

Вестник Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

Серия 5 ГЕОГРАФИЯ

№ 2 • 2022 • МАРТ–АПРЕЛЬ

Издательство Московского университета

Выходит один раз в два месяца

СОДЕРЖАНИЕ

Добролюбов С.А., Алексеева Н.Н., Климанова О.А., Шувалов В.Е.

Профессиональный стандарт «Географ» в контексте университетского географического образования.....3

Теория и методология

Ростислав К.В. Различия между странами мира в общей производительности.....16

География и экология

Гребенец В.И., Кизяков А.И., Маслаков А.А., Сократов С.А., Стрелецкая И.Д., Толманов В.А., Юров Ф.Д. Влияние опасных криогенных процессов на инфраструктуру городов в Арктике.....25

Сибирцова Е.Н., Силаков М.И., Темных А.В., Завьялов А.В. Накопление микропластикового загрязнения в пляжевых отложениях юго-западного побережья Крыма.....37

Методы географических исследований

Тикунов В.С., Белоусов С.К. Интегральная оценка качества жизни населения городов и регионов России.....48

Каплин В.Г., Чичкова Е.Ф., Грядунов Д.А., Кочин Д.А. Дистанционные методы мониторинга продуктивности посевов озимой тритикале в лесостепи Среднего Поволжья.....61

Региональные исследования

Соловьев И.А. Трансформация миграционных процессов на Северном Кавказе в 1770–2019 гг.....73

Лебедев П.С., Смирнов И.П., Смирнова А.А., Ткаченко А.А. Социально-географическое пространство малых городов Тверской области.....86

Романов А.А., Шемякин Е.В., Кожемякина Р.В., Егоров Н.Н., Вартапетов Л.Г., Голубев С.В. Авифауна горных ландшафтов верховьев рек Котуй и Оленек (Средняя Сибирь).....101

Рудинская А.И., Беляев Ю.Р., Беляев В.Р., Гуринов А.Л., Гаранкина Е.В. Геоморфологические позиции селевых бассейнов Ловозерских тундр.....119

Мищук С.Н., Алексеев А.И. Население двух сел Еврейской АО: статистика и реалии.....133

История науки

Слука Н.А., Ткаченко Т.Х. География мирового хозяйства в Московском университете: этапы становления и перспективы развития.....139

CONTENTS

<i>Dobrolyubov S.A., Alekseeva N.N., Klimanova O.A., Shuvalov V.E.</i> Professional standard “Geographer” in the context of university geographical education.....	3
---	---

Theory and methodology

<i>Rostislav K.V.</i> Multifactor productivity of the countries of the world	16
--	----

Geography and Ecology

<i>Grebenets V.I., Kizyakov A.I., Maslakov A.A., Sokratov S.A., Streletskaya I.D., Tolmanov V.A., Yurov F.D.</i> Impact of hazardous cryogenic processes on urban infrastructure in the Arctic.....	25
<i>Sibirtsova E.N., Silakov M.I., Temnykh A.V., Zav'yalov A.V.</i> Microplastic accumulation in beach sediments of the southwest coast of Crimea.....	37

Methods of geographical research

<i>Tikunov V.S., Belousov S.K.</i> Integral assessment of the quality of life in russian cities and regions.....	48
<i>Kaplin V.G., Chichkova E.F., Gryadunov D.A., Kochin D.A.</i> Remote sensing methods for monitoring the productivity of winter triticale in forest-steppe of the Middle Volga river region.....	61

Regional studies

<i>Soloviev I.A.</i> Transformation of migration processes in the Northern Caucasus during 1770–2019.....	73
<i>Lebedev P.S., Smirnov I.P., Smirnova A.A., Tkachenko A.A.</i> Socio-geographical space of small towns in the Tver region.....	86
<i>Romanov A.A., Shemyakin E.V., Kozhemyakina R.V., Egorov N.N., Vartapetov L.V., Golubev S.V.</i> Avifauna of mountain landscapes in the upper reaches of the Kotui and Olenek rivers (Central Siberia).....	101
<i>Rudinskaya A.I., Belyaev Y.R., Belyaev V.R., Gurinov A.L., Garankina E.V.</i> Geomorphologic positions of debris flow basins in the Lovozerskiye tundry mountainous area.....	119
<i>Mishchuk S.N., Alekseev A.I.</i> Population of two villages of the Jewish autonomous region: statistics and reality.....	133

History of science

<i>Sluka N.A., Tkachenko T.Kh.</i> Main trends in the evolution of the national school of geography of world economy under the global challenges.....	139
--	-----

УДК 911.2(4)

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ «ГЕОГРАФ» В КОНТЕКСТЕ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

С.А. Добролюбов¹, Н.Н. Алексеева², О.А. Климанова³, В.Е. Шувалов⁴

¹⁻⁴ *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет*

¹ *Декан, чл.-кор. РАН, д-р геогр. наук; e-mail: dobroscience@yandex.ru*

² *Кафедра физической географии мира и геоэкологии, зам. декана по Учебно-метод. объединению, доц., канд. геогр. наук; e-mail: nalex01@mail.ru*

³ *Кафедра физической географии мира и геоэкологии, доц., канд. геогр. наук; e-mail: oxkl@yandex.ru*

⁴ *Кафедра экономической и социальной географии России, доц., канд. геогр. наук; e-mail: veshuvalov@mail.ru*

Профессиональные стандарты (далее – ПС) определяют характеристики квалификации, необходимые работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности. Они широко применяются в международной практике, в том числе в сфере образования. ПС формируют основу для разработки программ профессиональной подготовки и методов оценки и аттестации результатов профессионального обучения. Отсутствие в России ПС в сфере профессиональной деятельности географов до последнего времени являлось причиной отсутствия институализации профессии «географ» со всеми вытекающими из этого факта негативными последствиями. Разработанный и утвержденный в 2020 г. ПС «Географ» во многом решает эту проблему. Содержание и результаты этой работы определили цель данной статьи – проанализировать опыт разработки ПС «Географ» и провести предварительную оценку его потенциального влияния на университетское географическое образование в условиях постоянно происходящих изменений структуры высшего профессионального образования. Для этого рассмотрены научно-методические основы формирования ПС; проанализированы концептуальные и институциональные проблемы, которые возникали при разработке ПС «Географ»; описаны этапы его разработки; определены трудовые и обобщенные трудовые функции, реализуемые географами в разных сферах экономической деятельности; оценены потенциальные последствия принятия собственного ПС для университетского географического образования в России. В рамках ПС «Географ» в функционал междисциплинарного географа вошли основные виды его деятельности: выполнение полевых и изыскательских работ, подготовка аналитических материалов, организация географических проектов, проведение комплексной географической экспертизы проектов и работ. ПС «Географ» может сыграть существенную роль в развитии высшего географического образования в России, так как позволяет университетам «затачивать» подготовку студентов на наиболее актуальные и конкурентоспособные сферы профессиональной деятельности выпускников-географов с учетом запросов регионального рынка труда и возможностей продолжения образования, не ограничивая при этом узкими рамками специализации. Для выявления перспектив использования разработанного ПС необходим мониторинг сферы занятости выпускников образовательных программ по географии, их поддержка со стороны работодателей. Принятие ПС «Географ» не исключает, а предполагает в дальнейшем разработку специализированных ПС, более адекватно отражающих специфику отдельных географических направлений и сфер деятельности.

Ключевые слова: география, квалификационные требования, трудовые функции, высшее географическое образование, профессиональные стандарты

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Переход в Российской Федерации к модели федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (далее – ФГОС ВО), основанной на компетентном подходе, определяет необходимость более тесных связей между содержанием высшего образования и требованиями, предъявляемыми работодателями к выпускникам [Белоцерковский, 2015; Пилипенко и др., 2016].

Данную функцию в настоящее время в целом выполняет система профессиональных стандартов (далее – ПС), которая стала реально разрабатывать-

ся в России со второй половины 2000-х гг., когда появились первые ПС (2007–2008). В 2010 г. при Российском союзе промышленников и предпринимателей был создан Общественно-государственный совет системы независимой оценки качества профессионального образования, целью которого стало развитие организационных и методических оснований функционирования системы независимой оценки качества профессионального образования. В результате был принят целый ряд нормативных документов, закрепивших единый макет ПС, методике его разработки, порядок утверждения и применения [Разработка и применение..., 2014]. В 2014 г.

Указом Президента РФ создан Национальный совет при Президенте РФ по профессиональным квалификациям, который координирует работу по повышению качества профессионального образования в России, а на своих заседаниях рассматривает проекты ПС и принимает по ним заключения, обязательные к исполнению при их утверждении Министерством труда и социальной защиты РФ.

Профессиональный стандарт – это характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, в том числе выполнения определенной трудовой функции [Трудовой кодекс РФ, ч. 2, ст. 195.1]. Разработка ПС начинается с определения основной цели конкретного вида профессиональной деятельности, а сам документ системно представляет актуальную информацию о требованиях к квалификации, необходимым для выполнения тех или иных видов профессиональной деятельности [Блинов и др., 2010].

В перспективе ПС могут заменить Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), а также Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих (ЕКС), сведения из которых в настоящее время используются работодателями [Селентьева, Зиганшина, 2018].

ПС широко применяются в международной практике в сфере образования, где они формируют основу для разработки программ профессиональной подготовки и методов оценки и аттестации результатов профессионального обучения, наиболее полно и точно отвечающих современным и перспективным потребностям экономики [Лейбович, Прянишникова, 2008]. ПС являются одним из важнейших элементов в национальной системе квалификации и выступают связующим звеном между рынком труда и системой образования [Ладаускас, Сорокина, 2017].

Важное требование, определяющее связь ПС и ФГОС, содержится в новой редакции части 7 статьи 11 Федерального закона РФ от 29 декабря 2012 г. № 2738 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» о том, что ФГОС ВО должны формироваться на основе ПС в части требований к профессиональным компетенциям. В общем случае, при условии сопряжения содержания двух стандартов – образовательного и профессионального – знания и умения, получаемые студентами в вузе (в соответствии с ФГОС), должны соответствовать тем квалификационным требованиям, которые отражены в ПС (при его наличии).

Подготовка географов в университетах России ведется уже более двух столетий. Становление географии как университетской науки в России было

признано уставом университетов 1804 г. [Соловьев, 1964], а первые географические кафедры были открыты в Московском университете в 1804 г., в Санкт-Петербурге – в 1819 г. В начале 1960-х гг. подготовка географов велась в 29 университетах, учителей географии – в 68 педагогических институтах [Соловьев, 1964]. Число географов, подготовленных в университетах страны, например, только в 1950–1970-е гг., исчислялось тысячами [Университетская география..., 2016]. Однако легитимизации профессии географа за все это время так и не произошло. Отсутствие данной профессии в классификаторах, квалификационных справочниках и перечнях должностей создавало до последнего времени явное противоречие: работы географической направленности с большей или меньшей активностью велись, а закрепленного статуса географа в разных сферах социально-экономической деятельности и занятости не было.

Решить вопрос о легитимизации профессии географа, в том числе путем разработки и принятия отдельного профессионального стандарта, в котором были бы отражены основные виды деятельности географов в организациях самой разной направленности, стало возможно только после утверждения в мае 2019 г. Президентом РФ В.В. Путиным «Перечня поручений Президента РФ по вопросам популяризации географии». В данном документе отдельным пунктом было прописано поручение Правительству РФ: «При участии Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество», научных и образовательных организаций обеспечить подготовку предложений по определению трудовых функций специалистов в области географии в зависимости от вида их профессиональной деятельности и определению умений и знаний, необходимых для выполнения этих функций, а также проведение мероприятий по разработке профессионального стандарта «Географ» на основании названных предложений» [Перечень..., 2019]. Выполнение данного поручения было организовано Русским географическим обществом (далее – РГО)¹ и в целом реализовано 24 декабря 2020 г. принятием Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ № 954н «Об утверждении профессионального стандарта „Географ“ (Специалист по выполнению работ и оказанию услуг географической направленности)».

¹ Для разработки ПС «Географ» в январе 2020 г. была сформирована рабочая группа в составе О.Д. Прянишниковой (Центр развития профессиональных квалификаций ВНИИ труда Минтруда РФ), О.В. Царевой и А.В. Карандеева (Русское географическое общество), Н.Н. Алексеевой, О.А. Климановой и В.Е. Шувалова (географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова), А.И. Екимова (АНО НИЦ «Полярная инициатива»).

Необходимо отметить, что в отсутствие ПС «Географ» последние ФГОСы по направлению подготовки «География» (уровни 05.03.02 – бакалавриат и 05.04.02 – магистратура), утвержденные Министерством науки и высшего образования РФ 7 августа 2020 г., были по необходимости частично сопряжены с такими ПС, как *педагог в общеобразовательных школах, педагог дополнительного образования детей и взрослых, экскурсовод, специалист в сфере кадастрового учета, специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности, специалист по вопросам благоустройства и озеленения территорий, градостроитель, специалист по применению геоинформационных систем и технологий для решения задач государственного и муниципального уровня*. Указанный перечень профессий, естественно, не обладал качествами системности и лишь частично перекрывал широкое поле профессиональной деятельности географов. Действующие в настоящее время ФГОСы разрешают использовать ПС, которые в них формально не обозначены, что позволило после утверждения ПС «Географ» в целом решить данную проблему. Однако для создания отдельного стандарта «Географ» необходимо было сформулировать области профессиональной деятельности географов в различных секторах экономики, которые бы в целом не дублировали обобщенные трудовые функции из других профессиональных стандартов.

Еще одним условием разработки профессионального стандарта стала работа по внесению в Общероссийский классификатор занятий (далее – ОКЗ) изменений, предусматривающих включение в него группы занятий «Географы», а также соответствующих изменений в Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД) – включение вида экономической деятельности «Проведение географических исследований». Наличие подобных ОКЗ и ОКВЭД в настоящее время является обязательным для принятия ПС.

Важно отметить, что разработка содержания ПС представляла собой одновременно как нормативно-аналитическую работу, опирающуюся в том числе на фактические данные о содержании профессиональной деятельности географов в разных организациях (этот крайне важный этап работы был выполнен РГО путем социологического анкетирования), так и работу по согласованию и учету многочисленных замечаний и предложений, поступивших в ходе публичного обсуждения профессионального стандарта от работодателей и образовательных организаций. Содержание и результаты этой работы определили цель данной статьи: проанализировать опыт разработки профессионального стандарта «Географ» и провести предварительную оценку его

потенциального влияния на университетское географическое образование в России в условиях постоянно происходящих изменений структуры высшего профессионального образования².

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основы для разработки ПС использовались государственные и отраслевые нормативные документы, в том числе Национальная рамка квалификаций Российской Федерации, 2010; Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов»; приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»; Методические рекомендации по формированию содержания профессиональных стандартов, разработанные ФГБУ «ВНИИ труда» [Волошина и др., 2020] и др.

Считается, что в основе разработки ПС лежит методика функционального анализа, в рамках которой профессиональная деятельность специалиста рассматривается с точки зрения его трудовых функций, начиная с постановки цели трудовой деятельности и заканчивая определением конкретных трудовых действий. Результаты анализа профессиональной деятельности специалиста формализуются в виде функциональной карты. Каждый модуль функциональной карты – трудовая функция – содержит требования к необходимым знаниям и умениям, которыми должен владеть работник [Профессиональные стандарты..., 2013]. Разработка ПС также должна опираться на компетентностный и деятельностный подходы, которые позволяют системно и полноценно отразить трудовую деятельность специалиста.

Методика функционального анализа предполагает при формировании ПС выделение ряда этапов: создание рабочей группы; проведение опросов и формирование проекта функциональной карты; обсуждение проекта ПС в профессиональном сообществе, корректировка и утверждение [Олейникова, Муравьева, 2011].

При разработке содержания стандарта на основе анализа структуры практической деятельности, осуществляемой работниками в данной профессиональной области, определяются обобщенные трудовые функции (ОТФ), которые автономно может

² Результаты работы были представлены авторами и обсуждены 26 марта 2021 г. на рабочем семинаре Учебно-методического совета по направлению «География» ФУМО по укрупненной группе специальностей и направлений «Науки о Земле».

осуществлять человек, занимающий отдельную должность. В состав ОТФ обычно входит несколько трудовых функций. Описание каждой из них осуществляется путем указания на действия, ее составляющие, а также на умения и знания, необходимые для их выполнения [Блинов и др., 2010].

Разработка ПС «Географ» включала в себя четыре этапа:

1. Проведение анкетирования работодателей и специалистов с целью разработки трудового функционала специалистов в области географии. Русским географическим обществом при методической поддержке ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда России были разработаны соответствующие анкеты. В анкетировании, проведенном осенью 2019 г., приняли участие 413 юридических и 1021 физическое лицо. Юридические лица были представлены государственными компаниями, коммерческими, некоммерческими организациями и фондами, образовательными и муниципальными учреждениями. Так, в анкетировании приняли участие такие крупные компании, как ПАО «Газпром нефть», ПАО «РусГидро», ПАО «Лукойл», ОАО «РЖД», ПАО «ГМК „Норильский Никель“» (включая дочерние организации), научно-исследовательские институты РАН, проектные институты и др. Большинство компаний-работодателей и физических лиц поддерживали необходимость разработки и внедрения ПС «Географ». Наличие должностей с функциональными обязанностями, связанными с проведением географических исследований, а также выполнением работ и оказанием услуг географической направленности подтвердили 165 представителей юридических лиц. На основе полученных анкет были разработаны первоначальные формулировки и сформулированы трудовые функции в сфере «выполнения работ и оказания услуг географической направленности», а также возможные наименования профессий.

2. Разработка самого проекта ПС при методическом содействии ФГБУ «ВНИИ труда» (январь–март 2020 г.), включая определение перечня ОТФ, соответствующих требований к образованию и опыту практической работы. Для каждой ОТФ были также сформулированы возможные наименования должностей и профессий. Затем была проведена детализация трудовых функций и соответствующих им трудовых действий, знаний и умений.

3. Проведение профессионально-общественного обсуждения, в ходе которого поступили предложения и замечания, а также письма-поддержки от 70 организаций (март–июнь 2020 г.), в том числе от Министерства экономического развития РФ, Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Министерства финансов РФ, Совета по профессиональным квалификациям на железнодорожном

транспорте и др. Каждое замечание и предложение прошло обсуждение в рамках рабочей группы, большинство из них в той или иной степени было учтено в окончательной редакции ПС. В связи с жесткими ограничительными мерами в период пандемии коронавирусной инфекции мероприятия по обсуждению ПС проводились РГО в онлайн-формате на интернет-площадках, включая интерактивное совещание с большинством региональных отделений РГО.

4. После доработки проект ПС «Географ (Специалист по выполнению работ и оказанию услуг географической направленности)» был внесен в Министерство труда и социальной защиты РФ, после чего был осуществлен комплекс мероприятий по его утверждению, включая получение положительного экспертного заключения Национального совета при Президенте РФ по профессиональным квалификациям.

В соответствии с Методическими рекомендациями по разработке профессионального стандарта (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 апреля 2013 г. № 170н), наименование вида профессиональной деятельности определяется с учетом ОКВЭД и ОКЗ. Но указанные классификаторы, равно как и другие действующие в Российской Федерации нормативно-правовые акты, на момент разработки ПС не содержали категории «работы географической направленности» и «услуги географической направленности». Поэтому параллельно проводилась работа по включению этих категорий в указанные классификаторы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание стандарта «Географ». Профессиональный стандарт «Географ (Специалист по выполнению работ и оказанию услуг географической направленности)» был утвержден приказом Минтруда от 24.12.2020 г. № 954н и зарегистрирован Минюстом 04.02.2021 г. (рег. № 62379). В реестре ПС Минтруда он был отнесен к области профессиональной деятельности № 10: Архитектура, проектирование, геодезия, топография и дизайн (код 10.013).

В ПС, в том числе по результатам общественного обсуждения, впервые сформулировано, что *целью профессиональной деятельности географа является «системное применение географических подходов, методов, знаний и информации о компонентах и подсистемах природы и общества для целей обеспечения устойчивого социально-экономического развития страны и ее регионов, пространственного планирования и выработки оптимальных управленческих решений в различных сферах экономики, культуры, общественной жизни, международных*

отношений и природоохранной деятельности» [Профессиональный..., 2020].

В рамках ПС сформулированы четыре ОТФ географа (табл. 1).

ОТФ – это «модель» (типовое описание) профессии, должности, в которой представлен ключевой набор трудовых функций. Объективным основанием для выделения ОТФ является вид работ и слож-

ность их выполнения. Каждая ОТФ охарактеризована по нескольким позициям: указаны возможные наименования должностей и профессий (например, аналитик-географ, географ-специалист в области пространственных данных для ОТФ-2); требования к образованию, опыту практической работы, особые условия допуска к работе, соотнесение с основными кодами классификаторов.

Таблица 1

**Трудовые функции географа и их соответствие уровню квалификации
в профессиональном стандарте «Географ»**

Обобщенные трудовые функции	Уровень квалификации	Трудовые функции
Выполнение изыскательских работ по получению информации физико-, экономико- и эколого-географической направленности	Бакалавр	Проведение полевых изысканий по сбору первичной информации географической направленности
		Проведение камеральных изысканий по сбору первичной информации географической направленности
		Обработка первичной информации географической направленности
Подготовка аналитических материалов географической направленности в целях оценки состояния, прогнозирования, планирования и управления природными и социально-экономическими территориальными системами	Бакалавр	Отбор и систематизация географической информации в целях прогнозирования, планирования и управления природными и социально-экономическими территориальными системами
		Проведение комплексной диагностики состояния природных и социально-экономических территориальных систем
Организация выполнения работ и оказания услуг географической направленности, организация географических проектов	Бакалавр	Подготовка технического задания для выполнения работ, оказания услуг и реализации проектов географической направленности
		Подбор материально-технических и кадровых ресурсов для выполнения работ, оказания услуг и реализации проектов географической направленности
		Организационное сопровождение и контроль за выполнением работ, оказанием услуг и реализацией проектов географической направленности
Проведение комплексной географической экспертизы проектов и работ	Магистр	Проведение комплексной географической оценки результатов работ и проектов
		Подготовка экспертного заключения географической направленности по проблемным ситуациям, возникающим в результате реализации стратегий и программ социально-экономической и экологической направленности на разных территориальных уровнях

Примечание. Источник: [Профессиональный..., 2020].

Трудовые функции конкретной ОТФ связаны между собой, они складываются в результате разделения труда в конкретном производственном или бизнес-процессе. Каждой ОТФ, как правило, соответствует не менее двух трудовых функций, в ПС «Географ» их выделено 10. Для всех трудовых функций указаны трудовые действия (например, сбор

полевых данных в соответствии с выбранной методикой и инструментарием), необходимые умения и знания для ее выполнения.

Для каждой обобщенной трудовой функции приведено соответствие с действующим Общероссийским классификатором специальностей по образованию ОК 009-2016. Для первых трех обобщенных

трудовых функций указаны направления подготовки не только в рамках укрупненной группы «Науки о Земле» (География, Картография и геоинформатика, Экология и природопользование, Гидрометеорология), но и в рамках ряда других групп, среди которых такие направления, как Туризм, Государственное и муниципальное управление, Регионоведение России. Для четвертой ОТФ «Проведение комплексной географической экспертизы проектов и работ» в качестве характеристики образования указан уровень магистратуры по направлениям подготовки из группы наук о Земле и специалитет по военной картографии, а также опыт проведения работ географической направленности не менее 5 лет.

Отметим, что поименованные в профстандарте ОТФ не исчерпывают весь спектр областей и видов профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата и/или магистратуры по направлению подготовки «География». Если в целом анализировать требования к профессиональной подготовке для выполнения трудового функционала географа, то за исключением четвертой ОТФ профессиональный стандарт жестко не конкретизирует, а лишь обозначает необходимый минимум для «вхождения» в профессию.

Важно отметить, что впервые профессия географа соотнесена с группами занятий и ОКВЭД, в ПС приведены возможные наименования должностей, на которых могут работать географы.

Концептуальные проблемы разработки стандарта «Географ». Основная концептуальная проблема, с которой столкнулись разработчики ПС «Географ», обусловлена прежде всего чрезвычайно большим разнообразием научных направлений и систем специализации в географии и, следовательно, сфер профессиональной деятельности выпускников образовательных программ по направлению «География» бакалавриата (05.03.02) и магистратуры (05.04.02). Не случайно в кругу географов можно услышать изречение, приписываемое Н.Н. Баранскому, что география изучает объекты, явления и процессы на Земле «от геологии до идеологии».

Современная география – это многопрофильная область не только науки, но и высшего образования. Например, в университетах страны на регулярной, периодической или эпизодической основе реализуются образовательные программы бакалавриата более чем по 35 направлениям (профилям). Однако в большинстве региональных университетов России, осуществляющих подготовку географов, в последние 10–15 лет в силу разных причин (прежде всего – объединение кафедр географического профиля, часто с последующей их ликвидацией) в ходе реформы высшего образования произошел отход от относительно узкой спе-

циализации образовательных программ в сторону их комплексирования. Наиболее распространенные из них – это «Общая география» как единый профиль (25 университетов), «Рекреационная география и туризм» (21), «Физическая география и ландшафтоведение» (15), «Экономическая и социальная география» (15). Относительно узкая специализация образовательных программ еще сохранилась в ряде крупных университетов, прежде всего на географическом факультете МГУ (7 профилей бакалавриата) и в некоторых других относительно крупных географических коллективах, но это, скорее, исключение, чем правило. Поэтому с известной долей условности можно утверждать, что эпоха специализации при подготовке географов в университетах страны заканчивается. Для большинства региональных университетов, осуществляющих подготовку географов, это уже свершившийся факт. Данная тенденция, скорее всего, будет усиливаться, что связано с планами Министерства науки и высшего образования РФ по очередному укрупнению направлений подготовки и значительному уменьшению учебных часов на специализацию студентов вузов.

В ходе обсуждения проекта ПС высказывались замечания, которые можно обобщить в виде фразы «проект не раскрывает всей полноты специальности „географ“». Действительно, все разнообразие направленностей (профилей) образовательных программ (их 35), по которым ведется подготовка в вузах страны и которые указываются в дипломах выпускников-географов, при формулировке трудового функционала учесть практически невозможно. Поэтому в ПС была предложена единая линейка трудовых действий географа с последовательным усложнением функций. Заметим, что все географические науки – физическая, экономическая, социальная, политическая, культурная, рекреационная географии, геоморфология, палеогеография, криолитология, ландшафтоведение, биогеография и т. д. (список можно продолжать) при всей их индивидуальности сохраняют общие черты географического подхода, а именно: территориальность, комплексность и использование карты как второго языка и метода исследования.

В основу разработки ПС «Географ» был положен междисциплинарный подход, позволяющий в генерализованном виде охарактеризовать деятельность географа, охватывающую практически все компоненты природы и общества. Так, в числе объектов в трудовых функциях географа указаны природные, природно-хозяйственные и социально-экономические территориальные системы.

При формулировании ОТФ и трудовых функций, чтобы не ограничивать их конкретной спецификой

физико- и экономико-географических работ и услуг, были предложены более широкие, объемлющие понятия. Так, при характеристике работ и услуг / информации введена категория «географической направленности», включающая в себя физико-, социально-, экономико- и эколого-географические работы и услуги / информацию.

В ПС нашли отражение требования к специалистам-географам, которые являются общими для профессиональной деятельности географов вне зависимости от их специализации и страновой принадлежности, а именно: наличие пространственного мышления, способность работать в междисциплинарном формате, обладание компетентными навыками полевых исследований, умение профессионально работать с пространственными данными, включая данные дистанционного зондирования, и владение современными ГИС-технологиями.

Так, при описании каждой ОТФ указаны необходимые умения и знания, обеспечивающие использование цифровых технологий при выполнении конкретной функции. Среди безусловных умений специалистов-географов указаны такие требования (из содержания разных ОТФ), как способность использовать геоинформационные системы для сбора, обработки и анализа пространственных данных; применять стандартные и специализированные программные продукты для обработки и визуализации пространственных данных, в том числе данных дистанционного зондирования Земли; применять необходимые программные продукты для извлечения географической информации, формирования баз данных параметров (показателей) состояния природных, природно-хозяйственных и социально-экономических территориальных систем для решения конкретных научных и прикладных задач.

Необходимо отметить, что принятие ПС «Географ» не исключает, а предполагает в дальнейшем разработку специализированных ПС, более адекватно отражающих специфику отдельных географических направлений и сфер деятельности. Безусловно, узкие профили требуют своих ПС, которые в идеале могли бы сформировать «Отраслевую рамку квалификаций географов». Однако реализовать эту задачу в ближайшем будущем сложно в силу объективных и субъективных причин. Тем более что в настоящее время еще нет ПС для выпускников направлений наук о Земле с давно и четко закрепленным на рынке труда профессиональным функционалом (картографы, гидрологи, климатологи, океанологи, экологи и др.).

Таким образом, междисциплинарный подход к разработке ПС географа позволил сохранить единое профессиональное поле географов, отразил комплексный характер многих прикладных географических задач, касающихся как природных (физико-гео-

графические науки), так и общественных процессов (социально- и экономико-географические науки).

Профстандарт «Географ» и университетское географическое образование. В настоящее время направление подготовки «География» – второе (после «Экологии и природопользования») по числу университетов с образовательными программами по наукам о Земле: подготовка географов (бакалавриат и магистратура) ведется в 52 университетах в 48 субъектах РФ (по базе данных ФУМО «Науки о Земле»). Средний ежегодный набор в 2016–2020 гг. на бюджетные места (очная форма обучения) составлял порядка 1200–1450 человек в бакалавриат и 630–970 человек в магистратуру, с тенденцией в сторону сокращения набора по обоим уровням образования (табл. 2). Набор на программы по географии во многих университетах в настоящее время осуществляется не каждый год³. С учетом предоставленного университетам права распределять набор на бюджетные места по направлениям подготовки внутри единых контрольных цифр на УГСН «Науки о Земле», эта тенденция, к сожалению, усилилась. В результате набор на образовательные программы по географии по решению руководства университетов часто сокращается в пользу других направлений подготовки, сфера занятости которых более четко определена и на выпускников которых имеются запросы рынка труда в том или ином регионе страны.

Современная география, к сожалению, во многом утратила свою изначальную ориентацию на познание стран и районов. Это нашло свое отражение и в трансформации университетского образовательного пространства, в котором данная область подготовки, по крайней мере формально, во многом перехвачена Зарубежным регионоведением и Регионоведением России в рамках укрупненной группы 41.00.00 «Политические науки и регионоведение». Так, например, прием в бакалавриат на зарубежное регионоведение в 2021 г. осуществлялся в 44 вузах России, что на 10 вузов больше, чем прием на географию (данные интернет-портала <https://vuzopedia.ru>).

Негативное влияние на набор студентов на направление «География» в университетах оказывает также небольшое число выпускников школ, сдающих ЕГЭ по географии, о чем неоднократно выражалась обеспокоенность на заседаниях Попечительского совета РГО. Вопросы совершенствования высшего, основного общего и среднего общего географического образования тесно связаны. В «Концепции развития географического образования в Российской Федерации», опубликованной

³ По данным портала для абитуриентов <https://vuzopedia.ru>, в 2021 г. прием на направление 05.03.02 «География» был открыт в 32 вузах 29 городов, на направление 05.04.02 – в четырех вузах в четырех городах.

в 2018 г., среди проблем школьной географии указаны отсутствие комплексного подхода в изучении географии, в результате чего наблюдается разрыв между физической и социально-экономической географией; отставание содержания школьного курса географии от современных достижений в области географической науки; сохранение традиционных методик обучения и недостаточный объем практических занятий, что в итоге приводит к недооценке значимости учебного предмета «География» среди школьников [Концепция развития..., 2018]. Все это привело к малой востребованности среди выпускников школ экзамена по географии в форме ЕГЭ, чему также способствовало отсутствие предмета в перечне вступительных испытаний для поступления в образовательные организации высшего образования по многим направлениям подготовки, где география необходима. Даже расширение в 2019 г.

перечня направлений подготовки, куда принимают результаты ЕГЭ по географии в качестве экзамена по выбору, не привело к росту числа сдающих ЕГЭ, так как администрации вузов выгоднее принять результаты ЕГЭ по другим дисциплинам (например, по биологии при приеме на направление «Экология и природопользование»), прежде всего в силу малочисленности контингента абитуриентов с ЕГЭ по географии. Этот замкнутый круг, к сожалению, ведет к тому, что география находится на аутсайдерских позициях, уступая, как естественно-научным, так и гуманитарным и прикладным (информатика, иностранный язык) дисциплинам. Звучат рекомендации по переводу для части направлений вступительного экзамена по географии в обязательные, что могло бы помочь значительно нарастить аудиторию, охваченную ЕГЭ по географии, но пока этот вопрос пока далек от решения.

Таблица 2

Контрольные цифры приема на бюджетные места (очная форма обучения) на направление «География» в 2016–2020 гг.

	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020
Бакалавриат	1435	1440	1414	1307
Магистратура	967	1005	938	603

Примечание. Источник: данные проектов контрольных цифр приема.

Еще одна проблема связана с кардинальными институциональными изменениями в структуре учебно-научных подразделений университетов, осуществляющих подготовку по направлению 05.00.02 «География», которые произошли за последние 20 лет. В рамках проводимых реорганизаций и укрупнений в российских университетах почти половина географических факультетов вошла в состав институтов⁴ и потеряла свой самостоятельный статус. Из 52 университетов только в 8 университетах остались учебно-научные структурные подразделения с названием «Географический факультет», «Факультет географии» или «Институт географии». Утрата ранее завоеванного университетского статуса и в целом позиций в большинстве университетов России привела к переходу географии с факультетского уровня на уровень кафедр, где ее стали организационно

объединять с другими направлениями подготовки (например, в Казанском федеральном университете – это кафедра географии и картографии, в Кемеровском государственном университете – кафедра геологии и географии и т.д.). В результате уровень специализации при подготовке студентов по направлению «География» резко снизился. Существенно сократился при этом и кадровый состав преподавателей. В качестве исключения можно отметить, что в 2020 г. впервые осуществлен набор в бакалавриат на новом факультете географии и геоинформационных технологий, открывшемся в Национальном исследовательском университете «Высшая школа экономики». Но исключение, как известно, только подтверждает правило...

Тенденция на сокращение университетского географического образования в нашей стране в целом противоречит практике развития географического образования во многих странах Европы и США, лидирующих по международным профильным университетским рейтингам. Так, в Великобритании и Германии география рассматривается как комплексная область знания, интегрирующая природную и социальные ветви [Алексеева и др., 2015]. При подготовке профессиональных географов за рубежом

⁴ Среди названий институтов слово «география», как правило, отсутствует. Распространенные названия – Институты наук о Земле и Институты естественных наук. Есть и более сложные конструкции: Институты математики, естественных и компьютерных наук; природопользования, территориального развития и градостроительства; управления, экологии и финансов; экологии и устойчивого развития и т.п.

выделяют три наиболее значимых составляющих профессии: владение навыками полевых исследований, способность работать вне узких дисциплинарных границ и пространственное мышление [Solem et al., 2008; Hill et al., 2018], что также соответствует традициям отечественного географического образования. Уровень профессионального образования еще четыре десятилетия назад определял, например, в англосаксонском мире карьерные траектории выпускников [Lawton, 1980]. После получения первого уровня образования выпускник мог работать преподавателем географии в колледже, а получив дополнительные навыки, мог рассчитывать на работу в сфере территориального планирования, консалтинга или в финансовой сфере.

В настоящее время спектр профессиональной деятельности географов существенно видоизменился. По данным Американской ассоциации географов в США число специалистов, занятых в сферах, связанных с географией, составляет свыше 1,36 млн человек. Среди них – ГИС-специалисты (свыше 800 тыс.), специалисты в области дистанционного зондирования (свыше 72 тыс.), точного земледелия (свыше 72 тыс.), городского и регионального планирования (свыше 39 тыс.), транспортного планирования (около 40 тыс.), экологической реабилитации (85 тыс.), климатические аналитики (свыше 85 тыс.) и др. [Careers in Geography, 2021]. По оценкам Американской ассоциации географов в обозримом будущем число занятых в профессиональных областях, связанных с географией, будет и дальше расти.

В Великобритании аналогом ПС служат национальные профессиональные стандарты (National Occupational Standards) [Лейбович, Прянишникова, 2008]. В британской базе данных стандартов в сфере географии указано 29 профессий, хотя собственно профессиональный стандарт «Географ» отсутствует [Repository..., 2021]. На рынке труда навыки, получаемые географами, востребованы в сферах сельского хозяйства, охраны природы, территориального планирования, управления, маркетинга и др.

Таким образом, междисциплинарность является неотъемлемой частью подготовки географов и позволяет увязать географию с множеством других предметных областей. Поэтому неудивительно, что географы работают во многих отраслях как в частном, так и в государственном секторах. Все большее распространение получают такие направления, как комплексный региональный анализ, стратегии пространственного развития, территориальное планирование и проектирование, экологическая география и др. Фактически в этой парадигме и был разработан профессиональный стандарт «Географ», который ориентирован на «универсального геогра-

фа», способного решать актуальные географические задачи на основе синтеза естественно-научных и социально-экономических знаний с применением современных цифровых технологий.

В этих условиях встает вопрос о выстраивании новой стратегии развития географического университетского образования с акцентом на подготовку «универсального географа», способного применять целый набор современных подходов и методов исследования природы и общества – геоинформационные технологии, методы математического моделирования, обработки «больших данных», технологии машинного обучения и распознавания образов и др. Этот объективный тренд, обусловленный потребностями развития науки, свидетельствует о «дрейфе» географии в сторону информационных систем и технологий, ее дальнейшей математизации и технологизации.

ПС «Географ» может сыграть существенную роль в развитии высшего географического образования, так как в соответствии действующими с 2020 г. ФГОС 3++ вузы самостоятельно определяют набор профессиональных компетенций для подготовки студентов путем выбора одной или нескольких обобщенных трудовых функций из сопряженных с ними профессиональных стандартов. Это позволяет университетам «затачивать» подготовку студентов на наиболее актуальные и конкурентоспособные сферы профессиональной деятельности выпускников-географов с учетом запросов регионального рынка труда и возможностей продолжения образования.

Для определения перспектив использования ПС «Географ» необходим мониторинг сферы занятости выпускников, поддержка образовательных программ по географии со стороны работодателей и их объединений, которые могли бы оказывать необходимое давление на руководство ряда вузов, наиболее решительно проводящих политику «оптимизации» (фактически закрытия) географии как направления подготовки.

ВЫВОДЫ

Опыт разработки ПС «Географ» показал наличие в географическом сообществе различных, часто противоположных точек зрения на его целевые функции, характер и содержание. Наличие целого ряда концептуальных, институциональных, организационных и субъектно-поведенческих проблем, решить которые в рамках только одного профессионального стандарта не представляется возможным, определило при его разработке выбор модели «междисциплинарного» географа.

В рамках ПС «Географ» в функционал междисциплинарного географа вошли основные виды его деятельности: выполнение полевых и изыскательских работ, подготовка аналитических материалов,

организация географических проектов, проведение комплексной географической экспертизы проектов и работ.

Сформулированная в ПС «Географ» сфера применения профессии географа включила в себя мониторинг состояния природной среды и техногенного влияния на территории и акватории, прогноз их последствий; проведение эколого-географического консалтинга и экспертизы; оптимизацию природопользования; использование географических подходов и пространственных данных в стратегическом и пространственном планировании в государственном и корпоративном секторах экономики; пространственные исследования рынков для принятия сбытовых, логистических и инвестиционных решений, для эффективной деятельности промышленных компаний, ритейла, девелоперских проектов и многое другое.

Востребованность профессии «Географ» не вызывает сомнений, так как она обусловлена растущими потребностями в сфере стратегического и территориального проектирования, управления, экспертизы, мониторинга территориальных систем и структур разного пространственного уровня в интересах ускоренного социально-экономического и эколого-ориентированного развития Российской Федерации. Это определяет очередную задачу, стоящую

после принятия ПС «Географ» и институционального признания профессии «Географ», – внедрение его на рынке труда и в практической деятельности организаций.

В условиях отсутствия четко сформулированных запросов рынка труда к высшему образованию, квалификационных требований к научным работникам (не существует соответствующей отраслевой рамки квалификаций) ПС «Географ» в обобщенном виде обозначил для выпускников географических направлений квалификационные рамки, которые создают основу для планирования различных траекторий образования для получения конкретной квалификации, повышения профессионального уровня, карьерного роста и проч.

Существенная трансформация географического образовательного пространства в России определяет задачу разработки и реализации новой стратегии развития университетского географического образования в России, существенную роль в которой должен сыграть принятый ПС «Географ».

Различные формы и уровни географического образования взаимосвязаны. Поэтому сформулированные в ПС «Географ» положения необходимо учитывать не только при совершенствовании университетского, но и других уровней и форм географического образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеева Н.Н., Климанова О.А., Наумов А.С. Сравнительный анализ высшего географического и эколого-географического образования в России и странах зарубежной Европы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2015. № 1. С. 3–11.
- Белоцерковский А.В. К вопросу о согласовании образовательных и профессиональных стандартов // Высшее образование в России. 2015. № 6. С. 26–31.
- Блинов В.И., Сазонов Б.А., Лейбович А.Н., Батрова О.Ф., Волошина И.А., Есенина Е.Ю., Сергеев И.С. Национальная рамка квалификаций Российской Федерации. М.: ФГУ «ФИРО», 2010. 7 с.
- Волошина И.А., Прянишникова О.Д., Клинк О.Ф., Зайцева О.М., Новиков П.Н. Методические рекомендации по формированию содержания профессиональных стандартов. М.: Перо, 2020. 28 с.
- Ладаускас С.В., Сорокина Н.В. Профессиональные стандарты: особенности внедрения в Российской Федерации // Научный вестник Южного института менеджмента. 2017. № 2. С. 51–56.
- Лейбович А.Н., Прянишникова О.Д. Профессиональные стандарты: краткий обзор зарубежного опыта // Промышленник России. 2008. № 3. С. 37–41.
- Олейникова О.А., Муравьева А.А. Профессиональные стандарты: принципы формирования: назначение и структура. Методическое пособие. М.: АНО Центр ИРПО, 2011. 100 с.
- Пилипенко С.А., Жидков А.А., Караваева Е.В., Серова А.В. Сопряжение ФГОС и профессиональных стандартов: выявленные проблемы, возможные подходы, рекомендации по актуализации // Высшее образование в России. 2016. № 6. С. 5–15.
- Профессиональные стандарты в России: современное состояние вопроса, возможности применения / под общ. ред. В.В. Федотовой. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 51 с.
- Разработка и применение профессиональных стандартов: словарно-справочное пособие / авт.-сост. А.Н. Лейбович, И.А. Волошина, П.Н. Новиков, В.М. Зуев, О.Д. Прянишникова, Е.И. Косаковская, В.И. Блинов, О.Ф. Батрова, Е.Ю. Есенина, А.А. Факторович. М.: Перо, 2014. 33 с.
- Селентьева Д.О., Зиганишина Д.Г. Профессиональные стандарты: история возникновения в России, их значение и перспективы развития // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 12-1. С. 77–80.
- Соловьев А.И. Географическое образование, система подготовки специалистов-географов в вузах // Педагогическая энциклопедия. Т. 1. М.: Советская энциклопедия, 1964. Кол./Стлб. 501–506.
- Университетская география в современном мире / под ред. А.С. Наумова. М.: Буки-Веди, 2016. 282 с.
- Электронные ресурсы*
- Концепция развития географического образования в Российской Федерации. 2018. URL: <https://docs.edu.gov>.

