегодовое количество осадков практически не изменилось, хотя возросла их вариабельность. Из-

менение климатических условий, наряду с сокращением антропогенного воздействия, в целом способствовали продвижению вверх по склонам луговой растительности и расширению горно-лесного пояса, что подтверждается исследованиями спутниковых вегетационных индексов на территории Северного Кавказа [Виноградова и др., 2015].

Выводы:

– изменения земельного покрова имели место как в неосвоенных высокогорьях, так и в давно освоенных ландшафтах среднегорной зоны, испытавшей значительное снижение хозяйственной активности в 1990-е гг. В первом случае изменение площадей было вызвано природными, в основном климатическими, факторами. Вслед за повышением температуры воздуха происходит деградация оледенения, обнажаются скальные выходы, моренные отложения, на которых постепенно формируются альпийско-луговые комплексы;

– в нижней высотной зоне и среднегорном поясе основными факторами динамики стали спад интенсивности хозяйственного воздействия, а также отток населения, приведшие к сокращению традиционного землепользования. Создание национального парка в 1998 г. с введением ограничений на хозяйственную деятельность совпало с этой тенденцией, усилив сокращение местного населения и сельскохозяйственной деятельности;

– основные тенденции землепользования в долинах связаны с сокращением распахки и сенокосения, в среднегорьях наиболее существенно уменьшились площади пастбищ и сенокосов, в высокогорном поясе – пастбищных земель. В результате активизации сукцессионных процессов происходит восстановление лесов в среднегорьях, местами – продвижение верхней границы древесной растительности. Отмечено также расширение разнотравно-злаковых лугов, чему способствует зарастание обрабатываемых земель и кормовых угодий;

– в настоящее время наиболее дифференцирована структура использования земель в среднегорьях, где практикуется сенокосение, выпас домашнего скота (до высоты 2250 м), в ограниченных масштабах – выращивание картофеля, овощей, плодовых культур. Именно в среднегорьях получил развитие экологический туризм;

– развитие экологического туризма, рекреации и поддержание традиционных видов землепользования могут стать приоритетами развития национального парка, исходя из выявленных основных тенденций землепользования и с учетом ландшафтно-экологических особенностей высотных зон;

– дальнейший мониторинг структуры землепользования и связанных с ним процессов динамики ландшафтов горных поясов необходим для оптимизации управления национальным парком с учетом меняющихся климатических условий и потенциального роста рекреационных нагрузок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баденков Ю.П., Борунов А.К., Ильичев Б.А., Лаппо Г.М., Полян П.М. Подходы к комплексному изучению трансформации природы и хозяйства горных территорий: географический аспект // Известия АН. Серия географическая. 1988. № 1. С. 5–14.
- Виноградова В.В., Туткова Т.Б., Белоновская Е.А., Грачева Р.Г. Воздействие изменения климата на горные ландшафты Северного Кавказа // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 6. С. 35–47.
- Грачева Р.Г., Белоновская Е.А. Современное состояние пасторальных экосистем Центрального Кавказа // Известия РАН. Сер. географическая. 2010. № 1. С. 90–102.
- Гуля А.Н. Ландшафтные основы анализа природных и природно-антропогенных изменений высокогорных территорий. Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2010. 198 с.
- Гуля А.Н. Социально-ориентированные концепции и подходы в исследовании горных территорий Кавказа и обеспечении устойчивого развития // Устойчивое развитие горных территорий. 2015. № 3(25). С. 15–22.
- Донцов В.И., Цогоев В.Б. Водные ресурсы РСО-Алания. Владикавказ: Проект-пресс, 2001. 367 с.
- Жумалиева А.С., Курочкин Ю.Н., Сыромятина М.В., Чистяков К.В. Динамика использования земель высокогорной Аксай-Чатыркульской впадины внутреннего Тянь-Шаня (1980–2010 гг.) // География и природные ресурсы. 2017. № 1. С. 179–187.
- Исаченко Т.Е., Чижова В.П. Трансформация природно-культурных комплексов на территории Национального парка «Алания» в XX–XXI вв. // Труды Национального парка «Алания». Владикавказ: ООО НПКП «Мавр», 2013. С. 121–131.
- Положение о федеральном государственном учреждении «Национальный парк «Алания» (в редакции приказа МПР России от 17.03.2005 № 66, приказов Минприроды России от 27.02.2009 № 48 и от 26.03.2009 № 72). М., 2009. С. 16.
- Сабеев А.Г. Горная Дигория: история и современность. РСО-Алания. Владикавказ: Проект-Пресс, 2014. 620 с.
- Сабеев А.Г. О лесах горной Дигории // Труды Национального парка «Алания». Владикавказ: ООО НПКП «Мавр», 2013. С. 78–80.
- Тавасиев Р.А. Деградация ледника Караутом. Ч. 1. Динамика отступления ледника // Вестник Владикавказского научного центра. 2017. Т. 17. № 4. С. 19–27.
- Bobrowski M., Gerlitz L., Schickhoff U. Modelling the potential distribution of *Betula utilis* in the Himalaya. *Global Ecology and Conservation*, 2017, vol. 11, p. 69–83.
- Bryn A., Potthoff K. Elevational treeline and forest line dynamics in Norwegian mountain areas – a review. *Landscape Ecology*, 2018, vol. 33, p. 1225–1245.
- Buğday E., Buğday S.E. Modelling and simulating land use/cover change using the artificial neural network from remotely sensing data. *CERNE*, 2019, vol. 25(2), p. 246–254. DOI: 10.1590/01047760201925022634.
- Drexler C., Braun V., Christie D., Claramunt B., Weingartner R. Mountains for Europe's Future – A strategic research agenda. Bern, Innsbruck, 2016, 22 p.
- Mapping the vulnerability of mountain peoples to food insecurity. Rome, FAO, 2015, 66 p.
- Kumar P., Husain A., Singh R.B., Kumar M. Impact of land cover change on land surface temperature: a case study of Spiti Valley. *Journal of Mountain Science*, 2018, vol. 15(8), p. 1658–1670. DOI: 10.1007/s11629-018-4902-9.
- Lambin E.F., Meyfroidt P. Land use transitions: socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 2010, vol. 27(2), p. 108–118. DOI: 10.1016/j.landusepol.2009.09.003.
- Mountains of the former USSR: richness, diversity, uncertainty. State of the World's mountains. Global report. Wed. Book publications, London, New-Jersey, 1992, p. 257–297.
- Mucher C.A., Klijn J.A., Wascher D.M., Schaminere J.H.J. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. *Ecological Indicators*, 2010, vol. 10, p. 87–103.
- Plachter H., Kruse-Graumann L., Schulz W. Biosphärenreservate: Modellregionen für die Zukunft. In: Deutsches MAB-Nationalkomitee, Voller Leben (Ed.). UNESCO-Biosphärenreservate. Modellregionen für eine Nachhaltige Entwicklung. Berlin, Germany, Springer, 2004, p. 14–23.
- Pongratz H.J. Die Wissenschaft und das bäuerliche Umweltbewusstsein – Reflexionen zum Stand der Bundesdeutschen Agrarsoziologie. *Zwischenzeiten und Seitenwege-Lebensverhältnisse in peripheren Regionen*. Brombach C., Nebelung A. (Eds.). Münster, Germany, Literatur Verlag, 1994, p. 71–90.
- Rogora M., Frate L., Carranza M.L., Freppaz M., Stanisci A., Bertani I., Bottarin R., Brambilla A., Canullo R., Carbognani M., Cerrato C., Chelli S., Cremonese E., Cutini M., Di Musciano M., Erschbamer B., Godone D., Iocchi M., Isabellon M., Magnani A., Mazzola L., Morra di Cella U., Pauli H., Petey M., Petriccione B., Porro F., Psenner R., Rossetti G., Scotti A., Sommaruga R., Tappeiner U., Theurillat J.-P., Tomaselli M., Viglietti D., Viterbi R., Vittoz P., Winkler M., Matteucci G. Assessment of climate change effects on mountain ecosystems through a cross-site analysis in the Alps and Apennines. *Science of the Total Environment*, 2018, vol. 624, p. 1429–1442.
- Sayre R., Dangermond J., Frye C., Vaughan R., Aniello P., Breyer S., Cribbs D., Hopkins D., Nauman R., Derrenbacher W., Wright D., Brown C., Convis C., Smith J., Benson L., Paco VanSistine D., Warner H., Cress J., Danielson J., Hamann S., Cecere T., Reddy A., Burton D., Grosse A., True D., Metzger M., Hartmann J., Moosdorf J. N., Dürr H., Paganini M., DeFourny P., Arino O., Maynard S., Anderson S., Comer P. A New Map of Global Ecological Land Units – An Ecophysiological Stratification Approach. Washington, DC: Association of American Geographers, 2014, 46 p.
- Shrestha A.B., Aryal R. Climate change in Nepal and its impact on Himalayan glaciers. *Regional Environmental Change*, 2011, vol. 11(1), p. 65–77.
- Zomer R.J., Trabucco A., Wang M., Wang M., Lang R., Chen H., Metzger M., Smajgl A., Beckschäfer P., Xu J. Environmental stratification to model climate change impacts on biodiversity and rubber production in Xishuangbanna, Yunnan, China. *Biological Conservation*, 2014, vol. 170, p. 264–273.

Электронный ресурс

Информационно-аналитическая система «Особо охраняемые природные территории России». URL: <http://oopt.aari.ru/> (дата обращения 15.05.2020).

Поступила в редакцию 04.07.2020

После доработки 16.08.2020

Принята к публикации 06.10.2020

N.N. Alekseeva¹, A.N. Gunya², A.A. Cherkasova³

**LAND COVER DYNAMICS DURING RECENT 30 YEARS
(CASE STUDY OF THE "ALANYA" NATIONAL PARK,
THE NORTHERN CAUCASUS)**

The article deals with land cover changes in the "Alanya" National Park (North Ossetia) over a 30-year period. The objectives of the article are to identify the extent of land cover changes in mountain landscapes, as well as the main factors, both natural and anthropogenic, that determine the current dynamics of land use. Based on the interpretation of satellite images for 1988, 2006 and 2017, the analysis of historical, statistical and archival materials, and field studies, the dynamics of land cover and land use was revealed within various types of landscapes, namely nival-glacial, mountain meadow, mountain forest and mountain steppe. It is a typical set of altitude zones for the North Caucasus with specific dynamics of landscapes and land use changes. The decrease in the area of glaciers and snowfields in the nival-glacial zone, the expansion of meadow vegetation in the mountain meadow zone, the restoration of forests and the expansion of forest areas in the mountain forest zone were noted. The area of pine and birch forests has increased by 44% and 33% respectively. The greatest increment is observed within the altitudes of 1600–1800 m, rather than at the upper forest limit. The main trend of land use change in the valleys is the reduction of arable lands and hayfields; there is a significant decrease of pastures and hayfields in the middle mountains, and reduction of pastures in the high-mountain belt. The main factors of land cover dynamics are climate warming, as well as a decrease of the anthropogenic activities, mainly pastoral. The interrelation of these two factors had a positive effect on forest overgrowing of mountain meadows, less often – mountain steppes. The limitation of economic activities after the national park establishment in 1998 (since then the number of resident population has decreased about 1,6 times) had a relatively small impact on the land use/land cover, but played an important role in regulating land use in connection with actively developing tourism and seasonal recreation. The priorities of the national park include the expansion of ecological tourism and recreation and the maintenance of traditional types of land use, taking into account the landscape and environmental features of different altitudinal zones.

Key words: land use/land cover change, mountain landscapes, altitude zones, tourism and recreation

REFERENCES

- Badenkov Yu.P., Borunov A.K., Ilyichev B.A., Lappo G.M., Polyan P.M. Podhody k kompleksnomu izucheniju transformacii prirody i hozjajstva gornyh territorij: geograficheskij aspekt [Approaches to the comprehensive study of the transformation of nature and economy of mountainous territories: geographical aspect], *Izvestija AN SSSR. Ser. geogr.*, 1988, no. 1, p. 5–14. (In Russian)
- Bobrowski M., Gerlitz L., Schickhoff U. Modelling the potential distribution of *Betula utilis* in the Himalaya, *Global Ecology and Conservation*, 2017, 11, p. 69–83.
- Bryn A., Potthoff K. Elevational treeline and forest line dynamics in Norwegian mountain areas – a review, *Landscape Ecology*, 2018, 33, p. 1225–1245.
- Buğday E., Buğday S.E. Modelling and simulating land use/cover change using the artificial neural network from remotely sensing data, *CERNE*, 2019, 25(2), p. 246–254. DOI: 10.1590/01047760201925022634
- Doncov V.I., Cogoev V.B. *Vodnye resursy RSO–Alanija*. [Water resources of North Ossetia–Alania], Vladikavkaz, Proekt-press Publ., 2001, 367 p. (In Russian)
- Drexler C., Braun V., Christie D., Claramunt B., Weingartner R. *Mountains for Europe's Future – A strategic research agenda*, Bern, Insbruck, 2016, 22 p.
- Gracheva R.G., Belonovskaja E.A. Sovremennoe sostojanie pastoral'nyh ekosistem Central'nogo Kavkaza [The current state of pastoral ecosystems of the Central Caucasus], *Izvestija RAN. Ser. geogr.*, 2010, no. 1, p. 90–102. (In Russian)
- Gunya A.N. *Landshaftnye osnovy analiza prirodnyh i prirodno-antropogennyh izmenenij vysokogornyh territorij* [Landscape basics of the analysis of natural and natural-anthropogenic changes of high mountain territories], Nalchik, Publishing House of KBSC RAS, 2010, 198 p. (In Russian)
- Gunya A.N. Social'no-orientirovannye koncepcii i podhody v issledovanii gornyh territorij Kavkaza i obespechenii ustojchivogo razvitiya [Socially-oriented concepts and approaches in the study of the mountain territories of the Caucasus and ensuring sustainable development], *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij*, 2015, no. 3, p. 15–22. (In Russian)
- Isachenko T.E., Chizhova V.P. [The transformation of natural and cultural complexes in the territory of the "Alania" National Park in the 20th–21st centuries], *Trudy Nacional'nogo parka "Alanija"* [Proc. of the National Park "Alania"], Vladikavkaz, NPKP Ltd "Mavr" Publ., 2013, p. 121–131. (In Russian)
- Kumar P., Husain A., Singh R.B., Kumar M. Impact of land cover change on land surface temperature: a case study of Spiti Valley, *J. of Mountain Science*, 2018, 15(8), p. 1658–1670. DOI: 10.1007/s11629-018-4902-9.
- Lambin E.F., Meyfroidt P. Land use transitions: socio-ecological feedback versus socio-economic change, *Land Use Policy*, 2010, 27(2), p. 108–118. DOI: 10.1016/j.landusepol. 2009.09.003.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Geocology, Executive Head of the Department, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: nalex01@mail.ru

² Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Department of Physical Geography and Environmental Management, Senior Scientific Researcher, Dr. Sc. in Geography; e-mail: gunyaa@yahoo.com

³ Russian Geographical Society, Consultant; e-mail: anna.cherkasova@rgo.ru

Mapping the vulnerability of mountain peoples to food insecurity, Rome, FAO, 2015, 66 p.

Mountains of the former USSR: richness, diversity, uncertainty. *State of the World's mountains. Global report*, Wed. Book publications, London, New-Jersey, 1992, p. 257–297.

Mucher C.A., Klijn J.A., Wascher D.M., Schaminere J.H.J. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes, *Ecological Indicators*, 2010, no. 10, p. 87–103.

Plachter H., Kruse-Graumann L., Schulz W. Biosphärenreservate: Modellregionen für die Zukunft, *Deutsches Modellregionen für eine Nachhaltige Entwicklung*, MAB-Nationalkomitee, Ed. Voller Leben, UNESCO-Biosphärenreservate, Berlin, Germany, Springer, 2004, p. 14–23.

Polozhenie o federal'nom gosudarstvennom uchrezhdenii Nacional'nyj park "Alanija" [Regulation on the Federal State Institution "National Park Alania"], Moscow, 2009, 16 p. (In Russian)

Pongratz H.J. Die Wissenschaft und das bauerliche Umweltbewusstsein—Reflexionen zum Stand der Bundesdeutschen Agrarsoziologie, *Zwischenzeiten und Seitenwege-Lebensverhältnisse in peripheren Regionen*, Brombach C, Nebelung A, (Eds.) Münster, Germany, Literatur Verlag, 1994, p. 71–90.

Rogora M., Frate L., Carranza M.L., Freppaz M., Stanisci A., Bertani I., Bottarin R., Brambilla A., Canullo R., Carbognani M., Cerrato C., Chelli S., Cremonese E., Cutini M., Di Musciano M., Erschbamer B., Godone D., Iocchi M., Isabellon M., Magnani A., Mazzola L., Morra di Cella U., Pauli H., Petey M., Petriccione B., Porro F., Psenner R., Rossetti G., Scott A., Sommaruga R., Tappeiner U., Theurillat J.-P., Tomaselli M., Viglietti D., Viterbi R., Vittoz P., Winkler M., Matteucci G. Assessment of climate change effects on mountain ecosystems through a cross-site analysis in the Alps and Apennines, *Science of the Total Environment*, vol. 624, 15 May 2018, p. 1429–1442.

Sabeev A.G. [On the forests of the mountain Digoria] *Trudy Nacional'nogo parka "Alanija"* [Proc. of the National Park "Alania"], Vladikavkaz, NPKP Ltd "Mavr" Publ., 2013, p. 78–80. (In Russian)

Sabeev A.G. *Gornaja Digorija: istoriya i sovremennost* [Mountain Digoria: history and modernity], RSO—Alanija, Vladikavkaz, Proekt-Press Publ., 2014, 620 p. (In Russian)

Sayre R., Dangermond J., Frye C., Vaughan R., Aniello P., Breyer S., Cribbs D., Hopkins D., Nauman R., Derrenbacher W., Wright D., Brown C., C. Convis, Smith J., Benson L., Paco VanSistine D., Warner H., Cress J., Danielson J., Hamann S., Cecere T., Reddy A., Burton D., A. Grosse, True D., Metzger M., Hartmann J., Moosdorf J.N., Dürr H., Paganini M., DeFourny P., Arino O., S. Maynard, Anderson M., Comer P. *A New Map of Global Ecological Land Units – An Ecophysiographic Stratification Approach*. Washington, DC, Association of American Geographers, 2014, 46 p.

Shrestha A.B., Aryal R. Climate change in Nepal and its impact on Himalayan glaciers, *Regional Environmental Change*, 2011, no. 11(1), p. 65–77.

Tavasiev R.A. Degradacija lednika Karaugom. Chast' 1. Dinamika otstupanija lednika [Degradation of the Karaugom glacier. Part 1. Glacier retreat dynamics], *Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra*, 2017, no. 4, p. 19–27. (In Russian)

Vinogradova V.V., Titkova T.B., Belonovskaja E.A., Gracheva R.G. Vozdejstvie izmenenija klimata na gornye landshafty Severnogo Kavkaza [The impact of climate change on the mountain landscapes of the Northern Caucasus], *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa*, 2015, no. 6, p. 35–47. (In Russian)

Zhumaliev A.S., Kurochkin Ju.N., Syromjatina M.V., Chistjakov K.V. Dinamika ispol'zovanija zemel' vysokogornoj Aksaj-Chatyrkul'skoj vpadiny vnutrennego Tjan'-Shanja (1980–2010) [The dynamics of land use of the Aksai-Chatyrkul high mountain depression of the inner Tien Shan (1980–2010)], *Geografija i prirodnye resursy*, 2017, no. 1, p. 179–187. (In Russian)

Zomer R.J., Trabucco A., Wang M., Wang M., Lang R., Chen H., Metzger M., Smajgl A., Beckschäfer P., Xu J. Environmental stratification to model climate change impacts on biodiversity and rubber production in Xishuangbanna, Yunnan, China, *Biological Conservation*, 2014, no. 170, p. 264–273.

Web-source

Informacionno-analiticheskaja sistema "Osobo ohranjaemye prirodnye territorii Rossii" [Information and analytical system "Specially Protected Natural Territories of Russia"], URL: <http://oopt.aari.ru/> (access date 15.05.2020).

Received 04.07.2020

Revised 16.08.2020

Accepted 06.10.2020

УДК 551.435.11+551.89

Е.Ю. Матлахова¹

МАКРОИЗЛУЧИНЫ РЕКИ ВОРОНЫ КАК СВИДЕТЕЛЬСТВА МОЩНОГО РЕЧНОГО СТОКА В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ

В долинах рек Восточно-Европейской равнины на поймах и низких террасах встречаются макроизлучины (большие палеоруслы), являющиеся свидетельствами высокого речного стока, в несколько раз превышавшего современный. Такие макроизлучины были обнаружены и изучены в нижнем течении р. Вороны в районе г. Борисоглебска. В данной статье приводится подробная характеристика морфологического строения долины р. Вороны на изученном ключевом участке, описание макроизлучин и их параметров, палеорекострукции величин речного стока во время формирования этих макроизлучин. На изучаемом участке долины р. Вороны выражены четыре уровня террас и обширная пойма. Русло реки извилистое. Пойма преимущественно сегментно-гивистая, осложнена многочисленными палеоруслами. Среди них по размеру четко выделяются две генерации – большие палеоруслы (макромеандры), по своим размерам в разы превышающие параметры современного русла, и малые палеоруслы, по размерам соответствующие современному руслу. Ширина макроизлучин в среднем 300–350 м; ширина малых палеорусел около 30–40 м. Большие палеоруслы являются свидетельствами повышенного речного стока, формирование их в данном регионе относится к позднеледниковью (18–12 тыс. л. н.). Малые палеоруслы отвечают современному состоянию реки и относятся к голоценовому времени. Современный расход р. Вороны в рассматриваемой части долины составляет 37,9 м³/с, в то время как расчетные значения палеорасхода, при котором формировались макроизлучины, – 146,5 м³/с, что почти в 4 раза больше. Современный слой стока составляет 90 мм, слой палеостока – 350 мм.