- ru/document/54daf271f2cc70fc543d88114fa83250 (дата обращения 12.04.2021).
- Перечень поручений по вопросам популяризации географии (утв. Президентом РФ 15.05.2019 N Пр-837). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/60537> (дата обращения 10.05.2021).
- Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов». URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/government/106> (дата обращения 10.05.2021).
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов». URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/48> (дата обращения 10.05.2021).
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 170 н от 29 апреля 2013 г. «Об утверждении методических рекомендаций по разработке профессионального стандарта». URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/104> (дата обращения 10.05.2021).
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 декабря 2020 г. № 954н «Об утверждении профессионального стандарта „Географ“ (Специалист по выполнению работ и оказанию услуг географической направленности)». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102040037> (дата обращения 27.06.2021).
- Профессиональный стандарт «Географ» (Специалист по выполнению работ и оказанию услуг географической направленности). 2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573522182> (дата обращения 10.05.2021).
- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ. URL: <http://tkodeksrf.ru/tkodeksrf.pdf> (дата обращения 27.06.2021).
- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Об образовании в Российской Федерации». URL: https://legalacts.ru/doc/273_FZ-ob-obrazovanii/ (дата обращения 27.06.2021).
- Careers in Geography. American Association of Geographers, URL: <http://www.aag.org/careers> (дата обращения 09.07.2021).
- Hill J., Walkington H., King H. Geographers and the scholarship of teaching and learning, *Journal of Geography in Higher Education*, 2018, vol. 42, no. 4, p. 557–572, DOI: 10.1080/03098265.2018.1515188.
- Lawton D. Curriculum planning and technological change, *Education + Training*, 1980, vol. 22, no. 4, p. 124–124, DOI: 10.1108/eb016710.
- Repository for all approved National Occupational Standards. National Occupational Standards, URL: <https://www.uk-standards.org.uk/EN> (дата обращения 11.07.2021).
- Solem M., Cheung I., Schlemper B. Skills in Professional Geography: An Assessment of Workforce Needs and Expectations, *The Professional Geographer*, 2008, vol. 60, no. 3, p. 356–373, DOI: 10.1080/00330120802013620.

Поступила в редакцию 07.07.2021
После доработки 15.08.2021
Принята к публикации 27.09.2021

PROFESSIONAL STANDARD “GEOGRAPHER” IN THE CONTEXT OF UNIVERSITY GEOGRAPHICAL EDUCATION

S.A. Dobrolyubov¹, N.N. Alekseeva², O.A. Klimanova³, V.E. Shuvalov⁴

^{1–4} *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography*

¹ *Dean, Corresponding Member RAS, D.Sc. in Geography; e-mail: dobroscience@yandex.ru*

² *Department of World Physical Geography and Geoecology, Associate Professor, Head of the Department, Ph.D. in Geography; e-mail: nalex01@mail.ru*

³ *Department of World Physical Geography and Geoecology, Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: oxkl@yandex.ru*

⁴ *Department of Economic and Social Geography of Russia, Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: veshuvalov@mail.ru*

Professional standards (hereinafter referred to as PS) determine the characteristics of the qualification necessary for an employee to carry out a certain type of professional activity. They are widely used internationally including the field of education. PSs form the basis for developing vocational training programs and methods for assessing and certifying vocational training outputs. Until recently, a PS in the field of professional activity of geographers was absent in Russia reasoning for the lack of institutionalization of the profession of “geographer” with all negative results. The PS “Geographer”, developed and approved in 2020, largely solves this problem. The content and results of this work determined the purpose of the article, i.e. to analyze the experience of developing the PS “Geographer” and to conduct a preliminary assessment of its potential impact on university geographical education under constantly changing structure of higher professional education.

For this, the article discusses main scientific and methodological bases of the above PS and analyzes the conceptual and institutional problems that arose during elaboration of the PS “Geographer”. The stages of its

elaboration are described and labour and generalized labour functions of geographers in various spheres of economic activity are defined. The potential implications of PS adoption for the geographical education in Russian universities are assessed. Within the framework of the PS “Geographer” the functions of the interdisciplinary geographer include the main types of activities, such as performing field and survey work, preparing analytical materials, organizing geographic projects, conducting a comprehensive geographical assessment of projects and works. PS “Geographer” could play a significant role in the development of higher education in geography in Russia, as it allows universities to “tool” the education process for the most challenging and competitive areas of professional activity of graduates, taking into account the needs of regional labour markets and the opportunities for continuing education with no restraints to the narrow scope of specialization. To identify prospects for its use it is necessary to monitor the sphere of employment of those graduated from educational programs in Geography, and support the educational programs in Geography by employers. The adoption of the PS Geographer does not exclude, but presupposes further development of specialized professional standards, more adequately reflecting the specifics of certain geographical areas and spheres of activity.

Keywords: geography, qualifications, job functions, higher geographical education

REFERENCES

- Alekseeva N.N., Klimanova O.A., Naumov A.S. Sravnitel'nyi analiz vysshego geograficheskogo i ekologo-geograficheskogo obrazovaniya v Rossii i stranakh zarubezhnoi Evropy [Comparative analysis of higher geographical and environmental-geographical education in Russia and the countries of foreign Europe], *Vestn. Mosk. Un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2015, no. 1, p. 3–11. (In Russian)
- Belotserkovskii A.V. K voprosu o soglasovanii obrazovatel'nykh i professional'nykh standartov [On the coordination of educational and professional standards], *Vyshee obrazovanie v Rossii*, 2015, no. 6, p. 26–31. (In Russian)
- Blinov V.I., Sazonov B.A., Leibovich A.N., Batrova O.F., Voloshina I.A., Esenina E.Yu., Sergeev I.S. *Natsional'naya ramka kvalifikatsii Rossiiskoj Federatsii* [National qualifications framework of the Russian Federation], Moscow, FGU FIRO Publ., 2010, 7 p. (In Russian)
- Hill J., Walkington H., King H. Geographers and the scholarship of teaching and learning, *Journal of Geography in Higher Education*, 2018, vol. 42, no. 4, p. 557–572, DOI: 10.1080/03098265.2018.1515188.
- Ladauskas S.V., Sorokina N.V. Professional'nye standarty: osobennosti vnedreniya v Rossiiskoj Federatsii [Professional standards: special aspects of implementation in the Russian Federation], *Nauchnyy vestnik Juzhnogo instituta menedzhmenta*, 2017, no. 2, p. 51–56. (In Russian)
- Lawton D. Curriculum planning and technological change, *Education + Training*, 1980, vol. 22, no. 4, p. 124–124.
- Lejbovich A.N., Prjanishnikova O.D. Professional'nye standarty: kratkij obzor zarubezhnogo opyta [Professional standards: a brief overview of foreign experience], *Promyshlennik Rossii*, 2008, no. 3, p. 37–41. (In Russian)
- Olejniskova O.A., Murav'eva A.A. *Professional'nye standarty: principy formirovaniya: naznachenie i struktura. Metodicheskoe posobie* [Professional standards: principles of development: purpose and structure. Textbook of methods], Moscow, ANO Centr IRPO Publ., 2011, 100 p. (In Russian)
- Pilipenko S.A., Zhidkov A.A., Karavaeva E.V., Serova A.V. Soprazhenie FGOS i professional'nykh standartov: vyjavlennye problemy, vozmozhnye podhody, rekomendatsii po aktualizatsii [On the correlation between federal educational standards and professional standards: problems, possible approaches and recommendations on actualization], *Vyshee obrazovanie v Rossii*, 2016, no. 6, p. 5–15. (In Russian)
- Professional'nye standarty v Rossii: sovremennoe sostojanie voprosa, vozmozhnosti primeneniya* [Professional standards in Russia: state-of-the-art and application possibilities], V.V. Fedotova (ed.), Yekaterinburg, Ural Federal University Publ., 2013, 51 p. (In Russian)
- Razrabotka i primenenie professional'nykh standartov: slovarno-spravochnoe posobie* [Development and application of professional standards: vocabulary and reference guide], Compilers: A.N. Lejbovich, I.A. Voloshina, P.N. Novikov, V.M. Zuev, O.D. Prjanishnikova, E.I. Kosakovskaja, V.I. Blinov, O.F. Batrova, E.Ju. Esenina, A.A. Faktorovich, Moscow, Pero Publ., 2014, 33 p. (In Russian)
- Selent'eva D.O., Ziganshina D.G. Professional'nye standarty: istoriya vzniknoveniya v Rossii, ih znachenie i perspektivy razvitiya [Professional standards: the history of emergence in Russia, their value and development prospects], *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2018, no. 12-1, p. 77–80. (In Russian)
- Solem M., Cheung I., Schlemper B. Skills in Professional Geography: An Assessment of Workforce Needs and Expectations, *The Professional Geographer*, 2008, vol. 60, no. 3, p. 356–373, DOI: 10.1080/00330120802013620.
- Solov'ev A.I. [Geographical education, the system of training geographers in universities], *Pedagogicheskaja enciklopediya* [Pedagogical encyclopedia], vol. 1, Moscow, Soviet Encyclopedia Publ., 1964, Kol./Stlb., p. 501–506. (In Russian)
- Universitetskaja geografija v sovremennom mire* [Geography in University of the Modern World], A.S. Naumov (ed.), Moscow, Buki-Vedi Publ., 2016, 282 p. (In Russian)
- Voloshina I.A., Prjanishnikova O.D., Klink O.F., Zaitseva O.M., Novikov P.N. *Metodicheskie rekomendatsii po formirovaniyu soderzhaniya professional'nykh standartov* [Methodological recommendations for the development of the content of professional standards], Moscow, Pero Publ., 2020, 28 p. (In Russian)
- Web sources*
- Careers in Geography. American Association of Geographers, URL: <http://www.aag.org/careers> (access date 09.07.2021).
- Federal'nyj zakon ot 29.12.2012 no. 273-FZ (red. ot 30.04.2021) “Ob obrazovanii v Rossiiskoj Federatsii”*

- [Federal Law of December 29, 2012 N 273-FZ (as amended on April 30, 2021) "On Education in the Russian Federation"], URL: https://legalacts.ru/doc/273_FZ-ob-obrazovanii/ (access date 27.06.2021). (In Russian)
- Koncepciya razvitiya geograficheskogo obrazovaniya v Rossijskoj Federacii* [Concept for the development of geographical education in the Russian Federation], URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/54daf271f2cc70fc543d88114fa83250> (access date 12.04.2021). (In Russian)
- Perechen' poruchenij po voprosam populyarizacii geografii* (utv. Prezidentom RF 15.05.2019 no. Pr-837) [The list of instructions on the popularization of geography (approved by the President of the Russian Federation on 05.15.2019 no. Pr-837)], URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/60537> (access date 10.05.2021). (In Russian)
- Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 22 janvarja 2013 g. no. 23 "O Pravilah razrabotki i utverzhdenija professional'nyh standartov"* [Resolution of the Government of the Russian Federation of January 22, 2013 no. 23 "On the Rules for the Development and Approval of Professional Standards"], URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/government/106> (access date 10.05.2021). (In Russian)
- Prikaz Ministerstva truda i social'noj zashhity Rossijskoj Federacii ot 12 aprelja 2013 g. no. 148n "Ob utverzhdenii urovnej kvalifikacii v celjah razrabotki proektov professional'nyh standartov"* [Order of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation dated April 12, 2013, no. 148n "On the approval of qualification levels in order to develop draft professional standards"], URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/48> (access date 10.05.2021). (In Russian)
- Prikaz Ministerstva truda i social'noj zashhity Rossijskoj Federacii ot 24 dekabrya 2020 g. no. 954n "Ob utverzhdenii professional'nogo standarta "Geograf" (Specialist po vypolneniju rabot i okazaniju uslug geograficheskij napravlenosti)"* [Order of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation of December 24, 2020, no. 954n "On the approval of the professional standard "Geographer" (Specialist in the execution of works and the provision of services of the geographical focus)], URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102040037> (access date 27.06.2021). (In Russian)
- Prikaz Mintruda Rossii no. 170 n ot 29 aprelja 2013 g. "Ob utverzhdenii metodicheskijh rekomendacij po razrabotke professional'nogo standarta"* [Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation, no. 170n dated April 29, 2013 "On approval of methodological recommendations for the development of a professional standard"], URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/104> (access date 10.05.2021). (In Russian)
- Professional'nyj standart "Geograf" (Specialist po vypolneniju rabot i okazaniju uslug geograficheskij napravlenosti)* [Professional standard "Geographer" (Specialist in the execution of works and the provision of services of the geographical focus), URL: <https://docs.cntd.ru/document/573522182> (access date 10.05.2021). (In Russian)
- Repository for all approved National Occupational Standards. National Occupational Standards, URL: <https://www.ukstandards.org.uk/EN> (access date 11.07.2021).
- Trudovoj kodeks Rossijskoj Federacii ot 30 dekabrya 2001 g. no. 197-FZ* [Labour Code of the Russian Federation of December 30, 2001 no. 197-FZ], URL: <http://tkodeksrf.ru/tkodeksrf.pdf> (access date 27.06.2021). (In Russian)

Received 07.07.2021

Revised 15.08.2021

Accepted 27.09.2021

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 910.3

РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ СТРАНАМИ МИРА В ОБЩЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

К.В. Ростислав

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ,
Институт прикладных экономических исследований, Центр пространственной экономики, лаборатория
инфраструктурных и пространственных исследований, науч. сотр.; e-mail: rostislav-kv@ranepa.ru*

Общую производительность – отношение выпуска ко всем использованным в его производстве затратам – считают главным источником различий между странами в экономическом развитии. Тем не менее научный консенсус основан на оценках, которые пренебрегали вкладом затрат, не связанных с живым или овеществленным трудом: услугами природного капитала. Кроме того, в оценках отличий производительности России от показателей других стран редко выделялись компоненты эффективности. Статья представляет оценки различий между странами в том, как производительно они используют труд и основной капитал в создании не связанных с эксплуатацией природных ресурсов доходов. Использовались разработанные для международных сопоставлений показатели из Penn World Tables за 1995–2019 гг. и транзитивные индексы производительности Фере–Примона, разложение которых позволило указать на источники отставания России в производительности от других стран. Невысокая производительность России не связана с уровнем ее фондовооруженности. При той же пропорции затрат человеко-часов труда и потока услуг основного капитала доходы России были бы вдвое выше, если бы ее техническая эффективность была на уровне Польши, Болгарии или Турции. Росту технической эффективности России способствовали бы не сосредоточение на НИОКР или инвестициях в основной капитал, но устранение помех для усвоения уже известных технологий и поддержка программ обучения или обмена опытом. Вклад производительности в объяснение различий между странами в уровне трудовых (не связанных с эксплуатацией природных ресурсов) доходов был низким перед мировым финансовым кризисом 2007–2008 гг., что указывало на диспропорции в распределении труда внутри стран или отражало неверную оценку стоимости, а потому и потока услуг, основных фондов (пузырь на фондовой бирже). В послекризисные годы производительность стала объяснять большую часть различий между странами в доходах, не связанных с природными ресурсами.

Ключевые слова: транзитивность индексов производительности, природная рента, затраты на природные ресурсы

ВВЕДЕНИЕ

Задача работы – оценить различия между странами мира в общей производительности народного хозяйства с поправкой на затраты природных ресурсов, выяснить место России среди стран мира по производительности и установить причины меньшей, чем в других странах, производительности народного хозяйства России.

Важнейшее наблюдение, которое делает экономическая география, сравнивая между собой страны мира, – это большие различия между государствами в уровне доходов. Эти различия связаны прежде всего с производительностью, а не с разным объемом затрат на одного человека, как живого труда (сколько люди работают), так и труда, овеществленного в основном капитале (фондовооруженность) [Feenstra et al., 2015; Hsieh, Klenow, 2010; Caselli, 2005]. При этом под производительностью

понимают не какой-либо частный показатель вроде производительности труда, но отношение всего выпуска ко всем использованным в его производстве затратам (т. е., например, в отличие от производительности труда, не только к затратам человеко-часов рабочего времени).

Что составляет все затраты и весь выпуск – это сложный методический вопрос. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) для оценки производительности советует выпуском считать валовой выпуск из национальных счетов, а затратами – человеко-часы живого труда, поток услуг основного капитала, а также затраты промежуточные: материалы, энергию и деловые услуги [Measuring..., 2001]. Из этой схемы, однако, выпадают затраты природных ресурсов: они как будто оказываются вне производства, для учета которого и применяется система национальных счетов. ООН

разработала рекомендации по составлению спутниковых счетов, но немногие страны успели их внедрить. Более того, нет пока и общепринятых индексов объема, которые бы сравнивали поток услуг от природного капитала в различных странах.

Международные сопоставления производительности чаще нацелены на сравнение не *уровня производительности* и доходов, но *изменения этих показателей*. Таковы, например, таблицы KLEMS [World KLEMS Data, 2021]. Одна из причин нехватки географических сопоставлений самого уровня производительности – требование транзитивности его индекса, которая означает возможность косвенных сравнений. Формально:

$$I_{ks,it} = I_{ks,rl} \cdot I_{rl,it} \quad (1)$$

где $I_{ks,it}$ – индекс, сравнивающий регион k в год s с регионом i в год t , аналогично для $I_{ks,rl}$, $I_{rl,it}$ [Система..., 2012, с. 375].

Есть несколько способов обеспечить транзитивность индекса для международных сопоставлений. Один из них – индекс производительности Фере–Примона, предложенный К. О’Доннеллом. Он показал, что индекс превосходит другие с точки зрения аксиматического подхода к теории индексов [O’Donnell, 2014].

Единственный источник таких транзитивных индексов, полученных благодаря программе международных сопоставлений ООН, – это Penn World Tables (далее PWT) [Feenstra, 2015]. Этот источник содержит не только оценки индексов затрат и выпуска, но и самой производительности. Однако оценки производительности в PWT не учитывают в составе затрат поток услуг от природных богатств, который создает природную ренту. Также затраты труда в оценке производительности из PWT – это произведение числа занятых на индекс объема человеческого капитала. Так составители PWT упускают различия между странами в составе занятых и в длительности рабочей недели. Более того, индекс человеческого капитала вовсе не учитывает иных различий между странами, кроме среднего числа лет обучения. Индекс строится по оценкам одной и той же для всех стран доходности лет обучения на разных ступенях образования. Сами данные – это результат линейной интерполяции показателей [Feenstra, 2015], рассчитанных для отдельных лет Р. Барро и Ч. Ли для 146 стран с пятилетним промежутком с 1950 по 2010 г. [Barro, Lee, 2013].

Географический индекс производительности в PWT рассчитан относительно США и не является транзитивным. Это значит, что теоретически корректно лишь сравнение России только с США, а сравнение России с другими странами через их отношение к показателю США грозит неожиданными противоречиями из-за свойств формулы индекса.

Но исходные для расчета производительности показатели выпуска и затрат в PWT транзитивные, поэтому по ним можно рассчитать транзитивный индекс производительности, по которому Россию можно будет сравнить не только с США, но и с другими странами, а равно и любые другие страны можно будет сравнивать между собой и прямо, и косвенно.

Оценки PWT не учитывают затраты природных ресурсов, хотя известно, что у стран с высокой долей природной ренты в добавленной стоимости оценки производительности, которые среди затрат учитывают лишь живой труд и основной капитал, – завышенные [Freeman et al., 2020], а оценка вклада затрат в различия между странами в доходах, если пренебречь затратами природного капитала, будет ниже [Feenstra, 2015]. Р. Инклар и др. дали оценки производительности, не пренебрегающие различиями между странами в затратах природных ресурсов, но только для одного 2010 г. [Freeman et al., 2020]. Кроме того, их подход к оценке производительности строился из того, что все страны работают на границе множества производственных возможностей, т. е. работают вполне эффективно: фондоемкость всегда оптимальна для того способа производства, которому следует страна. При этой оптимальной пропорции из объема различных видов затрат страны производят ровно столько, сколько вообще возможно при их способе производства. Этот подход слишком ограничивает исследователя, если тот желает не только сравнить производительность стран, но и понять, в чем именно причины их разной эффективности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки производительности стран мира мы использовали базу данных Penn World Table (далее – PWT) версии 10.0 2021 г. [PWT 10.0, 2021].

Из Penn World Tables мы взяли оценки объема валового продукта (добавленной стоимости) и двух видов первичных затрат: живого труда и основного капитала.

В PWT объем валового продукта (код показателя в PWT – *gdpo*) и затрат основного капитала (*ck*) – это индекс, который показывает, во сколько раз объем в той или иной стране больше, чем в США, в указанный год. Таким индексом можно измерить различия между странами за конкретный год, но нельзя судить об абсолютной динамике их производительности – только об изменении ее места среди других стран.

Затраты основного капитала в PWT – это поток услуг основного капитала. Он зависит от срока службы разных фондов: здание с долгим сро-

ком службы медленнее переносит свою стоимость в производстве товаров, чем оборудование той же стоимости, но с меньшим сроком работы.

Затратами труда мы считали общее число отработанных человеко-часов, как и советует руководство ОЭСР. Для расчета этого показателя мы использовали сведения о числе занятых и о среднем количестве отработанных человеко-часов одним занятым.

В РWT есть два вида индексов объема ВВП, от выбора которого зависят оценки производительности. Индексы объема разнятся ценами, по которым их выводят: на товары, которые потребители покупают в стране, или на товары, которые страна производит, в том числе на экспорт. Первый подход традиционный. Он хорош, чтобы судить о среднем благосостоянии жителей разных стран. Второй подход новый, его предложили Р. Феенстра и др. в 2009 г. [Feenstra, 2015]. Разница между оценками двух подходов возникает из-за условий торговли: отношения уровней цен на товары, которые страна продает и покупает. Так как второй подход дает теоретически более точную оценку производительности, мы использовали только выведенную из этого подхода оценку объема ВВП. Хотя в итоге для простого человека важнее его уровень благосостояния, именно производительность – то, что страны могут контролировать, в то время как условия торговли – это часто внешние обстоятельства.

Чтобы учесть в оценке производительности вклад затрат природных ресурсов, мы использовали показатели доли ренты от эксплуатации природных ресурсов в ВВП стран мира от Всемирного банка. Оценки этой доли в России Всемирный банк дает для 1988–2019 гг. (рис. 1) [Total natural..., 2021]. Природная рента здесь включает доходы от добычи полезных ископаемых и от эксплуатации лесных ресурсов [The Changing Wealth..., 2018].

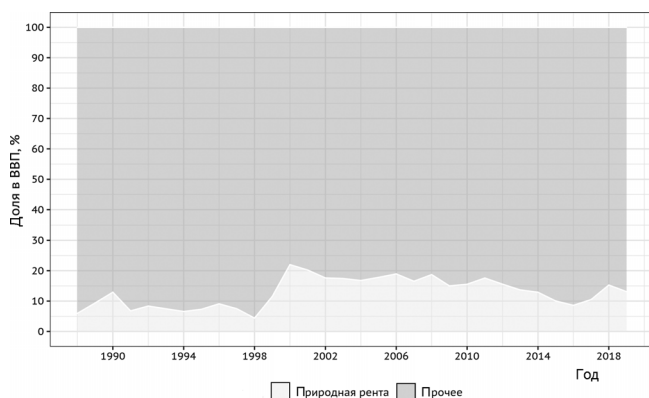


Рис. 1. Изменение доли в ВВП России доходов от эксплуатации природных ресурсов в 1988–2019 гг.

Fig. 1. Change in the share of income from the exploitation of natural resources in the GDP of Russia in 1988–2019

Охват стран мира оценками доли в ВВП доходов от природных ресурсов и распределение стран по этому показателю в 2019 г. показано на рисунке 2. Д. Фриман и др. в статье о корректировке оценок производительности на затраты природных ресурсов выделяли группу стран, в которых доля природной ренты выше 20% [Freeman, 2020]. России среди таких стран, согласно Всемирному банку, никогда не было, но доля природной ренты в доходах России все равно выше, чем во всех развитых странах мира (см. рис. 2).

Для оценки производительности мы использовали рассчитанный относительно локально линейной границы производственных возможностей индекс Фере–Примона. Технические подробности расчета этого индекса и его компонентов изложены в работах К. О’Доннелла [O’Donnell, 2012; O’Donnell, 2014]. Для экономикогеографа же важно, что в отличие от других способов оценки производительности этот индекс:

- транзитивный, а значит, подходит для сравнения между собой множества стран сразу;
- не требует знания весов (цен) разных видов затрат;
- не исходит из того, что все страны работают на пределе своих производственных возможностей (самая распространенная предпосылка в литературе);
- можно однозначно разложить на составные части, в том числе разные меры эффективности, которые раскрывают причины отставания менее производительных стран от более производительных.

Для расчета индекса Фере–Примона и для его разложения на источники эффективности надо ясно указать:

- эффект масштаба. Мы исходили из того, что его нет: если удвоить затраты, то и наибольший возможный выпуск удвоится. Это самая естественная предпосылка для оценок производительности целых стран: по сравнению со страной производственные единицы (заводы, цеха, учреждения и т. п.) очень малы, а потому любая страна может повторить производства другой страны;
- направление, по которому следует судить об эффективности. Два крайних таких направления – это наибольший выпуск при тех же затратах (эффективность по выпуску, англ. output-oriented efficiency) или наименьшие затраты для того же выпуска (эффективность по затратам, англ. input-oriented efficiency).

Мы исходили из ориентации на меньшие затраты, так как в таком случае можно выяснить, эффективно ли сочетание двух видов первичных затрат: живого труда и основного капитала (далее – фактодооруженность). Если эффекта масштаба нет и предпочтительны меньшие затраты, то индекс

Фере–Примона для производительности страны можно представить как произведение таких множителей:

- наибольшей известной производительности, которая показывает предел для данного множества производственных возможностей;
- технической эффективности затрат страны: какой доли от затрат страны при том же соотношении их видов достаточно, чтобы получить тот же выпуск, что произвела страна;

– эффективности сочетания затрат: если бы страна была технически эффективной, т. е. нельзя было бы уменьшить в одно и то же число раз все виды затрат и сохранить при этом объем выпуска страны, насколько бы производительность страны все еще была бы меньше, чем наиболее высокий известный показатель производительности. Иными словами, как далеко от лучшей известной производительности отбрасывает страну неоптимальная пропорция различных видов ее производительных сил.

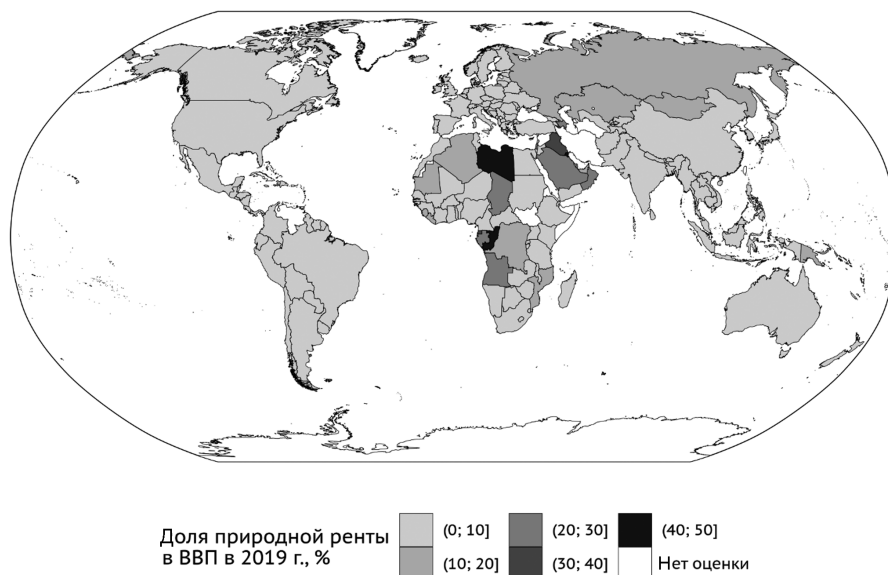


Рис. 2. Различия между странами по доле доходов от эксплуатации природных ресурсов в 2019 г.

Fig. 2. Differences between countries in terms of the share of revenues from the exploitation of natural resources in 2019

Произведение технической эффективности и эффективности сочетания затрат – это нормированная мера производительности, так как она изменяется от 0 до 1 и принимает значение 1 только для страны, самой производительной в каком-либо году. Мы сосредоточились на такой нормированной мере и ее составных множителях, потому что географические сравнения по данным PWT возможны только для отдельных лет, сравнивать уровень наибольшей известной производительности в разные годы нет смысла: наши оценки исходят из того, что граница производительности (и множества производственных возможностей) была общей для всех стран в одном году.

Для расчета индексов мы использовали библиотеку *productivity* версии 1.1.0 для языка *R* [Dakpo et al., 2018].

Чтобы учесть влияние природных ресурсов в оценке производительности, мы использовали подход, предложенный Д. Фриманом и др. [Freeman et al., 2020]: вместо учета потока услуг природного капита-

ла как отдельного вида затрат, мы внесли поправку в объем добавленной стоимости как меры выпуска – взяли от индекса ВВП страны долю, которую, согласно Всемирному банку, составляют доходы не от природных ресурсов. Слабость этого подхода в том, что он представляет производство так, как если бы живой труд и основной капитал участвовали только в производстве добавленной стоимости, не связанной с природной рентой, а саму производственную функцию можно было представить как сумму *только* двух функций, одна из которых зависит только от затрат природных ресурсов, а другая – *только* от затрат труда и капитала. Кроме того, такой подход вынуждает быть осторожным с толкованием оценок эффективности сочетания затрат живого труда и основного капитала: даже при близкой к максимуму (единице) оценке эффективности их сочетания, источник для лучшей пропорции различных затрат может быть в ином отношении природных ресурсов к другим первичным затратам. Это можно увидеть, если производительность стран с высокой долей природной ренты

в доходах будет существенно отличаться от производительности стран с низкой долей ренты в ВВП.

Из-за неполноты данных мы охватили только 59 стран в 1995–2019 гг., но, как видно на рисунке 3, это те страны, для которых вообще есть заслуживающие доверия данные. Так, в странах Третьего мира даже сведения о числе занятых, которые мы используем, могут быть не вполне надежными из-за высокой доли теневой занятости.

Чтобы понять, насколько важны различия между странами в производительности, мы разложили дисперсию логарифма оценок в трудовой добавленной стоимости (без природной ренты) на человека на два компонента: вклад производительности и вклад затрат на душу населения. Есть несколько

подходов к разложению различий между странами в добавленной стоимости (часто их рассматривают под рубрикой «учет роста» (англ. development accounting)). Эти способы разнятся тем, как они поступают с корреляцией между затратами и производительностью. Известно, что дисперсия суммы распадается на сумму дисперсий двух слагаемых и две их ковариации. Мы использовали методику С. Байера, Д. Двайера и Р. Тамуры: рассчитывали две оценки, относя всю корреляцию между производительностью и выпуском на счет вклада либо затрат, либо производительности [Baier et al., 2006]. Две оценки отличались совсем незначительно, что позволило нам рассматривать лишь их среднее.

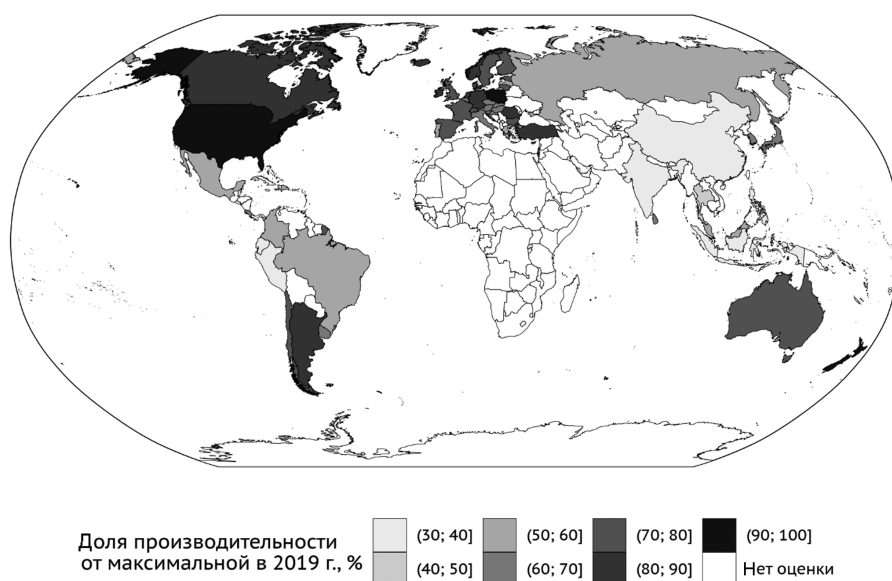


Рис. 3. Нормированная оценка производительности применения труда и основного капитала для создания дохода, не связанного с эксплуатацией природных ресурсов, по странам мира в 2019 г.

Fig. 3. Normalized estimates of the productivity of the use of labor and fixed capital for generating income not related to the exploitation of natural resources, by countries of the world in 2019

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 4 проиллюстрированы (по отдельным годам) техническая эффективность и эффективность сочетания затрат (оптимальность фондовооруженности) народного хозяйства России сравнительно с границей производительности, оцененной для каждого года по 59 странам, о которых были достаточные сведения. Производство этих двух мер эффективности в нашем случае составляет производительность страны, нормированную по самой высокой среди всех стран в году производительности.

Из рисунка 4 следует, что производительность России по сравнению с другими странами во все

годы определяла техническая эффективность, но не фондовооруженность. Последняя в России оказывается оптимальной с точки зрения производительности. В Норвегии, например, фондовооруженность намного выше, но передовая технология на 2019 г. еще не достигла такой ступени, чтобы использовать столь высокую фондовооруженность так же хорошо, как страны научились использовать в хозяйстве меньшие по объему капиталы (рис. 5). Худшее для производительности сочетание затрат живого труда и труда овещенного было у небогатых развивающихся стран: Филиппин, Индии, Перу, Шри-Ланки, Коста-Рики (см. рис. 5).

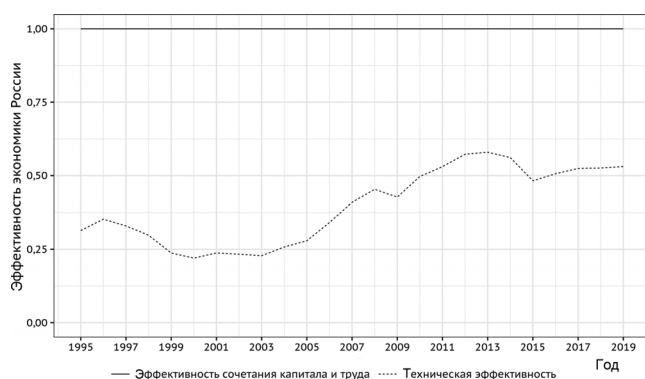


Рис. 4. Составные части оценки производительности России, нормированной относительно самой высокой производительности среди стран мира в каждый год из отрезка с 1995 по 2019 г.

Fig. 4. Components of the estimates of the productivity of Russia, normalized against the highest productivity among the countries of the world in each year during 1995–2019

В России соотношение идеальное в том смысле, что именно такая пропорция затрат труда и капитала у наиболее производительных стран. Она уже достигла той ступени, когда инвестиции в основной капитал – это не главный источник роста. С 1995 г. чаще других на переднем крае производительности была Ирландия (14 лет), затем Польша (12) и Болгария (11). США задавали границу 6 лет, а Норвегия,

Гонконг и Турция – по два года. Польша, Болгария и Турция – страны со средними доходами, но высокой производительностью. Чтобы выйти на уровень доходов богатейших стран, этим государствам недостает не производительности, а самого объема затрат. Так как для благосостояния важны доходы в расчете на затраты не совокупные, а именно живого труда (зарплата), Польше, Болгарии и Турции для более высоких доходов нужны большие запасы основного капитала и, стало быть, большой поток их услуг. Способ хозяйствования в этих странах может быть образцом для политики подъема производительности в России.

Так как только техническая эффективность отличается от единицы, она мера того, какую часть от возможного несырьевого дохода в разные годы получала страна. А это значит, что из оценок технической эффективности России (см. рис. 4) следует, что средние доходы жителей России могли быть вдвое больше, если бы страна была столь же производительная, как и страны с той же фондовооруженностью, но более высокими доходами на единицу совокупных затрат. Техническая эффективность показывает, в какой мере страна перенимает опыт более передовых стран с той же пропорцией живого труда и основного капитала.

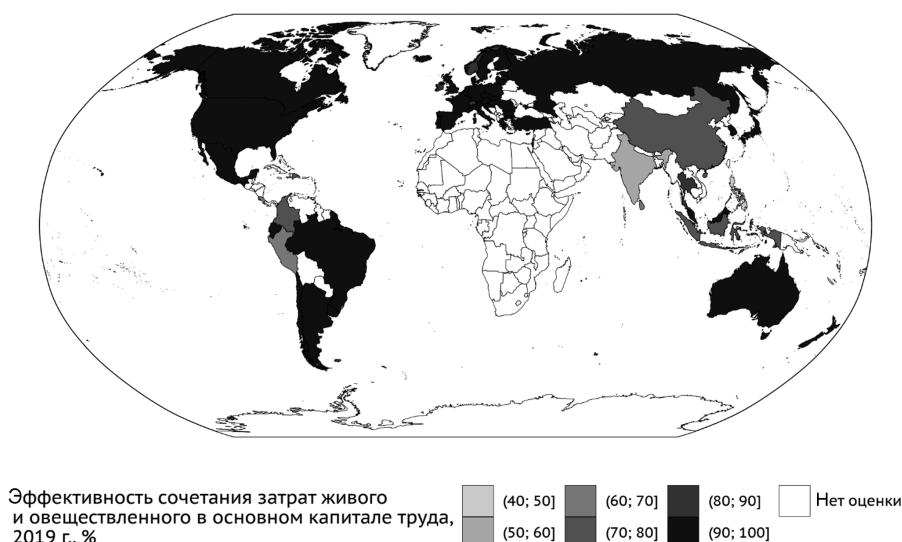


Рис. 5. Различия между странами по эффективности сочетания человеко-часов живого труда и потока услуг основного капитала для создания дохода, не связанного с эксплуатацией природных ресурсов

Fig. 5. Differences between countries in the input mix efficiency of the combination of man-hours of live labor and the flow of capital services for generating income not related to the exploitation of natural resources

Из оценок множителей – составных частей производительности России сравнительно со странами мира вытекает, что рост доходов можно обеспечить

не только инновациями или большими инвестициями (повышают фондовооруженность), но и лучшим освоением или внедрением уже известных техноло-

гий. Такая рекомендация совпадает и с объяснением ценности поиска источников производительности в разных видах эффективности у К. О’Доннелла. Хозяйственным единицам, производительность которых низка прежде всего из-за малой технической эффективности, К. О’Доннелл рекомендует сосредоточиться не на НИОКР (двигатель технического прогресса, наибольшего возможного уровня производительности) или на изменении относительных цен живого труда и основного капитала (для большей эффективности сочетания затрат), но:

- на устранении помех для внедрения известных технологий, в частности ослаблении защиты патентов, например иностранных (путь Китая);

- образовательных программах, которые бы знали широкий круг производителей с возможными технологиями и лучшими способами их внедрения (известные массовые примеры в сельском хозяйстве) [O’Donnell, 2018].

Примечательно, что выводы об источниках производительности России сравнительно с другими странами согласны с оценками, которые были получены в разрезе субъектов Российской Федерации за 2010–2016 гг. (пусть они и не учитывали вклад природных ресурсов) [Бабурин, Ростислав, 2019].

На рисунке 6 – оценки доли дисперсии логарифма ВВП стран за вычетом доходов от природных ресурсов, которую в каждом году объясняют различия между странами в объеме совокупных затрат (живого труда и основного капитала) на душу населения или различия между странами в производительности. В 1995–1996, 2010–2013 гг. и с 2017 г. большую часть различий между странами в душевых нерентных доходах объясняют скорее различия в производительности, но не в количестве отработанных часов или в фондовооруженности. Особенно малым был вклад производительности в 1999–2006 гг. С 1996 до 2005 г. удельный вес затрат в объяснении различий между странами в уровне трудовых доходов (без учета доходов от природных ресурсов) рос, а в 2003–2005 гг. коэффициент корреляции между затратами на душу населения и производительностью был даже отрицательный. Это плохо согласуется с известными теориями экономического роста. Оценки по России показывали, что корреляция между затратами и уровнем выпуска отрицательная: в России большей производительности в 2010–2016 гг. предпочли низкую безработицу, пусть даже и с работающими бедными. При этом вклад различий в производительности был устойчиво высокий во все годы. Но на рис. 6 оценка вклада производительности меняется от 5 до 60%. Из производительности, затрат живого труда и потока услуг основного капитала наиболее изменчивы трудовые затраты. Низкую долю производительности

на рисунке 6 в первой половине 2000-х гг. мы связываем с накоплением диспропорций в распределении труда перед мировым кризисом 2007–2008 гг. После кризиса экономика стран мира перераспределила живой труд между отраслями, так что производительность, как и в 1995–1996 гг., вновь стала определять различия в трудовых доходах между странами. С другой стороны, с 1996 г. вклад производительности убывал постепенно, что позволяет связывать этот процесс с *постепенным* нарастанием пузыря на фондовых рынках (и, стало быть, неверной оценкой потока услуг основного капитала) перед мировым финансовым кризисом.

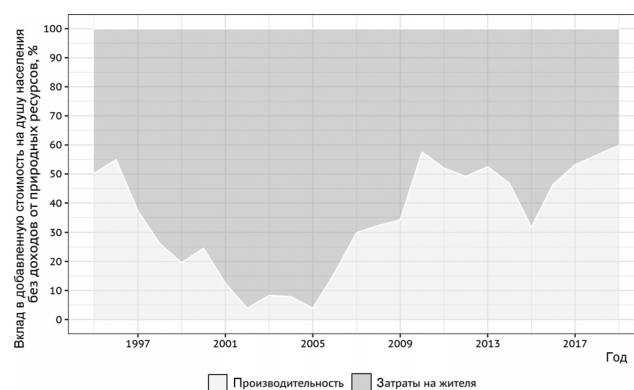


Рис. 6. Результаты разложения дисперсии логарифма душевых доходов, не связанных с природной рентой, на вклад душевых затрат и производительности

Fig. 6. The results of the variance decomposition of the logarithm of per capita income, not related to resource rent, into the contribution of productivity and per capita inputs

ВЫВОДЫ

Фондовооруженность России выглядит оптимальной для производительности создания трудовой добавленной стоимости (без природной ренты) в сравнении с другими странами. Главная причина отставания России – это ее невысокая техническая эффективность, из-за которой трудовые доходы россиян вдвое меньше, чем могли бы быть при тех же затратах труда и капитала.

Устранение помех для внедрения уже известных технологий и массовые образовательные программы – более эффективная политика для роста доходов, чем попытки привлечения иностранных инвестиций, или поощрение большей склонности к сбережению среди жителей России, или изменение длительности рабочей недели, или сосредоточение на центрах инноваций и финансировании внутренних НИОКР.

К 2019 г. на долю производительности относится 60% различий между странами в уровне трудо-

вых доходов; уменьшение этой доли может указывать на диспропорции в распределении труда или на возможные пузыри на рынке производственных фондов.

Благодарности. Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ № 20-05-00695. Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бабурин В.Л., Ростислав К.В. Изменение совокупной производительности факторов российских регионов в 2008–2016 гг. // *Journal of New Economy*. 2019. Т. 20. № 3. С. 5–22. DOI: 10.29141/2658-2019-20-3-1.
- Система национальных счетов – 2008 / под ред. проф. Ю.Н. Иванова. Нью-Йорк: Европейская комиссия, Международный валютный фонд, Организация экономического сотрудничества и развития, ООН и Всемирный банк, 2012. 826 с.
- Baier S.L., Dwyer G.P., Tamura R. How Important Are Capital and Total Factor Productivity for Economic Growth? *Economic Inquiry*, 2006, vol. 44, no. 1, p. 23–49.
- Barro R.J., Lee J.W. A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010, *Journal of Development Economics*, 2013, vol. 104, p. 184–198.
- Caselli F. Chapter 9 Accounting for Cross-Country Income Differences, *Handbook of Economic Growth*, Elsevier, 2005, vol. 1, p. 679–741.
- Feenstra R.C., Heston A., Timmer M.P., Deng H. Estimating real production and expenditures across nations: A proposal for improving the penn world tables, *Review of Economics and Statistics*, 2009, vol. 91, no. 1, p. 201–212.
- Feenstra R.C., Inklaar R., Timmer M.P. The Next Generation of the Penn World: Version 8.0, *American Economic Review*, 2015, vol. 105, no. 10, p. 3150–3182.
- Freeman D., Freeman D., Inklaar R., Diewert W.E. Natural Resources and Missing Inputs in International Productivity Comparisons, *Review of Income and Wealth*, 2021, ser. 61, no. 1, p. 1–17. DOI: 10.1111/roiw.12451.
- Hsieh C.-T., Klenow P.J. Development Accounting, *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2010, vol. 2, no. 1, p. 207–223.
- Measuring Productivity – OECD Manual: Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth, OECD, Paris, OECD Publishing, 2001, 156 p.
- O'Donnell C.J. An aggregate quantity framework for measuring and decomposing productivity change, *Journal of Productivity Analysis*, 2012, vol. 38, no. 3, p. 255–272.
- O'Donnell C.J. Econometric estimation of distance functions and associated measures of productivity and efficiency change, *Journal of Productivity Analysis*, Springer US, 2014, vol. 41, no. 2, p. 187–200.
- O'Donnell C.J. Productivity and Efficiency Analysis: An Economic Approach to Measuring and Explaining Managerial Performance, Singapore, Springer, 2018, 439 p.
- The Changing Wealth of Nations 2018: Building a Sustainable Future*, G. Lange, Q. Wentin, K. Carey (eds.), Washington, DC, World Bank, 2018, 255 p.
- Электронные ресурсы**
- Dakpo K.H., Desjeux Y., Latruffe L. Productivity: Indices of Productivity and Profitability Using Data Envelopment Analysis (DEA), 2018, URL: <https://cran.r-project.org/package=productivity/> (дата обращения 10.08.2021).
- PWT 10.0 / University of Groningen, 2021, URL: <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/> (дата обращения 10.08.2021).
- Total natural resources rents (% of GDP), Data, The World Bank, URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.TOTL.RT.ZS> (дата обращения 10.08.2021).
- World KLEMS Data, URL: <http://www.worldklems.net/data.htm> (дата обращения 10.08.2021).

Поступила в редакцию 05.08.2021

После доработки 16.09.2021

Принята к публикации 27.09.2021

DIFFERENCES BETWEEN THE COUNTRIES OF THE WORLD IN OVERALL PRODUCTIVITY

K.V. Rostislav

*Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Institute of Applied Economic Research,
Spatial Economics Centre, Laboratory for Infrastructure and Spatial Studies,
Researcher; e-mail: rostislav-kv@ranepa.ru*

Multifactor productivity, which compares the output to the amount of combined inputs used to produce goods and services, is considered the main source of differences in economic development between countries. However, the scientific consensus is based on estimates that neglected the contribution of inputs not related to living or embodied labor, i.e. the services of natural capital. In addition, estimates for Russia rarely decompose

differences in its level of productivity from other countries into efficiency components. The article estimates differences between the countries in how productively they use labor and fixed capital to generate income not related to the exploitation of natural resources. We used the indicators from the Penn World Tables for 1995–2019, developed for international comparisons, and the Fare-Primont transitive productivity indexes. Their decomposition made it possible to indicate the sources of Russia's lagging behind other countries in productivity. Russia's low productivity is not related to the level of its capital-labor ratio. With the same proportion of labor inputs and flow of capital services, Russia's income would be twice as high if its technical efficiency is at the level of Poland, Bulgaria or Turkey. The growth of Russia's technical efficiency could be facilitated not by focusing on R&D or investments in fixed assets, but by removing obstacles to the assimilation of already known technologies and supporting training programs or exchange of experience. The contribution of productivity to explaining differences between countries in labor incomes (not related to the exploitation of natural resources) was low prior to the 2007–2008 global financial crisis. This indicates distortions in the distribution of labor within countries or reflects wrong estimates of capital value and therefore flow of its services (stock market bubble). In the post-crisis years, productivity has come to explain much of the difference between countries in non-resource income.

Keywords: transitivity of productivity indexes, natural rent, natural resources inputs

Acknowledgements. The reported study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project number 20-05-00695). The article was written under the state assignment research program of the RANEP.

REFERENCES

- Baburin V.L., Rostislav K.V. Izmenenie sovokupnoi proizvoditel'nosti faktorov rossiiskikh regionov v 2008–2016 gg. [Total factor productivity changes in Russian regions in 2008–2016], *Journal of New Economy*, 2019, vol. 20, no. 3, p. 5–22, DOI: 10.29141/2658-2019-20-3-1. (In Russian)
- Baier S.L., Dwyer G.P., Tamura R. How Important Are Capital and Total Factor Productivity for Economic Growth? *Economic Inquiry*, 2006, vol. 44, no. 1, p. 23–49.
- Barro R.J., Lee J.W. A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010, *Journal of Development Economics*, 2013, vol. 104, p. 184–198.
- Caselli F. Chapter 9 Accounting for Cross-Country Income Differences, *Handbook of Economic Growth*, Elsevier, 2005, vol. 1, p. 679–741.
- Feenstra R.C., Heston A., Timmer M.P., Deng H. Estimating real production and expenditures across nations: A proposal for improving the penn world tables, *Review of Economics and Statistics*, 2009, vol. 91, no. 1, p. 201–212.
- Feenstra R.C., Inklaar R., Timmer M.P. The Next Generation of the Penn World, Version 8.0, *American Economic Review*, 2015, vol. 105, no. 10, p. 3150–3182.
- Freeman D., Freeman D., Inklaar R., Diewert W.E. Natural Resources and Missing Inputs in International Productivity Comparisons, *Review of Income and Wealth*, 2021, ser. 61, no. 1, p. 1–17, DOI: 10.1111/roiw.12451.
- Hsieh C.-T., Klenow P.J. Development Accounting, *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2010, vol. 2, no. 1, p. 207–223.
- Measuring Productivity – OECD Manual: Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth, OECD, Paris, OECD Publishing, 2001, 156 p.
- O'Donnell C.J. An aggregate quantity framework for measuring and decomposing productivity change, *Journal of Productivity Analysis*, 2012, vol. 38, no. 3, p. 255–272.
- O'Donnell C.J. Econometric estimation of distance functions and associated measures of productivity and efficiency change, *Journal of Productivity Analysis*, Springer US, 2014, vol. 41, no. 2, p. 187–200.
- O'Donnell C.J. Productivity and Efficiency Analysis: An Economic Approach to Measuring and Explaining Managerial Performance, Singapore, Springer, 2018, 439 p.
- System of National Accounts 2008, New York, United Nations, 2009, 709 p.
- The Changing Wealth of Nations 2018: Building a Sustainable Future*, G. Lange, Q. Wentin, K. Carey (eds.), Washington, DC, World Bank, 2018, 255 p.
- Web sources**
- Dakpo K.H., Desjeux Y., Latruffe L. *Productivity: Indices of Productivity and Profitability Using Data Envelopment Analysis (DEA)*, 2018, URL: <https://cran.r-project.org/package=productivity/> (access date 10.08.2021).
- PWT10.0/University of Groningen, 2021, URL: <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/> (access date 10.08.2021).
- Total natural resources rents (% of GDP), Data, The World Bank, URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.TOTL.RT.ZS> (access date 10.08.2021).
- World KLEMS Data, URL: <http://www.worldklems.net/data.htm> (access date 10.08.2021).

Received 25.08.2021

Revised 16.09.2021

Accepted 27.09.2021

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК: 551.34:624.139

ВЛИЯНИЕ ОПАСНЫХ КРИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ИНФРАСТРУКТУРУ ГОРОДОВ В АРКТИКЕ

В.И. Гребенец¹, А.И. Кизяков², А.А. Маслаков³, С.А. Сократов⁴,
И.Д. Стрелецкая⁵, В.А. Толманов⁶, Ф.Д. Юров⁷

^{1–7} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет

¹ Кафедра криолитологии и гляциологии, доц., канд. геол.-минерал. наук; e-mail: vgreb@inbox.ru

² Кафедра криолитологии и гляциологии, вед. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: akizyakov@mail.ru

³ Научно-исследовательская лаборатория геоэкологии Севера,
ст. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: alekseymaslov@yandex.ru

⁴ Кафедра криолитологии и гляциологии, доц., канд. геогр. наук; e-mail: sokratov@geogr.msu.ru

⁵ Кафедра криолитологии и гляциологии, доц., канд. геол.-минер. наук; e-mail: irinastrelets@gmail.com

⁶ Кафедра криолитологии и гляциологии, асп.; e-mail: vasilytolmanov@gmail.com

⁷ Кафедра криолитологии и гляциологии, мл. науч. сотр.; e-mail: fdiurov@gmail.com

В статье подводятся итоги многолетних комплексных исследований влияния опасных криогенных процессов на инфраструктуру поселений Российской Арктики с оценкой степени деформированности объектов. Процент деформированности инженерной инфраструктуры варьирует от 20–25 до 75–80%, что часто вызвано развитием опасных криогенных процессов.

Оценка негативного воздействия наиболее деструктивных процессов была проведена в 37 поселениях Российской Арктики по разработанной методике, учитывающей три показателя проявления криогенных процессов: степень пораженности, продолжительность, повторяемость. Особую опасность представляют процессы, связанные с дополнительным отеплением мерзлоты через поверхность; наблюдается новый цикл активизации термоцирков, спровоцированный вытаиванием пластовых льдов. Темпы развития термоденудации могут достигать 15 м/год. Установлена существенная роль блокового обрушения мерзлых массивов в период снеготаяния для термоэрозионных оврагов. Проанализирована возможность возникновения морозобойного растрескивания в природных условиях.

Проанализировано воздействие размещения отходов на инфраструктуру Арктики, осуществлена классификация (8 групп) по степени их влияния на вечномерзлые основания. Уделено внимание влиянию механизированного перераспределения снега на застроенных территориях на вечномерзлые основания; формирование мощных отвалов отепляет мерзлоту, активизирует опасные криогенные процессы.

Для городской застройки получены сведения о динамике температурного режима вечномерзлых грунтов оснований под зданиями с холодными проветриваемыми подпольями: для 60% оснований характерны тренды к деградации мерзлоты, для 20% – понижение температуры мерзлоты, 20% – сохранение стабильного природного состояния.

Установлено, что на хозяйственно освоенных территориях криолитозоны формируются особые природно-техногенные геоэкологические комплексы, в пределах которых прослеживается особое сочетание криогенных процессов и фиксируется различная устойчивость инфраструктуры даже для однотипных объектов. Оценена эффективность основных методов управления мерзлотной обстановкой для обеспечения устойчивости инфраструктуры в Арктике.

Ключевые слова: Крайний Север, геоэкологические опасности, интегральная оценка риска, здания и сооружения

ВВЕДЕНИЕ

В криолитозоне России сосредоточены основные природные ресурсы, без рационального освоения которых невозможно устойчивое развитие страны в XXI в.; велико геополитическое значение арктических регионов России.

Природная среда Арктики уязвима, особо чувствительна к изменениям климата, обусловленным естественными причинами и антропогенным воздействием, а ее реакция на эти колебания крайне динамична и разнонаправлена. Особым компонентом природной среды является вечная мерзлота,

выступающая также в качестве оснований зданий и сооружений. В условиях меняющегося климата [РССС..., 2014] и с учетом региональных мерзлотно-литологических особенностей поверхностных отложений изучение опасных криогенных процессов выдвигается на передний план современных исследований в криолитозоне. Целью исследования является определение влияния опасных криогенных процессов на инфраструктуру в Арктике. Задачи – выявить процессы и явления (связанные с отеплением или охлаждением мерзлоты), которые будут наиболее активны в ближайшие 30–50 лет (нормативный период эксплуатации основных объектов хозяйственной инфраструктуры) в зависимости от трендов изменения климата в том или ином регионе Арктики, и исследовать их современную динамику; оценить интенсивность процессов (слабоинтенсивные, интенсивные, чрезвычайно интенсивные); провести анализ различных типов воздействий на вечную мерзлоту: тепловых, физико-химических, механических; провести районирование арктических территорий по потенциальной активизации опасных криогенных процессов на основании установленных закономерностей с учетом природных тенденций и усиления техногенной нагрузки; наметить методы управления мерзлотной обстановкой для повышения устойчивости инфраструктуры.

Возрастающие риски угрожают нормальной жизнедеятельности, приводят к увеличению затрат на строительство и обеспечение геотехнической безопасности, поэтому весьма актуальны с теоретической и практической точки зрения исследования влияния активизации опасных криогенных процессов на хозяйственное освоение Арктики.

Изменение состояния вечномерзлых пород и активизация криогенных процессов в ответ на климатические изменения – широко известный феномен [Гребенец, 2007; Кислов и др., 2011].

Увеличение глубины сезонного оттаивания, повышение температуры вечномерзлых пород (ВМП) и развитие опасных криогенных процессов наблюдаются во многих областях Арктики. Данные долгосрочных измерений температуры вечномерзлых пород [Romanovsky et al., 2017; Climate..., 2019] указывают на тренд к повышению температуры, нарастанию неустойчивости верхних, зачастую льдистых горизонтов, что активизирует комплекс деструктивных процессов.

Деградация (сокращение мощности и/или площади) ВМП и сопутствующие ей проявления в рельефе связаны с активизацией широкого комплекса экзогенных, прежде всего криогенных, процессов.

Проявления термокарста среди процессов деградации мерзлоты в настоящее время находятся в

центре внимания. Отмечается активация формирования термокарстовых озер в связи с потеплением климата. Среди публикаций последних лет большое количество статей посвящено рассмотрению динамики и особенностей развития термоэрозии в различных, в том числе и урбанизированных, регионах Арктики [Haltigin et al., 2012; Costard et al., 2014].

Высокие темпы отступления мерзлых берегов морей и рек, а в особенности сложенных высокольдистыми породами [Günther et al., 2015; Fuchs et al., 2020], представляют собой очевидную угрозу для прибрежных поселений и расположенной рядом хозяйственной инфраструктуры. Несмотря на достаточную изученность, значительные участки арктического побережья России не имеют количественных динамических оценок, подтвержденных непосредственными наблюдениями.

Из криогенных склоновых процессов, представляющих потенциальную опасность для объектов арктической инфраструктуры, следует выделить криогенные оползни [Лейбман, Кизяков, 2007]. В условиях распространения близких к поверхности залегающих льдов опасность для хозяйственных объектов представляет высокая скорость отступления льдистых уступов термоцирков за счет термоденудации [Куницкий и др., 2013].

Новым и пока малоизученным процессом в Российской Арктике являются воронки газового выброса, проявившиеся на севере Западной Сибири [Leibman et al., 2014]. Это явление представляет собой несомненную угрозу поселкам и объектам инфраструктуры, поскольку до сих пор не удается сузить диапазон природных условий, в которых они могут проявиться, а также продолжительность жизненного цикла бугров-предшественников. Для инфраструктуры Арктики серьезную опасность представляют как неравномерные осадки грунтов при их оттаивании, так и морозное пучение, развивающееся в сезонно-талом слое (СТС).

Интенсивность опасных криогенных, связанных с дополнительными импульсами отепления и охлаждения грунтов, а также склоновых и специфических процессов (например, криогенного выветривания материалов подземных конструкций) существенно возрастает не только при повышении температуры наружного воздуха, но и при изменении условий снегонакопления [Гребенец и др., 2019]. Это зачастую вызывает снижение несущей способности фундаментов. Деградационные тенденции в мерзлых основаниях приводят к увеличению глубины СТС и, следовательно, к расширению зоны морозной деструкции подземных конструкций [Grebenets et al., 2002], а также к увеличению касательных сил криогенного пучения в промерзающем зимой СТС.

В настоящее время потребовалось решение ряда проблем, связанных с воздействием криосферных процессов на экосистемы и инфраструктуру Арктики, прежде всего учет региональных (секторных) различий в реакции процессов на изменение температуры и осадков, особенно снега, а также криолитологических параметров в разных областях Крайнего Севера. Важной задачей остается оценка реального состояния инфраструктуры, а также разработка эффективных методов повышения устойчивости объектов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для реализации цели и задач исследования применялся анализ материалов собственных полевых наблюдений, а также методы обработки данных дистанционного зондирования, геоинформационное картографирование, статистический анализ полученных результатов, численное моделирование.

При проведении исследований были использованы разновременные архивные и современные материалы дистанционного зондирования (аэрофотоснимки и космические снимки). Их тематическое дешифрирование позволило установить проявления опасных процессов и определить особенности их географического распространения и тенденции развития во времени.

Численное моделирование температурных полей грунтов для определенных целей проводилось в программах «Тепло» или QFrost, разработанных на кафедре геокриологии геологического факультета МГУ.

В ходе работы собраны сведения о современном состоянии инфраструктуры в Арктике, изучены научные публикации, фондовые материалы, проведены полевые («контрольные») наблюдения в крупнейших заполярных городах и поселках России. Проведены натурные исследования по выявлению негативных изменений в инфраструктуре по двум направлениям: а) фиксация интенсивности проявления процессов, связанных как с дополнительным охлаждением или отеплением, так и с усилением гравитационной нестабильности оттаивающих и высокотемпературных мерзлых грунтов; б) натурные исследования деструкции (криогенного выветривания) надземных и подземных частей конструкций. Состояние объектов оценивалось визуально по наличию трещин, провалов и других деформаций конструкций зданий и сооружений. В отдельных случаях изучались фондовые материалы отделов технического надзора, геокриологических служб и ряда других организаций. Степень деформированности принята как отношение имеющих повреждения (в том числе отклонения от проектных режимов) объектов к общему числу

зданий и сооружений. Из анализа были исключены авто- и железные дороги и трубопроводы различного назначения.

Для расчета интегральной оценки риска был произведен выбор наиболее опасных для поселений Севера криогенных процессов: морозобойное растрескивание, наледи, морозное пучение, склоновые движения, термоэрозия и термоабразия берегов, термокарст. По результатам полевых наблюдений, изучения литературных и фондовых источников, а также при анализе космоснимков разного разрешения были оценены степень пораженности территории муниципальных образований (для небольших населенных пунктов в радиусе 8–10 км), продолжительности воздействия процесса и вероятности проявления (раз в 10–20 лет). Степень пораженности, повторяемость и продолжительность оценивались величиной от 0 до 1. Отсутствие проявлений процесса принималось равной 0. Пораженность измерялась как доля числа 1, например, если термокарст занимал 15% исследуемой территории, то этот показатель оценивался равным 0,15. Продолжительность (доли единицы) измерялась соотношением длительности (в месяцах) в годовом цикле проявления того или иного процесса к 12 месяцам. Анализ повторяемости является более сложным показателем: при ежегодном проявлении процесса он принимался равным 1; при развитии раз в 5 лет – 0,2; при развитии раз в 10 лет – 0,1 и т. п. Перемножением этих показателей получалась интегральная величина (от 0 до 1), характеризующая степень риска [Айбулатов и др., 2021]. Далее для каждого криогенного процесса проводилось разделение на шесть групп по степени опасности для инфраструктуры, каждой из которых присваивался балл: 1 – при низкой степени, 2 – при средней, 3 – при повышенной, 4 – при высокой, 5 – при чрезвычайно высокой, 6 – при максимальной. Сумма этих баллов для каждого населенного пункта позволяла получить обобщающий показатель – интегральную оценку риска от развития криогенных процессов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В последние десятилетия наблюдается нарастание деформаций в регионах Крайнего Севера, связанных как с климатическими изменениями, так и с хозяйственным освоением.

Экзогенные процессы в криолитозоне редко развиваются отдельно, а обычно образуют так называемые парагенетические ряды или комплексы. Наибольшую опасность представляют термокарст, термоэрозия, криогенные склоновые процессы, пучение, морозобойное растрескивание, воронки газового выброса [Стрелецкая и др., 2017; Кизяков и др., 2018].

Рост годовых сумм положительных температур наружного воздуха активизирует термоденудацию, например, в условиях залегающих вблизи поверхности подземных льдов на полуострове Ямал наблюдается интенсивное формирование термоцирков, связанных с вытаиванием пластовых льдов [Khomutov et al., 2017]. Появляются новые термоцирки, а для стабилизировавшихся прежде форм отмечается новый цикл активизации с 2012 г.

В результате анализа серии разновременных космических снимков выявлена современная динамика берегов и термоцирков на побережье о. Колгуев [Günther et al., 2019]. В 2002–2012 гг. темпы термоабразии составляли 1,7–2,4 м/год, средняя скорость роста термоцирков (скорость термоденудации) в тот же период составляла 2,6 м/год. Максимальные скорости термоденудации, достигающие 15,1 м/год, отмечены в 2009–2012 гг. [Кизяков и др., 2019].

Одним из наиболее опасных процессов для конструкций на Крайнем Севере является морозобойное растрескивание. Интенсивность этого процесса

можно оценить через так называемые «удары холода»; на рисунке 1 приведены результаты расчетов этого явления. Картосхема показывает возможность формирования в разных регионах морозобойных трещин. Ранжирование основано на количестве «ударов холода», геолого-географическая основа которых обусловлена числом резких понижений температуры (более чем на 15°C) в определенных условиях темпов снегонакопления и литокриогенного строения. Анализ метеорологических данных за последние 18 лет (2000–2018) показал, что наиболее активно морозобойное растрескивание развивается в центральной Якутии, в Бурятии, Магаданской области и т. п. Характерно, что морозобойное растрескивание в ряде регионов Арктики при потеплении климата за последние 25–30 лет фактически не развивается в природных ландшафтах, однако, как показали наши полевые исследования в Норильске, Игарке, Новом Уренгое, этот процесс весьма активен на участках, регулярно очищаемых от снега (автодорогах, аэродромах и др.).

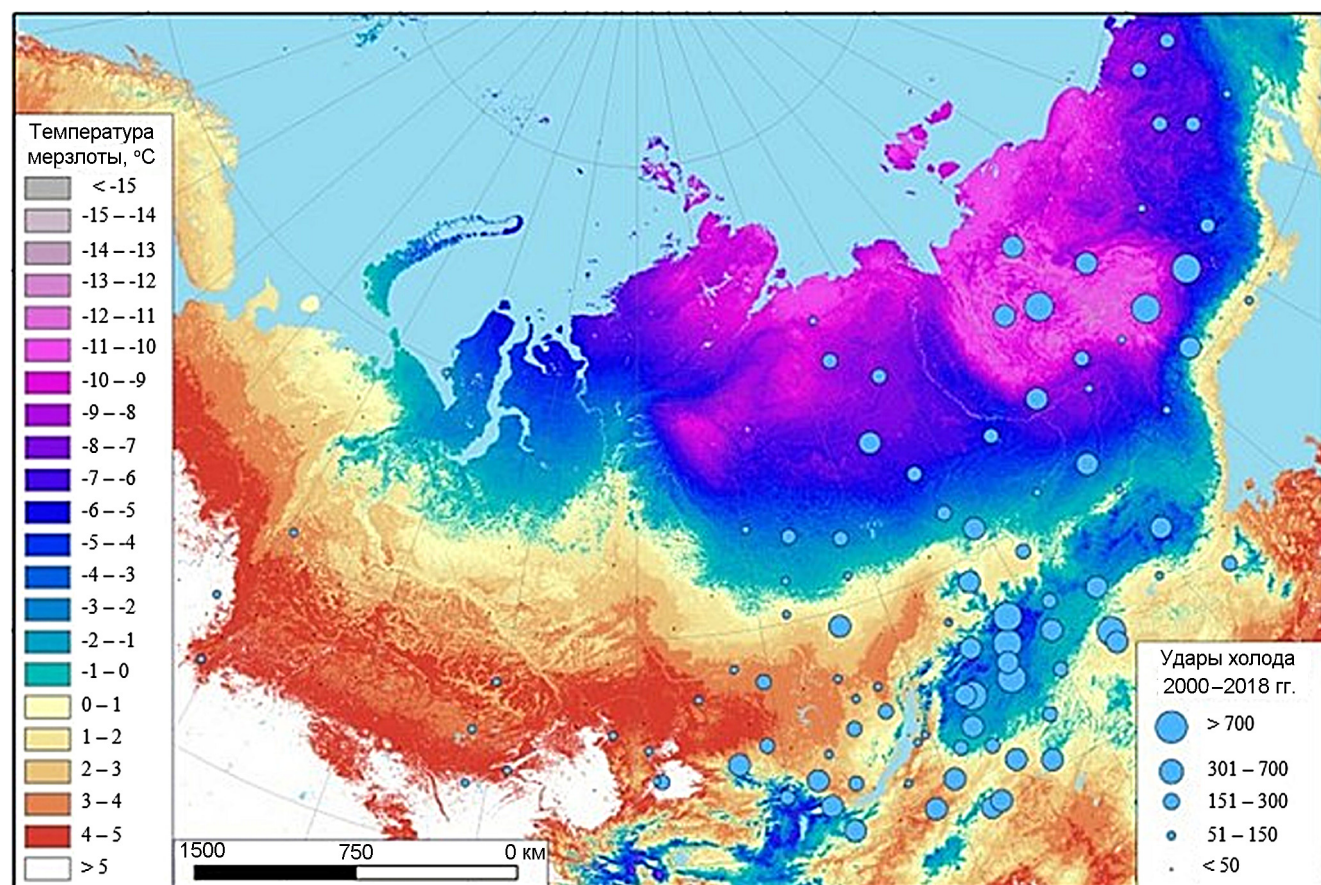


Рис. 1. Распространение суммарного числа «ударов холода» в 2000–2018 гг.
Карта мерзлоты Северного полушария использована в качестве подложки [Obu et al., 2019]

Fig. 1. Distribution of the sum of “cold hits” during 2000–2018.
Northern Hemisphere permafrost map used as a layout [Obu et al., 2019]

Исследования выявили интенсивное развитие деструктивных криогенных процессов на севере Западной Сибири. Следует отметить, прежде всего, угрозы, связанные с воронками газовых выбросов, термоэрозией и термоабразией берегов, криогенными оползнями [Grebenets et al., 2019b]. Полевые наблюдения и анализ данных дистанционного зондирования показали приуроченность воронок выбросов к определенным геолого-геоморфологическим условиям, позволили оценить их масштаб: от 25 до 37 м в диаметре на поверхности [Kizyakov et al., 2020]. При исследовании термоэрозии установлена значительная роль блокового обрушения мерзлых массивов в период снеготаяния, а также выявлена существенная активизация разрушения берегов в конце теплого периода: совпадение максимума атмосферных осадков и наибольшей глубины сезонного оттаивания [Tolmanov, 2020].

Для о. Колгуев отмечается рост годовых сумм положительных температур воздуха, при этом изменения продолжительности динамически активного периода не выявлены [Кизяков и др., 2019]. Темпы термоденудации (отступления стенок термоцирков с вскрывающимися пластовыми льдами) определяются, главным образом, суммой положительных значений температуры воздуха. Морская абразия не оказывает значительного влияния на динамику роста термоцирков, врезанных в бровку высоких уступов на удалении 100–300 м от береговой линии. Важнейшим фактором, определяющим скорость термоабразии, является продолжительность динамически активного периода, которая остается стабильной.

Совокупность криогенных процессов вызывает нестабильность в основаниях зданий и сооружений; безусловно, большую роль в надежности инженерной инфраструктуры в Арктике играют социально-экономические причины, анализ которых не является предметом исследования.

В 2018–2020 гг. проведены полевые обследования, а также анализ региональных фондовых документов для оценки реального состояния зданий и сооружений в ряде арктических городов: Воркуте, Харпе, Салехарде, Лабытнанги, Дудинке, Норильске, Батагае и др. В национальных поселках Заполярья практически все здания и системы жизнеобеспечения находятся в критическом (аварийном или предаварийном) состоянии, в крупных городах процент деформированности инженерной инфраструктуры варьирует от 20–25 до 75–80% (рис. 2). Основной причиной «неблагополучия» является развитие опасных криогенных процессов, спровоцированных в 80–85% случаев негативными техногенными воздействиями, в 15–20% – потеплением климата или локальными природными изменениями рельефа. Для городской застройки получены реальные сведения о динами-

ке температурного режима вечномерзлых грунтов оснований под зданиями с холодными проветриваемыми подпольями: для 60% оснований характерны тренды к деградации мерзлоты, для 20% – понижение температуры мерзлоты, для 20% – сохранение стабильного природного состояния [Grebenets et al., 2019a]. Следует отметить, что несущая способность вмерзших фундаментов зависит, главным образом, от сил смерзания боковых поверхностей с вечномерзлыми грунтами, которые снижаются при повышении температуры мерзлоты, а увеличение глубины СТС уменьшает первоначальную площадь смерзания. Именно эта ситуация является основной причиной неудовлетворительного состояния инфраструктуры в Арктике.

Для 37 муниципальных образований Арктики были выполнены специальные количественные оценки для шести наиболее деструктивных криогенных процессов (термокарст, термоэрозия и термоабразия, криогенные оползни и движение каменных глетчеров, морозное пучение, морозобойное растрескивание, наледообразование). Интегральная оценка риска от развития криогенных процессов для инфраструктуры изменялась от 11 (Тарко-Сале) до 28 баллов (Норильск). Данный подход позволил распределить поселения по трем группам: а) с максимальной вероятностью поражения застроенных территорий опасными криогенными процессами (Билибино, Хатанга и др.); б) со средней степенью угрозы для объектов (Воркута, Игарка и др.); в) с умеренной степенью риска для инфраструктуры (Лабытнанги, Анадырь и др.). Для городской застройки в городах Лабытнанги, Пангоды, а также для небольших национальных поселков Ямала отмечен чрезвычайно высокий уровень (от 50 до 80–90%) нарушений в эксплуатации холодных проветриваемых подполий, что вызывает деградацию вечной мерзлоты. Натурные обследования (поквартальный обход) 2018–2019 гг. в Лабытнанги показали, что в зависимости от активности этих процессов, а также от срока эксплуатации в отдельных микрорайонах фиксируется 70–80% деформированных объектов.

Важнейшим элементом национальных поселений арктической зоны России является устройство и эксплуатация ледников – уникальных подземных хранилищ мяса, рыбы и др.

Анализ температурного режима внутри ледников ряда поселений Чукотки показал, что на фоне повышения температуры наружного воздуха (3,8–4,4°C за последние 30 лет) из почти десятка построенных ранее ледников сохранилось и эксплуатируется не более 20% [Maslakov et al., 2020]. Особо чувствительны к климатическим изменениям также гидротехнические сооружения, в том числе земляные плотины с мерзлым ядром в небольших поселениях Арктики.

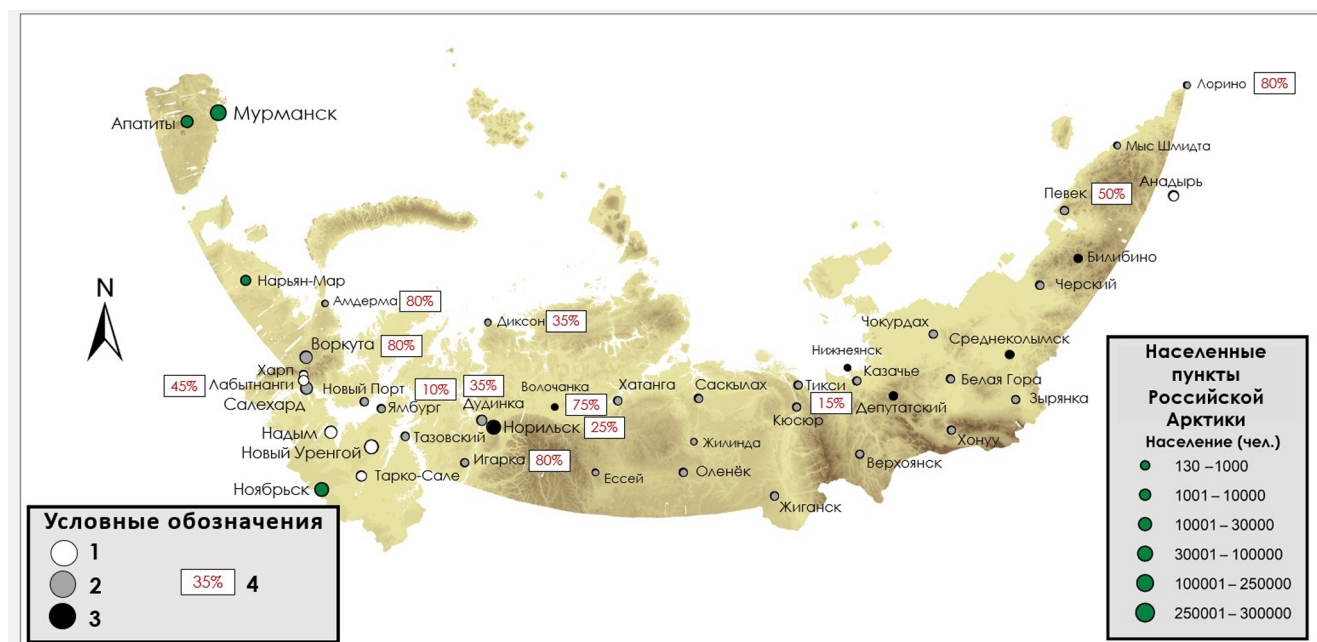


Рис. 2. Оценка степени деформированности объектов инфраструктуры при активизации опасных криогенных процессов: 1 – умеренная; 2 – средняя; 3 – максимальная; 4 – количество (в процентах) деформированных объектов по состоянию на второе десятилетие XXI в., %

Fig. 2. Degree of infrastructure deformation resulting from the intensification of hazardous cryogenic processes.
Legend: Assessment of the degree of infrastructure deformation resulting from the intensification of hazardous cryogenic processes: 1 – moderate; 2 – medium; 3 – maximal; 4 – the share of deformed engineering objects in the settlements by the second decade of the 21st century, %

Особое воздействие на вечномёрзлые основания объектов в Арктике оказывает механизированное перераспределение снежных отложений. В конце зимнего сезона в 2019 г. были проведены снегомерная съемка и картирование отвалов на селитебной территории Норильска, а также последующий анализ данных и сравнение нынешней ситуации с архивными данными 1987 г. Всего на карту было нанесено более 600 отвалов высотой от 2,5 до 5 м. Установлено, что их мощность может в 8–10 раз превышать естественную в тундре.

Моделирование теплового режима грунтов (на уровне нулевых сезонных колебаний – 10–12 м) показало, что при увеличении толщины снега в интервале от 0 до 2 м идет заметное повышение температуры по глубине (отепляющий эффект составляет 2,8°C за 30 лет при расчете для района Норильска). Снегоотвалы в городах распространены практически повсеместно, существуют каждую зиму на одних и тех же местах, что повышает температуру вечной мерзлоты под зданиями и сооружениями и, следовательно, снижает несущую способность в замороженных фундаментах; в период снеготаяния происходит переобводнение и подтопление территории города [Гребенец и др., 2019]. При механизированном перемещении снежного покрова процессы перекристаллизации снега также перестают соот-

ветствовать их естественной смене, а значит, нарушается установленная ранее [Sokratov, Barry, 2002] стадийность во влиянии естественного снежного покрова на тепловой режим подстилающего мерзлого грунта. Изменение физических характеристик снега влияет на интенсивность промерзания СТС.

Особую проблему представляет складирование бытовых и промышленных отходов на рельеф, что оказывает значительное механическое, физико-химическое, силовое и тепловое воздействие на вечную мерзлоту. Характерно, что при расширении поселений застройка производится на площадках, где ранее размещались отходы. Ухудшение инженерно-мерзлотных параметров явилось причиной массовых деформаций в северо-восточной части Норильска, где после 10–20 лет эксплуатации было снесено около 40 пяти- и девятиэтажных зданий, возведенных на подобной территории. Нами выделено восемь основных типов складирования отходов: 1) хранилища промышленных отходов (шлако-, шламо- и хвостохранилища, золоотвалы и др.), фактически уничтожающие мерзлоту; 2) складирование «пустой» породы, на склонах превращающейся в подвижные техногенные каменные глетчеры; 3) мусороотвалы (бытовые отходы), отепляющие и засоляющие грунты, вызывающие деградацию мерзлоты; 4) отходы лесопереработки, горение и

гниение которых активизирует криогенные процессы и вызывает формирование таликовых участков; 5) заброшенные поселки или микрорайоны; 6) свалки бочек, содержащих остатки горюче-смазочных веществ, при коррозии бочек проникающих в грунты, что приводит к засолению и изменению теплофизических свойств; 7) резервуарные парки для хранения нефтепродуктов, где деформации емкостей при активизации криогенных процессов вызывают коренное преобразование ландшафтно-мерзлотных условий; 8) зоны складирования снега, вывозимого с застроенных территорий, содержащего загрязнители, которые, проникая в СТС, изменяют физико-химические параметры грунтов.

Геоэкологическая и геотехническая ситуации в промышленных центрах криолитозоны осложняются проблемой попадания различных загрязнителей в сезонно-талый слой и последующим их проникновением в мерзлую толщу, в которую встроены фундаменты. Наши исследования показали, что содержание легкорастворимых солей в пределах тундровых ландшафтов многократно меньше, чем на промышленно освоенных территориях (рис. 3). Следует добавить, что эти легкорастворимые соли агрессивно воздействуют на материалы подземных конструкций.

На территориях населенных пунктов Арктики при совместном воздействии природных и антропогенных факторов происходит формирование специфических природно-техногенных гео-криологических комплексов. В зависимости от вида, интенсивности и длительности техногенных воздействий, а также от климатических, ландшафтных и природных литокриогенных условий возникают различные комбинации комплексов, сочетания опасных криогенных процессов. Наши наблюдения позволили выделить 17 типов подобных комплексов в Норильском промышленном районе, 5 – в Анадыре, 7 – на территории Ямбургского газоконденсатного месторождения, 13 – в Игарке, 32 типа комплексов, формирующихся вдоль надземных и подземных трубопроводов в криолитозоне, и др. Влияние опасных криогенных процессов на инфраструктуру проявляется по-разному. Например, на территории со-

временной городской застройки в пос. Ямбург, где возведены и эксплуатируются здания с эффективно функционирующими холодными проветриваемыми подпольями и отлаженной системой водоотведения, опасные процессы фактически отсутствуют. Однако, в микрорайонах раннего освоения (1980-е гг.) наблюдаются тенденции к деградации мерзлоты, активны термокары и термоэрозия, тепловые осадки частей зданий, выпучивание столбов оград и т. д.

Одной из важнейших задач при хозяйственном освоении регионов Крайнего Севера является необходимость обеспечения надежности инженерной инфраструктуры, прежде всего с учетом ухудшающихся гео-криологических условий при климатических изменениях.

Основными направлениями управления мерзлотной обстановкой для обеспечения устойчивости зданий и сооружений являются [Гребенец, Рогов, 2000]: а) укрепление мерзлоты, повышение ее несущей способности, сокращение деятельного слоя (зоны воздействия касательных сил морозного пучения); б) протаивание в южной криолитозоне линз или маломощных высокотемпературных слоев мерзлоты; в) сохранение status-quo для вечномерзлых оснований существующих объектов.

Могут применяться как «пассивные» (направлены на изменение условий внешнего теплообмена в системе «грунт – поверхность – атмосфера»), так и

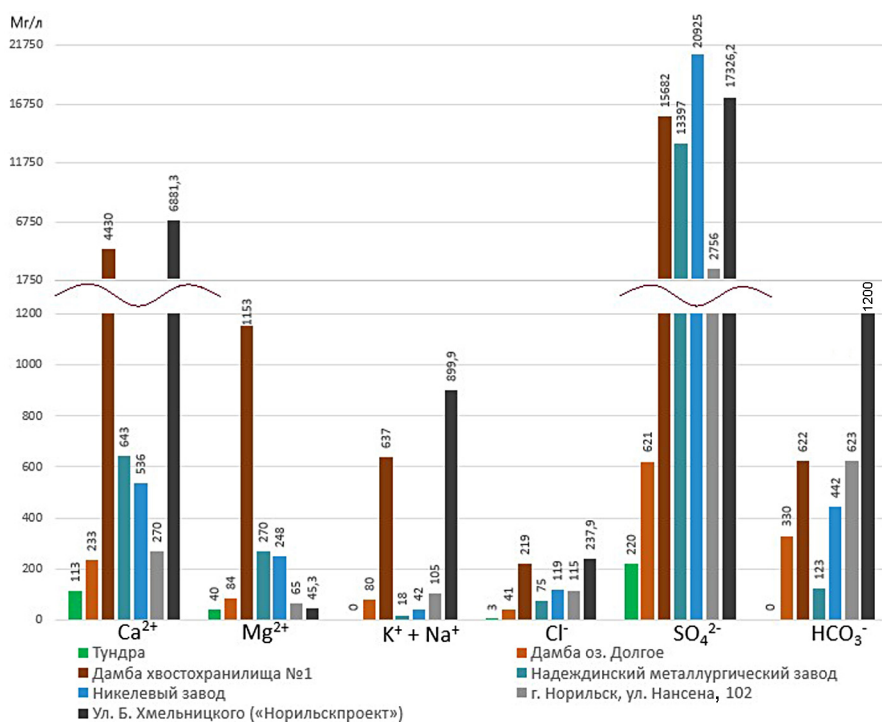


Рис. 3. Содержание легкорастворимых солей в активном слое на территории Норильского промышленного региона

Fig. 3. Concentration of soluble salts in the active layer within the Norilsk industrial region

«активные» методы (воздействие на грунты по их глубине). Для Арктической зоны России наиболее актуальны методы, направленные на укрепление мерзлоты.

К «пассивным» методам можно отнести: а) оптимизацию застройки, ее уплотнение за счет введения зданий с эффективно действующими холодными проветриваемыми подпольями; б) водоотведение; в) организацию и обустройство мест складирования отходов; г) систематическую снегоочистку территорий; д) утепление в теплое время года локальных участков. Наши наблюдения показали, что сочетание снегоуборки и летней теплоизоляции поверхности может обеспечить понижение температуры мерзлоты на 2–3°C, а также сокращение глубины СТС на 30–50%.

Тепловое воздействие на грунты может осуществляться за счет подачи охлаждающей среды (хладагента) в глубинные охлаждающие колонки. Наиболее интенсивно совершенствуются и широко применяются автономно действующие сезонно охлаждающие устройства, использующие неограниченные на Севере запасы природного холода для его «перекачки» в грунты. В последние 20–30 лет в Арктике предпочтение отдается парожидкостным устройствам.