Ключевые слова: большие палеоруслы, экстремальные палеогидрологические события, позднеледниковье, речные долины

Введение. В долинах рек Восточно-Европейской равнины на поймах и низких террасах встречаются макроизлучины (большие палеоруслы), являющиеся свидетельствами высокого речного стока, в несколько раз превышавшего современный [Панин и др., 1992; Panin et al., 1999; Сидорчук и др., 2000]. Такие макроизлучины были обнаружены и изучены в нижнем течении р. Вороны в районе г. Борисоглебска.

Ранее аналогичные макроизлучины были изучены в долине р. Хопер, также в районе г. Борисоглебска [Панин и др., 2013; Sidorchuk et al., 2003]. Датирование показало, что формирование больших палеомеандров Хопра относится ко времени позднеледниковья (18–12 тыс. л. н.). Территориальная близость районов исследования, сходные природные условия и накопленный по Восточно-Европейской равнине массив датировок аллювия аналогичных крупных палеорусел [Panin, Matlakhova, 2015] позволяют предположить, что формирование макроизлучин р. Вороны также можно отнести к позднеледниковью.

Основной целью данной работы является подробная характеристика морфологического строения долины р. Вороны на изученном участке (рис. 1), описание макроизлучин и их параметров и реконструкция величин речного стока во время формирования этих макроизлучин.

Геолого-геоморфологическая характеристика района. Изучаемая территория находится в преде-

лах древней платформы с архей-протерозойским кристаллическим фундаментом, перекрытым мощным чехлом осадочных отложений. Строение верхней части осадочного чехла играет большую роль в формировании современного облика рельефа территории в целом и речной долины в частности.

В долине р. Вороны с поверхности залегают аллювиальные и склоновые отложения средне- и позднеплейстоценового и голоценового возраста. Междуречья сложены ледниковыми, флювиогляциальными и лимногляциальными отложениями донского возраста [Палеогеографические закономерности..., 2013], часто перекрытыми покровными отложениями. Под донской мореной встречаются озерные и аллювиальные отложения, а также нерасчлененный комплекс водноледниковых, аллювиальных, озерных и болотных отложений. Донская морена представлена суглинками и супесями с включениями валунов и гальки; флювио- и лимногляциальные отложения – преимущественно песками с линзами или включениями гравийно-галечного материала, а также суглинками и супесями. Аллювиальные отложения представлены песками, иногда с гравием и галькой, либо супесями и суглинками; склоновые и покровные отложения – суглинками с линзами или прослоями песка [База данных..., 2020].

Под четвертичными отложениями залегают коренные породы неогенового и мелового возраста, под ними – юрского, каменноугольного и девонско-

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: matlakhova_k@mail.ru

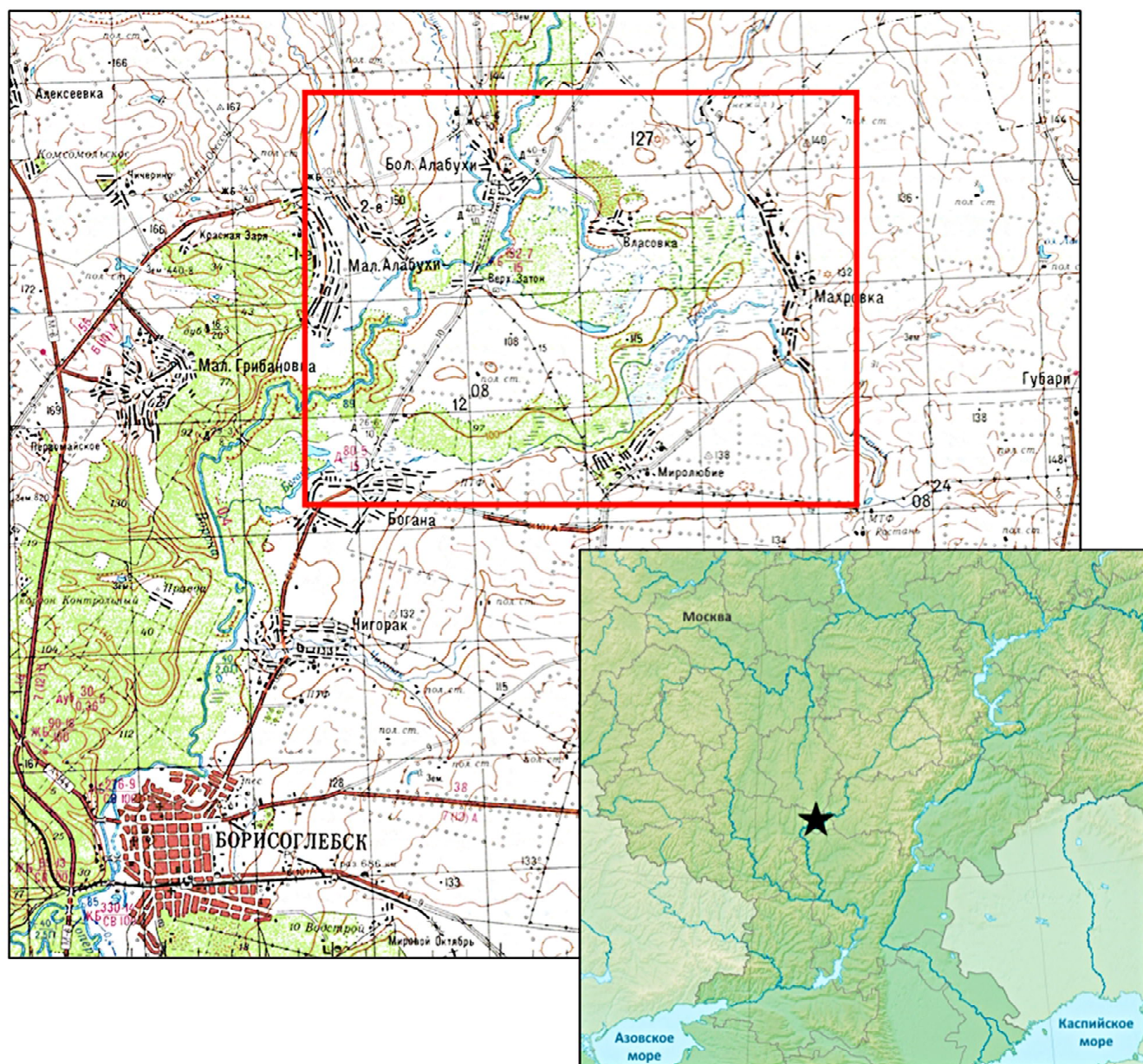


Рис. 1. Положение изучаемого участка долины р. Вороны в районе г. Борисоглебска Воронежской области

Fig. 1. Study area in the Vorona River valley near Borisoglebsk town (Voronezh Region, Russia)

го периодов. Неогеновые слои представлены в основном аллювиальными песками, алевритами и глинами различной окраски (от светлых до темноцветных), а также верхнеплиоценовыми элювиальными образованиями (красноцветными песками и глинами). Вся подстилающая неоген толща сложена морскими осадками различной литологии. Меловые отложения представлены преимущественно песками (различно окрашенными – светлыми, зелеными, темными), с прослоями песчаников, глин и алевритов. Юрские отложения представлены алевритистыми глинами, карбоновые – известняками и глинами, реже доломитами. Девонские отложения имеют разнообразный состав: известняки, доломиты, мергели, глины, алевролиты, пески и песчаники, чередующиеся между собой в различных сочетаниях

[База данных..., 2020; Геология СССР, 1971]. В скважине в районе г. Борисоглебска под девонскими морскими отложениями на глубине около 500 м вскрыта кровля кристаллических пород фундамента, представленных протерозойскими гнейсами и сланцами [База данных..., 2020]. Долина р. Вороны на исследуемом участке пререзает только меловые и неогеновые отложения преимущественно песчаного состава.

Общий характер рельефа изучаемой территории – равнинный, относительные перепады высот составляют первые десятки метров, очертания форм рельефа сглаженные, что объясняется преобладанием песков и суглинков как среди слагающих территорию четвертичных пород, так и подстилающих их морских и аллювиальных отложений неогена

и мела. Овражно-балочная сеть хорошо развита, имеет в плане древовидный рисунок.

Согласно геоморфологическому районированию рассматриваемая территория находится в пределах Среднерусской геоморфологической провинции, области Волжско-Оско-Донской равнины, подобласти Оско-Донской низменности, в Доно-Хопровском районе. Для подобласти характерен расчлененный моренный и плоскоравнинный террасированный зандрово-аллювиальный рельеф на погребенной террасированной аллювиально-морской равнине неогенового возраста [Воскресенский и др., 1980].

В долине р. Вороны выделяется пойма и четыре уровня надпойменных террас. Террасы распространены преимущественно по левому берегу, где достигают ширины в несколько километров; на правом берегу они представлены лишь в виде небольших фрагментов шириной до первых сотен метров. В пределах междуречий на прилегающих пространствах чередуются участки слаборасчлененной пологоволнистой неогеновой аллювиальной равнины и среднерасчлененной пологоволнистой доледниковой эрозионно-денудационной равнины, перекрытые отложениями донского оледенения и перигляциальными образованиями и измененные последующими эрозионными процессами [База данных..., 2020].

Методы исследования. Полевые работы, проведенные в 2019 г. в долине р. Вороны, включали в себя геоморфологическое обследование и картографирование территории, изучение строения палеорусел р. Вороны путем механического бурения (буровая установка УПБ-25), отбор образцов на различные виды анализов. Гранулометрический анализ отобранных образцов проводился автором в лаборатории кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ. Изучение палеорусел проводилось также путем дешифрирования и определения параметров макроизлучин по аэрокосмическим снимкам.