ВЫВОДЫ

Выполнены комплексные исследования состояния инфраструктуры в поселениях Российской Арктики с оценкой степени деформированности объектов, в результате которых:

- создана сводная база данных;
- установлено, что в районах с вечной мерзлотой в урбанизированной среде развивается ряд опасных для инфраструктуры инженерно-криогенных процессов, которые спровоцированы (или активизированы) под техногенным воздействием на территориях Арктики, где в природных условиях они практически не встречаются. Активизируются термокарст, термоэрозия и термоабразия берегов, наледеобразование, а в связи с увеличением деятельного слоя – и касательные силы морозного пучения;
- выявлено, что практически все здания и системы жизнеобеспечения на территории национальных поселков Заполярья находятся в аварийном или предаварийном состоянии, в промышленных центрах процент деформированности инженерной инфраструктуры варьирует от 20–25 до 75–80%, что часто вызвано развитием опасных криогенных процессов;

– для оценки негативного воздействия наиболее деструктивных процессов (шесть групп: термокарст, термоэрозия и термоабразия, криогенные оползни и движение каменных глетчеров, морозное пучение, морозобойное растрескивание, наледеобразование) на инфраструктуру населенных пунктов была разработана методика, учитывающая три показателя проявления криогенных процессов: степень пораженности, продолжительность, повторяемость. Оценка риска была проведена в 37 поселениях Российской Арктики. При этом особое внимание было уделено инфраструктуре севера Западной Сибири [Толманов и др., 2019];

– выявлено, что опасность представляют процессы, связанные с дополнительным отоплением поверхности; по полученным данным, в западной части Арктики наблюдается новый цикл активизации термоцирков, связанных с вытаиванием ледовых льдов. Темпы развития термоденудации могут достигать 15 м/год; установлена высокая роль блокового обрушения мерзлых массивов в период снеготаяния для термоэрозионных оврагов;

– проанализированы возможность возникновения и активность морозобойного растрескивания в природных условиях в современных метеорологических условиях; установлено, что за последние 18 лет активнее всего этот процесс протекает в континентальных районах Сибири (Забайкальский край, Бурятия, Магаданская область и т. п.), однако он развивается и на территории Арктической части зоны распространения вечной мерзлоты;

– проанализировано воздействие на инфраструктуру Арктики размещения отходов, осуществлена классификация (восемь групп) по степени их влияния на вечномерзлые основания;

– особое внимание уделено влиянию на вечномерзлые основания механизированного перераспределения снега на застроенных территориях; формирование мощных отвалов отепляет мерзлоту, активизирует опасные криогенные процессы;

– установлено, что на хозяйственно освоенных территориях криолитозоны формируются особые природно-техногенные геокриологические комплексы, в пределах которых прослеживается особое сочетание криогенных процессов и фиксируется различная устойчивость инфраструктуры даже для однотипных объектов;

– показаны основные методы управления мерзлотной обстановкой для обеспечения устойчивости инфраструктуры в Арктике.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ 18-06-60080 «Опасные нивально-гляциальные и криогенные процессы и их влияние на инфраструктуру в Арктике».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айбулатов Д.Н., Глазовская Т.Г., Гребенец В.И., Деркачева А.А., Сократов С.А., Толманов В.А., Турчанинова А.С., Хисматуллин Т.И., Школьный Д.И., Шныпарков А.Л. Развитие транспортных сетей Сибири и Дальнего Востока с учетом опасных природных процессов и явлений. М.: Перо, 2021. 200 с.
- Гребенец В.И. Негативные последствия деградации мерзлоты // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2007. № 3. С. 18–21.
- Гребенец В.И., Rogov B.B. Инженерное мерзлотоведение: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 2000. 96 с.
- Гребенец В.И., Толманов В.А., Федин В.А. Влияние механизированного перераспределения снега на вечномёрзлые основания в городах Арктики // Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», г. Москва, 26–29 ноября 2019 г. М.: Геомаркетинг, 2019. С. 248–252.
- Кизяков А.И., Гюнтер Ф., Зимин М.В., Солюшкин А.В., Жданова Е.Ю. Разрушение берегов острова Колгуев в условиях распространения пластовых льдов // Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», г. Москва, 26–29 ноября 2019 г. М.: Геомаркетинг, 2019. С. 274–279.
- Кизяков А.И., Стрелецкая И.Д., Гребенец В.И., Баду Ю.Б. Активизация опасных природных процессов в районах распространения крупных залежей подземных льдов в условиях меняющегося климата Арктики // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в РФ: материалы XIV Общероссийской конференции изыскательских организаций. М.: Геомаркетинг, 2018. С. 268–272.
- Кислов А.В., Гребенец В.И., Евстигнеев В.М., Конищев В.Н., Сидорова М.В., Суркова Г.В., Тумель Н.В. Последствия возможного потепления климата в XXI веке на севере Евразии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2011. № 3. С. 3–8.
- Куницкий В.В., Сыромятников И.И., Ширрмейстер Л., Скачков Ю.Б., Гроссе Г., Веттерих С., Григорьев М.Н. Льдистые породы и термоденудация в районе поселка Батагай (Янское плоскогорье, Восточная Сибирь) // Криосфера Земли. 2013. Т. XVII. № 1. С. 56–68.
- Лейбман М.О., Кизяков А.И. Криогенные оползни Ямала и Югорского полуострова. ИКЗ СО РАН, М.; Тюмень, 2007. 206 с.
- Стрелецкая И.Д., Лейбман М.О., Кизяков А.И., Облогов Г.Е., Васильев А.А., Хомутов А.В., Дворников Ю.А. Подземные льды и их роль в формировании воронки газового выброса на полуострове Ямал // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2017. № 2. С. 91–99.
- Толманов В.А., Гребенец В.И., Юров Ф.Д. Оценка негативного влияния криогенных процессов на инфраструктуру ЯНАО // Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», Москва, 26–29 ноября 2019 г. М.: Геомаркетинг, 2019. С. 284–290.
- Climate in Svalbard 2100 – a knowledge base for climate adaptation (The Norwegian Centre for Climate Services (NCCS) report, 2019, no. 1 / I. Hanssen-Bauer, E.J. Førland, H. Hisdal, S. Mayer, A.B. Sandø, A. Sorteberg (eds.), Oslo, NCCS, 2019, 206 p.
- Costard F., Gautier E., Fedorov A., Konstantinov P., Dupeyrat L. An Assessment of the Erosion Potential of the Fluvial Thermal Process during Ice Breakups of the Lena River (Siberia), *Permafrost and Periglacial Processes*, 2014, vol. 25, no. 3, p. 162–171, DOI: 10.1002/ppp.1812.
- Fuchs M., Nitze I., Strauss J., Günther F., Wetterich S., Kizyakov A., Fritz M., Opel T., Grigoriev M.N., Maksimov G.T., Grosse G. Rapid Fluvio-Thermal Erosion of a Yedoma Permafrost Cliff in the Lena River Delta, *Frontiers in Earth Science*, 2020, no. 8, p. 336, DOI: 10.3389/feart.2020.00336.
- Grebenev V., Tolmanov V., Iurov F. Influence of engineering-cryogenic processes on the infrastructure of the Arctic due to climatic changes and increasing anthropogenic impact, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2019, GC21E-1276, San Francisco, CA, 2019a.
- Grebenev V.I., Kizyakov A.I., Streletskaya I.D. Hazardous permafrost processes in areas with massive ground ice occurrence in the Western Russian Arctic, American Geophysical Union (AGU), Fall Meeting 2019, C41D-1490, San Francisco, CA, 2019b.
- Grebenev V.I., Konishchev V.N., Rogov V.V. Cryogenic destruction of construction materials in foundations of buildings erected in the permafrost zone, *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 2002, vol. 39, no. 3, p. 106–111, DOI: 10.1023/A:1020372002621.
- Günther F., Kizyakov A.I., Zimin M.V., Sonyushkin A.V. Destruction of coasts with tabular ground ice occurrence on Kolguev Island, European Russian Arctic // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции, г. Ростов-на-Дону, 13–23 июня 2019 г. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. С. 221–222.
- Günther F., Overduin P.P., Yakshina I.A., Opel T., Baranskaya A.V., Grigoriev M.N. Observing Muostakh disappear: permafrost thaw subsidence and erosion of a ground-ice-rich island in response to arctic summer warming and sea ice reduction, *The Cryosphere*, 2015, vol. 9, no. 1, p. 151–178, DOI: 10.5194/tc-9-151-2015.
- Haltigin T.W., Pollard W.H., Dutilleul P., Osinski G.R. Geometric evolution of polygonal terrain networks in the Canadian High Arctic: Evidence of increasing regularity over time, *Permafrost and Periglacial Processes*, 2012, vol. 23, no. 3, p. 178–186, DOI: 10.1002/ppp.1741.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / R.K. Pachauri, L.A. Meyer (eds.), IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.
- Khomutov A., Leibman M., Dvornikov Yu., Gubarkov A., Mullanurov D., Khairullin R. Activation of Cryogenic Earth Flows and Formation of Thermocirques on Central Yamal as a Result of Climate Fluctuations, *Advancing Culture of Living with Landslides*, Proceedings of World Landslide Forum 4, May 29 – June 2, 2017, Ljubljana, Slovenia,

- vol. 5, Landslides in Different Environments, K. Mikoš, V. Vilimek, Y. Yin, K. Sassa (eds.), Springer International Publishing AG, 2017, p. 209–216, DOI: 10.1007/978-3-319-53483-1_24.
- Kizyakov A., Leibman M., Zimin M., Sonyushkin A., Dvornikov Y., Khomutov A., Dhont D., Cauquil E., Pushkarev V., Stanilovskaya Y. Gas emission craters and mound-predecessors in the north of West Siberia, similarities and differences, *Remote Sensing*, 2020, vol. 12, no. 4, 2182, DOI: 10.3390/rs12142182.
- Leibman M.O., Kizyakov A.I., Plekhanov A.V., Strelets-kaya I.D. New permafrost feature – deep crater in Central Yamal (West Siberia, Russia) as a response to local climate fluctuations, *Geography, Environment, Sustainability*, 2014, vol. 7, no. 4, p. 68–79, DOI: 10.24057/2071-9388-2014-7-4-68-79.
- Maslov A.A., Nyland K.E., Komova N.N., Yurov F.D., Yoshikawa K., Kraev G.N. Community ice cellars in Eastern Chukotka: Climatic and anthropogenic influences on structural stability, *Geography, Environment, Sustainability*, 2020, vol. 13, no. 3, p. 49–56, DOI: 10.24057/2071-9388-2020-71.
- Obu J., Westermann S., Bartsch A., Berdnikov N., Christiansen H.N., Dashtseren A., Delaloye R., Elberling B., Etzelmoeller B., Kholodov A., Khomutov A., Kaab A., Leibman M.O., Lewkowicz A.G., Panda S.K., Romanovsky V., Way R.G., Westergaard-Nielsen A., Wu T., Yamkhin J., Zou D. Northern Hemisphere permafrost map based on TTOP modelling for 2000–2016 at 1 km² scale, *Earth Science Reviews*, 2019, vol. 193, p. 299–316, DOI: 10.1016/j.earscirev.2019.04.023.
- Romanovsky V., Isaksen K., Drozdov D., Anisimov O., Instanes A., Leibman M., McGuire A., Shiklomanov N., Smith S., Walker D. Changing permafrost and its impacts, *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA)*, Oslo, Norway, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 2017, p. 65–102.
- Sokratov S.A., Barry R.G. Intraseasonal variation in the thermoinsulation effect of snow cover on soil temperatures and energy balance, *Journal of Geophysical Research*, 2002, vol. 107, no. D9–D10, 13 p., DOI: 10.1029/2001JD000489.
- Tolmanov V. Thermoerosion process on Tazovskiy peninsula. Factors and dynamics, *European Geosciences Union General Assembly 2020*, Geophysical Research Abstracts, vol. 22, Vienna, Austria, 2020, EGU2020-825, DOI: 10.5194/egusphere-egu2020-825.

Поступила в редакцию 16.03.2021

После доработки 18.08.2021

Принята к публикации 27.09.2021

IMPACT OF HAZARDOUS CRYOGENIC PROCESSES ON URBAN INFRASTRUCTURE IN THE ARCTIC

V.I. Grebenets¹, A.I. Kizyakov², A.A. Maslov³, S.A. Sokratov⁴,
I.D. Strelets-kaya⁵, V.A. Tolmanov⁶, F.D. Yurov⁷

^{1–7} Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography

¹ Department of Cryolithology and Glaciology, Associate Professor, Ph.D. in Geology and Mineralogy; e-mail: vgreb@inbox.ru

² Department of Cryolithology and Glaciology, Leading Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: akizyakov@mail.ru

³ Research Laboratory of Geoecology of the Northern Territories, Senior Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: alekseymaslov@yandex.ru

⁴ Department of Cryolithology and Glaciology, Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: sokratov@geogr.msu.ru

⁵ Department of Cryolithology and Glaciology, Associate Professor, Ph.D. in Geology and Mineralogy; e-mail: irinastrelets@gmail.com

⁶ Department of Cryolithology and Glaciology, post-graduate student; e-mail: vasilytolmanov@gmail.com

⁷ Department of Cryolithology and Glaciology, Junior Scientific Researcher; e-mail: fdiurov@gmail.com

The article summarizes long-term comprehensive studies of the impact of hazardous cryogenic processes on the infrastructure of settlements in the Russian Arctic with the assessment of the degree of deformation of the engineering objects. The percentage of deformed engineering infrastructure varies from 20–25 to 75–80%, often as a result of the development of dangerous cryogenic processes.

The negative impact of the most destructive processes was assessed for 37 settlements of the Russian Arctic. Suggested methodology includes three main indicators of cryogenic processes, i.e. degree of damage, duration and frequency. The processes associated with additional warming of the surface are the most dangerous. A new cycle of thaw slumps activation, associated with the thawing of ground ice and ice-bearing permafrost is observed. The rate of thermal denudation could be up to 15 m/year. The important feature in the gully development is block collapse of permafrost grounds during the snowmelt period. The possibility of frost cracking under natural conditions was estimated.

The impact of waste disposal on the Arctic infrastructure was also analyzed. All wastes were classified into 8 groups based on the degree of their impact on frozen basements. Special emphasis was made on how the

mechanized redistribution of snow in urban areas influences frozen basements. The formation of large snow dumps affects permafrost and activates hazardous cryogenic processes.

Information on the temperature regime dynamics was obtained for frozen basements of buildings in urban areas: permafrost degradation was detected in 60% of basements; permafrost temperature decrease in 20% of basements; and the stable state of permafrost in 20%.

It was revealed that specific natural and geotechnical geocryological complexes are formed within economically developed territories in the permafrost zone. Special combinations of cryogenic processes for each complex were found and different stability could be a feature of even similar engineering objects. Effectiveness of the principal methods of permafrost management to ensure the stability of infrastructure was estimated.

Keywords: the Far North, cryogenic hazards, integral risk assessment, buildings and constructions

Acknowledgements. The work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project number 18-06-60080 Hazardous nival-glacial and cryogenic processes and their impact on infrastructure in the Arctic).

REFERENCES

- Aibulatov D.N., Glazovskaya T.G., Grebenets V.I., Derkacheva A.A., Sokratov S.A., Tolmanov V.A., Turchaninova A.S., Khismatullin T.I., Schkolny D.I., Schnyparkov A.L. *Development of transportation network in Eastern Siberia and the Russian Far East taking into account dangerous natural processes and phenomena*, Moscow, Pero Publ., 2021, 200 p. (In Russian)
- Climate in Svalbard 2100 – a knowledge base for climate adaptation (The Norwegian Centre for Climate Services (NCCS) report, 2019, no. 1)*, I. Hanssen-Bauer, E.J. Førland, H. Hisdal, S. Mayer, A.B. Sandø, A. Sorteberg (eds.), Oslo, NCCS, 2019, 206 p.
- Costard F., Gautier E., Fedorov A., Konstantinov P., Dupeyrat L. An Assessment of the Erosion Potential of the Fluvial Thermal Process during Ice Breakups of the Lena River (Siberia), *Permafrost and Periglacial Processes*, 2014, vol. 25, no. 3, p. 162–171, DOI: 10.1002/ppp.1812.
- Fuchs M., Nitze I., Strauss J., Günther F., Wetterich S., Kizyakov A., Fritz M., Opel T., Grigoriev M.N., Maksimov G.T. Grosse G. Rapid Fluvio-Thermal Erosion of a Yedoma Permafrost Cliff in the Lena River Delta, *Frontiers in Earth Science*, 2020, no. 8, 336, DOI: 10.3389/feart.2020.00336.
- Grebenets V.I., Tolmanov V.A., Fedin V.A. [Impact of mechanized snow redistribution on permafrost foundations in Arctic cities], *Materialy dokladov XV Obshcherossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i vystavki "Perspektivy razvitiya inzhenernykh izyskaniy v stroitel'stve v Rossiyskoy Federatsii"* [Materials of the reports at the XV All-Russian scientific-practical conference and exhibition "Prospects of the development of engineering surveys for construction in the Russian Federation"], Moscow, Geomarketing Publ., 2019, p. 248–252. (In Russian)
- Grebenets V., Tolmanov V., Iurov F. Influence of engineering-cryogenic processes on the infrastructure of the Arctic due to climatic changes and increasing anthropogenic impact, *American Geophysical Union (AGU), Fall Meeting 2019*, GC21E-1276, San Francisco, CA, 2019a.
- Grebenets V.I. Negativnye posledstviya degradatsii merzloty [Negative consequences of permafrost degradation], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2007, no. 3, p. 18–21. (In Russian)
- Grebenets V.I., Kizyakov A.I., Streletskaia I.D. Hazardous permafrost processes in areas with massive ground ice occurrence in the Western Russian Arctic, *American Geophysical Union (AGU), Fall Meeting 2019*, C41D-1490, San Francisco, CA, 2019b.
- Grebenets V.I., Konishchev V.N., Rogov V.V. Cryogenic destruction of construction materials in foundations of buildings erected in the permafrost zone, *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 2002, vol. 39, no. 3, p. 106–111, DOI: 10.1023/A:1020372002621.
- Grebenets V.I., Rogov V.V. *Inzhenernoe merzlotovedenie. Uchebnoe posobie* [Engineering permafrost studies: Textbook], Moscow, Lomonosov Moscow St. un-ty Publ., 2000, 96 p. (In Russian)
- Günther F., Kizyakov A.I., Zimin M.V., Sonyushkin A.V. Destruction of coasts with tabular ground ice occurrence on Kolguev Island, European Russian Arctic, *Regularities of Formation and Impact of Marine and Atmospheric Hazardous Phenomena and Disasters on the Coastal Zone of the Russian Federation under the Conditions of Global Climatic and Industrial Challenges ("Dangerous Phenomena")*: *Proceedings of the International Scientific Conference, Rostov-on-Don, 13–23 June 2019*, Rostov-on-Don, SSC RAS Publ., 2019, p. 221–222.
- Günther F., Overduin P.P., Yakshina I.A., Opel T., Baranskaya A.V., Grigoriev M.N. Observing Muostakh disappear: permafrost thaw subsidence and erosion of a ground-ice-rich island in response to arctic summer warming and sea ice reduction, *The Cryosphere*, 2015, vol. 9, no. 1, p. 151–178, DOI: 10.5194/tc-9-151-2015.
- Haltigin T.W., Pollard W.H., Dutilleul P., Osinski G.R. Geometric evolution of polygonal terrain networks in the canadian high arctic: evidence of increasing regularity over time, *Permafrost and Periglacial Processes*, 2012, vol. 23, no. 3, p. 178–186, DOI: 10.1002/ppp.1741.
- IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, R.K. Pachauri, L.A. Meyer (eds.), IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.
- Khomutov A., Leibman M., Dvornikov Yu., Gubarkov A., Mullanurov D., Khairullin R. Activation of Cryogenic Earth Flows and Formation of Thermocirques on Central Yamal as a Result of Climate Fluctuations, *Advancing Culture of Living with Landslides, Proceedings of World Landslide Forum 4, May 29 – June 2, 2017, Ljubljana, Slovenia*, K. Mikoš, V. Vilimek, Y. Yin, K. Sassa (eds.), vol. 5, Landslides in Different Environments, Springer International Publishing AG, 2017, p. 209–216, DOI: 10.1007/978-3-319-53483-1_24.

- Kislov A.V., Grebenets V.I., Evstigneev V.M., Konishchev V.N., Sidorova M.V., Surkova G.V., Tumel' N.V. Posledstviya vozmozhnogo potepleniya klimata v XXI veke na severe Evrazii [Effects of possible climate warming in the 21st century for Northern Eurasia], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2011, no. 3, p. 3–8. (In Russian)
- Kizyakov A.I., Streletskaya I.D., Grebenets V.I., Badu Yu.B. [Activation of hazardous natural processes in the areas of large deposits of underground ice under changing climate of the Arctic], *Materialy dokladov XIV Obshcherossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i vystavki "Perspektivy razvitiya inzhenernykh izyskaniy v stroitel'stve v Rossiyskoy Federatsii"* [Materials of the reports at the XIV All-Russian scientific-practical conference and exhibition "Prospects of the development of engineering surveys for construction in the Russian Federation"], Moscow, Geomarketing Publ., 2018, p. 268–272. (In Russian)
- Kizyakov A., Leibman M., Zimin M., Sonyushkin A., Dvornikov Y., Khomutov A., Dhont D., Cauquil E., Pushkarev V., Stanilovskaya Y. Gas emission craters and mound-predecessors in the north of West Siberia, similarities and differences, *Remote Sensing*, 2020, vol. 12, no. 4, 2182, DOI: 10.3390/rs12142182.
- Kizyakov A.I., Günther F., Zimin M.V., Sonyushkin A.V., Zhdanova E.Yu. [Destruction of the shores of the Kolguev Island under the expansion of massive ground ices], *Materialy dokladov XV Obshcherossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i vystavki "Perspektivy razvitiya inzhenernykh izyskaniy v stroitel'stve v Rossiyskoy Federatsii"* [Materials of the reports at the XV All-Russian scientific-practical conference and exhibition "Prospects of the development of engineering surveys for construction in the Russian Federation"], Moscow, Geomarketing Publ., 2019, p. 274–279. (In Russian)
- Kunitsky V.V., Syromyatnikov I.I., Shirmmeister L., Skachkov Yu.B., Grosse G., Wetterich S., Grigoriev M.N. Ldistye porody i termodenudatsiya v rajone poselka Batagaj (Yanskoe ploskogorie, Vostochnaya Sibir) [Ice-rich permafrost and thermal denudation in the Batagaj area (Yana Upland, East Siberia)], *Kriosfera Zemli*, 2013, vol. XVII, no. 1, p. 56–68. (In Russian)
- Leibman M.O., Kizyakov A.I. *Kriogennnye opolzni Yamala i Yugorskogo poluostrova* [Cryogenic landslides of Yamal and Yugorsky peninsula], Moscow, Tyumen, IKZ SO RAN Publ., 2007, 206 p. (In Russian)
- Leibman M.O., Kizyakov A.I., Plekhanov A.V., Streletskaya I.D. New permafrost feature – deep crater in Central Yamal (West Siberia, Russia) as a response to local climate fluctuations, *Geography, Environment, Sustainability*, 2014, vol. 7, no. 4, p. 68–79, DOI: 10.24057/2071-9388-2014-7-4-68-79.
- Maslakov A.A., Nyland K.E., Komova N.N., Yurov F.D., Yoshikawa K., Kraev G.N. Community ice cellars in Eastern Chukotka: Climatic and anthropogenic influences on structural stability, *Geography, Environment, Sustainability*, 2020, vol. 13, no. 3, p. 49–56, DOI: 10.24057/2071-9388-2020-71.
- Obu J., Westermann S., Bartsch A., Berdnikov N., Christiansen H.N., Dashtseren A., Delaloye R., Elberling B., Etzelmoeller B., Kholodov A., Khomutov A., Kaab A., Leibman M.O., Lewkowicz A.G., Panda S.K., Romanovsky V., Way R.G., Westergaard-Nielsen A., Wu T., Yamkhin J., Zou D. Northern Hemisphere permafrost map based on TTOP modelling for 2000–2016 at 1 km² scale, *Earth Science Reviews*, 2019, vol. 193, p. 299–316, DOI: 10.1016/j.earscirev.2019.04.023.
- Romanovsky V., Isaksen K., Drozdov D., Anisimov O., Instanes A., Leibman M., McGuire A., Shiklomanov N., Smith S., Walker D. Changing permafrost and its impacts, *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA)*, Oslo, Norway, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 2017, p. 65–102.
- Sokratov S.A., Barry R.G. Intraseasonal variation in the thermoinsulation effect of snow cover on soil temperatures and energy balance, *Journal of Geophysical Research*, 2002, vol. 107, no. D9–D10, 13 p., DOI: 10.1029/2001JD000489.
- Streletskaya I.D., Leibman M.O., Kizyakov A.I., Oblogov G.E., Vasiliev A.A., Khomutov A.V., Dvornikov Y.A. Podzemnye ldy i ikh rol v formirovaniy voronki gazovogo vybrosa na poluostrove Yamal [Ground ice and its role in the formation of gas-emission crater in the Yamal Peninsula], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2017, vol. 1, no. 2, p. 91–99. (In Russian)
- Tolmanov V. Thermoerosion process on Tazovskiy peninsula. Factors and dynamics, *European Geosciences Union General Assembly 2020 (Geophysical Research Abstracts, vol. 22)*, Vienna, Austria, 2020, EGU2020-825, DOI: 10.5194/egusphere-egu2020-825.
- Tolmanov V.A., Grebenets V.I., Yurov F.D. [Assessment of the negative impact of cryogenic processes on the infrastructure of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug], *Materialy dokladov XV Obshcherossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i vystavki "Perspektivy razvitiya inzhenernykh izyskaniy v stroitel'stve v Rossiyskoy Federatsii"* [Materials of the reports at the XV All-Russian scientific-practical conference and exhibition "Prospects of the development of engineering surveys for construction in the Russian Federation"], Moscow, Geomarketing Publ., 2019, p. 284–290. (In Russian)

Received 16.03.2021

Revised 18.08.2021

Accepted 27.09.2021

НАКОПЛЕНИЕ МИКРОПЛАСТИКОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПЛЯЖЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

Е.Н. Сибирцова¹, М.И. Силаков², А.В. Темных³, А.В. Завьялов⁴

¹⁻⁴ Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского» РАН

¹ Науч. сотр., канд. биол. наук; e-mail: elenasibircova@yandex.ru

² Мл. науч. сотр.; e-mail: ilmihvokalis@mail.ru

³ Науч. сотр., канд. биол. наук; e-mail: atemnykh@yandex.ru

⁴ Мл. науч. сотр., канд. биол. наук; e-mail: andrej-zavyalov@yandex.ru

Исследована динамика концентрации микропластикового загрязнения пляжевых отложений юго-западного побережья Крыма за период с лета 2018 по осень 2020 г. Объектами исследования были выбраны расположенные в окрестностях Севастополя районы с различными локальными условиями и разной степенью антропогенной нагрузки: пять пляжей в популярных зонах рекреации, оборудованные соответствующей инфраструктурой, и два контрольных района с морфологией берега, удобной для захода в воду, но с отсутствием какой-либо инфраструктуры и массового потока отдыхающих. Для оценки антропогенной нагрузки в полевых условиях регистрировались фактические показатели единовременной допустимой рекреационной нагрузки и дневной посещаемости пляжей.

Рост концентрации микропластикового загрязнения за исследуемый период (2018–2020) отмечен на всех семи исследуемых пляжах. В отдельных зонах рекреации количество микропластика увеличилось в пять раз. Максимум концентрации микропластикового загрязнения зафиксирован на пляже Песочный (до 100 единиц·м⁻²), что на порядок превышает результаты, полученные в остальных районах. По морфотипам микропластика наибольшую долю по всем районам составляли фрагменты – 48–80%. Пространственно-временная динамика концентрации микропластикового загрязнения на теле пляжа выражена по-разному: наиболее интенсивные колебания концентрации отмечены в нижней части пляжа – от уреза воды до верхней границы заплеска волн. Наибольшая кумуляция микропластика на большинстве пляжей сосредоточена также в нижней либо средней части тела пляжа. Отмечено, что на пляжах с максимальной концентрацией микропластикового загрязнения (Песочный и Омега) фактическая единовременная допустимая рекреационная нагрузка превышала теоретическую более чем в 2 раза. Исследование показало относительно благополучную обстановку в отношении микропластикового загрязнения береговых отложений практически во всех исследуемых районах, исключая пляж Песочный, где количество микропластика сопоставимо с таковым в Средиземном море, но на порядок ниже, чем в других регионах Мирового океана.

Ключевые слова: микропластик, пластиковые отходы, береговой грунт, зоны рекреации, рекреационная нагрузка, Черное море

ВВЕДЕНИЕ

Растущие темпы производства пластиковых изделий и крайне низкие масштабы их переработки [Bergmann et al., 2015; Plastics Europe, 2020] повсеместно обуславливают кумуляцию большого количества пластикового мусора в наземных и морских экосистемах.

Попадая с наземного или морского источника в прибрежные морские экосистемы, пластиковый мусор распределяется в морской среде в многовекторном направлении: оседает на дно, загрязняя донные биоценозы, остается в толще воды или поднимается на поверхность и может быть вынесен на берег.

На берегу пластиковые отходы подвержены процессам деградации под воздействием тепла, фотоокисления ультрафиолетовыми лучами и механического воздействия воды или грунта. Макропластик (частицы размером более 20 мм), как правило, ре-

гулярно удаляется с пляжей во время уборки. Более мелкие частицы мезопластика (5–20 мм) остаются в пляжных отложениях и со временем измельчаются до микропластика (МП) (частицы размером менее 5 мм) [Barnes et al., 2009; Andredy, 2011].

Существенную роль в процессах накопления МП в прибрежных зонах рекреации (ЗР) играют совокупность локальных характеристик местности (особенности рельефа, гидродинамика, типы берегов и грунта) и последствия воздействия комплекса антропогенной нагрузки (транспортная инфраструктура, свалки жилых и промышленных районов, насыщенность рекреационных зон пластиковым оборудованием и т. д.).

К настоящему времени зарубежными авторами опубликовано большое количество работ о микропластиковом загрязнении (МЗ) пелагиали и бентали Мирового океана, зоне контакта «суша–море»

[Hidalgo-Ruz et al., 2012; Kaberi et al., 2013; Bergmann et al., 2015; Kim et al., 2015; Karkanorachaki et al., 2018; Hengstmann et al., 2018]. Аналогичных исследований, проводимых отечественными учеными, крайне мало [Сибирцова, 2018; Блиновская, Якименко, 2018; Есюкова, Чубаренко, 2018; Mukhanov et al., 2019; Позднякова и др., 2020].

На Крымском побережье проблема загрязнения ЗР крупным пластиковым мусором изучается с 1990-х гг. [Шадрин, Лялина, 1999]. Работы по исследованию МЗ пляжных отложений начаты в 2016 г. и выполняются в виде ежесезонного мониторинга двух наиболее популярных ЗР, территориально и административно относящихся к площади Севастопольского региона [Сибирцова, 2018].

Цель данной статьи – оценить пространственно-временную динамику качественно-количественных параметров МЗ семи пляжей юго-западного побережья Крыма с различными локальными условиями и разной степенью антропогенной нагрузки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для данной работы послужили данные собственных исследований, полученные в результате проведения мониторинга концентрации МЗ в летне-осенний период 2018–2020 гг. в пляжных отложениях семи районов юго-западного побережья Крыма (рис. 1). Мониторинг проводился ежесезонно в штилевую погоду. Ключевыми принципами методики [Сибирцова, Агаркова-Лях, 2019] являлись:

1. Особенности выбора районов исследования.

Районы исследования расположены на юго-западном побережье Крыма. Из них пять популярных у отдыхающих ЗР обозначены цифрами 1, 4, 5, 6, 7 и две локации с морфологией берега, удобной для захода в воду, – 2, 3 (см. рис. 1), но с отсутствием какой-либо инфраструктуры и массового потока отдыхающих. Собственно, пляжи 2 и 3 выбраны для возможности последующего сравнения результатов с «фоновыми» (контрольными) данными.

2. Особенности выбора точек отбора проб.

Выбирался 100-метровый отрезок пляжа с наиболее характерными особенностями – как правило, его центральная часть. Если длина береговой линии была менее 100 м, исследования охватывали весь пляж. На выбранном отрезке перпендикулярно профилю пляжа проводили воображаемую трансекту, на которой отмечали точки отбора проб в трех субзонах: в верхней части, примыкающей к верхней границе тела пляжа или зоне зеленых насаждений, – субзона T_1 , в средней части – субзона T_2 , в нижней части пляжа у уреза воды (в пределах верхней границы заплеска волн) – субзона T_3 (рис. 2). На

пляжах шириной до 10–15 м выбирались две точки: в субзонах T_1 и T_3 . Отбор пляжных отложений осуществляли на глубину до $5,0 \pm 0,5$ см на квадрате размерами 1×1 м.

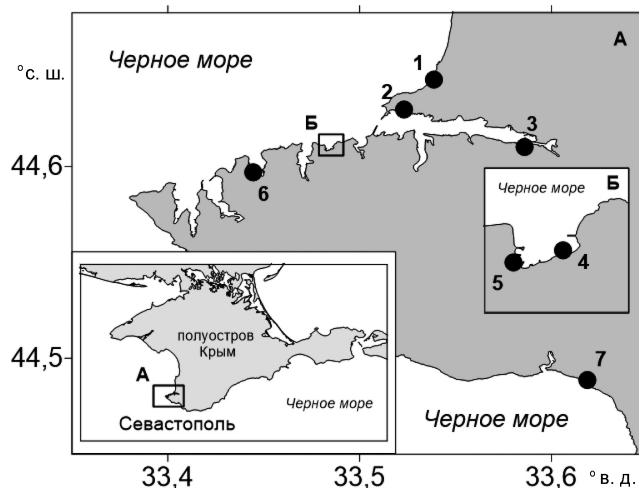


Рис. 1. Районы проведения мониторинговых исследований:

1 – пляж Учкучевка; 2 – мыс Константиновский; 3 – устье р. Черной (ТЭЦ); 4 – пляж Солнечный; 5 – пляж Песочный; 6 – пляж Омега; 7 – пляж Золотой

Fig. 1. Location of study areas:

1 – Uchkuevka beach; 2 – Konstantinovskiy Cape; 3 – mouth of the Chernaya River (Combined Heat and Power plant (CHP)); 4 – Solnechny beach; 5 – Pesochny beach; 6 – Omega beach; 7 – Zolotoy beach

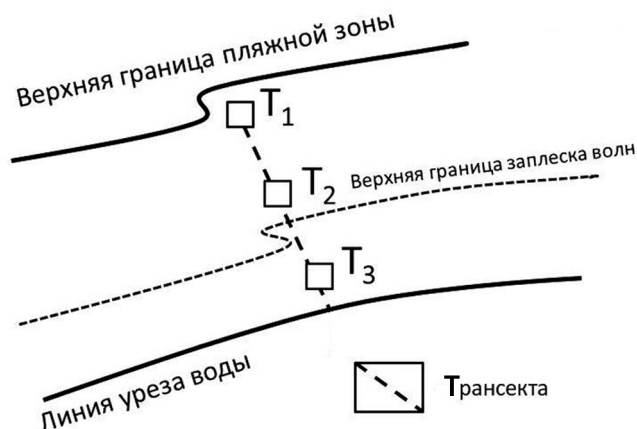


Рис. 2. Схема отбора проб

Fig. 2. Sampling scheme

3. *Оценка локальных условий и антропогенной нагрузки.* Параллельно с отбором проб на пляже осуществлялось исследование его основных характеристик: геоморфологических (длина, средняя ширина тела пляжа, наличие клифа, обрывов и др.), экологических (расстояние до ближайших источников загрязнений воды, воздуха), экономических (количество объектов инфраструктуры, наличие туа-

летов, пунктов спасения, пресной воды, душевых, способ утилизации отходов), социологических (наличие и качество подъездных дорог, автостоянок, наличие и площадь тентовых площадок, количество аттракционов на воде, на берегу и т. п.). Таким образом, учитывались особенности локальных условий ЗР и потенциальные источники МП.

Основные рекреационные показатели исследуемых пляжей – единовременная допустимая рекреационная нагрузка и дневная посещаемость пляжа – рассчитывались с учетом норматива предельно допустимой рекреационной нагрузки (n). Согласно методике [Агаркова-Лях, Тамойкин, 2017], для галечных пляжей он был принят равным четырем человекам, одновременно отдыхавшим в течение дня, на которых приходился один погонный метр пляжной полосы вдоль берега моря (для песчаных и песчано-гравийных пляжей $n = 3,5$ чел.-дн./м; для песчано-галечных и гравийно-галечных $n = 3,75$ чел.-дн./м). Допустимая рекреационная нагрузка для исследуемого участка пляжа определялась по формуле:

$$E_n = k_1 \cdot k_2 \cdot n \cdot L, \quad (1)$$

где k_1 – социально-экологический коэффициент, его величина (0,5–0,8) зависит от степени негативного вмешательства человека в природные комплексы, от потока возможных воздействий, связанных с хозяйственной деятельностью; k_2 – коэффициент рекреационной привлекательности, его величина (0,4–0,8) зависит от благоустройства территории, возможности в настоящее время использовать ее для отдыха, популярности места отдыха, стереотипа мышления отдыхающих; L – протяженность пляжной полосы вдоль берега моря, м.

Коэффициенты k_1 и k_2 определялись нами в соответствии с характеристиками пляжей, перечисленными выше. С целью более точного сравнения допустимой рекреационной нагрузки на пляжах с разной длиной береговой линии полученная величина E_n была приведена к 10-метровому отрезку, что соответствовало минимальной длине одного из исследуемых пляжей:

$$E_{n10} = E_n/10. \quad (2)$$

Кроме того, в полевых условиях фиксировалась фактическая средняя величина E_n , также в пересчете на отрезок в 10 м погонных ($E_{\text{факт.10}}$, чел./м).

Дневная посещаемость определялась по формуле:

$$V_n = k_3 \cdot E_n, \quad (3)$$

где k_3 – коэффициент сменяемости отдыхающих на пляже в течение дня.

Для изучения фактических рекреационных нагрузок использовался выборочный моментный метод [Агаркова-Лях, Тамойкин, 2017]. В момент учета фиксировалось количество присутствующих отдыхающих на пляже и прилегающей акватории, параллельно осуществлялась фото- и видеозапись. На каждом пляже наблюдения проводились в течение восьми дней в летний период в рабочие и нерабочие дни.

Величина k_3 устанавливалась путем опроса отдыхающих о периоде времени их отдыха в течение дня на конкретном пляже. Поделив 10 дневных часов на среднеарифметическую величину результатов опроса (t , час), получали значение k_3 для пляжа, где проводился опрос:

$$k_3 = 10/t. \quad (4)$$

4. Определение гранулометрического состава отложений производили по массовому содержанию частиц различных фракций, выраженному в процентах по отношению к массе, взятой для анализа сухой пробы. Просеивание проб осуществлялось ситовым методом с помощью набора сит с размером ячеек 10,0; 5,0; 2,0; 1,0 и 0,5 мм.

5. На этапе извлечения и определения концентрации МП использовались стандартные процедуры: плотностное разделение путем помещения 50-граммовой порции пробы в 200 мл насыщенного солевого раствора (NaCl плотностью 1,6 г/см³) – время экспозиции составляло 5–6 часов, количество повторностей – 3, в соответствии с рекомендациями [Besley et al., 2016]; влажное перекисное окисление – в случае наличия в пробе органического материала (35% раствор H_2O_2); фильтрование через сито из нейлона с диаметром пор 120 мкм. Микрофотографирование и фотографирование частиц МП производилось с помощью цифрового микроскопа Levenhuk DTX 700 Mobi.

6. Качественный анализ частиц МП. Все обнаруженные частицы МП подвергались сортировке по морфологическим характеристикам (форма, цвет, прозрачность). По форме МП дифференцировали на пять основных групп: фрагменты, гранулы, пеллеты, пленки, волокна. Частицы, размер которых хотя бы по одному из измерений лежал за пределами диапазона 0,5–5 мм, в данной работе не учитывались. Тип пластикового материала определялся с помощью процедуры плотностного сепарирования [Masura et al., 2015].

7. Статистический анализ. Для анализа сходства станций сбора проб использовали метод иерархической кластеризации: на основе матрицы исходных данных, трансформированных квадратным корнем, и последующего построения треугольной матрицы сходства по Эвклидову расстоянию прово-

дидась группировка данных способом осреднения по группам, после чего строился кластер схожести станций по загрязнению МП. Статистический анализ проводили в программных пакетах Excel и PRIMER 5.2.2.

8. Контроль качества. С целью предотвращения случайного попадания МП в исследуемые пробы из окружающей среды на всех этапах работ строго соблюдались правила [Guidelines..., 2019]: использовалась хлопчатобумажная лабораторная одежда и перчатки, стеклянное или металлическое оборудование и упаковочная тара; все поверхности рабочей зоны перед началом работ обрабатывались спиртом, емкости для анализа, сита промывались дистиллированной водой. Процедуры плотностного разделения осуществлялись с использованием дистиллированной воды. Во время экспозиции пробы накрывались алюминиевой фольгой. Одновременно выполнялся отрицательный атмосферный контроль в виде размещения на рабочей поверхности трех образцов фильтровальной бумаги, пропитанных дистиллированной водой, помещенных в чашках Петри.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Качественный состав МП. При идентификации МП по типу материала было выделено несколько основных групп: вспененный пластик (пенопласт и пенополистирол), полиэтилен, полипропилен, по-

лиэтилентерефталат (ПЭТ) и неидентифицируемый пластик. В последнюю группу включили частицы, определение которых затруднялось значениями их плотности, близкими к таковым сразу нескольких типов пластика (поливинилхлорид, полиэстер и др.).

Максимум вспененного МП, составляющий в среднем 12,1 ед./м², зарегистрирован на пляже Песочный. Максимальное количество полиэтилена и полипропилена также зафиксировано на пляже Песочный (до 47 и 39 ед./м² в отдельных пробах соответственно). Полиэтилентерефталат встречался во всех районах исследования.

По морфотипу частицы МП были дифференцированы на пять основных групп: фрагменты, гранулы, пеллеты, пленки, волокна (рис. 3). Среди них наибольшую долю по всем пляжам составляли фрагменты – 48–80%. В пробах грунта пляжей Солнечный и Золотой не обнаружено пеллет и волокон. Максимальная доля пеллет выявлена в районах Константиновский и Песочный. Высокая доля волокон выявлена на пляжах Учкеевка и Омега – 22,8 и 25,8% соответственно. Чуть меньше на пляже Константиновский – 17% (рис. 4).

Частицы МП в виде пленок были обнаружены на всех пляжах и составляли 1–21% от общего количества МП. Минимальная их доля среди прочих форм МП зарегистрирована на пляже Песочный, максимальная – на ТЭЦ.

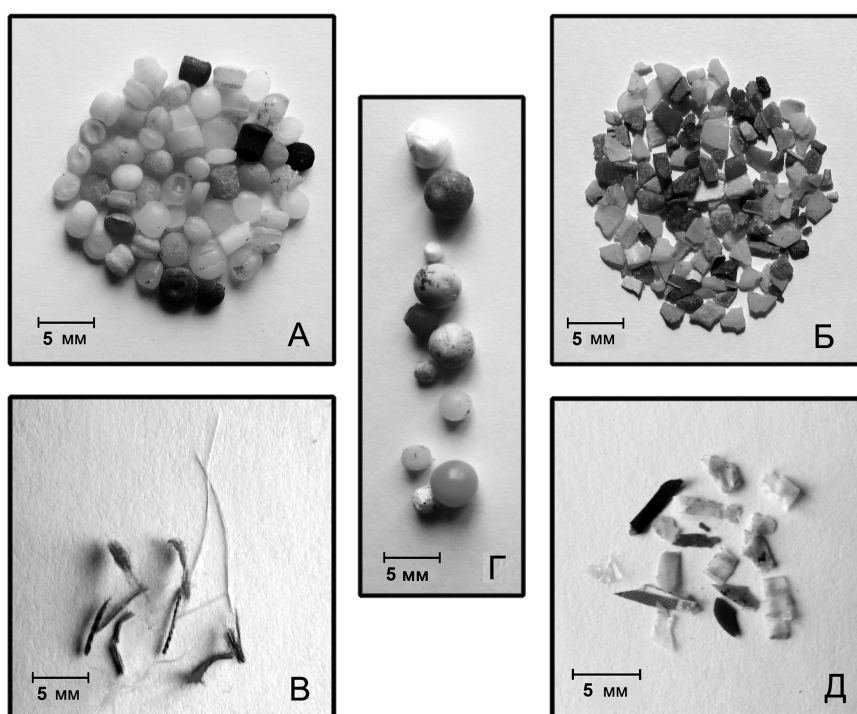


Рис. 3. Примеры основных морфотипов МП: А – пеллеты; Б – фрагменты; В – волокна; Г – гранулы; Д – пленки

Fig. 3. Examples of basic MPs morphological types: А – pellets; Б – fragments; В – fibers; Г – granules; Д – films

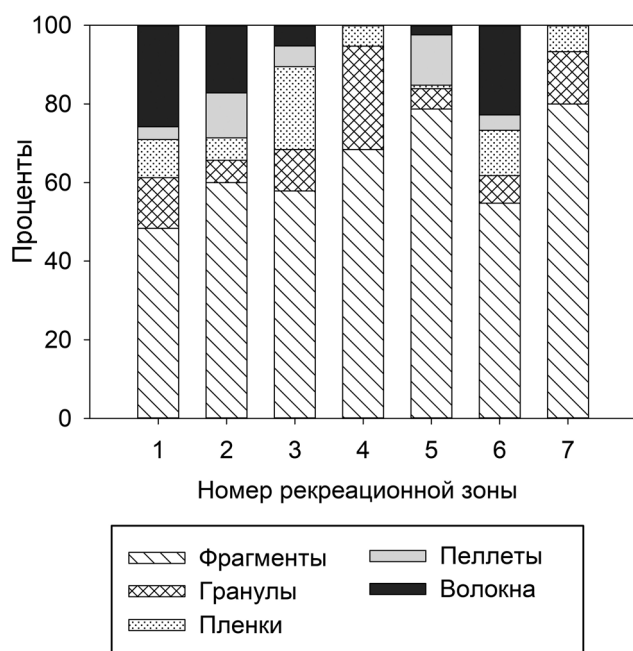


Рис. 4. Количество основных форм МП в береговых отложениях исследуемых районов

Fig. 4. The number of basic MPs forms in shore sediment of study areas

Концентрация МЗ в пляжевых отложениях.

Выявлена тенденция кумуляции МП в пляжевых отложениях во всех исследуемых районах: в течение трех лет мониторинга на пляжах Песочный, Солнечный, Золотой средние значения концентрации МЗ повысились в 1,5–3 раза; на пляжах Константиновский и ТЭЦ в 4–5 раз (рис. 5); на пляжах Омега и Учкеевка за пять лет (по сравнению с данными 2016 г. [Сибирцова, 2018]) в 3,4 и 4 раза соответственно.