Для ключевого участка в долине р. Вороны были сделаны количественные оценки стока по параметрам палеорусел, выполненные методом А.Ю. Сидорчука [Сидорчук и др., 2000; Sidorchuk, Borisova, 2000]. Данная методика основана на гидравлико-морфометрических зависимостях в сочетании с уравнением водного баланса. Согласно данным [Сидорчук и др., 2000], среднегодовой расход воды связан с шириной русла. Связь параметризована по величине внутригодовой изменчивости стока воды, которая характеризуется отношением среднегодового и среднемаксимального расхода воды. При расчетах использовались следующие формулы:

$$Q_{cp} = 0,012 y^{0,73} W^{1,36}, \quad (1)$$

где Q_{cp} – среднегодовой расход, W – ширина русла, y – коэффициент, рассчитываемый по формуле:

$$y = aF^{0,125}, \quad (2)$$

где F – площадь водосбора, a – коэффициент, зависящий от ландшафтных условий; для поздневалдайского времени в данном регионе его значение равно 2,25.

$$X = Q_{cp}/F, \quad (3)$$

где X – слой стока.

Подробно методика количественной оценки стока по параметрам палеорусел описана в статье [Сидорчук и др., 2000].

Результаты исследования. Морфология долины р. Вороны в районе г. Борисоглебска. На изучаемом участке долины р. Вороны выражены четыре уровня террас и обширная пойма. Наибольшие площади распространения в долине имеют высокая пойма, первая терраса и четвертая, сложенная аллювиально-флювиогляциальными отложениями. Вторая и третья террасы распространены фрагментарно. Русло реки извилистое, имеет ширину от 25 до 50 м, в среднем – 30–40 м.

Высокая пойма выражена по обоим берегам реки и имеет на изучаемом участке ширину в среднем от 1,5 до 3 км, местами до 5 км, высоту – 3–5 м. Пойма преимущественно сегментно-гивистая, осложнена многочисленными палеоруслами. Среди них по размеру четко выделяются две генерации – большие палеорусла (макромеандры), по своим размерам в разы превышающие параметры современного русла, и малые палеорусла, по размерам соответствующие современному руслу. Ширина макроизлучин – в среднем 300–350 м; ширина малых палеорусел – в среднем около 30–40 м (т. е. примерно в 10 раз меньше).

Большие палеорусла являются свидетельствами повышенного речного стока, формирование их в данном регионе относится к позднеледниковью (18–12 тыс. л. н.). Малые палеорусла отвечают современному состоянию реки и относятся к голоценовому времени.

С двумя генерациями палеорусел ассоциированы и две возрастные генерации поймы р. Вороны: более древняя, позднеледниковая, формирование которой происходило параллельно с макроизлучинами, и более молодая, голоценовая, формировавшаяся уже после падения водности реки в голоцене (рис. 2). Большие палеорусла распространены только в пределах более древней генерации поймы, часто сильно заболочены, местами заняты старичными озерами. Малые палеорусла широко распространены в пределах молодой генерации поймы (ближе к современному руслу), однако часто встречаются и малые палеорусла, распространенные в пределах древней генерации и наложенные на макроизлучины. Это обусловлено тем, что преобразование поверхности высокой поймы (боковая эрозия, отшнуровывание стариц, пойменная и старичная аккумуляция; в том числе и в пределах древней генерации поймы) продолжается до сих пор.

Заполнение больших палеорусел р. Вороны представлено чередованием песков и суглинков, подстилаемых русловым аллювием, представленным хорошо отмытыми песками, обычно средне- и крупнозернистыми.

Первая надпойменная терраса широко распространена в пределах долины на рассматриваемом участке. Она имеет высоту от 10 до 17 м, ширину в среднем 4–5 км (местами до 7 км), представлена пре-

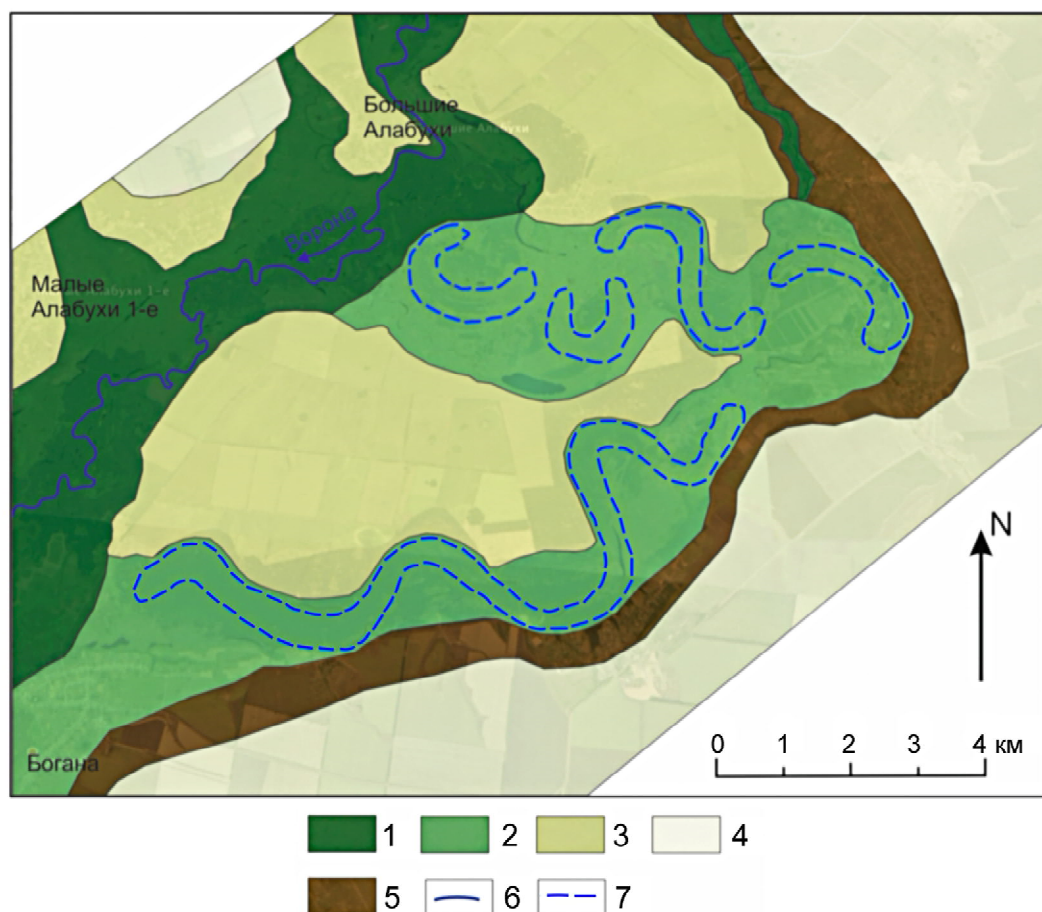


Рис. 2. Геоморфологическая карта на ключевой участок долины р. Вороны в районе г. Борисоглебска: 1 – голоценовая пойма; 2 – позднелепистоценовая высокая пойма; 3 – позднелепистоценовая надпойменная терраса; 4 – нерасчлененный комплекс высоких террас; 5 – эрозионный склон; 6 – современное русло; 7 – контуры макроизлучин

Fig. 2. Geomorphological map of the study area in the Vorona River valley near Borisoglebsk town. Legend: 1 – Holocene floodplain; 2 – Late Pleistocene high floodplain; 3 – Late Pleistocene terrace; 4 – undifferentiated complex of upper terraces; 5 – erosion slope; 6 – modern channel; 7 – paleochannels

имущественно по левому берегу, однако встречаются ее отдельные небольшие фрагменты и на правобережье. Также в центральной части изученного участка долины расположен крупный останец I НПТ, со всех сторон окруженный высокой поймой. Современное русло реки находится к западу от останца, с остальных сторон он обрамлен древней генерацией поймы с большими палеоруслами (макроизлучинами; см. рис. 2). Поверхность I НПТ на рассматриваемом участке местами значительно переработана эоловыми процессами и осложнена дюнами. Так, ярко выраженный эоловый рельеф наблюдается в восточной части останца террасы, а также на террасе в районе д. Власовка (к ВЮВ от с. Бол. Алабухи).

Вторая и третья надпойменные террасы распространены по долине фрагментарно, на изученном участке практически отсутствуют, хотя ниже и выше по течению ширина фрагментов может достигать 3–4 км; высота II НПТ около 20–25 м, III НПТ – около 27–30 м. Четвертая надпойменная терраса имеет ширину 5–10 км и сложена аллювиально-флювиогляциальными отложениями. Высота IV НПТ составляет в среднем от 30 до 40 м и более, поверх-

ность террасы плавно переходит в прилегающие междуречные пространства.

Количественные оценки стока р. Вороны по параметрам макроизлучин. По параметрам макроизлучин были сделаны количественные оценки стока р. Вороны, характерного для времени их функционирования. Аналогичные макроизлучины широко распространены на Восточно-Европейской равнине; в частности, подобные крупные палеорусла в долине р. Хопер (в 30 км к югу от рассматриваемой территории) были изучены ранее, там датирование аллювия показало, что возраст макроизлучин относится к позднелепидниковью (18–12 тыс. л. н.). Это позволяет полагать, что возраст макроизлучин р. Вороны тоже позднелепидниковый.

Методика количественной оценки стока по параметрам палеорусел и особенности ее применения обсуждаются в статьях [Сидорчук и др., 2000; Сидорчук и др., 2008]. Используемые нами при расчетах формулы приведены ранее в разделе, посвященном методике исследований.

Проведенные расчеты показали следующие результаты (табл.). Современный расход р. Воро-

Т а б л и ц а

Параметры макроизлучин р. Вороны и расчетные показатели палеорасхода

Участок работ	Площадь водосбора F , км ²	Средний шаг макроизлучин L_{past} , м	Средняя ширина палеорула B_{past} , м	Коэффициент u	Палео		Современный	
					расход воды Q_{past} , м ³ /с	слой стока X_{past} , мм	расход воды Q , м ³ /с	слой стока X , мм
Долина р. Вороны в районе г. Борисоглебска (Большие Алабухи)	13 200	1364,0	346,2	7,37	146,5	350	37,9	90,0

ны в рассматриваемой части долины составляет 37,9 м³/с, в то время как расчетные значения палеорасхода – 146,5 м³/с, что почти в 4 раза больше. Современный слой стока составляет 90 мм, слой палеостока – 350 мм.

Обсуждение исследования. Наличие макроизлучин в долинах рек умеренного климатического пояса является одним из наиболее ярких палеогидрологических феноменов, активно изучающимся во всем мире в последние десятилетия [Dury, 1964; Starkel, 1995; Vandenberghe, 2002; Сидорчук и др., 2008; Панин и др., 2013]. Формирование больших палеорусел происходило в зоне развития древней (позднеплейстоценовой) многолетней мерзлоты северного полушария. Размеры русел, до 10–15 раз превышающие современные параметры, объясняются особенностями гидрологического режима рек того времени. Предполагается, что сток был крайне неравномерным в течение года (на фоне общего увеличения годового стока). Преобладание зимних осадков определяло высокое весеннее половодье, а наличие многолетней мерзлоты препятствовало фильтрации воды и увеличивало поверхностный сток. Таким образом, для рек было характерно короткое высокое весеннее половодье, приводившее к формированию больших русел рек, размеры которых соответствовали максимальным расходам периода половодья [Сидорчук и др., 2008].