Таким образом, среди исследуемых районов можно выделить лидеров по скорости аккумуляции МП, которыми являются пляжи ТЭЦ и Константиновский, где за время мониторинга количество МП выросло с 3 до 16 ед./м² и с 3 до 13 ед./м² соответственно; т. е. скорость прироста количества МП здесь составляла более чем 200% в год. При этом пляжи Песочный и Солнечный отличаются от всех остальных наименьшей скоростью накопления МП – не более 16% в год. Максимальные средние величины концентрации МЗ зафиксированы на пляже Песочный – 77–100 ед./м², что на порядок превышает таковые на остальных пляжах.

Установлено, что постепенное накопление МП происходит на всем теле пляжа, практически во всех субзонах. Исключением являются субзоны Т₁ и Т₃ пляжа Солнечный, субзона Т₃ пляжа Песочный в 2019 г. и Т₂ пляжа Омега в летний сезон 2019 г. На этих участках количество МП в 2018–2019 гг. было выше, чем в 2020 г.

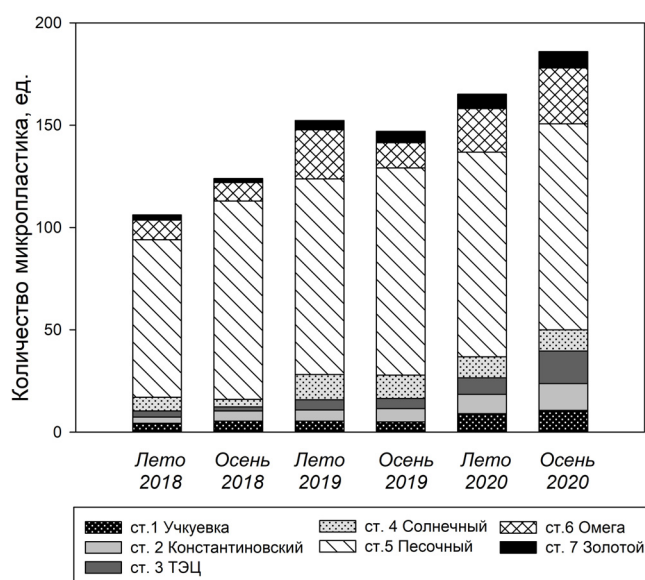


Рис. 5. Средние значения количества МП в исследуемых районах по сезонам

Fig. 5. Average values of MPs amount in study areas by seasons

Дендрограмма (рис. 6) наглядно демонстрирует степень сходства точек отбора проб по концентрации МЗ в субзонах Т₁, Т₂, Т₃. Очевидна высокая степень сходства большинства станций по МЗ. В отдельную группу был отнесен пляж Песочный, где степень накопления и средние величины МЗ существенно отличались.

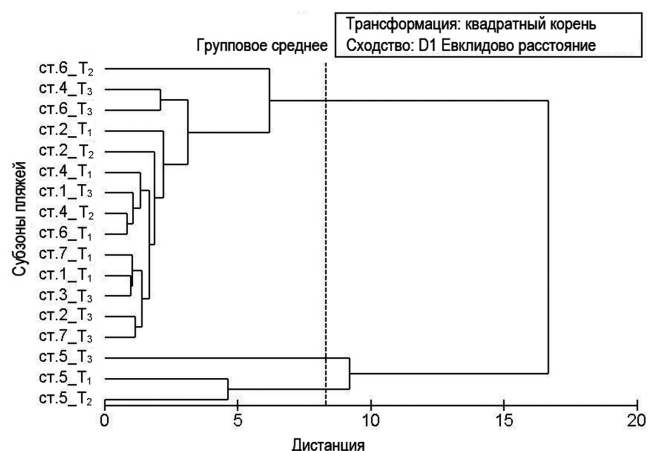


Рис. 6. Дендрограмма сходства станций сбора проб береговых отложений

Fig. 6. Dendrogram for hierarchical clustering of onshore sampling stations

Рассмотрим более детально особенности динамики концентрации МЗ в каждой субзоне на разных пляжах. Изменение количества МП на пляже Учкеевка в субзонах Т₂ и Т₃ находилось в противофазе (рис. 7А), а на пляже Омега количество МП во всех

трех субзонах варьировалось синхронно (рис. 7Б). В других исследуемых районах какой-либо выраженной упорядоченности данных параметров не выявлено.

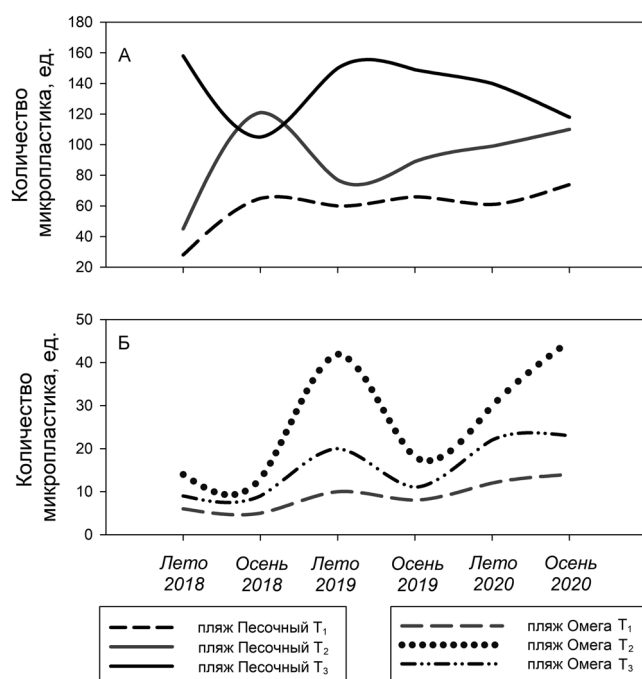


Рис. 7. Распределение МП в разных субзонах тела пляжа: А – Учкуевка; Б – Омега

Fig. 7. Distribution of MPs at different subzones of the beach body: А – Uchkuevka beach; Б – Omega beach

В районах с шириной пляжа, достаточной для отбора проб в трех субзонах, наиболее динамично изменялись значения концентрации МЗ в субзоне Т₃ (табл. 1).

Таблица 1
Субзоны наибольшей концентрации МЗ

Название пляжа	Лето	Осень
Учкуевка	T ₂ (2018, 2020), T ₃ (2019)	T ₂ (2018, 2020), T ₃ (2019)
Солнечный	T ₃	T ₃
Песочный	T ₃	T ₃ (2019, 2020), T ₂ (2018)
Омега	T ₂	T ₂

Таким образом, было выделено четыре типа характера накопления МП на исследуемых пляжах, в качестве критерия использованы наиболее динамичные показатели концентрации МЗ в субзоне Т₃.

Первый тип – на пляжах с открытой береговой линией – Учкуевка и Золотой. Накопление МП

здесь происходит постепенно, с небольшими флуктуациями. За время мониторинга количество МП в субзоне Т₃ увеличилось в 1,5–2 раза (рис. 8А).

Второй тип – на пляжах Константиновский и ТЭЦ, расположенных у входа и в кутовой части Севастопольской бухты. В 2018–2019 гг. динамика концентрации МЗ в субзоне Т₃ находилась на этих пляжах в противофазе, но с 2020 г. обнаружено резкое повышение количества МП в 1,5 раза (рис. 8Б). Концентрация МЗ в субзоне Т₃ за время мониторинга возросла в 3–4 раза.

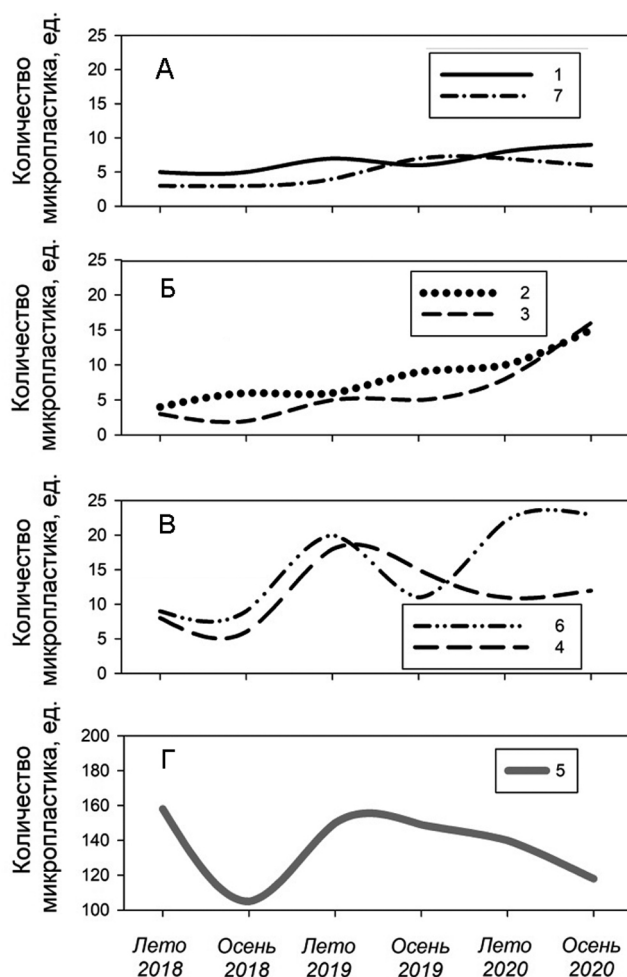


Рис. 8. Динамика накопления МП в субзоне Т₃ на участках: А – Учкуевка и Золотой; Б – Константиновский и ТЭЦ; В – Омега и Солнечный; Г – Песочный; 1 – пляж Учкуевка; 2 – мыс Константиновский; 3 – устье р. Черная (ТЭЦ); 4 – пляж Солнечный; 5 – пляж Песочный; 6 – пляж Омега; 7 – пляж Золотой

Fig. 8. Dynamics of MPs accumulation at the T₃ subzone at the sites: А – Uchkuevka and Zolotoy; Б – Konstantinovskiy and CHP; В – Omega and Solnechny; Г – Pesochny; 1 – Uchkuevka beach; 2 – Konstantinovskiy Cape; 3 – mouth of the Chernaya River (Combined Heat and Power plant (CHP)); 4 – Solnechny beach; 5 – Pesochny beach; 6 – Omega beach; 7 – Zolotoy beach

Третий тип – на пляжах, расположенных в полузакрытых бухтах за пределами Севастопольской бухты, – Омега и Солнечный. Здесь наблюдались значительные флуктуации концентрации МЗ в субзоне T_3 . Если в 2018–2019 гг. на обоих пляжах осенью наблюдалось некоторое снижение количества МП после летнего сезона, то осенью 2020 г. отмечено его возрастание (рис. 8В).

Четвертый тип – на пляже Песочный. Концентрация МЗ в субзоне T_3 за три года уменьшилась в 1,5 раза – с 158 до 118 ед./м² (рис. 8Г).

Антропогенная нагрузка. Совокупность локальных параметров и антропогенной нагрузки на каждом пляже имела индивидуальные особенности. Важным моментом, обуславливающим более точное понимание характера антропогенной нагрузки, явилась возможность сравнения величины вычисленной единовременной допустимой рекреационной нагрузки (E_n) с фактической ($E_{n\text{ факт}}$), наблюдаемой нами в полевых условиях (табл. 2).

Таблица 2

**Единовременная допустимая рекреационная нагрузка
и дневная посещаемость исследуемых районов**

Название пляжа	k_1	k_2	k_3	L , м	n	E_{n10^3} чел.	$E_{n\text{ факт } 10^3}$ чел./м	$E_{n\text{ факт } 10^3} / E_{n10^3}$ чел./м	$V_{n\text{ факт } 10^3}$ чел./м
Учкуевка	0,6	0,8	3,7	100	3,5	16,8	24	1,43	89
Константиновский	0,6	0,5	5	20	3,5	10,5	8	0,76	40
ТЭЦ	0,6	0,4	10	10	3,75	9	6	0,67	60
Солнечный	0,6	0,6	4,6	60	4	14,4	23	1,6	138
Песочный	0,6	0,6	4	45	3,75	13,5	31,7	2,35	127
Омега	0,6	0,7	4,3	100	3,5	14,7	38	2,6	165
Золотой	0,8	0,6	3,1	60	3,75	18	8,8	0,49	27

Отмечено, что на пляжах Песочный и Омега, где концентрация МЗ была максимальной, фактическая единовременная допустимая рекреационная нагрузка превышала теоретическую в 2,35 и 2,6 раза соответственно. Это говорит о превышении числа отдыхающих на этих пляжах нормы, которая определяет степень комфорта для самих отдыхающих относительно друг друга, а также безопасность для окружающей среды. Расположение указанных пляжей вблизи от жилых массивов способствует их популярности и у местного населения, и у приезжих. Пляж Омега благодаря своей мелководности (табл. 3) в течение уже нескольких десятилетий особенно популярен у отдыхающих с маленькими детьми, которые, как и на пляже Песочный, проводят у моря в среднем не менее 2,5 часов в день в летний период (см. табл. 2). Многочасовой отдых с детьми предполагает активное использование «одноразовых» пластиковых предметов (упаковочный материал, пакеты, стаканчики, сигаретные фильтры, крышки и др.), что обуславливает большое количество МЗ с наземного источника. Источником МП здесь может являться также наличие разветвленной транспортной городской инфраструктуры, так как преобладающие ветра южного направления в летне-осенний сезон [Ациховская, Богданова, 2004] обуславливают снос МП с установленных

точек сбора мусора и стихийных свалок, а также с дорожного покрытия по направлению к этим пляжам. Так как динамика концентрации МЗ во всех субзонах изменяется синхронно (см. рис. 7Б), а максимальное количество МП сосредоточено в субзоне T_2 (см. табл. 1), возможно, именно наземный источник МП играет здесь первостепенную роль.

Пляжи Омега, Песочный и Солнечный отличаются максимальными показателями дневной посещаемости (см. табл. 2). При этом скорость накопления МП на пляжах Песочный и Солнечный, расположенных в одной бухте, но отличающихся типами грунта, минимальная. На последнем пляже субзона T_3 неизменно характеризуется наибольшей динамикой концентрации МЗ (см. табл. 1). На пляже Песочный максимальная динамика аналогичных параметров также наблюдалась в субзоне T_3 и только осенью 2018 г. в субзоне T_2 .

При практически равной минимальной скорости накопления МЗ, его максимум сосредоточивается на пляже Песочный, где преобладает песчаная фракция, а на пляже Солнечный, где тип пляжных отложений галечный, оказывается на порядок ниже. Вероятно, это обусловлено особенностями гидродинамики и ветрового волнения в бухте Песочная, способствуя такому перераспределению поступающего с моря МП.

Таблица 3

Локальные характеристики исследуемых районов

Исследуемый район	Степень замкнутости акватории и расположение пляжа	Тип грунта	Линейные параметры исследуемого участка пляжа: длина/ширина, м	Наличие клифа	Ширина субзоны от уреза воды до верхней границы заплеска волн, м	Глубина на расстоянии 2/10/20/50 м от уреза воды
Учкуевка	Открытая акватория. Западное побережье	Песчано-гравийный	100/40	–	15	0,45/0,95/ 1,45/2,85
Константиновский	На выходе Севастопольской бухты, открытой с запада. Восточнее северного заградительного мола. Полузакрытая бухта	Песчаный	20/3,5	+	3,5	0,4/0,85/ 1,5/3,15
ТЭЦ	Южная сторона кутовой части Севастопольской бухты, открытой с запада	Песочно-галечный	30/2	+	2	0,35/1,3/ 1,95/2,35
Солнечный	Юго-восточная сторона бухты Песочная. Бухта полузакрытая, открытая с севера	Галечный	60/25	–	14	0,4/1,1/ 1,9/2,65
Песочный	Юго-западная сторона бухты Песочная. Полузакрытая бухта, открытая с севера	Песчано-галечный	45/35	–	11	0,4/0,95/ 1,25/2,15
Омега	Юго-западная сторона бухты Омега. Полузакрытая бухта, открытая с севера	Песчано-гравийный	100/20	–	10	0,4/0,6/ 0,95/2,0
Золотой	Открытая акватория. Юго-западное побережье	Гравийно-галечный	60/8	+	8	0,5/0,9/ 2,30/3,55

Участки Константиновский, ТЭЦ и пляж Золотой имеют фактическую единовременную допустимую рекреационную нагрузку в 1,5–2 раза ниже теоретической. Объясняется это, в первую очередь, их трудной доступностью. Кроме того, если пляж Золотой пользуется популярностью у приезжих отдыхающих благодаря пейзажно-эстетической привлекательности, то небольшие прибрежные пляжи ТЭЦ и Константиновский можно только условно назвать ЗР, так как они востребованы только у местного населения ближайших жилых зон. Дневная посещаемость на этих трех пляжах минимальная (см. табл. 3). Тем не менее, как было отмечено выше, скорость накопления МП на ТЭЦ и Константиновском самая высокая. Это можно объяснить наличием выраженного клифа, который препятствует перемещению частиц МП за пределы верхней части пляжа, вследствие чего МП, поступивший с наземного или морского источника, либо аккумулируется на пляже, либо

снова уносится в море. Возможно, значительно меньшая скорость накопления МП на пляже Золотом, где также имеется клиф, объясняется расположением его не в полузакрытой бухте, как ТЭЦ и Константиновский, а на открытом берегу, где более интенсивны процессы водообмена.

Оценка степени загрязнения МП юго-западного побережья Крыма. Исследование ЗР юго-западного побережья Крыма показало относительно благополучную обстановку по уровню концентрации МЗ в береговых отложениях, сопоставимому с таковым в Ионическом море [Karkanorachaki et al., 2018] (табл. 4). Исключением является пляж Песочный, где количество МП соответствует аналогичным параметрам в Эгейском море, достигающим 293–977 ед./м² [Kaber et al., 2013; Karkanorachaki et al., 2018]. Тем не менее концентрация МЗ в исследуемых районах на порядок ниже, чем в других регионах Мирового океана [Kim et al., 2015; Hidalgo-Ruz et al., 2012; Hengstmann et al., 2018].

Таблица 4

Концентрация МЗ в береговых отложениях на пляжах различных регионов Мирового океана

Регион исследований	Концентрация МЗ в пляжных отложениях, ед./м ²	Источник
Северо-западное побережье Южной Кореи	470,6	[Kim et al., 2015]
О. Крит (Эгейское море)	41,8–293	[Karkanorachaki et al., 2018]
Греческое побережье Ионического моря	56,7	[Karkanorachaki et al., 2018]
Япония	2600	[Hidalgo-Ruz et al., 2012]
О. Кеа (Эгейское море)	10–977	[Kaberi et al., 2013]
О. Рюген (Балтийское море)	2862,56	[Hengstmann et al., 2018]
Юго-западное побережье Крыма (Черное море)	3–158	Оригинальные данные

ВЫВОДЫ

1. Установлена тенденция постепенной кумуляции МЗ в пляжевых отложениях во всех семи исследуемых районах в летне-осенний период 2018–2020 гг. За время мониторинга концентрация МЗ на исследуемых пляжах повысилась в 1,5–5 раз.

2. Динамика уровня концентрации МЗ на теле пляжа выражена по-разному: наиболее интенсивны ее изменения в нижней части пляжа – от уреза воды до верхней границы заплеска волн (субзона Т₃). Наибольшая кумуляция МП на большинстве пляжей сосредоточена также в субзоне Т₃ либо в

средней части тела пляжа (субзона Т₂). На пляже Песочный зафиксированы максимальные величины концентрации МЗ, на порядок превышающие таковые в других локациях.

3. На пляжах с максимальной концентрацией микропластикового загрязнения (Песочный и Омега) фактическая единовременная допустимая рекреационная нагрузка превышала теоретическую более чем в 2 раза.

4. Уровень концентрации МЗ в пляжевых отложениях исследуемых районов сопоставим с таковым в Средиземном море, но значительно ниже, чем в других регионах Мирового океана.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Севастополя в рамках научного проекта 18-44-920014 р_а, а также в рамках НИР номер государственной регистрации: 121040600178-6.

Авторы выражают глубокую признательность И.С. Чуприне, Н.Н. Сибирцову, Е.Г. Зайцеву и В.А. Гончаренко за помощь в организации научных экспедиций и отборе проб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агаркова-Лях И.В., Тамойкин И.Ю. Предварительные результаты полевых наблюдений и анализ рекреационной нагрузки на береговую зону моря // Системы контроля окружающей среды. 2017. № 7(27). С. 131–140.
- Ациховская Ж.М., Богданова Т.А. Изменчивость ветрового режима в районе Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: сб. науч. тр. 2004. Вып. 10. С. 103–108.
- Блиновская Я.Ю., Якименко А.Л. Анализ загрязнения акватории залива Петра Великого (Японского моря) микропластиком // Успехи современного естествознания. 2018. № 1. С. 68–73.
- Есюкова Е.Е., Чубаренко И.П. Особенности распределения микропластика на песчаных пляжах Калининградской области (Балтийское море) // Региональная экология. 2018. № 1(51). С. 108–121.
- Позднякова Ш.Р., Иванова Е.В., Гузева А.В., Шалунова Е.П., Мартинсона К.Д., Тихонова Д.А. Исследование содержания частиц микропластика в воде, донных отложениях и прибрежной территории Невской губы Финского залива // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 4. С. 411–420.
- Сибирцова Е.Н. Микропластиковое загрязнение грунтов пляжей г. Севастополя в летний период 2016–2017 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 1. С. 64–73.
- Сибирцова Е.Н., Агаркова-Лях И.В. Методика изучения микропластикового загрязнения в пляжных и донных отложениях различного гранулометрического состава // Системы контроля окружающей среды. 2019. Вып. 1(35). С. 136–145.
- Шадрин Н.В., Лялина М.Ю. Пластиковый мусор в море и на берегу // Акватория и берега Севастополя. Севастополь: Аквавита, 1999. С. 204–210.
- Andredy A.L. Microplastics in the marine environment, *Mar. Pollut. Bull.*, 2011, vol. 62(8), p. 1596–1605.

- Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C., Barlaz M. Accumulation and fragmentation of plastic in global environments, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 2009, Series B, vol. 364 (1526), p. 1985–1998.
- Bergmann M., Gutow L., Klages M. Marine Anthropogenic Litter, Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, 2015, 457 p.
- Besley A., Vijver M., Behrens P., Bosker T. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand, *Mar. Pollut. Bull.*, 2017, vol. 114, no. 1, p. 77–83.
- Guidelines on the Monitoring and Assessment of Plastic Litter and Microplastics in the Ocean*, P.J. Kershaw, A. Turra, F. Galgani (eds.), GESAMP, London, UK, 2019, 130 p.
- Hengstmann E., Tammenga M., Bruch C., Fischer E.K. Microplastic in beach sediments of the Isle of Rügen (Baltic Sea), *Mar. Pollut. Bull.*, 2018, vol. 126, p. 263–274.
- Hidalgo-Ruz V., Gutow L., Thompson R.T., Thiel M. Microplastics in the marine environment, *Environ. Sci. Technol.*, 2012, vol. 46, p. 3060–3075.
- Kaberi H., Tsangaris C., Zeri C., Mousdis G., Papadopoulos A., Streftaris N. Microplastics along the shoreline of a Greek island (Kea Island, Aegean Sea). *The 4th International Conference on Environmental Management* (Greece, June 24–28), Athens: Konstantinos Aravossis, National Technical University of Athens, 2013, p. 197–202.
- Karkanorachaki K., Kiparissis S., Kalogerakis G., Yiantzi E., Psillakis E., Kalogerakis N. Plastic pellets, meso- and microplastics on the coastline of Northern Crete, *Mar. Pollut. Bull.*, 2018, vol. 133, p. 578–589.
- Kim I.S., Chae D.H., Kim S.K., Choi S.B., Woo S.B. Factors influencing the spatial variation of microplastics on high-tidal coastal beaches in Korea, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 2015, vol. 69, p. 299–309.
- Masura J., Baker J., Foster G., Arthur C. Laboratory Methods for the analysis of Microplastics in the Marine Environment, *NOAA Marine Debris Division*, Silver Spring, USA, 2015, 29 p.
- Mukhanov V.S., Litvinyuk D.A., Sakhon E.G., Bagaev A.V., Veerasingam S., Venkatachalapathy R. A new method for analyzing microplastic particle size distribution in marine environmental samples, *Ecologica Montenegrina*, 2019, vol. 23, p. 77–86.
- Электронный ресурс
Plastics Europe. Plastics – The facts, 2020. URL: <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/4312-plastics-facts-2020> (дата обращения 10.07.2021).

Поступила в редакцию 21.01.2021

После доработки 16.06.2021

Принята к публикации 27.09.2021

MICROPLASTIC ACCUMULATION IN BEACH SEDIMENTS OF THE SOUTHWEST COAST OF CRIMEA

E.N. Sibirtsova¹, M.I. Silakov², A.V. Temnykh³, A.V. Zav'yalov⁴

^{1–4} Federal research center A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS

¹ Scientific Researcher, Ph.D. in Biology; e-mail: elenasibirtsova@yandex.ru

² Junior Scientific Researcher; e-mail: ilmihvokalis@mail.ru

³ Scientific Researcher, Ph.D. in Biology; e-mail: atemnykh@yandex.ru

⁴ Leading Engineer; e-mail: andrej-zavyalov@yandex.ru

The dynamics of microplastic concentration in beach sediments on the southwest coast of Crimea for the period from summer 2018 till autumn 2020 was investigated. The objects of research were areas located in the vicinity of Sevastopol with different local conditions and varying degree of anthropogenic load, i.e. five beaches in popular recreation areas, equipped with the adequate infrastructure, and two control areas with coastal relief suitable for entering the water, but without infrastructure and mass flow of tourists. To assess the anthropogenic load in the field, the actual indicators of one-time permissible recreational load and daily beach attendance were recorded.

The increasing microplastics concentrations during the study period 2018–2020 were recorded in all study areas. The amount of microplastics increased 5 times in some recreation areas. The maximum microplastic concentration was recorded on the Pesochny beach (up to 100 items per 1 m²), which is by an order more than in the other areas. The largest share among the morphotypes of microplastic particles is owned by fragments – 48–80% in all regions. The spatial-temporal dynamics of microplastic concentration over the beach body is expressed in different ways. The most intense fluctuations in concentration were observed in the lower part of the beach, i.e. from the water edge to the upper boundary of wave splash. The greatest accumulation of microplastics on most beaches is also in the lower or middle part of the beach body. It was noted that the beaches with maximum microplastic concentrations (Pesochny and Omega beaches) demonstrate the actual one-time permissible recreational load more than 2 times above the theoretical one. The study showed a relatively favorable situation with a low level of MP in coastal sediments, excluding the Pesochny beach, where the microplastic pollution is comparable to that in the Mediterranean Sea, but an order of magnitude lower than in other parts of the World Ocean.

Keywords: microplastics, plastic waste, coastal sediments, recreational zones, recreational load, the Black Sea

Acknowledgements. The work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and Sebastopol (project number 18-44-920014 p_a), and also under the state recorded research task 121040600178-6.

The authors are deeply grateful to I.S. Chuprina, N.N. Sibirtsov, E.G. Zaitsev and V.A. Goncharenko for their assistance in the organization of scientific expeditions and sampling.

REFERENCES

- Agarkova-Lyah I.V., Tamojkin I.Yu. Predvaritel'nye rezultaty polevykh nablyudenij i analiz rekreatsionnoj nagruzki na beregovuyu zonu morya [Preliminary results of field observation and analysis of recreation load over the coastal zone], *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, 2017, no. 7(27), p. 131–140. (In Russian)
- Andredy A.L. Microplastics in the marine environment, *Mar. Pollut. Bull.*, 2011, vol. 62(8), p. 1596–1605.
- Atsikhovskaya Zh.M., Bogdanova T.A. Izmenchivost' vetrovogo rezhima v rajone Sevastopolya [Variability of wind regime in Sevastopol], *Ekol. bez. pribir. i shel'f. zon moray, Sb. nauchn. tr.*, 2004, no. 1, p. 103–108. (In Russian)
- Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C., Barlaz M. Accumulation and fragmentation of plastic in global environments, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 2009, Series B, vol. 364 (1526), p. 1985–1998.
- Bergmann M., Gutow L., Klages M. *Marine Anthropogenic Litter*, Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, 2015, 457 p.
- Besley A., Vijver M., Behrens P., Bosker T. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand, *Mar. Pollut. Bull.*, 2017, vol. 114, no. 1, p. 77–83.
- Blinovskaya Ya.Yu., Yakimenko A.L. Analiz zagryazneniya akvatorii zaliva Petra Velikogo (Yaponskogo morya) mikroplastikom [Analysis of microplastics pollution of the water area of the Peter the Great Bay (the Japanese Sea)], *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2018, no. 1, p. 68–73. (In Russian)
- Esyukova E.E., Chubarenko I.P. Osobennosti raspredeleniya mikroplastika na peschanykh plyazhakh Kaliningradskoj oblasti (Baltijskoe more) [Specific features of the distribution of microplastic on sandy beaches of the Kaliningrad region (the Baltic Sea)], *Regional'naya ekologiya*, 2018, no. 1(51), p. 108–121. (In Russian)
- Guidelines or the Monitoring and Assessment of Plastic Litter and Microplastics in the Ocean*, Kershaw P.J., Turra A., Galgani F. (eds.), GESAMP, London, UK, 2019. 130 p.
- Hengstmann E., Tamminga M., Bruch C., Fischer E.K. Microplastic in beach sediments of the Isle of Rügen (Baltic Sea), *Mar. Pollut. Bull.*, 2018, vol. 126, p. 263–274.
- Hidalgo-Ruz V., Gutow L., Thompson R.T., Thiel M. Microplastics in the marine environment, *Environ. Sci. Technol.*, 2012, vol. 46, p. 3060–3075.
- Kaberi H., Tsangaris C., Zeri C., Mousdis G., Papadopoulos A., Streftaris N. Microplastics along the shoreline of a Greek island (Kea Island, Aegean Sea), *The 4th International Conference on Environmental Management* (Greece, June 24–28), Athens, Konstantinos Aravossis, National Technical University of Athens, 2013, p. 197–202.
- Karkanorachaki K., Kiparissis S., Kalogerakis G., Yiantzi E., Psillakis E., Kalogerakis N. Plastic pellets, meso- and microplastics on the coastline of Northern Crete, *Mar. Pollut. Bull.*, 2018, vol. 133, p. 578–589.
- Kim I.S., Chae D.H., Kim S.K., Choi S.B., Woo S.B. Factors influencing the spatial variation of microplastics on high-tidal coastal beaches in Korea, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 2015, vol. 69, p. 299–309.
- Masura J., Baker J., Foster G., Arthur C. Laboratory Methods for the analysis of Microplastics in the Marine Environment, *NOAA Marine Debris Division*, Silver Spring, USA, 2015, 29 p.
- Mukhanov V.S., Litvinyuk D.A., Sakhon E.G., Bagaev A.V., Veerasingam S., Venkatachalapathy R. A new method for analyzing microplastic particle size distribution in marine environmental samples, *Ecologica Montenegrina*, 2019, vol. 23, p. 77–86.
- Pozdnyakova Sh.R., Ivanova E.V., Guzeva A.V., Shalunova E.P., Martinsona K.D., Tikhonova D.A. Issledovanie soderzhaniya chastits mikroplastika v vode, donnykh otlozheniyakh i pribrezhnoj territorii Nevskoj guby Finskogo zaliva [Investigation of the content of microplastic particles in water, bottom sediments and the coastal territory of the Neva Bay of the Gulf of Finland], *Vodnye resursy*, 2020, no. 47(4), p. 411–420. (In Russian)
- Shadrin N.V., Lyalina M.Yu. Plastikovyj musor v more i na beregu [Plastic debris in the sea and on the shore], *Akvatoriya i berega Sevastopolya*, Sevastopol, Akvavita Publ., 1999, p. 204–210.
- Sibircova E.N. Mikroplastikovoje zagryaznenie gruntov plyazhej g. Sevastopolya v letnij period 2016–2017 gg. [Microplastics pollution of Sevastopol beaches during the summer of 2016–2017], *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon moray*, 2018, no. 1, p. 64–73. (In Russian)
- Sibircova E.N., Agarkova-Lyah I.V. Metodika izucheniya mikroplastikovoego zagryazneniya v plyazhnyh i donnykh otlozheniyah razlichnogo granulometricheskogo sostava [The method of analyzing microplastics pollution of beach and bottom sediments of various grain texture], *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, 2019, no. 1(35), p. 136–145. (In Russian)
- Web source*
- Plastics Europe. Plastics – The facts, 2020, URL: <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/4312-plastics-facts-2020> (access date 10.07.2021).

Received 21.01.2021

Revised 16.06.2021

Accepted 27.09.2021

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 528.9 : 330.15 : 330.59

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ И РЕГИОНОВ РОССИИ

В.С. Тикун¹, С.К. Белоусов²

^{1,2} *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория комплексного картографирования*

¹ *Зав. лабораторией, д-р геогр. наук, проф.; e-mail: vstikunov@yandex.ru*

² *Вед. инженер, канд. техн. наук; e-mail: web-town@mail.ru*

В статье представлена методика интегральной оценки качества жизни населения России при различной локализации объектов исследования. Для городов и субъектов России возможный набор исходных данных, включая данные государственной статистики, существенно различается, что порождает сложности при оценке качества жизни. Предложенная методика основана на агрегировании данных, отражающих благосостояние населения, социальную напряженность, экологическое благополучие и благоприятность природных условий. Набор используемых показателей в каждой из этих категорий различен для оценки качества жизни в городах и регионах. Приведены подходы к определению минимально возможного числа используемых показателей и объяснена значительная роль природных и экологических факторов для определения качества жизни. В результате исследования выявлены территориальные закономерности в пространственном распределении качества жизни населения: в лучшую сторону выделяются регионы Южного и Центрального федеральных округов, в худшую – северные и сибирские регионы. Проведен анализ полученных индексов качества жизни населения городов и субъектов РФ, выявлено различие в соответствующих значениях для субъектов РФ и городов, в них находящихся, а также для городов федерального значения, одновременно присутствующих в обеих выборках. Применение корректирующих коэффициентов линейной регрессии позволяет практически полностью устранить искажения, связанные с различным набором используемых показателей для Москвы и Санкт-Петербурга. Полученные результаты позволяют оценивать уровень качества жизни населения в городах и регионах России и производить оценку в условиях недостаточности исходных данных.

Ключевые слова: интегральные индексы, экологическое благополучие, природные условия

ВВЕДЕНИЕ

Теоретические разработки и практика оценивания качества жизни населения имеют богатую историю и обширный спектр применения их результатов. Начиная с 1950-х гг. в рамках концепции ухода от главенствующего положения материального достатка в жизни человека исследователями производились попытки формализации понятия качества жизни и его количественной оценки. В результате уже к концу XX в. было предложено большое количество методологических подходов к такой оценке.

По характеру получения исходных данных методологические подходы к оцениванию качества жизни населения можно разделить на три большие группы: объективные (основанные на официальных статистических данных), субъективные (использующие экспертные оценки и результаты социологических опросов) и комбинированные [Гришина и др., 2012]. У каждого из таких подходов есть как

преимущества, так и определенные недостатки. Например, использование только статистических данных значительно сужает возможности выбора исходных показателей до набора, представленного в государственной статистике. Однако он позволяет исключить субъективное мнение людей, которое не всегда точно отражает действительность. Субъективный подход, очевидно, требует создания большой базы данных, которая репрезентативно отражала бы мнение различных слоев населения, проживающих в разных районах региона исследования, но при этом позволяет гибко настроить систему показателей под решение конкретной задачи. Комбинированный метод сочетает в себе преимущества двух вышеупомянутых, однако требует повышенного внимания к корректности их синтеза.

Субъективные и комбинированные оценки широко распространены в зарубежных исследованиях, охватывающих значительные выборки населения

в различных странах мира. Например, британский исследовательский центр The Economist Intelligence Unit [The economist..., 2021] с 2005 г. рассчитывает The Quality of Life Index («индекс качества жизни») стран мира на основе сопоставления субъективной удовлетворенности жизнью их граждан с объективными показателями социально-экономического благополучия с 2011 г. В расчете используются девять ключевых показателей. Также широко известен индекс качества жизни Numbeo – интернет-портала, аккумулирующего мнения людей о качестве жизни в городах мира путем ответа на вопросы в подготовленных формах [Numbeo, 2021]. Индекс рассчитывается на основе восьми субиндексов, отражающих различные стороны жизни населения.

Российские исследования на представленную тематику чаще используют данные государственной статистики. Например, рейтинговое агентство «РИА-Новости» [Рейтинговое агентство «РИА-Новости», 2021] рассчитывает и публикует рейтинг российских регионов по качеству жизни на основе анализа 70 показателей, скомбинированных в 11 групп. Данные для расчета получены от Росстата, Минздрава, Минфина, Центробанка. Рейтинговое агентство НКР [Рейтинговое агентство НКР, 2021] (группы компаний РБК) публикует рейтинг регионов России по качеству жизни, основанный на 10 статистических показателях. При расчете индекса использовались данные Росстата, Федеральной налоговой службы и Банка России. В Совете по изучению производительных сил (СОПС) Минэкономразвития разработан интегральный индекс качества жизни населения регионов Российской Федерации, основанный на 19 показателях, учитываемых государственной статистикой России [Гришина и др., 2012]. В Центральном экономико-математическом институте (ЦЭМИ) РАН разработана методика оценки качества жизни с использованием пяти групп показателей, суммарно включающих 20 подгрупп и более 100 статистических показателей [Айвазян, 2003].

Существует множество факторов, влияющих на качество жизни населения, и еще большее количество показателей, характеризующих эти факторы. Как правило, выделяют 5–7 групп показателей, которые описывают качество жизни со всех его сторон. Например, в исследовании СОПС [Гришина и др., 2012] приведены следующие группы показателей: уровень доходов населения, уровень развития потребительского рынка, обеспеченность населения жильем и качество жилищных условий, обеспеченность населения основными материальными благами, уровень развития здравоохранения и образования, состояние окружающей природной среды, состояние рынка труда и миграционная привлекательность. В исследовании Всероссийского

центра уровня жизни [Бобков, 2009] показаны следующие группы показателей: качество общества, качество трудовой и предпринимательской жизни, качество социальной инфраструктуры, качество окружающей среды, личная безопасность людей, удовлетворенность качеством жизни. В исследовании ЦЭМИ РАН [Айвазян и др., 2006] определены следующие группы: качество населения, благосостояние населения, социальная безопасность, качество окружающей среды, природно-климатические условия. В.И. Саускан выделяет четыре блока показателей, характеризующих качество жизни населения: экономический, социальный, экологический и политический [Саускан, 2005].

Представленные методики отличаются высоким уровнем детализации и всесторонним подходом к определению качества жизни, однако весьма сложны и используют множество показателей (в среднем 20–30 используемых показателей [Землянский и др., 2020]), что требует значительных трудозатрат для расчета индексов, уменьшает прозрачность получившихся результатов. Также такой подход обуславливает значительные риски дальнейшего применения и уменьшает возможности для ретроспективного анализа при изменении государственных статистических форм.

В связи с этим нами предпринята попытка уменьшения количества используемых для оценки качества жизни населения показателей при различной локализации исходных данных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Качество жизни как сложная категория, обозначающая удовлетворенность различного рода потребностей отдельных личностей, социальных групп и общества, определяющая их развитие и благосостояние, рассматривается различными исследователями по-разному, однако всегда оно имеет комплексный характер и отделяется от понятия уровня жизни, которое имеет смысл денежной оценки необходимых для жизни ресурсов [Бобков, 2009]. В данном исследовании остановимся на определении понятия качества жизни применительно к обществу региона исследования.

Все приведенные выше подходы к определению качества жизни в той или иной мере содержат в себе пять основных сторон качества жизни:

- демографическая ситуация;
- социальная напряженность;
- благосостояние населения;
- экологическое благополучие;
- благоприятность климата.

Из представленных категорий демографическая ситуация выбивается тем, что скорее отража-

ет качество жизни, а не определяет его. Оставшиеся четыре категории мы считаем наиболее точно и полно определяющими качество жизни во всем его многообразии. Для проведения оценки выбран комплексный подход с преобладанием объективной составляющей, так как некоторые стороны качества жизни попросту невозможно полноценно оценить с использованием только данных государственной статистики.

Для сравнительного исследования качества жизни населения выбраны субъекты Российской Федерации и ее города. Росстат регулярно публикует статистические сборники, содержащие данные, которые возможно использовать в качестве показателей качества жизни. Для городов это сборник «Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов» [Регионы России..., 2018a], для субъектов РФ – сборник «Регионы России. Социально-экономические показатели» [Регионы России..., 2018b]. Выбор показателей качества жизни населения зависит от характера пространственной локализации объекта оценки. Набор показателей в сборниках для городов и субъектов РФ значительно отличается. При этом количество возможных показателей в сборнике для субъектов РФ значительно превышает таковое для городов. Слабую статистическую базу социально-экономического развития городов России подтверждают также исследования ученых Московского университета [Землянский и др., 2020].

Значительное количество показателей для субъектов РФ, с одной стороны, повышает гибкость и вариативность исследования, с другой стороны, определяет задачу отбора тех из них, которые играют наибольшую роль в определении качества жизни. Отбор показателей должен быть осуществлен таким способом, чтобы они прямо характеризовали исследуемую категорию, а также позволяли с достаточной точностью восстановить значения других показателей, используя статистические методы [Айвазян, 2003]. Основой для такого отбора является анализ мультиколлинеарности показателей путем анализа матрицы парного значения коэффициентов корреляции наборов данных и анализ информативности показателей при сравнении результатов расчетов интегральных индексов при поочередном исключении каждого показателя из расчета.

Группы показателей «социальная напряженность» и «благополучие населения» могут быть полностью сформированы по данным Росстата в соответствующих сборниках, а также размещенным на портале ЕМИСС [Единая межведомственная..., 2021]. Показатели, отражающие экологическое благополучие, частично также могут быть получены от Росстата, частично – по данным Главной геофизи-

ческой лаборатории им. А.И. Воейкова [Главная геофизическая..., 2021]. Объективные сложности возникают при оценке благоприятности климата. Для этого могут быть использованы экспертные оценки [Виноградова, 2021] и индексы степени комфортности погодных условий [Ткачук, 2012].

Расчет интегрального индекса производится по методике одного из авторов [Тикун, 1997]. Она включает нормировку системы исходных показателей по формуле:

$$\hat{X}_{ij} = \frac{|x_{ij} - x_j^0|}{\max/\min |x_j - x_j^0|}, i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m, (1)$$

где x^0 – наихудшие значения (по каждому показателю) из всех встречающихся с точки зрения их влияния на экологическую ситуацию в регионах России; $\max/\min x$ – наиболее отличающиеся от x^0 значения показателей; n – количество исследуемых территориальных единиц; m – число показателей, использованных для расчетов ($m = 3$). Целью данной нормировки является перевод показателя в отклонение от заданного наилучшего или наихудшего значения. Полученные в результате нормировки значения находятся в интервале от 0 до 1 включительно. Такое нормирование наиболее часто встречается в исследованиях при построении интегральных индексов [Айвазян, 2002].

Обычно при построении классических рейтингов на основе агрегированных показателей используются либо простая сумма нормированных значений показателей, либо простое среднее (в некоторых случаях применяют взвешенную сумму или взвешенное среднее). Осредняя таким образом исходные показатели и превращая их в агрегированный индекс, мы неизбежно сводим все многообразие информации к некоторому узкому средневзвешенному уровню. Если все остальные показатели при этом находятся на нормальном уровне, то построенный с использованием простой аддитивности комплексный индекс может оценить ситуацию как вполне стабильную.

Поэтому при синтезе интегрального показателя авторами используется метод расстояния до наихудшей единицы. Путем сравнения показателей всех территориальных единиц с условной, характеризуемой значениями x^0 , произведено их ранжирование. Оно осуществлялось с использованием евклидовых расстояний (d^0), как меры близости всех территориальных единиц к условной, имеющей наихудшие значения (x^0) по всему комплексу показателей. Это позволяет подчеркнуть влияние отдельных координат, имеющих аномально большие расстояния, поскольку они возводятся в квадрат. Применение

данной меры потребовало обработки информационного массива по методу главных компонент с целью ортогонализации и «свертки» системы показателей.

Полученные значения вектора-столбца d^0 интегральных оценочных характеристик для удобства дальнейшего анализа дополнительно нормируются по формуле:

$$\hat{d}_i^0 = \frac{d_i^0 - \min d^0}{\max d^0 - \min d^0}, i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2)$$

Величина d^0 варьирует в пределах от нуля до единицы. Ноль – соответствует наихудшей комплексной оценке, а единица – наилучшей. Собственно алгоритм классификации включал в себя приведение исходных показателей к нормальному распределению, их обработку по алгоритму компонентного анализа и многомерную многовариантную оценку.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ источников данных по городам показал, что для группы «социальная напряженность» можно использовать следующие показатели:

- численность врачей (чел./10 тыс. чел.);
- число больничных коек круглосуточных стационаров (шт./10 тыс. чел.);
- мощность амбулаторно-поликлинических организаций (посещений в смену/10 тыс. чел.);
- число зарегистрированных преступлений (шт./тыс. чел.);
- выявлено лиц, совершивших преступления (чел./тыс. чел.).

Первые три показателя относятся к одной категории – «здравоохранение», и они достаточно сильно взаимосвязаны. Парные коэффициенты корреляции этих показателей превышают 60%. То же относится и к последним двум показателям («преступность»). Коэффициент корреляции между показателями «преступность» и показателями «здравоохранение» не превышает 25%. Таким образом, из каждой категории необходимо оставить один показатель. В данном исследовании выбраны показатели «численность врачей» и «число зарегистрированных преступлений».

Для группы «благополучие»:

- среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций (руб.);
- общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного городского жителя (m^2);
- стоимость жилья на вторичном рынке (руб./ m^2);
- аренда однокомнатной квартиры у частных лиц (руб./мес.);
- стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг (руб.).

В исследовании Numbeo, уже упомянутом ранее, показатели благосостояния населения используются не в исходном виде, а в производном – покупательской способности населения как в краткосрочной (объем товаров и услуг, который можно приобрести на одну зарплату), так и в долгосрочной перспективе (количество лет, необходимых для накопления на крупную покупку). Из представленных выше показателей можно сформировать два производных:

- покупательскую способность (отношение средней заработной платы к сумме фиксированного набора потребительских товаров и услуг и стоимости аренды однокомнатной квартиры);
- доступность жилья (произведение стоимости квадратного метра жилья на среднюю площадь жилых помещений по отношению к средней заработной плате в городе).

Выбор показателей для группы «экологическое благополучие» осложняется многообразием исследуемых явлений, которые на него влияют. К таким явлениям относят воздействие, изменение состояния среды, устойчивости среды к воздействию и последствия воздействия для природной среды. Показатели, отражающие данные явления, не имеют однозначной связи между собой, и их соответствие зависит от множества факторов природной и социально-экономической среды. С точки зрения качества жизни наиболее репрезентативными представляются показатели изменения состояния среды, выраженные в повышении концентрации загрязняющих веществ в компонентах природной среды, с которыми население находится в непосредственном контакте: атмосферном воздухе, питьевой воде, поверхностных водах, почвенном покрове. Данные показатели, впрочем, слабо обеспечены статистическими данными на уровне городов России. Для достаточного количества городов возможно получить только индекс загрязнения атмосферы (баллы), который, несмотря на определенные недостатки (ограниченность выборки городов, спектра наблюдаемых загрязнителей), используется в большинстве исследований для оценки экологического состояния городской среды [Битюкова и др., 2011].

Для группы «благоприятность климата» возможен расчет различных индексов степени комфортности погодных условий, наиболее актуальными из которых представляются индексы холодового стресса, поскольку большая часть территории страны характеризуется низкими и очень низкими температурами воздуха в зимний период, и именно холод является главным фактором климатического дискомфорта для населения России. Безусловно, применение данных индексов для оценки комфортности климата, а не погодных условий в конкрет-

ный момент времени, несет в себе определенную неточность, поскольку осреднение климатических параметров нивелирует амплитуды их колебаний, однако при использовании средних экстремальных значений температуры может быть использовано для оценивания комфортности климата. В данном

исследовании использован индекс температуры охлаждения из-за ветра (Wind Chill Temperature), включающий воздействие температур и ветра на человека. Используемый набор показателей качества жизни населения городов России приведен на рис. 1.



Рис. 1. Показатели качества жизни городов России
Fig. 1. Indicators of the quality of life in Russian cities

Все данные получены за 2017 г. (для климатических условий – среднесезонные). Выбрано 89 городов России с населением свыше 100 тыс. человек, для которых нет разрывов в полученных данных и присутствуют все шесть оценочных показателей. Для оценивания важности факторов качества жизни населения было рассчитано семь вариантов интегрального индекса качества жизни

населения: один – по всем шести показателям и шесть – по выборке из пяти показателей с поочередным исключением каждого из них. В результате получена матрица значений семи индексов для 89 городов России. Для данной матрицы были рассчитаны коэффициенты парной корреляции между рангами городов для всех индексов попарно (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты парной корреляции рангов городов в различных вариантах индекса качества жизни населения

		Используемые показатели						
		1–6	2–6	1, 3–6	1–2, 4–6	1–3, 5–6	1–4, 6	1–5
Используемые показатели	1–6	–	0,99	0,76	0,62	0,86	0,95	0,97
	2–6	0,99	–	0,72	0,60	0,85	0,94	0,97
	1, 3–6	0,76	0,72	–	0,47	0,51	0,62	0,65
	1–2, 4–6	0,62	0,60	0,47	–	0,36	0,47	0,52
	1–3, 5–6	0,86	0,85	0,51	0,36	–	0,95	0,93
	1–4, 6	0,95	0,94	0,62	0,47	0,95	–	0,99
	1–5	0,97	0,97	0,65	0,52	0,93	0,99	–

Высокое значение коэффициента парной корреляции рангов в данной матрице говорит о низком влиянии исключаемого из рассмотрения показателя на конечный результат. Высоким можно признать

значение более 0,97. Высокий порог объясняется тем, что корреляционному анализу подлежат не исходные данные, а ранги заведомо близких между собой вариантов интегрального индекса, основан-

ных на шести показателях. Анализ матрицы коэффициентов парной корреляции рангов городов показывает, что показатель №1 («численность врачей») практически не оказывает влияния на итоговый индекс, и его можно исключить без потери информативности. Также значительная корреляция наблюдается между вариантами 1–4, 6 и 1–5, что говорит о возможности использования лишь одного из этих показателей. Исключить целесообразно показатель №6 («доступность жилья»), так как его исключение дает меньшее изменение.

Таким образом, для расчета интегрального индекса качества жизни населения городов России используется четыре показателя, каждый из которых отвечает за отдельную составляющую качества жизни. Индекс рассчитан с использованием весовых коэффициентов, определенных экспертным путем (табл. 2).

Таблица 2

Весовые коэффициенты показателя качества жизни населения городов России

Категория показателя	Показатель	Весовой коэффициент
Социальная напряженность	Число зарегистрированных преступлений	0,25
Благосостояние населения	Покупательская способность населения	0,3
Экологическое благополучие	Индекс загрязнения атмосферы	0,25
Благоприятность климата	Температура охлаждения из-за ветра	0,2

Результаты расчета индекса качества жизни городов России по четырем показателям представлены на карте (рис. 3).

В рамках исследования была произведена попытка применения такого же набора показателей для оценки качества жизни населения субъектов РФ. При этом возникла проблема оценивания благоприятности климата и экологического благополучия, так как они рассчитаны для городов и не могут быть напрямую интерполированы на весь регион целиком. Поэтому значения данных показателей осреднены по городам с населением более 100 тыс. человек (для которых присутствуют расчетные данные), входящим в данный субъект РФ с учетом их населения (в качестве весов). Для каждого субъекта РФ таких городов от одного до четырех. Малое количество используемых при осреднении городов (1–2) характерно для небольших по площади субъектов, в которых невелика дифференциация показателей внутри региона, либо для больших, но слабозаселенных субъ-

ектов, в которых нас интересует в первую очередь территория наибольшего расселения.

В силу большого объема доступных данных была произведена попытка уточнения индекса качества жизни населения субъектов РФ путем увеличения числа используемых показателей в рамках парадигмы исследования Numbeo. К имеющемуся набору показателей социальной напряженности был добавлен уровень безработицы (%).

Значительный потенциал для уточнения на региональном уровне имеет блок экологического благополучия. К индексу загрязнения атмосферы можно добавить показатель качества поверхностных вод – удельный вес исследованных проб водных объектов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показателям (%). Весь комплекс воздействия загрязняющих веществ на человека косвенно находит свое отражение в здоровье населения. В медико-демографической статистике выделяют экологически значимые заболевания, имеющие высокую корреляцию с показателями загрязнения природной среды. Заболеваемость новообразованиями (чел./тыс. чел. населения) является одной из показателей экологически значимой патологии [Регионы и города..., 2014].

Также для дополнительной оценки благоприятности климата была проанализирована карта комфортности природных условий для населения, составленная В.В. Виноградовой на основании анализа 20 зональных и азональных факторов [Виноградова, 2021]. Суммарный индекс комфортности природных условий для региона рассчитан как средневзвешенное (по населению) значение индекса по результатам исследования В.В. Виноградовой для всех городов региона с населением более 100 тыс. чел. Используемый набор показателей для расчета качества жизни регионов России представлен на рис. 2.

Все статистические данные для расчета индекса получены за 2017 г. для всех 84 субъектов РФ. Для оценивания важности факторов качества жизни населения было рассчитано 10 вариантов интегрального индекса качества жизни населения: один – по всем девяти показателям и девять – по выборке из восьми показателей, с поочередным исключением каждого из них. В результате получена матрица значений 10 индексов для 84 субъектов РФ. Для данной матрицы были рассчитаны коэффициенты парной корреляции между рангами субъектов РФ для всех индексов попарно (табл. 3).

Для случая с девятью показателями порог высокого значения коэффициента корреляции рангов повышается и оценивается в 0,99. С учетом такого порогового значения целесообразно исключить из рассмотрения показатель №1 («численность

врачей»). В этом случае среднее изменение рангов для субъекта составит 0,9, а максимальное – 6, а в группе показателей социальной напряженности останется два показателя. Также практически не влияет на итоговый индекс исключение показателя №4 («покупательская способность населения»), что выглядит достаточно неожиданно, так как именно он отражает уровень жизни населения в его первоначальном понимании. Его исключение приводит к среднему изменению рангов на 1,5 и к максимальному изменению в 10 позиций. Причем максималь-

ное отклонение достигается в Ямало-Ненецком и Чукотском автономных округах, в которых традиционно высокие зарплаты стимулируют миграционный приток населения в регионы с крайне сложными природными условиями. Таким образом, для расчета итогового индекса качества жизни субъектов РФ выбрано семь показателей из первоначальных девяти.

Результаты расчета индекса качества жизни субъектов РФ по семи показателям представлены на карте (рис. 3).



Примечание. * Не используются в расчете индекса.

Рис. 2. Расширенный набор показателей качества жизни субъектов РФ

Fig. 2. Extended set of indicators of the quality of life in Russian regions

Таблица 3

Коэффициенты парной корреляции рангов субъектов РФ в различных вариантах индекса качества жизни населения

		Используемые показатели									
		1–9	2–9	1, 3–9	1–2, 4–9	1–3, 5–9	1–4, 6–9	1–5 7–9	1–6, 8–9	1–7, 9	2–9
Используемые показатели	1–9	–	0,998	0,994	0,982	0,996	0,962	0,984	0,959	0,986	0,967
	2–9	0,998	–	0,995	0,982	0,998	0,962	0,979	0,955	0,981	0,961
	1, 3–9	0,994	0,995	–	0,973	0,995	0,954	0,979	0,941	0,976	0,966
	1–2, 4–9	0,982	0,982	0,973	–	0,981	0,945	0,971	0,947	0,972	0,949
	1–3, 5–9	0,996	0,998	0,995	0,981	–	0,962	0,975	0,953	0,977	0,958
	1–4, 6–9	0,962	0,962	0,954	0,945	0,962	–	0,930	0,901	0,931	0,899
	1–5 7–9	0,984	0,979	0,979	0,971	0,975	0,930	–	0,941	0,981	0,962
	1–6, 8–9	0,959	0,955	0,941	0,947	0,953	0,901	0,941	–	0,962	0,930
	1–7, 9	0,986	0,981	0,976	0,972	0,977	0,931	0,981	0,962	–	0,968
	2–9	0,967	0,961	0,966	0,949	0,958	0,899	0,962	0,930	0,968	–

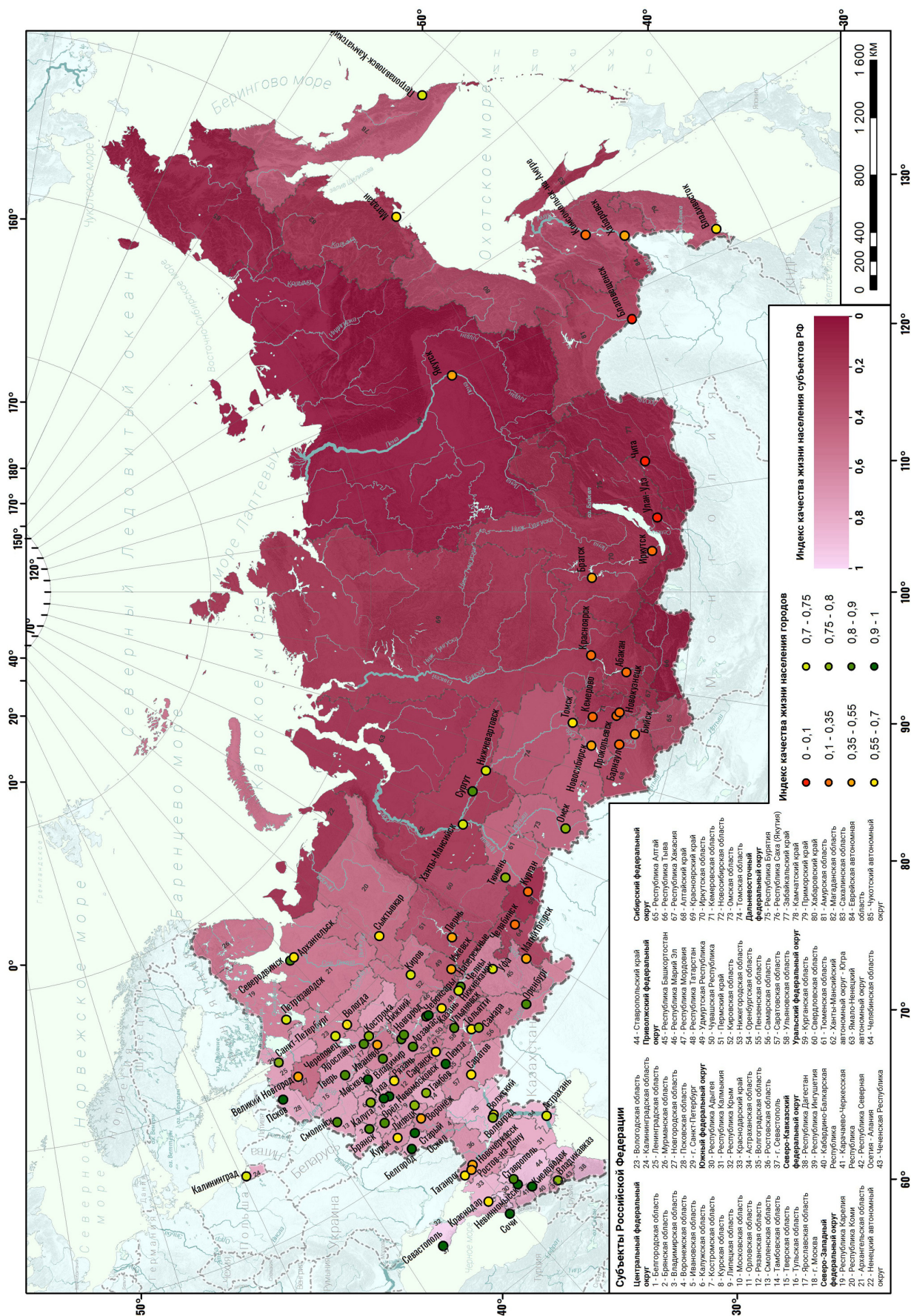


Рис. 3. Карта индекса качества жизни субъектов и городов России
Fig. 3. Map of the quality of life index of Russian cities and regions

Значения индексов качества жизни как по городам, так и по субъектам РФ закономерно уменьшаются по мере движения на восток и увеличиваются при движении на юг. При этом самые низкие значения достигаются в Восточной Сибири, Арктической зоне РФ и на Дальнем Востоке, а самые высокие – в Крыму, на Северном Кавказе и в ближайших окрестностях Москвы.

Соотношение значений индексов качества жизни населения субъектов РФ и городов, расположенных в этих субъектах, представлено на диаграмме (рис. 4). Расхождения в соответствующих значениях индексов наблюдаются преимущественно в регионах с низким значением индекса (Ямало-Ненецкий АО, Забайкальский край, Республика Саха и др.), что связано, в первую очередь, с высокой неравномерностью качества жизни населения внутри них. Линейный тренд показывает высокую степень соответствия результатов даже несмотря на значительное отличие в используемых показателях. При этом линия тренда индекса качества жизни населения городов находится выше таковой для субъектов РФ. Это связано с большей ролью применяемых для расчетов по субъектам РФ экологических и климатических факторов качества жизни, которые в значительной степени понижают качество жизни на значительной части территории России.

Согласно данным анкетирования населения природные и медико-экологические условия являются приоритетными в оценке комфортности жизни для пожилого населения пенсионного возраста [Трифопова, Краснощеков, 2013]. Высокая роль экологических и природных факторов в качестве жизни населения подтверждается приоритетными направлениями миграции населения между регионами за последние 20 лет. Основные потоки внутренних мигрантов направлены от северных, сибирских и дальневосточных регионов к Москве, Санкт-Петербургу и регионам Южного федерального округа. И если для Москвы и Санкт-Петербурга при выборе направления миграции высока роль экономических факторов, то южные регионы оказываются в выигрыше в первую очередь за счет природных условий. Это проявляется в миграции людей возрастной группы 50 лет и старше, где значительно усиливают свои позиции регионы Южного и Центрального федерального округов [Мкртчян и др., 2020]. Также следует отметить, что среди регионов с положительным сальдо внутренней миграции практически нет таких, в которых наблюдается сложная экологическая ситуация.

Севастополь с точки зрения качества жизни является уникальным местом, поскольку сочетает в себе практически лучшие в России рассматриваемые в настоящем исследовании показатели природных и экологических условий жизни населения, а также

находится в выигрышном положении по экономическим показателям в связи с реализацией Федеральной целевой программы «Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2025 года». Вместе с тем существуют исследования, в большей степени основанные на субъективных оценках, не столь высоко оценивающие экологическое благополучие Севастополя. Например, согласно национальному экологическому рейтингу Общероссийской общественной организации «Зеленый патруль», Севастополь занимает 77-е место среди регионов России за лето 2021 г. и стабильно числится среди аутсайдеров в рейтинге за любой исследуемый временной промежуток. Методика составления данного индекса состоит в экспертной оценке всех сообщений, публикаций или документов в сфере экологии и охраны окружающей среды от средств массовой информации, органов власти, граждан, общественных организаций и различных хозяйствующих субъектов.

Этот факт наглядно иллюстрирует парадокс значительного несоответствия оценок, основанных на объективных данных (ИЗА, данные статистического учета и др.), и на субъективных оценках (экспертные мнения, социологические опросы и др.). Данный парадокс имеет двойственный генезис. С одной стороны, субъективные оценки могут содержать в себе предвзятость и низкую квалификацию экспертов, нерепрезентативность выборок и другие факторы, снижающие достоверность таких результатов. С другой стороны, очевидно, что экологическое благополучие – очень многогранная категория, которую сложно полно описать объективными показателями в силу отсутствия или недоступности статистических материалов.

Такое значительное различие свойственно преимущественно Республике Крым и Севастополю, для других регионов разница не столь велика. В связи с этим очевидна необходимость в дальнейшем дополнении набора используемых показателей именно в экологическом блоке для оценки всех компонент природной среды, что в настоящее время ограничено доступностью и полнотой таких данных.

В Российской Федерации три ее субъекта являются городами: Москва, Санкт-Петербург и Севастополь. Для них проведены расчеты и получены значения индекса качества жизни как для городов, так и для субъектов. В обоих рейтингах Севастополь занимает лидирующую позицию, Москва находится в первой четверти, а Санкт-Петербург – во второй четверти по своему рангу. При этом абсолютные значения индекса для Москвы и Санкт-Петербурга выше при расчете для городов, чем для субъектов РФ, что соотносится с положением трендовых линий на рис. 4.

Применение регрессионного анализа для двух массивов данных, отраженных на рис. 4, позволило определить коэффициенты линейной регрессии, равные $-0,03$ и $0,81$ соответственно при коэффициенте детерминации $0,64$. Значения индекса качества жизни населения, рассчитанные для городов, были скорректированы согласно данным коэффициентам (рис. 5). Результаты, полу-

ченные для трех городов федерального значения, приведены в табл. 4. Для Севастополя, имеющего наибольшее значение индекса качества жизни населения, корректировка исказила результат, в то время как для Москвы и Санкт-Петербурга, наоборот, привела индекс для города в соответствие с таковым для субъекта РФ при изначальной значительной разнице.

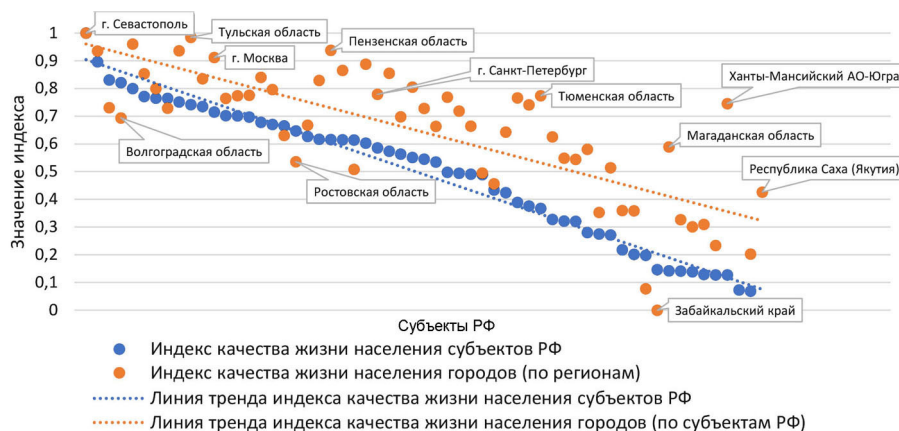


Рис. 4. Индексы качества жизни населения субъектов РФ и расположенных в них городов

Fig. 4. Quality of life indices of Russian regions and cities located in them

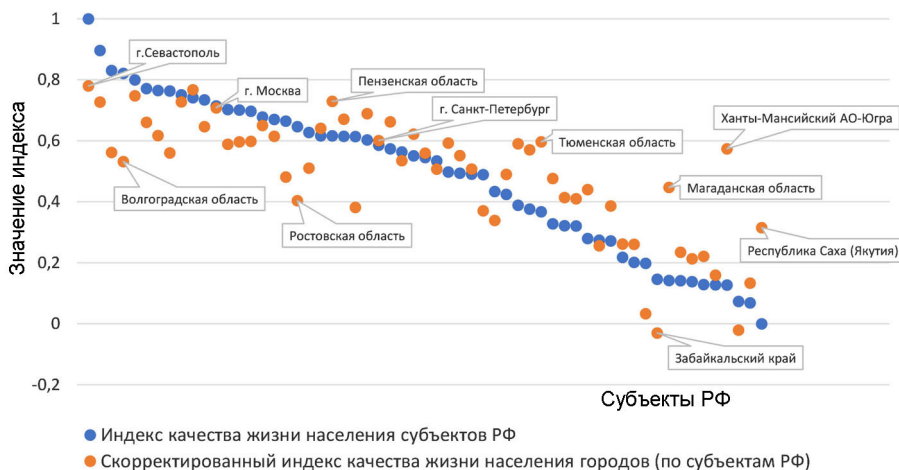


Рис. 5. Скорректированные индексы качества жизни населения субъектов РФ и расположенных в них городов

Fig. 5. Adjusted quality of life indices of Russian regions and cities located in them

Таблица 4

Индекс качества жизни населения российских городов федерального значения

Город федерального значения	Индекс качества жизни населения		
	Субъекта РФ	Города до корректировки	Города после корректировки
Севастополь	1	1	0,78
Москва	0,715	0,912	0,709
Санкт-Петербург	0,586	0,779	0,601

ВЫВОДЫ

Качество жизни можно достаточно достоверно оценить с использованием ограниченного числа показателей как в условиях их избыточности (для субъектов РФ), так и при относительной недостаточности (для городов). При этом наблюдается высокая степень соответствия оценок для объектов разной пространственной локализации. Применение большого числа показателей для расчета интегрального ин-

декса качества жизни населения нецелесообразно как с точки зрения увеличения сложности расчетов, так и с точки зрения обеспечения потенциальной сравнимости при проведении пространственно-временных исследований по данной тематике. При этом увеличение числа используемых показателей не увеличивает значительно информационную ценность итогового интегрального индекса.

Результаты исследования во многом совпадают с перечисленными выше рейтингами регионов РФ по качеству жизни, однако наблюдается существенное расхождение в оценке качества жизни регионов, в которых основу экономики составляет первичный сектор, особенно нефте- и газодобыча. На наш взгляд, повышения доходов населения совершенно недостаточно для обеспечения высокого качества жизни, что находит свое отражение в показателях, относящихся в том числе к социальной сфере.

Экологический фактор качества жизни приобретает все большее значение в его интегральной оценке, особенно для пожилых групп населения. Однако существует потребность в более детализированных и разнообразных статистических данных о состоянии компонент природной среды и данных экологического мониторинга, а также в дополнительных

исследованиях по их комплексному применению для обеспечения максимальной достоверности полученных оценок. Это подтверждается значительным различием результатов независимой оценки экологического состояния регионов и официальных докладов о состоянии окружающей среды Республики Крым и Севастополя.

Отдельного внимания заслуживает вывод о том, что на уровне регионов показатели экономического благополучия оказывают малое влияние на значение индекса качества жизни населения и могут не использоваться при его интегральной оценке. Те единичные регионы, для которых такое влияние наблюдается, имеют преимущественно сырьевую специализацию в крайне суровых природных условиях. Данный феномен, впрочем, подлежит дальнейшему исследованию на различных масштабных уровнях и применительно к различным временным интервалам.

Применение корректирующих коэффициентов позволяет сравнивать между собой результаты расчетов индекса качества жизни населения городов и субъектов, что важно для оценки качества жизни населения в городах в условиях недостаточности для этого исходных данных.

Благодарность. Статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда (проект № 20-47-01001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айвазян С.А. Анализ синтетических категорий качества жизни населения субъектов Российской Федерации: их измерение, динамика, основные тенденции (по статистическим данным за 1997–1999 гг.) // *Уровень жизни населения регионов России*. 2002. № 11. С. 5–40.
- Айвазян С.А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения // *Экономика и математические методы*. 2003. Т. 39. № 2. С. 33–53.
- Айвазян С.А., Степанов В.С., Козлова М.И. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований) // *Прикладная эконометрика*. 2006. № 2. С. 18–84.
- Битюкова В.Р., Касимов Н.С., Власов Д.В. Экологический портрет российских городов // *Экология и промышленность России*. 2011. № 4. С. 6–18.
- Бобков В.Н. Методологический подход Всероссийского центра уровня жизни к изучению и оценке качества и уровня жизни населения // *Вестник ВГУ. Серия: экономика и управление*. 2009. № 2. С. 26–36.
- Виноградова В.В. Районирование России по природным условиям жизни населения с учетом экстремальных климатических событий // *Известия РАН. Серия географическая*. 2021. Т. 85. № 1. С. 5–13.
- Гришина И.В., Польшев А.О., Тимонин С.А. Качество жизни населения регионов России: методология исследования и результаты комплексной оценки // *Современные производительные силы*. 2012. № 1. С. 70–83.
- 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. 21–31.
- Мкртчян Н.В., Флоринская Ю.Ф., Казенин К.И. Внутренняя миграция как ресурс развития России: социально-экономические эффекты, издержки и ограничения. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2020. 76 с.
- Регионы и города России: Интегральная оценка экологического состояния / под ред. Н.С. Касимова. М.: ИП Филимонов Н.В., 2014. 560 с.
- Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. 2018: стат. сб. / Росстат. М., 2018а. 443 с.
- Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: стат. сб. / Росстат. М., 2018б. 1162 с.
- Саускан В.И. Оценка показателей качества жизни населения Калининградской области. Германия: LAP LAMBERT Acad. Publ., 2013. 68 с.
- Тикун В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). М.; Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 367 с.
- Ткачук С.В. Обзор индексов степени комфортности погодных условий и их связь с показателями смертности // *Труды Гидрометеорологического научно-иссле-*

- довательского центра Российской Федерации. 2012. Вып. 347. С. 223–245.
- Трифопова Т.А., Краснощеков А.Н. Оценка комфортности проживания населения во Владимирской области // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2013. № 3. С. 35–41.
- Электронные ресурсы*
- Главная геофизическая лаборатория им. А.И. Воейкова. URL: http://voeikovmgo.ru/?option=com_content&view=article&id=681&Itemid=236&lang=ru (дата обращения 08.05.2021).
- Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://fedstat.ru/> (дата обращения 08.05.2021).
- Национальный экологический рейтинг. URL: <https://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga-ekologicheskoy-reyting-subektov-rf?tid=434> (дата обращения 20.09.2021).
- Рейтинговое агентство «РИА-Новости». URL: <https://ria.ru/20210215/kachestvo-zhizni-1597462656.html> (дата обращения 23.05.2021).
- Рейтинговое агентство НКР. URL: <https://www.rbc.ru/economics/21/07/2020/5f0ece439a79470d37b66efc/> (дата обращения 23.05.2021).
- Numbeo, URL: <https://www.numbeo.com/quality-of-life/> (дата обращения 08.05.2021).
- The Economist Intelligence Unit's quality-of-life index, URL: https://www.economist.com/media/pdf/quality_of_life.pdf (дата обращения 08.05.2021).

Поступила в редакцию 08.06.2021

После доработки 03.08.2021

Принята к публикации 27.09.2021

INTEGRAL ASSESSMENT OF THE QUALITY OF LIFE IN RUSSIAN CITIES AND REGIONS

V.S. Tikunov¹, S.K. Belousov²

^{1,2} *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Integrated Mapping Laboratory*

¹ *Head of the Laboratory, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: vstikunov@yandex.ru*

² *Leading Engineer, Ph.D. in Technical Sciences; e-mail: web-town@mail.ru*

The article presents a method of integral assessment of the quality of life of the population of Russia at different localization of research objects. The set of data that could be used for the assessment in cities significantly differs from that for regions which produces difficulties in assessing the quality of life. The proposed method is based on the aggregation of data reflecting the well-being of population, social tension, ecological well-being and comfortable natural conditions. The set of indicators in each of these categories is different for assessing the quality of life in cities and in regions. Approaches to determining the minimum possible number of indicators to assess the quality of life of the population are described. The significant role of natural and ecological factors in determining the quality of life is explained. The study revealed territorial patterns in the spatial distribution of the quality of life of the population. The regions of Southern and Central Federal Districts are the best, and the northern and Siberian regions are among the worst. The resulting indices of the quality of life of the population of Russian cities and regions were analyzed, and the difference in the corresponding values was revealed for the regions and the cities located in them, as well as for the cities of federal significance, which are on both lists at once. The use of linear regression correcting coefficients makes it possible to eliminate distortions associated with a different set of indicators used for Moscow and St. Petersburg. The results of the investigation make it possible to assess of quality of life of the population of Russian cities and regions and to make the assessment even if the initial data is insufficient.

Keywords: integral indices, ecological well-being, nature conditions

Acknowledgements. The work was financially supported by the Russian Science Foundation (project 20-47-01001).

REFERENCES

- Aivazyan S.A., Stepanov V.S., Kozlova M.I. Izmerenie sinteticheskikh kategorii kachestva zhizni naseleniya regiona i vyyavlenie klyuchevykh napravlenii sovershenstvovaniya sotsial'no-ekonomicheskoi politiki (na primere Samarskoi oblasti i ee munitsipal'nykh obrazovaniy) [Measurement of synthetic categories of the quality of life of the population of a region and identification of key areas for improving socio-economic policy (case study of the Samara region and its municipalities)], *Prikladnaya ekonometrika*, 2006, no. 2, p. 18–84. (In Russian)
- Aivazyan S.A. Analiz sinteticheskikh kategorii kachestva zhizni naseleniya sub'ektov Rossiiskoi Federatsii: ikh izmerenie, dinamika, osnovnye tendentsii (po statisticheskim dannym za 1997–1999 gg.) [Analysis of synthetic

- categories of the quality of life of the population of the constituent entities of the Russian Federation: their measurement, dynamics, main trends (according to statistical data for 1997–1999)], *Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii*, 2002, no. 11, p. 5–40. (In Russian)
- Aivazyan S.A. K metodologii izmereniya sinteticheskikh kategorii kachestva zhizni naseleniya [To the methodology for measuring synthetic categories of the quality of life of the population], *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2003, vol. 39, no. 2, p. 33–53. (In Russian)
- Bitukova V.R., Kasimov N.S., Vlasov D.V. Ekologicheskii portret rossiiskikh gorodov [Ecological portrait of Russian cities], *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2011, no. 4, p. 6–18. (In Russian)
- Bobkov V.N. Metodologicheskii podkhod Vserossiiskogo tsentra urovnya zhizni k izucheniyu i otsenke kachestva i urovnya zhizni naseleniya [Methodological approach of the All-Russian Center for Living Standards to the study and assessment of the quality and standard of living of the population], *Vestn. VGU. Seriya: ekonomika i upravlenie*, 2009, no. 2, p. 26–36. (In Russian)
- Grishina I.V., Polynev A.O., Timonin S.A. Kachestvo zhizni naseleniya regionov Rossii: metodologiya issledovaniya i rezul'taty kompleksnoi otsenki [The quality of life of the population of the regions of Russia: research methodology and the results of a comprehensive assessment], *Sovremennye proizvoditel'nye sily*, 2012, no. 1, p. 70–83. (In Russian)
- Mkrtychyan N.V., Florinskaya Yu.F., Kazenin K.I. *Vnutrennyaya migratsiya kak resurs razvitiya Rossii: sotsial'no-ekonomicheskie efekty, izderzhki i ogranicheniya* [Internal migration as a resource for the progress of Russia: socio-economic effects, costs and restrictions], Moscow, Delo Publ., RANKhGS, 2020, 76 p. (In Russian)
- Regiony i goroda Rossii: Integral'naya otsenka ekologicheskogo sostoyaniya* [Regions and cities of Russia: the integrated assessment of the environment], Kasimov N.S. (ed.), Moscow, IP Filimonov N.V. Publ., 2014, 560 p. (In Russian)
- Regiony Rossii. Osnovnye sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli gorodov* [Regions of Russia. Main socio-economic indicators of cities], Rosstat, Moscow, 2018, 443 p. (In Russian)
- Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli* [Regions of Russia. Socio-economic indicators], Rosstat, Moscow, 2018, 1162 p. (In Russian)
- Sauskan V.I. *Otsenka pokazatelei kachestva zhizni naseleniya Kaliningradskoi oblasti* [Assessment of the indicators of the quality of life of the population of the Kaliningrad region], Germany, LAP LAMBERT Acad. Publ., 2013, 68 p. (in Russian)
- Tikunov V.S. *Klassifikatsii v geografii: renessans ili uvyadanie? (Opyt formal'nykh klassifikatsii)* [Classifications in Geography: Renaissance or Decline? (Experience of formal classifications)], Moscow, Smolensk, SGU Publ., 1997, 367 p. (In Russian)
- Tkachuk S.V. Obzor indeksov stepeni komfortnosti pogodnykh uslovii i ikh svyaz' s pokazatelyami smertnosti [Overview of weather comfort indices and their relationship with death rates], *Trudy Gidrometeorologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo tsentra Rossiiskoi Federatsii*, 2012, vol. 347, p. 223–245. (In Russian)
- Trifonova T.A., Krasnoshchekov A.N. Otsenka komfortnosti prozhivaniya naseleniya vo Vladimirskoi oblasti [Evaluation of the comfort of living of the population of the Vladimir oblast], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2013, no. 3, p. 35–41. (In Russian)
- Vinogradova V.V. Raionirovanie Rossii po prirodnykh usloviyam zhizni naseleniya s uchedom ekstremal'nykh klimaticheskikh sobytii [Zoning of Russia according to the natural living conditions of the population with regard to extreme climatic events], *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, 2021, vol. 85, no. 1, p. 5–13. (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. 21–31. (In Russian)
- Web resources*
- Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema [Unified interdepartmental information and statistical system], URL: <https://fedstat.ru/> (access date 08.05.2021). (In Russian)
- Glavnaya geofizicheskaya laboratoriya im. A.I. Voeikova [A.I. Voeikov Main Geophysical Laboratory], URL: http://voeikovmgo.ru/?option=com_content&view=article&id=681&Itemid=236&lang=ru (access date 08.05.2021). (In Russian)
- Natsional'nyi ekologicheskii reiting [National ecological rating], URL: <https://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga/ekologicheskii-reyting-subektov-rf?tid=434> (access date 20.09.2021). (In Russian)
- Numbeo, URL: <https://www.numbeo.com/quality-of-life/> (access date 08.05.2021).
- Reitingovoe agentstvo "RIA-Novosti" [Rating agency "RIA-Novosti"], URL: <https://ria.ru/20210215/kachestvo-zhizni-1597462656.html> (access date 23.05.2021). (In Russian)
- Reitingovoe agentstvo NKR [Rating agency NKR], URL: <https://www.rbc.ru/economics/21/07/2020/5f0ece439a79470d37b66efc/> (access date 23.05.2021). (In Russian)
- The Economist Intelligence Unit's quality-of-life index, URL: https://www.economist.com/media/pdf/quality_of_life.pdf (access date 08.05.2021).

Received 08.06.2021

Revised 03.08.2021

Accepted 27.09.2021

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В.Г. Каплин¹, Е.Ф. Чичкова², Д.А. Грядунов³, Д.А. Кочин⁴

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, лаборатория фитосанитарной диагностики и прогнозов, проф., д-р биол. наук, вед. науч. сотр.; e-mail: stenolepisma@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП), ЦКУ «КосмоИнформЦентр», канд. геогр. наук, директор; e-mail: efchichkova@yandex.ru

³ ООО «ПТЕРО», руководитель научно-технического отдела; e-mail: d_gryadunov@ptero.ru

⁴ Государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП), Институт вычислительных систем и программирования, кафедра компьютерных технологий и программной инженерии, ассистент; e-mail: dimakohin@yandex.ru

Применение дистанционных методов мониторинга засоренности, обеспеченности листьев азотом и продуктивности озимой тритикале включает предшествующее аэрофотосъемке проведение наземных учетов состояния и засоренности посевов с установкой маркеров и определением их координат; мультиспектральную аэрофотосъемку посева с беспилотного летательного аппарата (БПЛА); обработку полученных аэрофотоснимков с применением индексов NDRE и NDVI, их дешифрирование по цветовой мозаике снимка и наземным маркерам с выявлением границ микрогруппировок по состоянию культуры и засоренности посева, составление координатной картосхемы их распределения; внесение азотных удобрений и гербицидов в период вегетации культуры на основе полученных картосхем методами точного земледелия. Для распознавания засоренности посевов и содержания азота в листьях наилучшие результаты дают аэрофотоснимки с применением индекса NDRE, где микрогруппировки посева с нормальным содержанием хлорофилла и азота в листьях имеют значения NDRE 0,45–0,60; с умеренным недостатком азота и пониженной концентрацией хлорофилла в листьях – 0,35–0,45; с повышенным недостатком азота – 0,25–0,35; с высокой численностью сорняков – 0,075–0,25. Измерения спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) отраженного излучения листьев культуры и сорняков полевым спектрорадиометром PSR-1100 в диапазоне 320–1100 нм показали, что ее изменения в зависимости от длины волны у тритикале и сорняков были сходными с наименьшими значениями СПЭЯ во всех частях спектра у тритикале, более высокими у двудольных сорняков, имевших на снимке NDVI ярко-зеленую окраску. Азотные удобрения при выращивании тритикале применяют осенью при посеве (15–20% полной нормы азота) и в весенне-летний период вегетации культуры в виде подкормок: рано весной в фазу кущения (20–30%), в конце весны в начале выхода растений в трубку (до 50–60%), в первой половине лета в фазы начала колошения, налива зерна (5–10%). Перед проведением подкормок для оценки содержания азота в листьях и засоренности посевов целесообразна их аэрофотосъемка с БПЛА с применением индекса NDRE при обработке аэроснимков. Гербициды применяются после первой и второй аэрофотосъемок в фазы кущения, начала трубкования. Картосхемы засоренности посевов по результатам их третьей аэрофотосъемки используются для оценки потерь урожайности зерна от сорняков.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, аэрофотосъемка, дешифрирование аэроснимков, NDRE, доминирующие сорняки, азотные удобрения, показатели продуктивности зерна

ВВЕДЕНИЕ

Тритикале – сравнительно новая, ценная и перспективная продовольственная и фуражная, преимущественно озимая зерновая культура, гибрид пшеницы (*Triticum*) и ржи (*Secale*), высокоустойчивая к неблагоприятным условиям. Мировые площади посевов озимой тритикале составляют около 5 млн га, около половины из них – в Европе [Гончаров, Крохмаль, 2013]. По данным Росстата, посевные площади тритикале в России незначительны. В 2018–2019 гг. они составили около 150 тыс. га, в том числе в Приволжском федеральном округе – 92 тыс. га, в Самарской области – около 6 тыс. га [Горянина, 2017]. В перспективе тритикале в струк-

туре зернового клина должна занимать в южных регионах не менее 10%, в северных – до 15%. Применение дистанционных методов оценки засоренности, состояния и продуктивности тритикале практически не изучено.

Наши исследования по применению дистанционных и наземных методов при возделывании тритикале проводились в 2018 и 2019 гг. в лесостепи Самарской области на опытном поле Самарского аграрного университета (СГАУ) в окрестностях п. Угорье (рис. 1). Наземные исследования засоренности посевов, их горизонтальной структуры, оценка их продуктивности проводились В.Г. Каплиным (Всероссийский

НИИ защиты растений, РАН), дистанционные исследования по состоянию посевов аэрокосмическими методами – Е.Ф. Чичковой, Д.А. Кочиным

(Санкт-Петербургский университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП)) и Д.А. Грядунцовым (ООО «ПТЕРО», Москва).



Рис. 1. Территория съемки с космического аппарата WorldView-3, 07.06.2019 г.

Опытные поля (NDVI): 1 – паровое поле; 2 – поле тритикале

Fig. 1. The territory of survey from the WorldView-3 spacecraft on 07.06.2019.

Experimental fields (NDVI): 1 – fallow field; 2 – triticale field

УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, среднемощный, тяжелосуглинистый. Тритикале возделывалось в пятипольном полевом севообороте с чередованием культур: чистый пар – озимая тритикале – мягкая яровая пшеница – нут – ячмень. В опытах использовался гексаплоидный сорт тритикале Кроха, полученный в Самарском НИИ сельского хозяйства совместно с Краснодарским НИИСХ, включен в Госреестр селекционных достижений РФ с 2015 г. по Средневолжскому региону, предназначен для возделывания на зерно (фуражное и продовольственное) и зеленую массу. Не осыпается, не полегаёт. Вегетационный период 302–309 дней. Колос продуктивный, хорошо озерненный, формирует повышенную густоту продуктивного стеблестоя (477–527 ст./м²). Масса 1000 зерен 30,0–38,7 г. Высота растений 66,0–75,0 см. Флаговый лист широкий, длинный, с сильным восковым налетом. Обладает высокой и стабильной урожайностью зерна (от 3,10 до 4,60 т/га) с содержанием белка 13,1–17,7%. Отличается высокой зимостойкостью и устойчивостью к засушливым условиям Среднего Поволжья.