Наши реконструкции палеорасходов и палеослоя стока для долины р. Вороны гармонично вписываются в представления об общей картине изменения водности рек Восточно-Европейской равнины. Так, по данным Сидорчука и др. [2008], годовой сток в бассейнах Мезени и Печоры был

больше современного более чем в 1,5 раза; увеличивался сток Волги, куда основной вклад вносили Ока и Кама, сток которых был в 2–3 раза больше современного. Для бассейнов Дона и Днепра расчеты показали, что поздневалдайский сток превышал современный в 3–4 раза [Сидорчук и др., 2008].

Таким образом, наши данные по длине р. Вороны дополняют проведенные ранее расчеты для ряда других долин и речных бассейнов Восточно-Европейской равнины. Рассчитанный палеорасход 146,5 м³/с для р. Вороны почти в 4 раза (если точнее, в 3,86 раза) больше современного значения 37,9 м³/с.

Выводы

Анализ полученных данных позволил сделать следующие выводы:

- наличие макроизлучин (больших палеорусел) на высокой пойме р. Вороны является свидетельством высокого речного стока. Формирование макроизлучин в исследуемом регионе относят к позднеледниковью;

- с изменениями речного стока в позднеледниковье и голоцене связано формирование двух возрастных генераций поймы – более древней, позднеледниковой, формировавшейся параллельно с развитием макроизлучин, и более молодой, голоценовой, формировавшейся уже при современных параметрах стока и размерах русла;

- ширина макроизлучин р. Вороны на исследуемом участке в 10 раз превышает ширину современного русла. Расчеты показывают, что при таких параметрах макроизлучин водность реки (расход, слой стока) во время их формирования почти в четыре раза превышала современные показатели.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-35-00028). Гранулометрический анализ проб выполнен в лаборатории кафедры геоморфологии и палеогеографии МГУ в рамках темы госзадания «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования».

Автор выражает благодарность профессору кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ А.В. Панину за содействие в организации полевых работ и аспиранту Д.В. Баранову за помощь в проведении полевых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Воскресенский С.С., Леонтьев О.К., Спиридонов А.И., Лукьянова С.А., Ульянова Н.С., Ананьев Г.С., Андреева Т.С., Варущенко С.И., Спасская И.И. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. М.: Высшая школа, 1980. 343 с.
- Геология СССР. Т. IV. Центр Европейской части СССР. Геологическое описание. М.: Недра, 1971. 742 с.
- Палеогеографические закономерности развития морфолитосистем Русской равнины. Районирование. Стратиграфия. Геоэкология / под ред. Н.Г. Судаковой, С.С. Фаустова. М.: Географический факультет МГУ, 2013. 95 с.
- Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Чернов А.В. Макроизлучины русел рек ЕТС и проблемы палеогидрологических реконструкций // Водные ресурсы. 1992. № 4. С. 93–96.
- Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Власов М.В. Мощный поздневалдайский речной сток в бассейне Дона // Известия РАН. Сер. Географическая. 2013. № 1. С. 118–129.
- Сидорчук А.Ю., Панин А.В., Борисова О.К. Климатически обусловленные изменения речного стока на равнинах северной Евразии в позднеледниковье и голоцене // Водные ресурсы. 2008. Т. 35. № 4. С. 406–416.
- Сидорчук А.Ю., Панин А.В., Чернов А.В., Борисова О.К., Ковалюх Н.Н. Сток воды и морфология русел рек Русской равнины в поздневалдайское время и в голоцене (по данным палеоруслового анализа) // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 12. М.: Изд-во МГУ, 2000. С. 196–230.
- Dury G.H. General theory of meandering valleys. *US Geol. Surv.*, 1964, Prof. Pap. 452-A, B.
- Panin A., Matlakhova E. Fluvial chronology in the East European Plain over the last 20^{ka} and its palaeohydrological implications. *Catena*, 2015, vol. 130, p. 46–61. DOI: 10.1016/j.catena.2014.08.016/
- Panin A.V., Sidorchuk A.Ju., Chernov A.V. Historical background to floodplain morphology: examples from the East European Plain. *Floodplains: Interdisciplinary Approaches*, Geological Society, London, Special Publications, no. 163, 1999, p. 217–229.
- Sidorchuk A.Yu., Borisova O.K. Method of paleogeographical analogues in paleohydrological reconstructions. *Quaternary International*, 2000, vol. 72, no. 1, p. 95–106.
- Sidorchuk A., Panin A., Borisova O. The Lateglacial and Holocene Palaeohydrology of Northern Eurasia. *Palaeohydrology: Understanding Global Change*, K.J. Gregory and G. Benito (Eds.), 2003, John Wiley & Sons Ltd, p. 61–75.
- Starkel L. The place of the Vistula river valley in the late Vistulian – early Holocene evolution of the European valleys. European River Activity and Climatic Change During the Lateglacial and Early Holocene. *Palaeoklimaforschung / Palaeoclimate Research*, 1995, vol. 14, p. 75–88.
- Vandenbergh J. The relation between climate and river processes, landforms and deposits during the Quaternary. *Quaternary International*, 2002, vol. 91, p. 17–23.
- Электронный ресурс
База данных государственных геологических карт ВСЕГЕИ.
URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (дата обращения 22.01.2020).

Поступила в редакцию 16.03.2020

После доработки 15.06.2020

Принята к публикации 06.10.2020

E.Yu. Matlakhova¹

MACROMEANDERS OF VORONA RIVER AS EVIDENCES OF HIGH RIVER RUNOFF IN THE LATE GLACIAL

In river valleys of the East European Plain, on floodplains and low river terraces, macromeanders (large palaeochannels) are found. These macromeanders are evidences of high fluvial activity epochs, when the values of river runoff were several times higher than modern ones. Such palaeochannels were found and studied in Vorona river valley near Borisoglebsk town. This article provides the detailed description of the morphological structure of the Vorona river valley on the key site, parameters of macromeanders and palaeoreconstructions of river runoff, based on the parameters of the palaeochannels. Four levels of terraces and wide floodplain are presented in the studied part of the Vorona river valley. The river channel is meandering. The floodplain is predominantly segmental-ridged, complicated by numerous paleochannels. Among them, two generations are clearly distinguished in size – large paleochannels (macromeanders), in size many times larger than the parameters of the modern channel, and small paleochannels, corresponding in size to the modern channel. The width of macromeanders is on average 300–350 m; the width of small paleochannels is on average about 30–40 m. Large paleochannels are evidence of increased river runoff; their formation in this region is usually associated with the Late Glacial (18–12 ka BP). Small paleochannels are the same size as the modern river and were formed in the Holocene. The modern discharge of the Vorona river on the studied part of the valley is 37,9 m³/s, while the calculated values of the paleo-discharge (at which the macroradiations were formed) are 146,5 m³/s, that is almost 4 times higher. The modern runoff layer is 90 mm, the paleo-runoff layer is 350 mm.

Key words: large palaeochannels, palaeohydrological extreme events, Late Glacial, river valleys

Acknowledgements. This study is supported by Russian Foundation for Basic Research (Project no. 18-35-00028). Grain size analysis was done in the laboratory of the Department of Geomorphology

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Paleogeography, Senior Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: matlakhova_k@mail.ru

and Paleogeography of Moscow State University within the framework of the state assignment "Cenozoic evolution of the environment, the dynamics of the relief, geomorphological hazards and risks of land-use".

The author expresses her gratitude to A.V. Panin, Professor of the Department of Geomorphology and Paleogeography of the Faculty of Geography of the Moscow State University for assistance in organizing field work; and to D.V. Baranov, the postgraduate student, for his help in field work.

REFERENCES

- Dury G.H. *General theory of meandering valleys*. US Geol. Surv., 1964, Prof. Pap. 452-A, B.
- Geologiya SSSR. Tom IV. Centr Evropejskoj chasti SSSR. *Geologicheskoe opisaniye* [Geology of the USSR. Vol. 4. Center of European part of USSR. Geological description], Moscow, Nedra Publ., 1971, 742 p. (In Russian)
- Paleogeograficheskie zakonomernosti razvitiya morfolitosistem Russkoj ravniny. Rajonirovaniye. Stratigrafija. Geojekologiya* [Paleogeographic patterns of development of the morpholithosystems of the Russian Plain. Zoning. Stratigraphy. Geoecology], N.G. Sudakova, S.S. Faustov (Ed.), Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 2013, 95 p. (In Russian)
- Panin A., Matlakhova E. Fluvial chronology in the East European Plain over the last 20 ka and its palaeohydrological implications, *Catena*, 130, 2015, p. 46–61.
- Panin A.V., Sidorchuk A.Yu., Chernov A.V. Historical background to floodplain morphology: examples from the East European Plain. *Floodplains: Interdisciplinary Approaches*, Geological Society, London, Special Publications, no. 163, 1999, p. 217–229.
- Panin A.V., Sidorchuk A.Yu., Chernov A.V. Makroizluchiny rusel rek ETS i problemy paleogidrologicheskikh rekonstrukcii [Macromeanders of river channels of the European part of Russia and problems of paleohydrological reconstructions], *Vodnye resursy*, 1992, no. 4, p. 93–96. (In Russian)
- Panin A.V., Sidorchuk A.Yu., Vlasov M.V. Moschnyj pozdnevaldaiskij rechnoj stok v bassejne Dona [High Late Valdai (Vistulian) runoff in the Don River basin], *Izvestiya RAN, Ser. geogr.*, 2013, no. 1, p. 118–129. (In Russian)
- Sidorchuk A.Yu., Borisova O.K. Method of paleogeographical analogues in paleohydrological reconstructions. *Quaternary International*, 2000, vol. 72, no. 1, p. 95–106.
- Sidorchuk A., Panin A., Borisova O. The Lateglacial and Holocene Palaeohydrology of Northern Eurasia. *Palaeohydrology: Understanding Global Change*, Edited by K.J. Gregory and G. Benito, 2003, John Wiley & Sons, Ltd., p. 61–75.
- Sidorchuk A.Yu., Panin A.V., Borisova O.K. Klimaticheski obuslovlennyye izmeneniya rechnogo stoka na ravninakh severnoy Evrazii v pozdnelednikovye i golotsene [Climate-induced changes in surface runoff on the North Eurasian plains during the Late Glacial and Holocene], *Vodnye resursy*, 2008, vol. 35, no. 4, p. 406–416. (In Russian)
- Sidorchuk A.Yu., Panin A.V., Chernov A.V., Borisova O.K., Kovalyuh N.N. [Late Valdai and Holocene water runoff and river channel morphology on the Russian Plain (according to the paleochannel data)], *Eroziya pochv i ruslovyye processy* [Soil erosion and channel processes], iss. 12, Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 2000, p. 196–230. (In Russian)
- Starkel L. The place of the Vistula river valley in the late Vistulian – early Holocene evolution of the European valleys. European River Activity and Climatic Change During the Lateglacial and Early Holocene. *Palaoklimaforschung/Palaeoclimate Research*, 1995, vol. 14, p. 75–88.
- Vandenbergh J. The relation between climate and river processes, landforms and deposits during the Quaternary, *Quaternary International*, 2002, vol. 91, p. 17–23.
- Voskresenskiy S.S., Leontev O.K., Spiridonov A.I., Lukyanova S.A., Ulyanova N.S., Ananov G.S., Andreeva T.S., Varuschenko S.I., Spasskaya I.I. Geomorfologicheskoe rayonirovaniye SSSR i prilgayuschiy morey [Geomorphological zoning of the USSR and adjacent seas], Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1980, 343 p. (In Russian)
- Web-source
Baza dannyh gosudarstvennyh geologicheskikh kart VSEGEI [Database of State geological maps of VSEGEI], (In Russian) <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (access date 22.01.2020).

Received 16.03.2020

Revised 15.06.2020

Accepted 06.10.2020

КРАТКИЕ ЗАМЕТКИ

УДК 504.06

А.А. Пакина¹, Н.И. Тульская²

ОЦЕНКА УГЛЕРОДОЕМКОСТИ ЭКОНОМИКИ ТАТАРСТАНА В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ

В статье представлены результаты оценки углеродоемкости экономики региона на основе разработанного авторами подхода. Поиск подходов к оптимизации природопользования часто ассоциируется с переходом к «низкоуглеродной» экономике, однако снижение углеродоемкости рассматривается, в основном, с экономической точки зрения. При этом, важным фактором низкоуглеродной экономики является структура землепользования. Предложенный подход позволяет сопоставить интенсивность природных и антропогенных потоков углерода с учетом поглощающей способности лесных и сельскохозяйственных земель.

Для оценки углеродоемкости использованы методические рекомендации по инвентаризации парниковых газов, разработанные Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК), вклад лесных и сельскохозяйственных угодий в поглощение углекислого газа оценен по Методическим указаниям по количественному определению объема поглощения парниковых газов Министерства природных ресурсов и экологии (МПРиЭ) РФ. Работа проведена на примере Республики Татарстан. В основу расчетов положены официальные данные об объемах используемого топлива по отраслям экономики и административным районам Татарстана, а также данные о структуре землепользования, верифицированные с помощью космических снимков.

Регион исследования характеризуется диверсифицированной структурой экономики и землепользования. Объемы выбросов CO₂ и поглощающей способности естественных и преобразованных ландшафтов были оценены в границах административных районов и приведены к валовому территориальному продукту (ВТП). Полученная в результате оценка углеродного баланса и дифференциация этого показателя по территории республики позволяют сделать выводы об использовании потенциала природных ландшафтов, компенсировать нагрузку от хозяйственной деятельности. В районах с «положительным» углеродным балансом потенциал природных систем значительно превышает уровень нагрузки, а в районах с «отрицательным» углеродным балансом выбросы CO₂ превышают возможности природных систем по его депонированию. Оценка углеродоемкости экономики как индикатора интенсивности воздействия на природу представляет собой перспективное направление развития методики комплексной эколого-экономической оценки результатов природопользования на региональном уровне. Сопоставление величины углеродоемкости экономики с потенциалом углеродопоглощения может использоваться для корректировки структуры землепользования в целях управления природопользованием.

Ключевые слова: углеродопоглощение, баланс CO₂, землепользование

Введение. Оптимизация природопользования – комплексная задача, решение которой возможно исключительно в рамках комплексного подхода, объединяющего знания естественных и гуманитарных наук. Наряду с экономическим и социальным результатами, изменение природной среды под влиянием антропогенной деятельности рассматривается в качестве равноценного экологического результата природопользования (ПП) в рамках так называемой «зеленой» или «экологической» экономики. На необходимость учета всех трех групп результатов, начиная с 1960-х гг., указывали ведущие отечественные экологи и экономисты. Однако в наиболее явной форме эта идея сформулирована как закон «множественности результатов природополь-

зования» [Зворыкин, 1993, с. 9], согласно которому ни один из них не уступает по значению другим и не компенсирует их. В современных исследованиях согласование целей экономического роста как фактора повышения благосостояния населения с социальными и экологическими результатами ПП с заведомой регулярностью сопровождается оценками энергоемкости экономики [Бобылев и др., 2010; Tukker et al., 2014]. Энергоэффективная экономика ассоциируется с «низкоуглеродной» экономикой – одним из вероятных вариантов перехода к устойчивому развитию.

Оценка результатов ПП с целью обоснования предложений по его регулированию нередко основывается на сопоставлении балансов вещества и

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования, канд. геогр. н., доцент; e-mail: allapa@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, канд. геогр. н., доцент; e-mail: tnadya@mail.ru

энергии в экономических или природных категориях, например по принципу анализа «затраты–выпуск» (*cost-benefit analysis*), в т. ч. в углеродном эквиваленте [Бобылев и др., 2010], либо по балансам потоков вещества и энергии в границах ландшафтных выделов [Теория и методология..., 2019, с. 204]. В этом контексте сопоставление потоков CO_2 – парникового газа, учет антропогенного поступления которого в окружающую среду наиболее обеспечен статистическими данными, – является одним из доступных вариантов комплексной эколого-экономической оценки. В пользу такого подхода выступает и наличие методических разработок [Методические указания..., 2017], позволяющих произвести пересчет величин содержания или накопления углерода в ходе природных процессов, равно как и его антропогенной эмиссии, в энергетические единицы. Кроме того, уровень выбросов CO_2 является одним из важнейших индикаторов потребления углеродсодержащих топлив. В связи с этим для обозначения интенсивности потребления углерода антропогенными системами принят термин «углеродоемкость» экономики – аналог термина *carbon intensity*, а способности природных систем компенсировать углеродные выбросы – «углеродопоглощение», или *carbon capacity* [Tukker et al., 2014]. Таким образом, углеродоемкость экономики, являясь частным выражением ресурсоемкости, отражает интенсивность потребления невозобновляемых ресурсов в процессе ПП, а углеродопоглощение – потенциал природных систем компенсировать эту нагрузку.

В стремлении реализовать на практике сценарии низкоуглеродного развития (*low-carbon development*) разрабатываются программы снижения углеродоемкости национальных экономик. В большинстве документов и научных работ подчеркивается, что ключевая роль в управлении низкоуглеродным развитием принадлежит регулированию структуры землепользования [Замолдчиков и др., 2018; Lungarska, Chakir, 2018]. Этот фактор указывается и в большинстве национальных докладов, включая российский [Седьмое Национальное сообщение..., 2017]. На практике далеко не всегда существуют основания для полноценного учета фактора землепользования в управлении ПП. В связи с этим в статье поставлена цель апробировать на примере конкретного региона разработанный авторами подход, позволяющий сопоставить интенсивность потоков углерода в природных и антропогенных территориальных системах.

Материалы и методы исследований. Для апробации предложенного подхода все расчеты проведены на примере Республики Татарстан. В качестве методической основы использованы рекомендации по инвентаризации парниковых газов, разработанные МГЭИК, а также методические указания, утвержденные МПРиЭ РФ [Методические указания..., 2017]. Исходными данными для оценки углеродоемкости экономики региона послужили материалы об объемах используемого топ-

лива по административным районам Татарстана с детализацией по видам транспорта, отраслям производства и ЖКХ, полученные по запросу в Министерстве энергетики Татарстана и территориальном органе Федеральной службы государственной статистики. На основании этих данных вычислены объемы выбросов CO_2 по административным районам. Для оценки углеродопоглощения проанализирована структура землепользования и определено соотношение естественных и антропогенно трансформированных территорий. В основу этой части исследования легли статистические материалы, полученные в Министерстве лесного хозяйства Республики Татарстан, а также картографические материалы, верифицированные с помощью космических снимков. Собственно оценка величины углеродопоглощения проводилась на основе баланса углерода, формирующегося за счет противоположно направленных потоков абсорбции и эмиссии углерода в процессе накопления и потерь биомассы в лесных и сельскохозяйственных биоценозах. Баланс углерода для лесов рассчитывался на основании данных о породно-возрастном составе с помощью конверсионных коэффициентов, позволяющих перейти от запасов биомассы и площади насаждений к накоплению углерода (т) и поглотительной способности (т/га), а в качестве факторов эмиссии учитывались потери биомассы в результате пожаров и рубок. Для оценки баланса углерода сельскохозяйственных угодий использовались статистические данные о соотношении площадей сельскохозяйственных культур, сведения о продолжительности вегетационного периода и коэффициенты поглощения углерода в процессе фотосинтеза и его эмиссии при почвенном дыхании.

Результаты исследований и их обсуждение.

Структура природопользования Татарстана предопределила его выбор для апробации предложенного подхода: расположение региона на стыке лесной и лесостепной зон определяет наличие здесь крупных лесных массивов (земли лесного фонда занимают около 18% территории) и сельскохозяйственных угодий (свыше 68% территории). Наряду с этим в Татарстане развиты добывающая и нефтеперерабатывающая отрасли, дающие около 40% валового регионального продукта (ВРП). Это обеспечивает лидирующие позиции региона по объему ВРП (8-е место среди 85 субъектов федерации в 2018 г.) и стабильный рост выбросов в атмосферный воздух, сопутствующий росту ВРП [Регионы России, 2019].