Основная обработка почвы – поверхностная на 10–12 см, посев тритикале проводился 15 сентября 2018 г. с нормой высева около 4,5 млн всхожих семян. Во второй половине сентября выпало около 14 мм осадков, при среднесуточной температуре воздуха 9–14°C, что способствовало получению дружных всходов тритикале. Полевые учеты всходов тритикале и сорняков были проведены 3 октября с помощью мерной ленты длиной 50 м и рамки размером 0,1 м² на четырех продольных трансектах длиной по 284 м, включавших по четыре рядка, через 8–12 м. Для всходов сорняков определялись их встречаемость, численность и проективное покрытие на 1030 площадках по 0,1 м². В фазу колошения тритикале на опытном поле наземными методами 5–6 июня 2019 г. была проведена оценка горизонтальной структуры посева по жизненному состоянию культуры по 3-балльной шкале (хорошее, удовлетворительное и неудовлетворительное) и засоренности посева с выделением микрогруппировок, указанием их размеров, численности и проективного покрытия доминирующих видов сорняков. В каждой микрогруппировке численность сорняков учитывалась с помощью рамки площадью

0,25 м² в 3–4-кратной повторности. Всего на поле были выявлены восемь доминирующих по занимаемой площади микрогруппировок, которые были отмечены на поле с помощью маркеров, установлены их координаты. Для пространственной привязки опорных точек использовался спутниковый геодезический приемник. На незасоренных и слабо засоренных участках посева по их жизненному состоянию на площадках по 1,0 м² в четырехкратной повторности проводился также учет количества продуктивных и непродуктивных стеблей тритикале, их облиственности и площади листовой поверхности для оценки показателей активности фотосинтеза. Уборка урожая проводилась селекционным комбайном в фазу полной спелости. Перед уборкой в выделенных группировках по состоянию и засоренности посевов в трехкратной

повторности с площадок по 0,5 м² брались снопы растений тритикале для определения показателей продуктивности культуры в лабораторных условиях (количество колосьев, число и масса зерен в колосе, масса 1000 зерен, биологическая урожайность зерна в г/м², ц/га). Удобрения и средства защиты растений, в частности гербициды, в опытах не применялись.

В посевах тритикале 5–6 июня 2019 г. проводились также измерения спектральной плотности энергетической яркости отраженного излучения листьев культуры и доминирующих видов сорных растений полевым спектрометрическим прибором PSR-1100 в диапазоне длин волн 320–1100 нм с целью получения спектральных образов этих растений для их распознавания по данным дистанционного аэрокосмического зондирования (рис. 2).

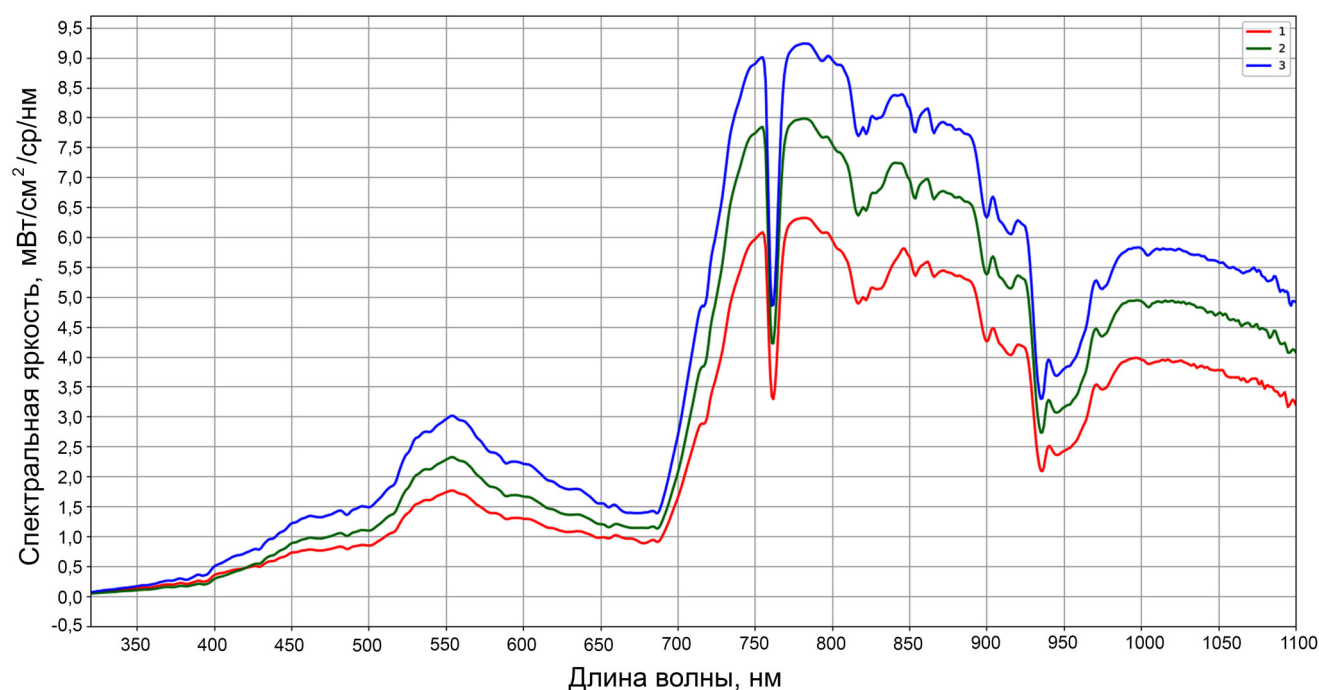


Рис. 2. Спектральные образы растений на опытном поле тритикале, 06.06.2019 г.:

1 – тритикале; 2 – смолевка карликовая; 3 – марь белая

Fig. 2. Spectral images of plants at the triticale experimental field, 07.06.2019:

1 – triticale; 2 – *Silene nana*; 3 – *Chenopodium album*

Одновременно использовались данные съемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с мультиспектральной камерой MicaSense RedEdge M, снимающей в пяти независимых спектральных каналах в диапазоне 470–860 нм (красном (RED) – 668 нм, зеленом – 560 нм, синем – 475 нм, ближнем инфракрасном (NIR) – 840 нм и крайнем красном (RE) – 717 нм по средним значениям каналов съемки) 3 октября 2018 г. и 8 июня 2019 г. Фотограмметрическая обработка данных мультиспектральной

аэросъемки по средним значениям каналов съемки выполнялась в программном обеспечении Agisoft PhotoScan Professional Edition. Камера устанавливалась на гексакоптер, собранный на основе рамы DJI F550 с автопилотом SmartAP MAX. Мультиспектральная съемка проводилась в октябре 2018 г. на высоте 25 и 100 м, в июне 2019 г. – 40 м. Мультиспектральная аэрофотосъемка с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – один из эффективных методов получения данных для мониторинга

состояния полей и посевов. Высокая точность (до нескольких см на пиксель) и хорошее качество изображений дополняют космическую съемку для получения более детальных изображений отдельных объектов и территорий [Гольяпин и др., 2020].

По полученным данным аэрофотосъемки были рассчитаны нормализованный разностный RedEdge индекс (Normalized Difference Red Edge Index) $NDRE = (NIR - RedEdge)/(NIR + RedEdge)$ и нормализованный разностный вегетационный индекс $NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red)$, где NIR – отражение в ближней инфракрасной (750–1000 нм), Red – красной (550–750 нм), RedEdge – в крайней красной (680–730 нм) областях спектра. Индекс NDVI дает наилучшие результаты при определении надземной массы растительности [Гребень, Красовская, 2012]. Чем интенсивнее зеленая окраска изображения по предлагаемой палитре цвета, тем она выше. Однако если густота растительного покрова меньше 30% и более 80%, то этот индекс применять не рекомендуется [Kriegler et al., 1969; Rouse et al., 1973]. Значения NDVI показывают наличие фотосинтетически активной биомассы неточно после того, как растения накапливают максимальное количество хлорофилла. NDRE используется для оценки состояния растительности практически в течение всего сезона выращивания растений и является лучшим показателем их здоровья, чем NDVI. Это связано с тем, что яркость излучения в крайне красном диапазоне (RedEdge), используемом для расчета NDRE, используемый в NDRE, может проходить через листья гораздо глубже, чем в красном диапазоне (Red), применяемом в NDVI. NDRE – хороший индикатор концентрации азота в листьях, ответственного за накопление урожая. Чем выше содержание азота в листьях растений, тем лучше их состояние, тем больше значения индекса NDRE. Этот индекс применяется при составлении карт засоренности посевов, внесения удобрений. Значения NDRE для почвы – низкие, для нездоровых растений – промежуточные, для здоровых растений – высокие. При анализе изображений NDRE цветовая палитра обычно меняется от красного до зеленого, где красный – голая почва, от бледно-желтого до бледно-зеленого – нездоровые растения или растительность на ранней стадии своего созревания, зеленый – наиболее здоровые растения [Barnes et al., 2000; Boiarskii, Hasedawa, 2019]. На основе аэрофотоснимка поля с БПЛА, обработанного с применением индекса NDRE, была составлена картосхема горизонтальной структуры опытного посева тритикале (рис. 3, 4).

Распознавание сорняков и их микрогруппировок на аэрофотоснимках проводилось с помощью сопряженного анализа наземных данных по гори-

зонтальной структуре агрофитоценозов тритикале с установкой маркеров и определением координат микрогруппировок сорняков перед проведением аэрофотосъемки с БПЛА и цветных изображений посевов, полученных на основе расчета индекса NDRE, которые передают в контрасте цвета (и числовых значений индексов) пространственные различия в состоянии культуры, обеспечении посевов азотом, составе и распределении сорняков (см. рис. 3, 4). Неоднородность горизонтальной структуры – один из важнейших признаков всех естественных растительных сообществ и агроценозов, обусловленный неоднородностью микрорельефа, почвенного покрова, условий увлажнения, развития растений и биологическими особенностями функционирования фитоценозов и биогеоценозов [Каплин, 2010].

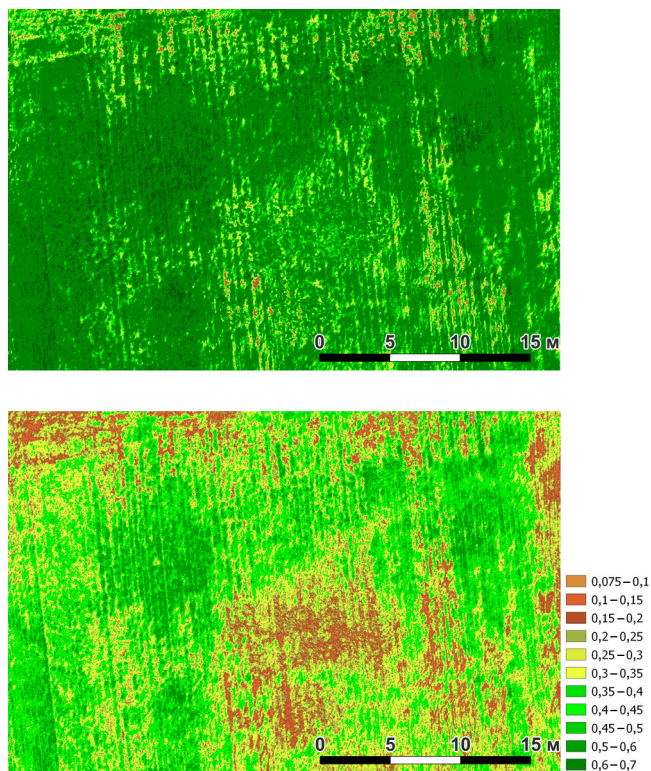


Рис. 3. Индексы вегетации NDVI (вверху) и NDRE (внизу) модельного участка посева тритикале, полученные по итогам съемки БПЛА мультиспектральной камерой MicaSense RedEdge M, 08.06.2019 г.

Fig. 3. Vegetation indexes NDVI (top) and NDRE (bottom) for the model triticale plot, obtained by the UAV survey with the MicaSense RedEdge M multispectral camera on 08.06.2019

Распознавание недостатка азота в листьях растений основано на его влиянии на содержание в них хлорофилла, ответственного за синтез органических веществ посредством его участия в фото-

синтезе, и придающего хлоропластам растений зеленый цвет [Clevers, Kooistra, 2012]. В состав молекул хлорофилла *a* и *b*, кроме углерода, водорода и кислорода, входят по одному атому магния и по четыре атома азота, что и определяет зависимость концентрации хлорофилла в листьях от обеспеченности растений азотным питанием. Уровень концентрации хлорофилла в листьях определяет интенсивность его флуоресценции, от которой зависит светопроницаемость листовых пластинок, способствующей проникновению света в более глубокие слои паренхимы листьев. Азот является также главным компонентом аминокислот и белков, определяющих качество продукции растениеводства [Ju et al., 2009; Vigneau et al., 2011]. Участки посева с нормальным содержанием хлорофилла и азота в листьях на аэрофотоснимках, обработанных с применением индекса NDRE, имеют хорошо выраженную зеленую окраску. На участках, с недостатком азота и пониженной концентрацией хлорофилла в листьях, их окраска бледно-зеленая, желтовато-зеленая или желтая.

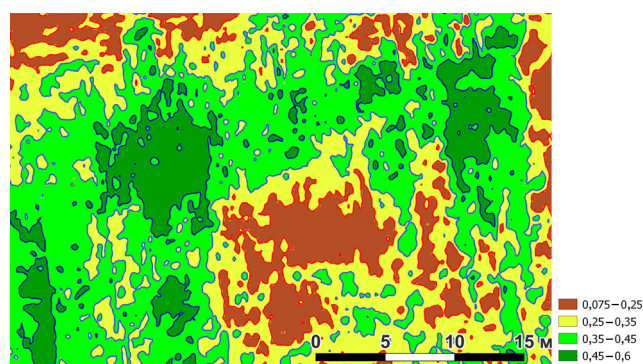


Рис. 4. Горизонтальная структура типичного участка опытного поля тритикале в зависимости от состояния культуры, ее обеспеченности азотом, по данным аэрофотосъемки с БПЛА и индекса NDRE 08.06.2019 г.

Fig. 4. Horizontal structure of a typical plot of the triticale experimental field depending on the state of the crop and its nitrogen supply according to UAV aerophotography and the NDRE index, 08.06.2019

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Засоренность посевов. В начале октября 2018 г. всходы тритикале были сравнительно хорошо развиты. При глубине заделки семян при посеве (5–6 см) и наличии необходимого запаса влаги в верхнем слое всходы появляются через 8–10 дней. На несколько дней позже появления всходов тритикале начинается отрастание двулетних и многолетних сорняков, учеты которых были проведены 3 октября. Это показало, что посевы тритикале сравнительно равномерно были засорены смолев-

кой карликовой (*Silene nana*) и вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis*). Ввиду малых размеров на снимке БПЛА они практически не просматривались. Их распределение на поле тритикале в начале октября 2018 г. было мозаичным, где они образовывали пять микрогруппировок (табл. 1). Площадь незасоренных участков посева составляла около 8%, засоренных вьюнком – 11, смолевкой – 2, вьюнком и смолевкой – 46, вьюнком, смолевкой и латуком – 33%. На засоренных участках численность всходов вьюнка составляла 13–16 шт./м², смолевки – 10–25, латука – 10–75, а сорняков в целом – 16–110 шт./м², что значительно превышало их пороги вредоносности в посевах зерновых злаковых культур, составляющие 14–26 шт./м² [Туликов, 2002].

В первой декаде июня в посевах тритикале в фазу колошения были выявлены восемь типов микрогруппировок с высокой засоренностью, где общая численность сорняков составляла 35–204 экз./м², а их проективное покрытие 11–67%, или в среднем соответственно 147 экз./м² и 38% (табл. 2). Среди них в шести микроассоциациях в состав доминантов входила смолевка карликовая, в двух из них – также латук татарский и по одной – щирица жминдовидная (*Amaranthus blitoides*); латук и марь белая (*Chenopodium album*). В одной микроассоциации доминировали вьюнок полевой и марь белая и также в одной – вьюнок полевой и щирица жминдовидная. По данным наземных исследований и аэрофотосъемки, общая площадь посева с численностью сорняков, превышающей их экономические пороги вредоносности, составляла около 16%. На засоренных участках посева наблюдалось уменьшение количества продуктивных стеблей культуры на 89%, общей площади ее листовой поверхности и урожайности зерна на 93%, по сравнению с незасоренными участками с оптимальным содержанием азота в листьях. Биологическая урожайность зерна на сильно засоренных участках составляла в среднем 2,3 ц/га (табл. 3).

На картосхеме горизонтальной структуры растительности посева с применением индекса NDRE его незасоренные участки с оптимальным обеспечением азотом имеют зеленый и темно-зеленый цвета, а засоренные – коричневый (с разреженной растительностью) и коричнево-оливковый цвета. Подобные картосхемы горизонтальной структуры посевов полевых культур на основе аэрофотоснимков с БПЛА, обработанных с применением индекса NDRE, создают основу для применения средств защиты растений и удобрений в точном земледелии с учетом горизонтальной неоднородности посева с помощью ГИС-навигаторов и программного обеспечения [Якушев, 2002]. В период вегетации полевых культур гербициды против сор-

няков рекомендуется применять в фазу кущения и начала трубкования согласно ежегодно обновляемому «Государственному каталогу пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации». В связи с тем что в севообороте тритикале идет вторым полем после пара, более эффективна борьба с сорняками

на паровом поле. Микрогруппировки на снимках со спутника WorldView-3 и БПЛА, обработанных с применением индексов NDRE и NDVI, на паровом поле в весенне-раннелетний период видны более отчетливо, чем в посевах культур, благодаря контрасту открытой поверхности почвы и участков, занятых сорняками (см. рис. 1).

Таблица 1

Распространенность, численность и проективное покрытие всходов сорняков в посевах тритикале в фазу всходов (данные учетов 3 октября 2018 г. на 1030 площадках по 0,1 м²)

Микрогруппировки сорняков	Занимаемая площадь, %	Доминирующие виды	Встречаемость на площадках по 0,1 м ² (%)	Численность, экз./0,1 м ²	Проективное покрытие, %
<i>Convolvulus arvensis</i>	10,8	<i>C. arvensis</i>	33,3 ± 8,0	1,6 ± 0,2	3,8 ± 0,7
<i>Silene nana</i>	2,3	<i>S. nana</i>	57,4 ± 4,9	2,5 ± 0,5	2,7 ± 0,9
<i>C. arvensis</i> – <i>S. nana</i>	8,0	<i>C. arvensis</i>	29,6 ± 4,6	1,4 ± 0,2	3,7 ± 0,4
		<i>S. nana</i>	5,0 ± 0,8	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1
<i>S. nana</i> – <i>C. arvensis</i>	37,8	<i>S. nana</i>	47,0 ± 3,5	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2
		<i>C. arvensis</i>	11,4 ± 2,5	1,3 ± 0,1	2,6 ± 0,3
		<i>C. arvensis</i>	41,7 ± 9,2	1,6 ± 0,2	3,0 ± 0,3
<i>C. arvensis</i> – <i>S. nana</i> – <i>Lactuca tatarica</i>	15,8	<i>S. nana</i>	3,5 ± 1,2	1,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1
		<i>L. tatarica</i>	0,3 ± 0,1	1,0 ± 0,1	4,5 ± 0,3
		<i>S. nana</i>	47,8 ± 4,1	2,2 ± 0,2	2,0 ± 0,3
<i>S. nana</i> – <i>C. arvensis</i> – <i>L. tatarica</i>	17,0	<i>C. arvensis</i>	11,4 ± 2,3	1,3 ± 0,1	2,9 ± 0,2
		<i>L. tatarica</i>	0,6 ± 0,2	7,5 ± 1,0	12,2 ± 0,5
Сорняки не обнаружены	8,2				
Итого	100				

Измерения спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) отраженного излучения листьев культуры и доминирующих видов сорных растений полевым спектро радиометром PSR-1100 в диапазоне длин волн 320–1100 нм показали, что ее изменения в зависимости от длины волны у тритикале и сорняков были сходными. В видимой части спектра (400–700 нм) они имели выраженный максимум в его зеленой части (550–560 нм), а в ближней инфракрасной (NIR) (750–1000 нм) – три значительных максимума (755, 780, 840–845 нм) и один средний (около 1000 нм). При этом во всех частях спектров СПЭЯ была наименьшей у тритикале, более высокой – у двудольных сорняков, имевших на снимке NDVI ярко-зеленую окраску (см. рис. 2). Распознавание сорняков на аэрофотоснимках с применением данных измерений их СПЭЯ полевыми спектро радиометрами не получило широкого распространения, но считается перспективным при обработке аэрофотоснимков с применением специальных индексов [Григорьев, Рыжиков, 2018].

Содержание азота в листьях. Незасоренные и слабо засоренные участки посева тритикале с уме-

ренно и существенно пониженной концентрацией хлорофилла и содержания азота в листьях тритикале на аэрофотоснимке, обработанном с применением индекса NDRE, имели в основном бледно-зеленую и желто-зеленую или желтую окраску, соответственно, и занимали 34,2 и 35,7% площади посева. Урожайность зерна тритикале на них составила, соответственно, 24,5 и 18,3 ц/га, что было ниже на 21,2 и 58,8% по сравнению с незасоренными участками зеленого цвета с нормальными показателями концентрации хлорофилла и содержания азота в листьях (31,1 ц/га) (см. табл. 3). Недостаток азота оценивался на основании сравнения урожайности зерна на этих участках. Как известно, в лесостепной зоне на черноземе для увеличения урожайности зерна тритикале на 1 ц необходимо дополнительное внесение около 2,9 кг азота. На участках с умеренно пониженным содержанием азота в листьях снижение урожайности зерна составило 6,6 ц/га, а с существенно пониженным – 12,8 ц/га, что соответствовало недостатку в листьях азота (соответственно, 19,1 и 37,1 кг/га). Коэффициент использования азота удобрений в посевах озимых зерновых культур

Таблица 2

Засоренность посевов тритикале в фазу колошения (данные учетов 5–6 июня 2019 г.)

Видовой состав	Микроассоциации																Среднее	
	1		2		3		4		5		6		7		8			
	1*	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Тритикале	6,7	8,3	28,0	9,3	9,3	4,3	20,0	12,0	13,3	8,0	33,3	13,3	50,7	16,7	52,0	19,3	26,7	11,4
Сорняки	182,8	66,6	175,9	58,0	34,7	10,6	164,1	52,7	169,9	57,1	90,0	27,3	154,7	15,7	204,0	14,4	147,0	37,8
Корнеотпрысковые многолетние травы:																		
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i>)	0	0	1,3	0,7	4,0**	5,0	0	0	1,3	1,0	2,7	3,0	4,0	0,7	4,0	1,7	2,2	1,5
Латук татарский (<i>Lactuca tatarica</i>)	1,3	1,0	8,0	4,0	0	0	6,7	12,0	7,3	6,0	2,0	1,7	0	0	0	0	3,2	3,1
Травянистые двулетники или многолетники:																		
Смолевка карликовая (<i>Silene pana</i>)	168,0	60,0	156,0	48,3	0	0	70,7	28,0	149,3	46,7	70,7	20,0	94,7	13,3	0	0	88,7	27,0
Травянистые однолетники, реже двулетники:																		
Незабудка полевая (<i>Myosotis arvensis</i>)	1,3	0,3	0	0	2,7	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,2
Поздние яровые однолетние травы:																		
Щирца жминдовидная (<i>Amaranthus blitoides</i>) (всх.)	4,0	1,0	2,7	0,7	22,7	2,3	0	0	0	0	1,3	0,3	56	1,7	0	0	10,8	0,8
Ранние яровые однолетники:																		
Марь белая (<i>Chenopodium album</i>)	5,3	0,7	5,3	0,7	0	0	72,0	7,7	6,7	1,7	6,7	0,7	0	0	200,0	12,7	37,0	3,0
Гречишка вьюнковая (<i>Fallopia convolvulus</i>)	1,3	1,7	1,3	0,3	1,3	0,3	2,7	0,7	5,3	1,7	0	0	0	0	0	0	1,5	0,6
Зимующие однолетники:																		
Ромашка непахучая (<i>Tripleurospermum inodorum</i>)	0	0	0	0	2,7	0,3	8,0	1,3	0	0	4,0	1,0	0	0	0	0	1,8	0,3
Ярутка полевая (<i>Thlaspi arvense</i>)	1,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0,3	0	0	0	0	0,3	0,1
Резушка (<i>Arabisdropsis</i> sp.)	0,3	1,7	1,3	3,3	1,3	1,7	4,0	3,0	0	0	1,3	0,3	0	0	0	0	1,0	1,3
Размер описанных микроассоциаций, м²	5,9		9,4		39,3		33,0		19,6		37,7		12,6		11,0		168,5	

Примечания. * 1 – численность, экз./м²; 2 – проективное покрытие, %.

** Жирным шрифтом выделены показатели численности и проективного покрытия доминирующих видов сорняков.

составляет около 65%. В связи с этим недостаток азота для растений, вносимого с удобрениями, составит на этих участках 29,4 и 57,1 кг/га, или в пересчете на аммиачную селитру (NH₄NO₃) – 84,0 и 163,1 кг/га. В пересчете на посев в целом при внесении удобрений методами точного земледелия на основании аэрофотоснимка с применением индекса NDRE их расход составит около 87 кг/га.

Таблица 3

Показатели продуктивности тритикале в зависимости от обеспеченности азотом, облиственности растений и засоренности посевов по данным фотосъемки с БПЛА в фазе колошения (NDRE) и анализа структуры продуктивности в фазе полной спелости зерна

Показатели	Микрогруппировки			
NDRE	0,45–0,60	0,35–0,45	0,25–0,35	0,075–0,25
Цвет	Темно-зеленый	Зеленый	Желтый	Коричневый
Состояние культуры	Отличное	Сравнительно хорошее	Удовлетворительное	Неудовлетворительное
Занимаемая площадь, %	14,3	34,2	35,7	15,8
Общее количество стеблей, шт./м ²	344,4	308,7	290,3	38,9
Продуктивных стеблей, шт./м ²	287,8	243,5	199,3	27,8
Количество листьев, шт./стебель (колошение)	4,8	4,2	3,7	3,0
Площадь листьев, см ² /стебель	34,4	26,2	22,0	20,0
Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	11,7	8,1	6,4	0,8
Количество зерен в колосе, шт.	28,8	27,4	25,6	24,2
Масса зерен в колосе, г	1,08	1,01	0,92	0,82
Масса 1000 зерен, г	37,5	36,9	36,1	34,1
Биологическая урожайность зерна, ц/га	31,1	24,5	18,3	2,3
Основные факторы	Обеспечение азотом			Засоренность
	Нормальное или слабо избыточное, норма	Недостаток по сравнению с нормой, в скобках их внесение в фазе колошения – молочная спелость		Высокая
		N ₃₀ (10)	N ₅₈ (19)	

Озимые злаковые культуры к началу стеблевания потребляют около 25%, в фазу кущения – 20, выхода в трубку – 50, начала восковой спелости – около 5% необходимого азота [Филин, Беляков, 2006; Неволина, 2013; Крючкова, 2015; Мурыгин, 2018]. К критическим периодам необходимости азота для нормального роста и развития растений относятся начало роста и налив зерна. Если фосфорные и калийные удобрения вносят один раз при основной обработке почвы перед посевом, то азотные удобрения применяют в несколько этапов. Осенью под основную обработку вносят небольшую их часть (15–20% полной нормы азота), что способствует укоренению, повышению кустистости и зимостойкости растений. Остальные азотные удобрения применяют в виде весенне-летних подкормок. Первая ранневесенняя подкормка (20–30%) ускоряет процесс кущения, повышает густоту стеблестоя [Куперман, 1984]; вторая (до 50–60%) проводится в начале выхода растений в трубку. Третья подкормка (5–10% полной нормы азота) применяется в фазы начала колошения, налива зерна; она способствует увеличению продолжительности развития верхних листьев, их фотосинтеза, массы 1000 зерен, урожайности и качества зерна. Перед проведением всех подкормок с целью пространственной оценки обеспеченности листьев растений азотом и засоренности посевов целесообразна аэрофотосъемка посевов с БПЛА. Ей предшествуют наземные учеты засоренности посевов, с указанием доминирующих видов сорняков, установкой маркеров и измерением координат наиболее засоренных участков. Обработка аэрофотоснимков проводится с применением индекса NDRE и составлением координатной картосхемы обеспеченности растений азотом, а также засоренности посевов. Она служит основой для оценки содержания азота в листьях

растений, засоренности посевов в зависимости от неоднородности их горизонтальной структуры, состава доминирующих видов сорняков, расчета норм расхода удобрений и средств защиты растений и их внесения методами точного земледелия [Матвеев, 2012; Генин, Клебанович, 2016]. При необходимости гербициды применяют после первой и второй аэрофотосъемки в фазы кущения и начала трубкования. Картосхемы засоренности посевов по результатам их третьей аэрофотосъемки в фазы колошения и налива зерна используют для оценки потерь урожайности зерна от сорняков.

ВЫВОДЫ

Применение дистанционных методов мониторинга засоренности, обеспеченности листьев азотом и продуктивности озимой тритикале включает следующие сопряженные этапы:

- предшествующее аэрофотосъемке проведение наземных учетов состояния культурных растений; состава, численности и распределения доминирующих сорняков, выявление их микрогруппировок и особенностей горизонтальной структуры посева с установкой маркеров и определением их координат;

- мультиспектральная аэрофотосъемка посева с беспилотного летательного аппарата (БПЛА); обработка полученных аэрофотоснимков с применением индексов NDRE и NDVI и их дешифрирование по цветовой гамме снимка и наземным маркерам с выявлением границ микрогруппировок по состоянию культуры и засоренности посева, составление координатной картосхемы их распределения;

- внесение азотных удобрений в виде подкормок и применение необходимых гербицидов в период вегетации культуры на основе полученных картосхем методами точного земледелия.

В целях распознавания засоренности посевов и содержания азота в листьях растений наилучшие результаты дают аэрофотоснимки, обработанные с применением индекса NDRE, где микрогруппировки посева с нормальным содержанием хлорофилла и азота в листьях имеют значения NDRE 0,45–0,60; с умеренным недостатком азота и пониженной концентрацией хлорофилла в листьях – 0,35–0,45; с повышенным недостатком азота – 0,25–0,35; с высокой численностью сорняков – 0,075–0,25.

Измерения СПЭЯ отраженного излучения листьев культуры и доминирующих видов сорных растений полевым спектро радиометром PSR-1100 в диапазоне длин волн 320–1100 нм показали, что ее изменения в зависимости от длины волны у тритикале и сорняков были сходными с наименьшими значениями СПЭЯ во всех частях спектров у тритикале, более высокими у двудольных сорняков, имевших на снимке NDVI ярко-зеленую окраску.

Азотные удобрения в посевах тритикале применяют осенью под основную обработку (15–20% полной нормы азота) и в весенне-летний период вегетации культуры в виде трех подкормок: рано весной в фазу кущения (20–30%), в конце весны в начале выхода растений в трубку (до 50–60%) и в первой половине лета в фазы начала колошения и налива зерна (5–10%). Перед проведением всех подкормок с целью пространственной оценки обеспеченности листьев растений азотом и засоренности посевов целесообразна аэрофотосъемка посевов с БПЛА с применением индекса NDRE при обработке аэрофотоснимков. При необходимости гербициды применяются после первой и второй аэрофотосъемки в фазы кущения и начала трубкования. Картосхемы засоренности посевов по результатам их третьей аэрофотосъемки в фазы колошения и налива зерна используются для оценки потерь урожайности зерна от сорняков.

Благодарности и финансирование. Выражаем искреннюю благодарность Самарскому аграрному университету за разрешение и содействие в проведении научных исследований на опытном поле университета; Т.В. Корнилову за помощь в измерении спектральной плотности энергетической яркости отраженного излучения листьев культуры и доминирующих видов сорных растений полевым спектро радиометром; рецензентам за ценные замечания при доработке статьи. Исследования проведены в рамках государственного задания по теме 0665-2019-0014 Лаборатории фитосанитарной диагностики и прогнозов Всероссийского НИИ защиты растений «Инвентаризация, мониторинг и картирование биологического разнообразия в агроландшафтах и агроэкосистемах с учетом меняющихся условий», № AAAA-A16-116080510098-1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Генин В.А., Клебанович Н.В. Опыт использования мультиспектральных космических снимков для дифференцированного внесения удобрений // Геоматика. 2016. № 2. С. 26–31.

Гольяпин В.Я., Мишуков Н.П., Федоренко В.Ф., Голубев И.Г., Балабанов В.И., Петухов Д.А. Цифровые технологии для обследования состояния земель сельскохозяйственного назначения беспилотными ле-

- тательными аппаратами: аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 88 с.
- Гончаров С.В., Крохмаль А.В. Селекционные программы по тритикале // *Зерновое хозяйство России*. 2013. № 4. С. 22–27.
- Горянина Т.А. Анализ площадей посева, валового сбора и урожайности озимого тритикале по Самарской области // *Молодой ученый*. 2017. № 13. С. 186–189.
- Гребень А.С., Красовская И.Г. Анализ основных методик прогнозирования урожайности с помощью данных космического мониторинга применительно к зерновым культурам степной зоны Украины // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. 2012. № 2. С. 170–180.
- Григорьев А.Н., Рыжиков Д.М. Общая методика и результаты спектрометрического исследования отражательных свойств борщевика Сосновского в диапазоне 320–1100 нм в интересах дистанционного зондирования Земли // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2018. Т. 15. № 1. С. 183–192.
- Каплин В.Г. Структурно-функциональная организация и динамика растительных сообществ (на примере Восточных Каракумов). Самара: РИЦ СГСХА, 2010. 220 с.
- Крючкова Т.В. Продуктивность и качественные характеристики зерна сортов озимой тритикале в зависимости от норм высева в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области: дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2015. 241 с.
- Куперман Ф.М. Морфология растений. М.: Высшая школа, 1984. 240 с.
- Матвеев Д.А. Дифференцированное внесение азотных удобрений на основе оценки оптических характеристик посевов яровой пшеницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2012. 21 с.
- Мурыгин В.П. Влияние приемов весенней подкормки азотным удобрением на урожайность и качество зерна озимых зерновых культур в Среднем Предуралье: дис. ... канд. с.-х. наук. Пермь, 2018. 154 с.
- Неволина К.Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимых зерновых культур в Предуралье // *Достижения науки и техники АПК*. 2013. № 5. С. 27–29.
- Туликов А.М. Вредоносность сорных растений в посевах полевых культур // *Изв. ТСХА*. 2002. Вып. 1. С. 92–107.
- Филин В.И., Беляков А.М. Озимая пшеница в Нижнем Поволжье. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2006. 258 с.
- Якушев В.П. На пути к точному земледелию. СПб.: Изд-во Петербургского ин-та ядерной физики РАН, 2002. 458 с.
- Barnes E.M., Clarke T.R., Richards S.E., Colaizzi P.D., Haberland J., Kostrzewski M., Waller P., Choi C., Riley E., Thompson T., Lascano R.J., Li H., Moran M.S. Co-incident Detection of Crop Water Stress, Nitrogen Status, and Canopy Density Using Ground-Based Multispectral Data, 5th International Conference on Precision Agriculture (Bloomington, 16–19 July 2000), 2000, p. 1–15.
- Boiarskii B., Hasegawa H. Comparison of NDVI and NDRE Indices to Detect Differences in Vegetation and Chlorophyll Content, International Conference on Applied Science and Engineering, *Journal Mech. Cont. & Math. Sci.*, Special Issue, 2019, vol. 4, p. 20–29.
- Clevers J.G.P.W., Kooistra L. Using Hyperspectral Remote Sensing Data for Retrieving Canopy Chlorophyll and Nitrogen Content, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observation and Remote Sensing*, 2012, vol. 5, no. 2, p. 574–583.
- Ju X.-T., Xing G.-X., Chen X.-P., Zhang S.-L., Zhang L.-J., Liu X.-J., Cui Z.-L., Bin Y., Christie P., Zhu Z.-L., Zhang F.-U. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, vol. 106, p. 3041–3046.
- Kriegler F., Malila W., Nalepka R., Richardson W. Preprocessing transformations and their effect on multispectral recognition, *Proceedings of the 6th International Symposium on Remote Sensing of Environment*, Ann Arbor, MI, University of Michigan, 1969, p. 97–131.
- Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS, 3rd ERTS Symposium, NASA SP-351 (Washington DC, 10–14 December 1973), 1973, p. 309–317.
- Vigneau N., Ecartot M., Rabatel G., Roumet P. Potential of field hyperspectral imaging as a non destructive method to assess leaf nitrogen content in Wheat, *Field Crops Research*, 2011, vol. 122, no. 1, p. 25–31.

Поступила в редакцию 09.12.2020

После доработки 16.05.2021

Принята к публикации 27.09.2021

REMOTE SENSING METHODS FOR MONITORING THE PRODUCTIVITY OF WINTER TRITICALE IN FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA RIVER REGION

V.G. Kaplin¹, E.F. Chichkova², D.A. Gryadunov³, D.A. Kochin⁴

¹ All-Russian Research Institute of Plant Protection, Laboratory of Phytosanitary Diagnostics and Forecasts, Professor, D.Sc. in Biology, Leading Scientific Researcher; e-mail: ctenolepisma@mail.ru

² Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (SUAI), Space Services Center (SSC) "CosmoInform Center", Ph.D. in Geography, Director; e-mail: efchichkova@yandex.ru

³ PTERO Limited Liability Company (LLC), Head of the Scientific-Technical Department; e-mail: d_gryadunov@ptero.ru

⁴ State University of Aerospace Instrumentation (SUAI), Institute of Computing Systems and Programming, Department of Computer Technologies and Software Engineering, Assistant; e-mail: dimakohin@yandex.ru

Application of remote sensing to monitor the density of weed populations, the nitrogen concentration in leaves and the productivity of winter triticale includes prior ground-based observations of the crops state and their weed infestation with the installation of markers and the determination of their coordinates; multispectral aerial photography of crops from an unmanned aerial vehicle (UAV); processing of obtained aerial photographs using the NDRE and NDVI indices and their interpretation by the color mosaic of images and ground markers with the identification of the boundaries of plant communities depending on the state of the crop and the distribution of weeds; drawing up a coordinate map of their distribution; application of nitrogen fertilizers and necessary herbicides during the growing season by precision farming methods on the basis of compiled maps. For weed recognition in triticale crops and the nitrogen content in plant leaves, the best results are obtained from aerial photographs processed using the NDRE index, where plant communities with normal chlorophyll and nitrogen content in the leaves have NDRE values 0,45–0,60; with moderate nitrogen deficiency and a reduced concentration of chlorophyll in the leaves – 0,35–0,45; with an increased lack of nitrogen – 0,25–0,35; with a high number of weeds – 0,075–0,25. The spectral density of energy brightness (SDEB) of the radiation reflected by leaves of the crop and weeds was measured with the PSR-1100 field spectroradiometer in the wavelength range of 320–1100 nm. It was demonstrated that its changes depending on the wavelength were similar for both triticale and weeds, with the lowest values of SDEB in all parts of the spectra for triticale, and higher values for dicotyledonous weeds, which were bright green on the NDVI image. Nitrogen fertilizers in triticale crops are used in autumn when cultivating the soil before sowing (15–20% of the total nitrogen norm), as well as in spring-summer growing season – early in the spring during the tillering stage (20–30%), in late spring at the beginning of booting (up to 50–60%) and in the first half of summer during the stages of heading and filling (5–10%). Before additional fertilizing during the growing season it is advisable to take aerial photographs of crops from UAV and apply the NDRE index when processing aerial images for the purpose of spatial assessment of the nitrogen content in plant leaves and the density of weeds in crops. If necessary, herbicides are used after the first and second aerial surveys during the stages of tillering and beginning of booting. Schematic maps of weed infestation of crops based on the results of the third aerial survey during the stages of heading and filling are used to assess the loss of grain yield caused by weeds.

Keywords: unmanned aerial vehicles; aerial photography; aerial image interpretation; NDRE, dominant weeds; nitrogen fertilizers; grain productivity indicators

Acknowledgements and funding. We express our sincere gratitude to the Samara State Agrarian University for permission and assistance in conducting research on the experimental field of the University; to T.V. Kornilov for help in measuring the spectral density of energy brightness of the reflected radiation from the leaves of the crop and weeds with a field spectroradiometer; to the reviewers for their valuable comments for finalizing the article. The studies were carried out as part of the state assignment on the theme 0665-2019-0014 by the Laboratory of Phytosanitary Diagnostics and Forecasts of the All-Russian Research Institute of Plant Protection “Inventory, Monitoring, and Mapping of Biological Diversity in Agrolandscapes and Agroecosystems Taking into Account Changing Conditions” (state registration no. AAAA-A16-116080510098-1).