Поскольку антропогенная эмиссия CO_2 и его абсорбция природными системами имеют разную пространственную локализацию, сопоставление интенсивности этих процессов было проведено в границах административных образований. Наибольшие объемы выбросов CO_2 характерны для районов с высокими значениями ВТП (млрд руб.), например Нижнекамского района (180,5) и крупнейших городов – Набережные Челны (187,0) и Казань (605,0), однако прямой корреляции не наблюдается. Так, один

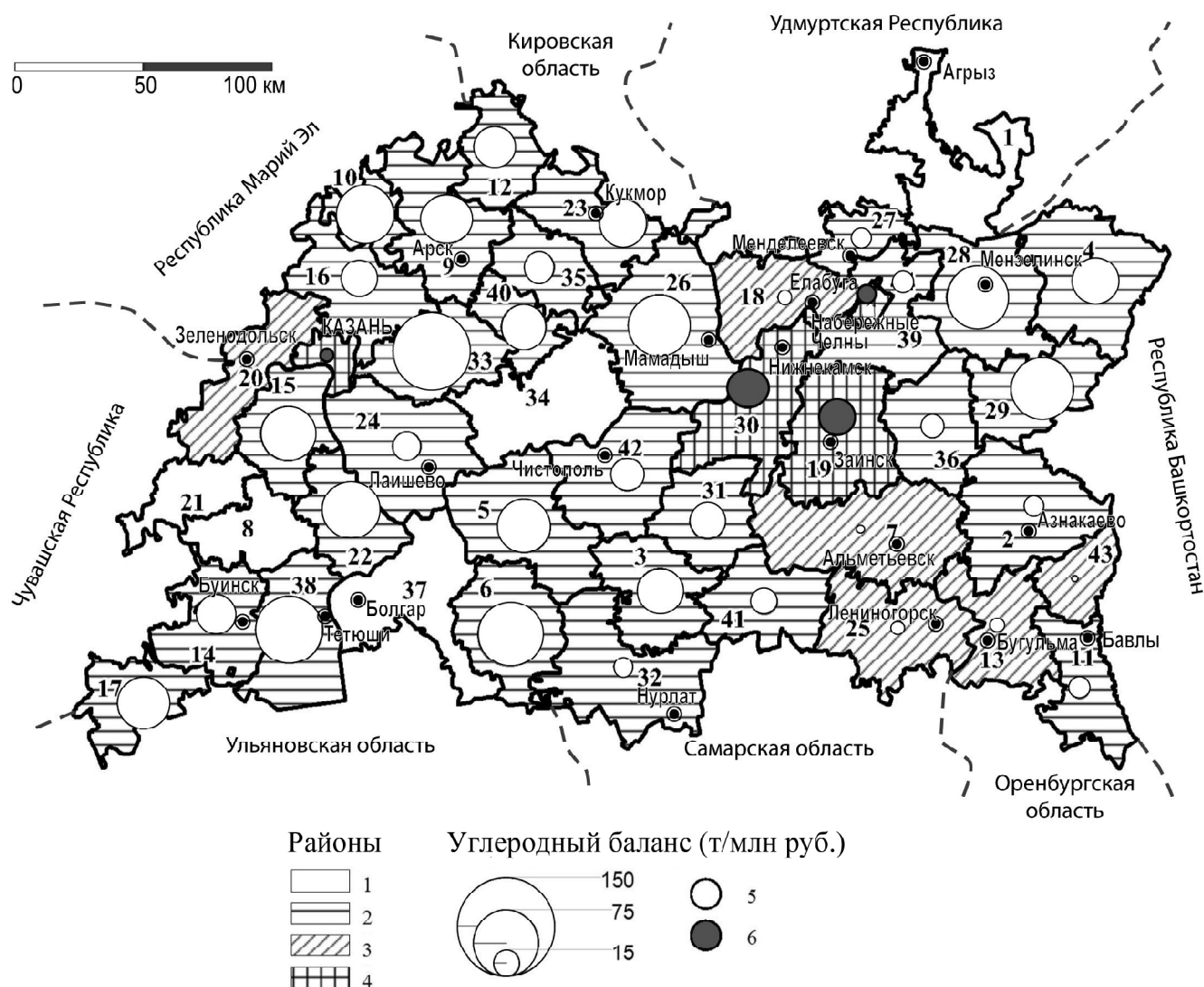


Рис. Углеродный баланс по районам Республики Татарстан: 1 – районы, в которых значения не определены из-за отсутствия одного из показателей; 2 – районы, в которых величина углеродопоглощения превышает углеродоемкость экономики; 3 – районы с близкими значениями углеродоемкости и углеродопоглощения; 4 – районы, где углеродоемкость превышает углеродопоглощение. Величина углеродного баланса (т/млн руб.): 5 – положительный баланс; 6 – отрицательный баланс. Цифрами на карте обозначены районы: 1 – Агрызский; 2 – Азнакаевский; 3 – Аксубаевский; 4 – Актанышский; 5 – Алексеевский; 6 – Алькеевский; 7 – Альметьевский; 8 – Апастовский; 9 – Арский; 10 – Атинский; 11 – Бавлинский; 12 – Балтасинский; 13 – Бугульминский; 14 – Буинский; 15 – Верхнеуслонский; 16 – Высокогорский; 17 – Дрожжановский; 18 – Елабужский; 19 – Заинский; 20 – Зеленодольский; 21 – Кайбицкий; 22 – Камско-Устьинский; 23 – Кукморский; 24 – Лаишевский; 25 – Лениногорский; 26 – Мамадышский; 27 – Менделеевский; 28 – Мензелинский; 29 – Муслимовский; 30 – Нижнекамский; 31 – Новошешминский; 32 – Нурлатский; 33 – Пестречинский; 34 – Рыбно-Слободский; 35 – Сабинский; 36 – Сармановский; 37 – Спасский; 38 – Тетюшский; 39 – Тукаевский; 40 – Тюлячинский; 41 – Черемшанский; 42 – Чистопольский; 43 – Ютазинский

Fig. Carbon balance of the regions of the Tatarstan Republic. Districts: 1 – values are not defined because of the absence of one of the indicators; 2 – areas with the carbon capacity exceeding the carbon intensity; 3 – areas with relatively equal values of carbon intensity and carbon capacity; 4 – areas with the carbon intensity exceeding the carbon capacity. Carbon balance (tons/million rubles): 5 – positive balance; 6 – negative balance. The numbers on the map indicate municipalities: 1 – Agryzskij; 2 – Aznakaevskij; 3 – Aksubaevskij; 4 – Aktanyshskij; 5 – Alekseevskij; 6 – Al'keevskij; 7 – Al'met'evskij; 8 – Apastovskij; 9 – Arskij; 10 – Atninskij; 11 – Bavlinskij; 12 – Baltasinskij; 13 – Bugul'minskij; 14 – Buinskij; 15 – Verhneuslonskij; 16 – Vysokogorskij; 17 – Drozhzhanovskij; 18 – Elabuzhskij; 19 – Zainskij; 20 – Zelenodol'skij; 21 – Kajbickij; 22 – Kamsko-Ust'inskij; 23 – Kukmorskij; 24 – Laishevskij; 25 – Leninogorskij; 26 – Mamadyshskij; 27 – Mendeleevskij; 28 – Menzelinskij; 29 – Muslumovskij; 30 – Nizhnekamskij; 31 – Novosheshminskij; 32 – Nurlatskij; 33 – Pestrechinskij; 34 – Rybno-Slobodskij; 35 – Sabinskij; 36 – Sarmanovskij; 37 – Spasskij; 38 – Tetjushskij; 39 – Tukaevskij; 40 – Tjuljachinskij; 41 – Cheremshanskij; 42 – Chistopol'skij; 43 – Jutazinskij

из лидеров по ВТП – Альметьевский район (274,8) – характеризуется относительно низкими выбросами CO_2 . Вместе с тем, высокие выбросы отмечаются в Заинском районе, где ВТП составляет 32,9 млрд руб., что подтверждает роль энергетического сектора в структуре ПП как ответственного за высокие выбросы CO_2 . Поглощающая способность лесных насаждений на территории Татарстана характеризуется величинами от 0,7 (в Азнакаевском районе) до 2,0 т/га в год (в Заинском районе). Суммарная поглощающая способность (с учетом с/х угодий, включающих пастбища и залежи) – от 2,6 (в Верхнеуслонском районе) до 7,7 т/га (в Новошешминском). Для корректного сравнения процессов углеродоемкости и углеродопоглощения показатели эмиссии и абсорбции CO_2 приведены к валовому территориальному продукту (ВТП) при существующем уровне производства и выражены в т/млн руб. [Пакина и др., 2019].

Полученные величины баланса CO_2 (рис.) позволяют сделать выводы об интенсивности использования потенциала природных ландшафтов и компенсировать нагрузку от хозяйственной деятельности. При существующем уровне производства поглощающая способность природных комплексов полностью покрывает эмиссию CO_2 в большинстве районов Татарстана. В этих случаях можно говорить о «положительном» углеродном балансе. Превышение нагрузки над потенциалом поглощения или «отрицательный» баланс характерны для муниципальных образований с наиболее высокими показателями ВТП: Нижнекамский и Заинский районы, а также города Набережные Челны и Казань. Интенсивная экономическая деятельность в них сопровождается высоким уровнем потребления энергии и, соответственно, выбросами CO_2 , а структура землепользования не способствует компенсации этого воздействия. Несколько районов

и городов демонстрируют близкие значения углеродоемкости экономики и поглощающей способности природных комплексов (Альметьевский и Ютазинский районы, города Зеленодольск и Елабуга), т. е. практически «нулевой» баланс. Таким образом, в регионе преобладают территории с высоким потенциалом поглощения углекислого газа, где при существующем уровне развития экономики выбросы CO_2 полностью компенсируются за счет структуры землепользования. В то же время не менее определенно выявляются районы с высокой степенью освоенности территории и относительно низкими величинами углеродопоглощения. Структура землепользования в этих районах не предполагает увеличения нагрузки на экосистемы, а управление ПП должно быть ориентировано на принятие мер по снижению углеродоемкости. На этом фоне особого внимания и более детальных исследований требуют городские территории: так, Казань, несмотря на низкий потенциал углеродопоглощения, находится в окружении районов с высоким «лимитом» на эмиссию CO_2 , что обеспечивает компенсационное рассеивание антропогенных выбросов.

Выводы

Оценка углеродоемкости экономики как индикатора интенсивности воздействия на природу представляет собой перспективное направление развития методических подходов к комплексной эколого-экономической оценке результатов природопользования на региональном уровне. Сопоставление величины углеродоемкости экономики с потенциалом углеродопоглощения, обеспечиваемого природными (или природно-антропогенными) ландшафтами, может использоваться для разработки экономических механизмов ПП, а также для корректировки структуры землепользования в целях управления природопользованием.

Благодарности. Выполнено по планам НИР кафедр картографии и геоинформатики (№ АААА-А16-116032810094-9) и рационального природопользования (№ АААА-А16-116032810096-3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бобылев С.Н., Аверченков А.А., Соловьева С.В., Кирюшин П.А. Энергоэффективность и устойчивое развитие. М.: Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2010. 148 с.

Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Честных О.В. Динамика баланса углерода в лесах федеральных округов Российской Федерации // Вопросы лесной науки. 2018. Т. 1. № 1. С. 1–24.

Зворыкин К.В. Географическая концепция природопользования // Вестн. Москов. ун-та. Сер. 5. Геогр. 1993. № 3. С. 3–16.

Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов. Утверждены распоряжением Минприроды России от 30.06.2017. № 20-р.

Пакина А.А., Тульская Н.И., Карнаушенко А.А. Эколого-экономическое картографирование Республики Татарстан // Геодезия и картография. 2019. № 1. С. 146–155.

Седьмое Национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и статьей 7 Киотского протокола. М., Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2017. 348 с.

Теория и методология ландшафтного планирования / А.В. Хорошев, И.А. Авессаломова, К.Н. Дьяконов и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. 444 с.

Lungarska A., Chakir R. Climate-induced land use change in France: impacts of agricultural adaptation and climate change mitigation. *Ecological Economics*, 2018, vol. 147, p. 134–154.

Tukker A., Bulavskaya T., Giljum S., de Koning A., Lutter S., Simas M., Stadler K., Wood R. The Global Resource Footprint of Nations. Carbon, water, land and materials embodied in trade and

final consumption calculated with EXIOBASE 2.1. Leiden, Delft, Vienna, Trondheim, 2014, 39 p.

Электронный ресурс

Регионы России. Социально-экономические показатели 2019. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.gks.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения 25.03.2020).

Поступила в редакцию 20.05.2020

После доработки 14.09.2020

Принята к публикации 06.10.2020

A.A. Pakina¹, N.I. Tul'skaya²

ASSESSMENT OF CARBON INTENSITY OF THE TATARSTAN ECONOMY FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

The paper presents the results of assessing the carbon intensity of the economy at a regional level based on the approach developed by the authors. The attempts to optimize the environmental management are often associated with the transition to a "low-carbon" economy, but the reduction of carbon intensity is considered mainly from the economic point of view. However, the structure of land use is an important factor of low-carbon development. The proposed approach allows comparing the intensity of natural and anthropogenic carbon flows, with due account of the absorption capacity of forests and agricultural land.

The IPCC guidelines for greenhouse gas inventory were used to assess the carbon intensity and the contribution of forests and agricultural land to carbon dioxide sequestration was estimated using the Guidelines for quantifying greenhouse gases absorption by the Russian Ministry of Natural Resources and Environment. The project was carried out for the Republic of Tatarstan. The calculations are based on the official data on fuel volumes used by economic sectors and administrative regions of Tatarstan, as well as the data on land use structure, verified with the satellite images.

The region has a diversified structure of economy and land use. The amount of CO₂ emissions and the absorption capacity of natural and transformed landscapes were estimated within the boundaries of administrative regions and correlated to the gross territorial product (GTP). The resulting values of the carbon balance and differentiation of this indicator over the territory of the region allows conclusions about the natural landscapes potential to compensate the economic activities pressure. The potential of natural systems significantly exceeds the anthropogenic load in the areas with a "positive" carbon balance, while in the areas with a "negative" carbon balance CO₂ emissions exceed the capacity of natural systems to absorb it. Thus, the carbon intensity as an indicator of environment impact is a promising direction for the development of integrated environmental and economic assessment of the results of nature management at the regional level. Comparison of the carbon intensity with the carbon sequestration potential could be used to improve the structure of land use for environmental management purposes.

Key words: carbon sequestration, carbon balance, land use

Acknowledgements. The paper was prepared within the scientific themes no. AAAA-A16-116032810096-3 (the Department of Nature Management) and no. AAAA-A16-116032810094-9) (the Department of Cartography and Geoinformatics) at the Lomonosov Moscow State University.

REFERENCES

Bobylev S.N., Averchenkov A.A., Solovieva S.V., Kiryushin P.A. *Energoeffektivnost i ustoichivoye razvitie* [Energy efficiency and sustainable development]. Moscow, Institute of sustainable development / Center for environmental policy of Russia, 2010, 148 p. (In Russian).

Lungarska A., Chakir R. Climate-induced land use change in France: impacts of agricultural adaptation and climate change mitigation, *Ecological Economics*, 2018, vol. 147, pp. 134–154.

Metodicheskie ukazaniya po kolichestvennomu opredeleniyu ob'yoma pogloshheniya parnikovyykh gazov [Methodological

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Environmental Management, Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: allapa@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Cartography and Geoinformatics, Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: tnadya@mail.ru

guidelines for quantifying the amount of greenhouse gases absorption]. Utverzhdeny rasporjazheniem Minprirody Rossii ot 30.06.2017, no. 20-r. (In Russian)

Pakina A.A., Tul'skaja N.I., Kar-naushenko A.A. Ekologo-ekonomicheskoe kartografirovanie Respubliki Tatarstan [Ecological-economic mapping of the Republic of Tatarstan], *Geodezija i kartografiya*, 2019, no. 1, p. 146–155. (In Russian)

Sed'moe Nacional'noe soobshhenie Rossijskoj Federacii predstavlennoe v sootvetstvii so stat'jami 4 i 12 Ramochnoj Konvencii Organizacii Ob'edinennyh Nacij ob izmenenii klimata i stat'ej 7 Kiotskogo protokola [7th National communication from the Russian Federation submitted in accordance with articles 4 and 12 of the United Nations framework Convention on Climate Change and article 7 of the Kyoto Protocol]. 2017. Moscow, Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, 348 p. (In Russian)

Teorija i metodologija landshaftnogo planirovanija [Theory and methodology of landscape planning] A.V. Horoshev,

I.A. Avessalomova, K.N. D'jakonov et al. Moscow, Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK Publ., 2019, 444 p. (In Russian)

Tukker A., Bulavskaya T., Giljum S., de Koning A., Lutter S., Simas M., Stadler K., Wood R. 2014. *The Global Resource Footprint of Nations*. Carbon, water, land and materials embodied in trade and final consumption calculated with EXIOBASE 2.1, Leiden/Delft/Vienna/Trondheim, 39 p.

Zamolodchikov D.G., Grabovskij V.I., Chestnyh O.V. Dinamika balansa ugleroda v lesah federal'nyh okrugov Rossijskoj Federacii [Dynamics of carbon balance in the forests of federal districts of the Russian Federation], *Voprosy lesnoj nauki*, 2018, vol. 1, p. 1–24. (In Russian)

Zvorykin K.V. Geograficheskaja koncepcija prirodnopol'zovanija [Geographical concept of nature management], *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 1993, no. 3, p. 3–16. (In Russian)

Web-source

Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli 2019 (Regions of Russia. Socio-economic indicators in 2019). Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. URL: <https://www.gks.ru/folder/210/document/13204> (access date 25.03.2020).

Received 20.05.2020

Revised 14.09.2020

Accepted 06.10.2020

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 5. ГЕОГРАФИЯ»

Общие требования к статье

Журнал «Вестник Московского университета. Серия 5. География» публикует результаты оригинальных исследований в различных областях географической науки, теоретические, методические и обзорные статьи, представляющие интерес для мирового научного сообщества. Представленные к опубликованию материалы должны соответствовать формальным требованиям журнала, пройти процедуру слепого рецензирования и получить рекомендацию к публикации на заседании редколлегии журнала. Решение о публикации принимается на основе научной значимости и актуальности представленных материалов. Статьи, отклоненные редакционной коллегией, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Объем статьи (текст, таблицы, список литературы, рисунки, перевод на английский) не должен превышать 1 а. л. (40 тыс. печатных знаков, включая пробелы), не более 50 тыс. знаков для обзорных статей. Объем кратких сообщений составляет 0,25 а. л. Рекомендуемый список литературы – до 30 наиболее актуальных работ по рассматриваемому вопросу. В обзорных статьях список литературы не должен превышать 60 источников. Для кратких сообщений список литературы может быть до 10 источников. Самоцитирований в списке литературы не должно быть более 10% от общего числа использованных источников.

Статья должна быть четко структурирована и включать рубрики: введение; материалы и методы исследований; результаты исследований и их обсуждение; выводы; список литературы.

Все материалы статьи компонуется в **единый сводный файл в формате Word** и размещаются в нем в следующей последовательности:

1. УДК.
2. Название статьи.
3. Инициалы и фамилия автора(ов).
4. Для каждого автора приводится полное название учреждения, в котором выполнялось исследование, подразделение (кафедра, лаборатория и т. п.), ученая степень, должность, *e-mail*.
5. Аннотация статьи.
6. Ключевые слова.
7. Текст статьи.
8. Благодарности, в том числе финансирование.
9. Список литературы.
10. Таблицы.
11. Подрисуночные подписи.
12. Рисунки.
13. Перевод на английский язык пунктов 2–6, 8–9, 11. В пункте 4 просьба использовать в переводе официальное наименование организации на английском языке (а не собственный вариант перевода).

Подготовка текста

Текст набирается 12-м кеглем через один интервал; поля слева, сверху и снизу – 2 см, справа – 1,5 см. Не допускается использование табулятора или пробелов для обозначения абзаца, ручных переносов в словах, переносов строк клавишей Enter в рамках одного предложения, разрывов страниц и разделов. В тексте статьи возможно использование полужирного шрифта и курсива для смысловых выделений, однако не должно использоваться подчеркивание. Десятичная часть чисел отделяется запятой.

Формулы набираются в редакторе формул отдельной строкой и имеют сквозную нумерацию по всей статье, выровненную по правому краю строки.

Таблицы набираются в Word, не допускается деление ячеек косой линией. Ручные переносы не допускаются.

Рисунки представляются отдельными файлами, названными по номерам рисунков (например: рис.1.tiff, рис.2.jpg), в графическом формате (eps, tif, jpg) разрешением не менее 300 dpi для полутоновых и 600 dpi для черно-белых изображений. Для графиков, выполненных в Excel, дополнительно прикладываются соответствующие файлы Excel. Картинки должны быть полностью готовы к изданию. Представление рисунков в виде схем Word или набранного текста с добавлением графических элементов, наложенных сверху, **не допускается**.

Ссылка на источник в тексте документа указывается в квадратных скобках. В тексте ссылки через запятую указывается фамилия автора и год издания. Если ссылок несколько, то они отделяются друг от друга точкой с запятой. Ссылка на источник на иностранном языке указывается на языке оригинала. Список русскоязычной литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003, 7.82–2001 и 7.0.5–2008. DOI (при наличии) указывается в конце ссылки. Ссылка на источник на английском языке оформляется единообразно и в русскоязычном, и в переведенном на английский язык списке литературы. **При наличии у русскоязычного издания, которое фигурирует в списке литературы, оригинальной или переводной англоязычной версии в ссылке должна быть указана именно она, а не русскоязычный вариант.**

Более подробные инструкции по подготовке статей для авторов можно найти на сайте журнала.

Статьи, оформленные не по правилам, будут возвращаться автору на переработку.

Статьи принимаются на географическом факультете в редакции, через сайт журнала и по электронной почте.

Редакция: комната 2108а, тел.: +7(495)-939-29-23. Сайт журнала: <https://vestnik5.geogr.msu.ru/jour/index>. Электронная почта: vestnik_geography@mail.ru

Плата за публикацию не взимается.