REFERENCES

- Barnes E.M., Clarke T.R., Richards S.E., Colaizzi P.D., Haberland J., Kostrzewski M., Waller P., Choi C., Riley E., Thompson T., Lascano R.J., Li H., Moran M.S. Coincident Detection of Crop Water Stress, Nitrogen Status, and Canopy Density Using Ground-Based Multispectral Data, *5th International Conference on Precision Agriculture* (Bloomington, 16–19 July 2000), 2000, p. 1–15.
- Boiarskii B., Hasegawa H. Comparison of NDVI and NDRE Indices to Detect Differences in Vegetation and Chlorophyll Content, *International Conference on Applied Science and Engineering, Journal Mech. Cont. & Math. Sci., Special Issue*, 2019, vol. 4, p. 20–29.
- Clevers J.G.P.W., Kooistra L. Using Hyperspectral Remote Sensing Data for Retrieving Canopy Chlorophyll and Nitrogen Content, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observation and Remote Sensing*, 2012, vol. 5, no. 2, p. 574–583.
- Filin V.I., Belyakov A.M. *Ozimaya pshenitsa v Nizhnem Povolzh'ye* [Winter wheat in the Lower Volga River region], Volgograd, VolGU Publ., 2006, 258 p. (In Russian)
- Genin V.A., Klebanovich N.V. Opyt ispol'zovaniya mul'tispektral'nykh kosmicheskikh snimkov dlya differentsirovannogo vneseniya udobreniy [Experience in using multispectral satellite images for differentiated fertilization], *Geomatika*, 2016, no. 2, p. 26–31. (In Russian)
- Gol'tyapin V.Ya., Mishurov N.P., Fedorenko V.F., Golubev I.G., Balabanov V.I., Petukhov D.A. *Tsifrovye tekhnologii dlya obsledovaniya sostoyaniya zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya bespilotnymi letatel'nyimi apparatami: analit. obzor* [Digital technologies for the survey of the state of agricultural land by unmanned aerial vehicles: analit. review], Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2020, 88 p. (In Russian)
- Goncharov S.V., Krokhal' A.V. Selektсионные программы по тритикале [Triticale breeding programs], *Zernovoe khozyaystvo Rossii*, 2013, no. 4, p. 22–27. (In Russian)
- Goryanina T.A. Analiz ploshchadey poseva, valovogo sbora i urozhaynosti ozimogo tritikale po Samarskoy oblasti [Analysis of the area, gross harvest and yield of winter triticale in the Samara region], *Molodoy uchenyy*, 2017, no. 13, p. 186–189. (In Russian)
- Greben' A.S., Krasovskaya I.G. Analiz osnovnykh metodik prognozirovaniya urozhaynosti s pomoshch'yu dannykh kosmicheskogo monitoringa, primenitel'no k zernovym kul'turam stepnoy zony Ukrainy [Analysis of main

- methods of crop yield forecasting using space monitoring data for grain crops in the steppe zone of Ukraine], *Radioelektronni i komp'yuterni sistemi*, 2012, no. 2, p. 170–180. (In Russian)
- Grigor'yev A.N., Ryzhikov D.M. Obshchaya metodika i rezul'taty spektrometriy zernovykh i kharakteristik otzheniya zernovykh svoystv borshchevika Sosnovskogo v diapazone 320–1100 nm v interesakh distantsionnogo zondirovaniya Zemli [General methodology and results of spectroradiometric study of reflective properties of the *Heracleum sosnowskyi* in the range 320–1100 nm for the Earth remote sensing], *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2018, vol. 15, no. 1, p. 183–192. (In Russian)
- Ju X.-T., Xing G.-X., Chen X.-P., Zhang S.-L., Zhang L.-J., Liu X.-J., Cui Z.-L., Bin Y., Christie P., Zhu Z.-L., Zhang F.-U. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, vol. 106, p. 3041–3046.
- Kaplin V.G. *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya i dinamika rastitel'nykh soobshchestv (na primere Vostochnykh Karakumov)* [Structural and functional organization and dynamics of plant communities (case study of the Eastern Kara-Kum)], Samara, Samara State Agricultural Academy Publ., 2010, 220 p. (In Russian)
- Kriegler F., Malila W., Nalepka R., Richardson W. Preprocessing transformations and their effect on multispectral recognition, *Proceedings of the 6th International Symposium on Remote Sensing of Environment*, Ann Arbor, MI, University of Michigan, 1969, p. 97–131.
- Kryuchkova T.V. *Produktivnost' i kachestvennye kharakteristiki zerna sortov ozimoy tritikale v zavisimosti ot norm vyseva p podzone svetlo-kashtanovykh pochv Volgogradskoy oblasti* [Grain yield and quality of winter triticale varieties within the subzone of light chestnut soils of the Volgograd oblast depending on the seeding rate], Ph.D. Thesis in Agriculture, Volgograd, 2015, 241 p. (In Russian)
- Kuperman F.M. *Morfologiya rasteniy* [Morphology of plants], Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1984, 240 p. (In Russian)
- Matveenko D.A. *Differentsirovannoe vnesenie azotnykh udobreniy na osnove otsenki opticheskikh kharakteristik posevov yarovoy pshenitsy* [Differentiated application of nitrogen fertilizers based on the assessment of optical characteristics of spring wheat crops], Extended Abstract of Ph.D. Thesis in Agriculture, St. Petersburg, Agrophysical Research Institute of the Russian Agricultural Academy Publ., 2012, 21 p. (In Russian)
- Murygin V.P. *Vliyanie priemov vesenney podkormki azotnym udobreniem na urozhaynost' i kachestvo zerna ozimyykh zernovykh kul'tur v Srednem Predural'ye* [Effect of spring nitrogen fertilizing on the grain yield and quality of winter grain crops in the Pre-Urals region], Ph.D. Thesis in Agriculture, Perm, 2018, 154 p. (In Russian)
- Nevolina K.N. *Vliyanie mineral'nykh udobreniy na urozhaynost' i kachestvo zerna ozimyykh zernovykh kul'tur v Predural'ye* [Influence of mineral fertilizers on the yield and grain quality of winter grain crops in the Pre-Urals region], *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013, no. 5, p. 27–29. (In Russian)
- Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS, *3rd ERTS Symposium, NASA SP-351* (Washington DC, 10–14 December 1973), 1973, p. 309–317.
- Tulikov A.M. *Vredonosnost' sornykh rasteniy v posevakh polevykh kul'tur* [The harmfulness of weeds in field crops], *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2002, no. 1, p. 92–107. (In Russian)
- Vigneau N., Ecartot M., Rabatel G., Roumet P. Potential of field hyperspectral imaging as a non destructive method to assess leaf nitrogen content in Wheat, *Field Crops Research*, 2011, vol. 122, no. 1, p. 25–31.
- Yakushev V.P. *Na puti k tochnomu zemledeliyu* [On the road to precision farming], St. Petersburg, Petersburg Nuclear Physics Institute RAN Publ., 2002, 458 p. (In Russian)

Received 09.12.2020

Revised 16.05.2021

Accepted 27.09.2021

УДК 314.742/72

ТРАНСФОРМАЦИЯ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ В 1770–2019 ГГ.**И.А. Соловьев***Северо-Кавказский федеральный университет, Институт наук о Земле, кафедра социально-экономической географии, канд. геогр. наук, доц.; e-mail: soloivan@mail.ru*

В статье на основе изучения специальной научной литературы, нормативных актов и архивных документов проанализированы основные пространственно-временные особенности миграции населения на Северном Кавказе за последние два с половиной столетия (конец XVIII – начало XXI в.). За этот временной отрезок можно выделить семь периодов по характеру государственной миграционной политики и миграции населения с учетом страновых трендов развития. В первый период (1770–1866) происходило массовое заселение Северного Кавказа организованными мигрантами из числа славянских народов. В течение второго периода (1867–1917) район принял значительные объемы самоорганизованных мигрантов. Третий период (1921–1945) отличался принудительными формами миграций. В четвертом периоде (1946–1962) преобладали плановые переселения, а в пятом (1963–1991) – самоорганизованные миграции. Для шестого периода (1992–2000) были характерны массовые потоки вынужденной миграции. В седьмом периоде (2001–2019) произошло снижение роли вынужденной миграции.

Для изучения миграций советского времени потребовалось провести историческую реконструкцию на основе архивных документов, в том числе впервые введенных в научный оборот.

В статье рассмотрены основные факторы и тенденции миграционных процессов на Северном Кавказе, а также трансформация в различные исторические периоды роли государства как регулятора миграционных процессов и определено значение миграционной компоненты в формировании населения его регионов.

Уточнены региональные особенности миграционных процессов на Северном Кавказе. Географическую картину миграции населения в районе определяют прежде всего различия между равнинной и горной частями Северного Кавказа. Первая зона является традиционно аттрактивной для мигрантов, а последняя – отличается многолетним оттоком населения, за исключением двух первых периодов советского времени. В 1960–2010-х гг. рассмотрена динамика миграционного прироста Северного Кавказа в разрезе городского и сельского населения.

Ключевые слова: пространственно-временные особенности, миграция населения, Северный Кавказ

ВВЕДЕНИЕ

На Северном Кавказе отмечалось несколько волн миграции: в дореволюционное время (1770–1916) число прибывших по нашим оценкам составило 2,4 млн чел. или примерно 18% от общероссийского показателя; в довоенно-военный период (1921–1945) объемы принудительной миграции здесь достигли более 1,2 млн чел., из них на долю этнических депортаций пришлось 22,6% от общесоюзного показателя, а удельный вес кулацкой ссылки составил примерно 9,3%. В советские годы, в условиях индустриализации, в районе наблюдались массовые миграции, детерминированные социально-экономическими причинами. За 1950–1980-е гг. миграционный прирост населения Северного Кавказа составил 1,84 млн чел. В РСФСР в этот период отмечалось отрицательное сальдо миграции. Последней массовой миграционной волной стал стрессовый поток постсоветского периода. Всего в 1990–2019 гг. ми-

грационный прирост населения Северокавказского района составил 1,39 млн чел. Миграционные волны протекали в разных социально-экономических и политических условиях, что обуславливало трансформацию характера миграционных процессов (географии исхода и выхода мигрантов, социально-демографической структуры миграционного потока, этнической составляющей миграции и т. п.), изменялась и государственная миграционная политика на Северном Кавказе.

Цель исследования – выявление региональных особенностей миграционных процессов на Северном Кавказе в конце XVIII – начале XXI в.

В отечественной традиции сформирован значительный исследовательский опыт в изучении миграционных процессов. Фундаментальными работами по Северному Кавказу являются труды В.М. Кабузана и В.С. Белозерова [Кабузан, 1996; Белозеров, 2005]. Территориальные аспекты принудительных

миграций советского времени на Северном Кавказе представлены в исследовании П.М. Поляна [Полян, 2001]. Пространственный анализ современных миграционных процессов на Северном Кавказе и в его регионах проведен Н.А. Щитовой, П.П. Туруном, В.М. Эшроковым, Ш.С. Мудуевым и А.Д. Бадовым [Щитова и др., 2003; Мудуев, 2003; Бадов, 2013]. Среди работ, в которых миграция населения в регионах Северного Кавказа анализируется как составная часть миграции во всей стране, отметим труды следующих авторов: Т.Г. Нефедовой, Е.В. Антонова, Л.Б. Карачуриной, Н.В. Мкртчяна, А.А. Кауфмана, И.Л. Ямзина, В.К. Яцунского [Между домом..., 2016; Мкртчян, Карачурина, 2021; Кауфман, 1905; Ямзин, 1912; Яцунский, 1957].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Под Северным Кавказом в исследовании понимается экономический район, который состоит из Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев, а также всех северокавказских республик.

Нижней границей хронологических рамок является 1770 г., когда началась массовая славянская миграция в район. По характеру миграционной политики и миграции населения нами выделены следующие периоды: 1 – российской колонизации (1770–1866); 2 – самоорганизованной миграции (1867–1917); 3 – довоенно-военный (1921–1945); 4 – послевоенный (1946–1962); 5 – последних трех советских десятилетий (1963–1991); 6 – вынужденной миграции (1992–2000); 7 – современный (2001–2019) (табл. 1).

Таблица 1

Ключевые факторы и формы миграции населения на Северном Кавказе в конце XVIII – начале XXI в.

Периоды	Годы	Факторы	Преобладающие формы миграции населения
1-й	1770–1866	– Колонизационная политика государства; – аграрное перенаселение в Малороссии и Центральном Черноземье; – свободные земли; – благоприятные агроклиматические ресурсы	Сельскохозяйственная (аграрная)
2-й	1867–1917	– Успешное социально-экономическое развитие; – улучшение транспортной доступности; – спрос на рабочую силу; – свободные дешевые земли	Самоорганизованная
3-й	1921–1945	– Репрессивная государственная политика; – индустриализация; – миграционная политика государства, направленная на компенсацию демографических потерь из-за репрессий и голода в 1932–1933 гг.	Принудительная
4-й	1946–1962	– Миграционная политика государства, направленная на компенсацию демографических потерь, вызванных этническими депортациями; – организация плановых переселений для обеспечения трудовыми ресурсами отдельных отраслей сельского хозяйства; – аграрное перенаселение в горах; – реабилитация депортированных народов; – индустриализация	Плановая
5-й	1963–1991	– Аграрное перенаселение в горах; – индустриализация	Самоорганизованная
6-й	1992–2000	– Распад СССР; – этнотерриториальные конфликты и сложные межэтнические отношения; – репатриация русских; – социально-экономический кризис	Вынужденная
7-й	2001–2019	– Значительная социально-экономическая пространственная поляризация; – этнотерриториальные конфликты	Самоорганизованная

Информационную основу исследования составляют материалы специальной литературы, архивные и нормативные документы, а также данные официальной статистики.

Общемировые закономерности миграции населения на Северном Кавказе как макрорегиона России прослеживаются в теоретических работах Э. Равенштайна (E. Ravenstein) и В. Зелинского (W. Zelinsky) [Ravenstein, 1885; Zelinsky, 1971]. Первый автор подчеркивал важную роль «сельско-городских» миграций для эпохи модерна, что было характерно для Северного Кавказа как в пореформенное время, так и впоследствии. «Вписываются» в контекст теории мобильного перехода В. Зелинского выявленные тенденции миграционных процессов населения на Северном Кавказе.

Особенности государственного учета населения в дореформенное время определяли то, что наиболее полная статистика была по количеству ревизских душ мужского пола. Поэтому требовалось проведение оценки масштабов (количество прибывших) сельскохозяйственной колонизации Северного Кавказа в первый период. Для этого нами была разработана авторская методика на основе следующей формулы:

$$П = \frac{П_{\text{рдмп}}}{k} + П_{\text{рдмп}} + П_{\text{чел}} - МУ_{\text{чел}}, \quad (1)$$

где $П_{\text{рдмп}}$ – количество прибывших ревизских душ мужского пола; $П_{\text{чел}}$ – количество прибывших человек; $МУ_{\text{чел}}$ – миграционная убыль населения; k – соотношение ревизских душ мужского пола к душам, рожденным после ревизии.

Схожие трудности возникли при определении масштабов миграции населения в первые советские десятилетия, т. к. учет принудительной и плановой миграции осуществлялся преимущественно по количеству семей. Поэтому проводилась авторская оценка, которая позволяла определить средний размер переселенческих семей и примерное количество мигрантов.

Не представляется возможным получить полную картину по неорганизованным миграциям довоенно-военного периода, т. к. миграционный учет органами статистики производился исключительно в городской местности.

По другим рассматриваемым периодам мы опирались на имеющиеся вторичные источники и официальную статистику, которая позволила провести корректные сравнения коэффициентов миграционного прироста регионов Северного Кавказа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обладающий свободными землями с благоприятными агроклиматическими ресурсами северо-

кавказский «фронт» в период российской колонизации (1770–1866) занимал одно из ведущих мест в России по миграционному притоку населения. С целью его заселения было принято около 70 государственных законов. Наибольшее их количество издано по территориям равнинного Предкавказья и бывшим землям Черкесии. Миграция являлась основным источником формирования населения и обеспечивала создание сети городских и сельских поселений в районе. В этот период районами приоритетного заселения являлись равнинное Предкавказье и территории стратегического значения (Военно-Грузинская дорога, Черноморское побережье, переходные зоны от равнин к предгорьям) [Соловьев, 2017, с. 8–38].

Масштабы военно-казачьей и крестьянской колонизации района составили около 820 тыс. чел., что на 288 тыс. больше, чем эмигрировало северокавказских и тюркских народов в Турцию [Соловьев, 2017].

Наибольший миграционный приток отмечался в равнинной части района (Ставрополье, Черноморское казачье войско), принявших около 70% новоселов. Треть мигрантов пришлась на предгорные и горные территории Северного Кавказа (Кавказская линия, Закубанский край, Урупский округ) (рис. 1). Сложившийся характер заселения района связан с низкой миграционной емкостью предгорно-горных территорий из-за преимущественного проживания здесь коренных народов. Исключение составляют последние годы этого периода, когда сложились благоприятные условия для заселения Закубанского края в связи с массовой эмиграцией горского населения в Турцию.

Основную массу переселенцев Ставрополья составили выходцы из соседнего Центрального Черноземья. Географическая близость и проблема аграрного перенаселения привела к оттоку населения отсюда на Северный Кавказ. Больше всех переселенцев в район пришло с Курской губернии. Ключевыми регионами выхода мигрантов являются Воронежская, Орловская, Тамбовская, Пензенская, Слободско-Украинская, Полтавская, Калужская, Рязанская и Смоленская губернии. Пространственной чертой заселения Кавказской кордонной линии является значительная компонента волжских и донских казаков, а также армян и грузин из Закавказья и Персии. Черноморское казачье войско создали путем переселения бывших запорожских казаков и малороссов из Херсонской, Екатеринославской, Полтавской и Черниговской губерний. Для заселения Закубанского края привлекли казаков из различных войск (Кубанского, Азовского, Донского, Оренбургского и Уральского), а также отставных солдат Кавказской армии [Кабузан, 1996].

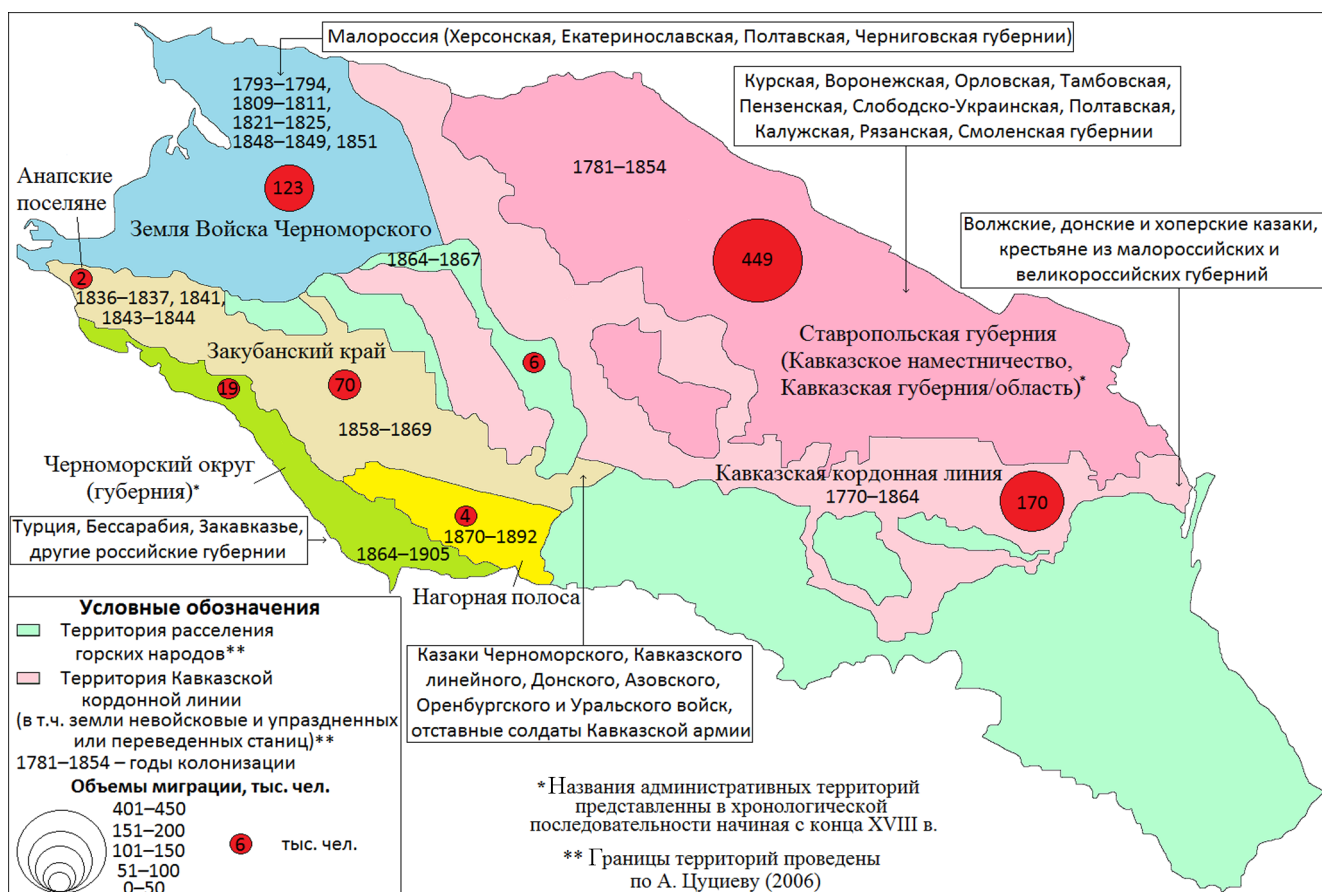


Рис. 1. Масштабы и география военно-казачьей и аграрной колонизации Северного Кавказа в 1770–1905 гг. (составлено автором)

Fig. 1. The scale and geography of the military-Cossack and agrarian colonization of the North Caucasus in 1770–1905 (compiled by the author)

В период самоорганизованной миграции (1867–1917) экономическое развитие Северного Кавказа было весьма активным. Район превратился в житницу России. Причем, особенно возросло производство хлеба на продажу, в том числе на экспорт. Во многом это произошло благодаря притоку в район огромного количества неорганизованных мигрантов. Это обуславливалось быстрым социально-экономическим развитием Северного Кавказа и спросом на рабочую силу, а также наличием свободной земли и низкой ее стоимостью. Мигрантам разрешалось постоянно проживать в местах отхожего промысла, но не предусматривалась материальная поддержка со стороны государства. В связи с доминированием самоорганизованных миграций значение государства как регулятора миграционных процессов снизилось.

В этот период миграционный прирост на Северном Кавказе значительно вырос – с 3 до 33 тыс. чел. в среднем в год (рис. 2). В целом миграционный прирост на Северном Кавказе (без учета области Войска Донского) составил 1,6 млн чел. [Кабузан, 1996].

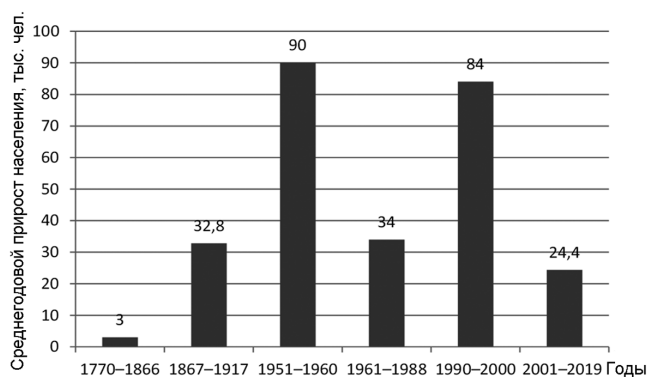


Рис. 2. Миграционный прирост населения Северного Кавказа в 1770–2019 гг. (без учета 1918–1950 гг.), тыс. чел. в среднем в год за период

Fig. 2. Migration growth of the population of the North Caucasus in 1770–2019 (excluding 1918–1950), thousand people on average per year for the period

Наибольший миграционный прирост отмечался в Кубанской области, на долю которой пришлось более половины миграционного притока. Около $\frac{1}{4}$ новоселов осело в Терской области. Миграцион-

ная привлекательность казачьих регионов связана с более благоприятной рыночной конъюнктурой, т. к. в основной своей массе, в отличие от крестьянских губерний, казачество было задействовано на службе. Значительно снизился приток мигрантов на Ставрополье, т. к. здесь раньше обозначилась проблема малоземелья. Высокий миграционный прирост населения отмечался в горных территориях – Черноморском побережье и Дагестане (рис. 3). В бывшей Черкесии после эмиграции горского населения в Турцию оставалось много незаселенных земель, а приток новоселов в Дагестан обусловлен был наличием дешевой частной земли.

В отдельных регионах миграция продолжала играть роль основного источника формирования населения, а именно в Черноморской губернии и Дагестанской области, в регионах раннего и массо-

вого заселения – Ставропольской губернии, Терской и Кубанской областях – миграция поменялась ролями с естественным движением населения [Кабузан, 1996, с. 192–196].

Основными районами выхода мигрантов на Северный Кавказ по результатам переписи населения 1897 г. являлись Воронежская, Полтавская, Харьковская, Курская, Екатеринославская и Черниговская губернии. В Дагестанской области наибольший процент пришлого населения формировался в миграциях с западными губерниями России (Малороссия, Прибалтика, Смоленщина). Исключением из правил выступает Черноморская губерния, в которой доля международной миграции наиболее высокая (23,5%). Основная часть эмигрантов (греки и армяне) прибыла в губернию из Турции [Соловьев, 2017, с. 119–120].

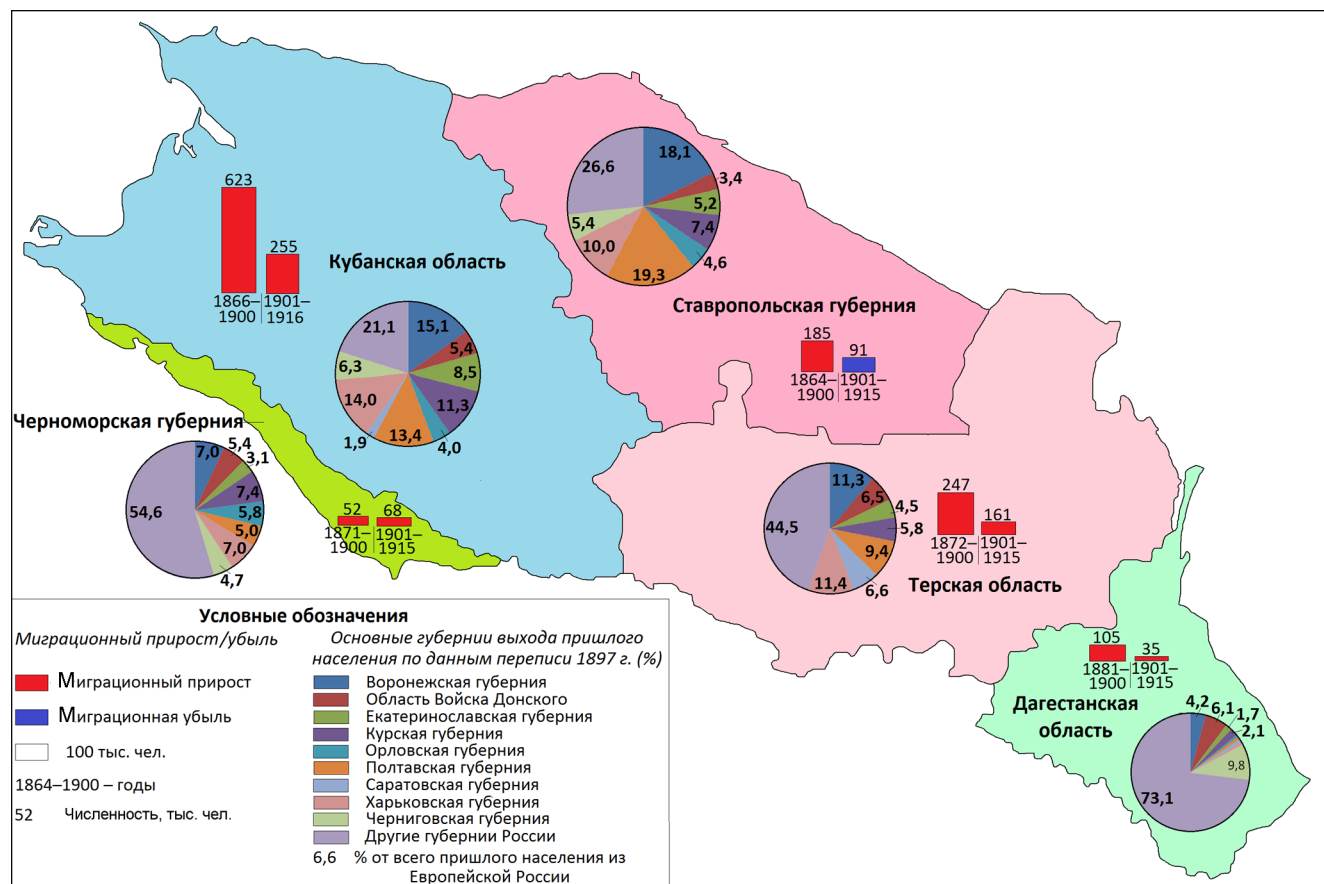


Рис. 3. Миграционный прирост населения территорий Северного Кавказа в 1864–1916 гг. и основные районы выхода пришлого населения, по данным переписи населения 1897 г. (составлено автором)

Fig. 3. Migration growth of the population of the territories of the North Caucasus in 1864–1916 and the main areas of exit of newly come population, 1897 (compiled by the author)

В довоенно-военный период (1921–1945) значительно выросла роль государства как регулятора миграции населения. Развитие получили принудительные миграции, которые сопровождалась выселением большого числа населения по социальным

(ссылка казаков и кулаков), этническим (депортации чеченцев, ингушей, карачаевцев, балкарцев, немцев, калмыков Ростовской области) признакам. Принудительные миграции сочетались с плановыми компенсационными переселениями.

Всего в районе принудительной миграции подверглись более 1,2 млн чел., в том числе этнической депортации 747,3 тыс., ссылка кулаков – 234,7 тыс., переселение оstarбайтеров – 181,5 тыс., казачья ссылка – 45 тыс., ссылка «бывших кулаков»¹ – 17,2 тыс. и депортации членов семей коллаборантов – 6 тыс. чел. (табл. 1–3) [Полян, 2005, с. 245–248; Трагедия советской..., 2004, с. 330–337].

сплошной коллективизации. По имеющимся данным, на его долю пришлось около 83% «кулацкой ссылки». Кулаков 1–2-й категорий преимущественно ссылали на Урал и в Северный край. Внутрорегиональные переселения кулаков осуществлялись в «дивенский» и «сальский» массивы спецпоселений Северо-Кавказского края.

География репрессий «бывших кулаков» 1937 г.

отличалась преобладанием в их численности регионов равнинного Предкавказья (Азово-Черноморский и Орджоникидзевский края), что определялось их большей людностью. «Бывших кулаков» 1-й категории расстреливали, а кулаки 2-й категории отбывали наказания в тюрьмах за пределами Северного Кавказа [Трагедия советской..., 2006, с. 330–337].

Добровольно-принудительный характер имела миграция советских граждан за пределы СССР из районов, оккупированных немецко-фашистскими войсками. Наибольшее число оstarбайтеров приходилось на Краснодарский край (71,9%) и Ростовскую область (25,8%), что связано с более длительной оккупацией этих регионов, а также с наибольшей их людностью [ГАРФ..., д. 48].

Масштабы плановых переселений на Северном Кавказе в этот период достигли около 56 тыс. семей. Примерно поровну плановых переселений пришлось на равнинные (Азово-Черноморский край, Грозненская область и Орджоникидзевский край) и горные (Дагестан, Северная Осетия и Грузия) регионы Северного Кавказа (см. табл. 3).

География плановых миграций в регионы равнинного Предкавказья отличалась внешним характером. Сюда направлялись переселенцы из многих территорий СССР. Широкою внешней для региона географию выхода плановых переселенцев имела Грозненская область. В свою очередь, переселения в Дагестане и Северной Осетии имели внутрорегиональный характер [Соловьев, 2017, с. 167].

Для пополнения трудовых ресурсов использовали немецких интернированных из числа гражданского населения. В 1945 г. их в СССР завезли из Румынии, Венгрии, Югославии, Верхней Силезии и Восточной Пруссии. К началу 1946 г. на Северном Кавказе насчитывалось 6 тыс. чел. интернированных немцев. Основную часть немцев приняла Ростовская область (71,6%). Использовали труд интернированных немцев также в Грозненской области и Северной Осетии. К 1950 г. большая их

Таблица 2

Масштабы этнических депортаций в регионах Северного Кавказа в 1943–1944 гг. [Полян, 2001, с. 112–125]

Регион	Этносы	Количество, чел.
Чечено-Ингушская АО	Чеченцы, ингуши	478 479
Орджоникидзевский край	Немцы	95 489
Карачаевская АО	Карачаевцы	69 267
Кабардино-Балкарская АССР	Балкарцы, немцы	42 434
Краснодарский край	Немцы	34 287
Ростовская область	Немцы, калмыки	24 400
Северо-Осетинская АССР	Немцы	2929
Итого		747 285

Таблица 3

Распределение кулаков по территориям выселения на Северном Кавказе в 1930–1936 гг.

Территории	Количество семей
Территории равнинного Предкавказья	35 144
Национальные автономии Северо-Кавказского края	3223
Территория выселения не известна	4000
Итого	42 367

Примечание. [Трагедия советской..., 2000, с. 747–748; Трагедия советской..., 2002, с. 339–340; Советская деревня..., 2003, с. 725–772; Советская деревня..., 2005, с. 419, 435; Земсков, 1990; Политбюро и крестьянство..., 2005, с. 537–659; Политбюро и крестьянство..., 2006, с. 434–435].

Отличительной чертой принудительных миграций по этническому признаку являлось преимущественное их протекание в горной зоне Северного Кавказа. Около двух третей (64%) объемов этнических депортаций пришлось на Чечено-Ингушетию. Остальные регионы Северного Кавказа значительно уступали по этому показателю. Основными территориями вселения депортированных народов являлись Казахстан, Узбекистан и Киргизия.

В отличие от этнических депортаций в кулацкой ссылке доминировали территории равнинного Предкавказья, так как они вошли в число районов

¹ Большая часть кулаков была выслана за пределы Северо-Кавказского края. Исключение составили кулаки 3-й категории.

часть была репатриирована на родину [Полян, 2001, с. 216–236].

Начало индустриализации страны привело к огромному притоку сельского населения в города. В 1931–1932 гг. миграционный прирост городского населения Северо-Кавказского края и Дагестана составил 420 тыс. чел. (табл. 4) [Голод в СССР..., 2011]. В миграционных потоках городского населения Северного Кавказа в этот период преобладали внутрирегиональные миграции, так как крупные города стали полюсами притяжения населения своих регионов. К концу 1930-х гг. межрегиональная миграция стала превалировать над внутрикраевым потоком. Возможно, это связано с последствиями демографического кризиса, который понизил потенциал внутрирегиональных миграций, а также с более форсированной индустриализацией других районов Советского Союза. Традиционно в миграционном обмене населением с Северным Кавказом играли значительную роль соседние регионы СССР [Соловьев, 2017, с. 152–154].

В послевоенный период (1946–1962) государством организовывалась репатриация оstarбайтеров и эвакуированных граждан в период ВОВ, а также бывших белых эмигрантов. Одной из массовых миграций являлась репатриация оstarбайтеров. Большинство их вернулось на родину к началу 1950 г. [ГАРФ..., д. 48]. Миграция белых эмигрантов была незначительной.

Из плановых миграций наиболее массовыми (61,7%) были компенсационные переселения в Грозненскую область, которая после депортаций чеченцев, еще была слабозаселенной (табл. 5). В других регионах Северного Кавказа в этот период плановые

миграции были направлены на развитие отдельных отраслей сельского хозяйства: чаеводство (Краснодарский край), хлопководство (Ставропольский и Краснодарский края, Дагестан и Грозненская область), а также на переселения с гор на равнину (Северная Осетия, Дагестан) и из зон затопления (Ростовская обл. и Ставропольский край) [ГАРФ..., д. 44, 70].

Исходя из приоритетности заселения территорий, плановая миграция в Грозненскую область и Краснодарский край преимущественно носила межрегиональный и общесоюзный характер, а переселения с гор на равнину проводились внутри регионов [Соловьев, 2017, с. 180].

Самой масштабной миграцией в этот период стала репатриация депортированных народов (чеченцы, ингуши, карачаевцы, балкарцы) в Чечено-Ингушетию, Карачаево-Черкесию, Кабардино-Балкарию и Дагестан, которая составила до августа 1960 г. 416,8 тыс. На эту дату в местах ссылки

Таблица 4
Масштабы плановых переселений на Северном Кавказе в 1927–1944 гг. [РГАЭ..., д. 7а, 17, 43, 72, 141, 195, 678]

Территории вселения	Годы переселенческих кампаний	Количество семей
Дагестан	1940–1941; 1944	17 382
Азово-Черноморский край (с учетом Черноморского округа)	1927–1928; 1933; 1936–1939	15 662
Грозненская область	1944–1945	13 755
Северо-Осетинская АССР	1945	7331
Территории Северного Кавказа Грузии	1944	1100
Орджоникидзевский край (Северо-Кавказский)	1928; 1933; 1938–1940	604
Итого		55 834

Таблица 5

Масштабы плановых переселений в регионах Северного Кавказа в 1947–1955 гг., кол-во семей
[Соловьев, 2017, с. 180–184]

Регионы	Год									Всего
	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	
Грозненская область	1911	1488	423	908	1421	2395	1638	505	251	10 940
Краснодарский край	—	—	423	494	587	750	219	440	220	3133
Северо-Осетинская АССР	—	—	—	—	—	—	1373	—	—	1373
Дагестанская АССР	—	—	73	37	47	287	456	218	82	1200
Ростовская область	—	—	—	—	—	—	—	—	605	605
Ставропольский край	—	—	96	257	—	—	—	—	—	353
Каменская область	—	—	—	—	—	—	—	—	108	108
Всего	1911	1488	1015	1696	2055	3432	3686	1163	1266	17 712

еще оставалось около 100 тыс. чел. Одновременно в 1957–1960 гг. в Дагестан и Северную Осетию из Чечено-Ингушетии выбыли компенсационные мигранты 1944 г. из числа осетин и народов Дагестана. В частности, только Дагестан принял около 55,8 тыс. мигрантов [ГАРФ..., д. 100, 151].

В период последних трех советских десятилетий (1963–1991) произошло значительное снижение миграционного прироста – с 90 до 34 тыс. чел. в среднем в год (см. рис. 2; табл. 6). Это было связано с исчерпанием потенциала репатриации депортированных народов, меньшим уровнем индустриализации, аграрной перенаселенностью и оттоком населения на новостройки страны. В сельской местности отмечался отток населения, что связано с проводимой в стране индустриализацией.

В этот период усилилась роль миграций рабочих по оргнабору и общественному призыву на комсомольские стройки. Например, в 1964 г. в регионах Северного Кавказа было завербовано около 13 тыс. рабочих на постоянное место работы в промышленности и транспорте в различных районах СССР. План оргнабора рабочих зависел от людности регионов. Соответственно большее число (83,9%) рабочих вербовалось в регионах равнинного Предкавказья (Кубань, Дон, Ставрополье) [ГАРФ..., д. 266].

Миграционный прирост населения на Северном Кавказе в 1961–2019 гг., тыс. чел. [Соловьев, 2017, с. 192, 203–205; Численность и миграция..., 2002–2020]

Типы населения	1961–1988 гг.	1990–2000 гг.	2001–2019 гг.
Городское и сельское население, в том числе:	940,9	928,5	464,2
городское населения	2384	291,0	478,6
сельское население	–1444	578,7	–100,1

В этот период северокавказские республики переживали «демографический взрыв», который сопровождался в 1970–1980-е гг. активным «сплозанием» с гор в города и равнины своих республик, а также в соседние регионы Северного Кавказа и Нижнего Поволжья. В этих условиях наибольшие коэффициенты миграционного прироста населения в 1970–1989 гг. отмечались на Ставрополье, которое граничило со всеми северокавказскими республиками. Миграционный прирост был также характерен и для других регионов равнинного Предкавказья – Краснодарского края и Ростовской области. В свою очередь, в республиках повсеместно отмечался отток населения, за исключением Кабардино-Балкарии в 1970-е гг., что, возможно, связано с продол-

жавшейся репатриацией балкарцев. Наибольшие коэффициенты миграционной убыли были характерны для Чечено-Ингушетии и Дагестана (рис. 4).

В период вынужденной миграции (1992–2000) в условиях стрессового характера переселений и роста масштабов международных миграций усилилась роль государства как регулятора миграционных потоков. Массовая вынужденная миграция привела к значительному увеличению миграционного прироста населения Северного Кавказа – с 34 до 84 тыс. чел. в среднем в год (см. рис. 2; табл. 6). Причем большая часть (62,3%) миграционного прироста приходилась на сельскую местность. Таким образом, была прервана тенденция оттока населения из сельской местности.

Вынужденные мигранты со всего постсоветского пространства, особенно из стран Южного Кавказа и Центральной Азии, а также Украины и Чечни, расселились преимущественно в регионах равнинного Предкавказья, Адыгеи, Северной Осетии и Ингушетии. Значительные миграционные потоки в район были направлены из регионов Крайнего Севера России.

В районе по-прежнему выделялось две зоны: первая – зона миграционной привлекательности, в которую входили Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края, с отрицательным естественным приростом, вторая – зона с устойчивым миграционным оттоком и с растущим демографическим потенциалом, которую составляли республики за исключением Адыгеи, Ингушетии, Северной Осетии-Алании и Дагестана (см. рис. 4). Сверхвысокие коэффициенты миграционного прироста отмечались в Ингушетии, которая приняла вынужденных мигрантов из Чечни. Значительно ниже, но тоже высокие коэффициенты миграционного прироста были характерны для Краснодарского и Ставропольского краев, Адыгеи и Ростовской области. Сверхвысокой интенсивностью миграционных потерь отличалась Чечня, где проводилась военная кампания и отмечались сложные межэтнические и внутриэтнические отношения.

В современный период (2001–2019) потенциал вынужденной миграции был значительно исчерпан, что привело к снижению миграционного прироста Северного Кавказа с 84 до 24,4 тыс. чел. в среднем в год (см. рис. 2; табл. 6). В этот период произошло восстановление миграционной убыли сельского населения, так как снова стали превалировать миграции, детерминируемые социально-экономическими факторами.

В этих условия отмечался рост ареала территорий с оттоком населения, который увеличился

за счет Северной Осетии-Алании и Дагестана (см. рис. 4). Наибольшей аттрактивностью для международных и внутрироссийских мигрантов отличается успешно развивающийся Краснодарский край. Миграционная привлекательность значительно снизилась на Ставрополье и в Ростовской области. В республиках Адыгеи и Ингушетии по-прежнему отмечается устойчивый миграционный прирост. Впрочем, корректность официальных данных по миграционному приросту населения Ингушетии вызывает сомнения [Мкртчян, 2019, с. 15].

Основными чертами международной миграции в регионах Северного Кавказа является устойчивый миграционный прирост, преимущественно форми-

рующийся за счет бывших советских республик. Характер межрегиональных потоков определяется многолетней миграционной убылью большинства регионов района, за исключением Краснодарского края, Адыгеи и Ингушетии. Наблюдаемая миграционная картина связана с высокой региональной поляризацией социально-экономического развития России. Поэтому многие жители Северного Кавказа устремляются в самые развитые в экономическом отношении территории России – Москву, Санкт-Петербург, Тюменскую область и др. Из регионов Северо-Кавказского федерального округа отмечается отток населения в соседние субъекты Южного округа и, особенно, в Краснодарский край.

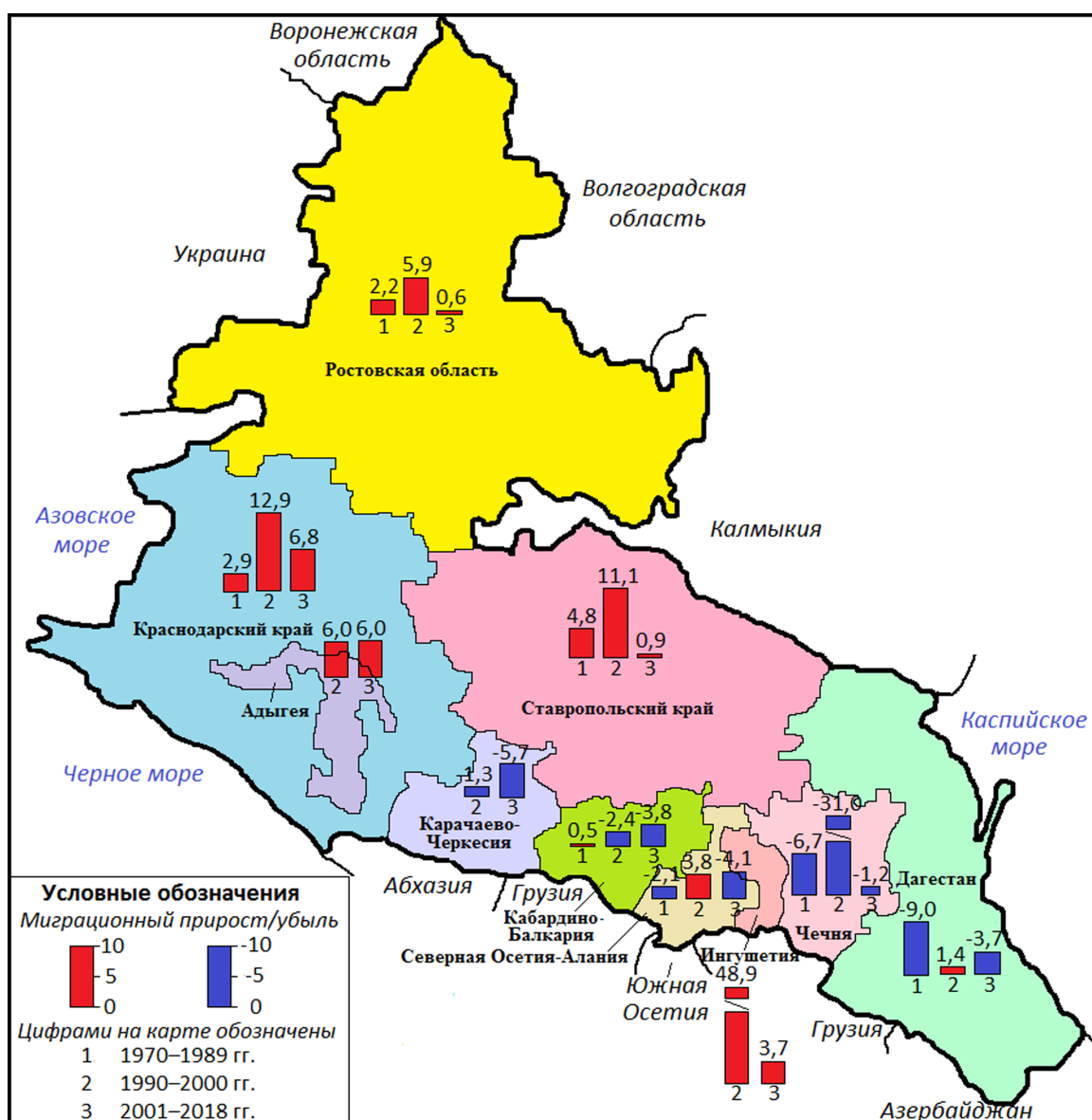


Рис. 4. Коэффициенты миграционного прироста населения в регионах Северного Кавказа в 1970–2018 гг., % в среднем в год за период (составлено автором)

Fig. 4. Coefficients of the migration growth of the population in the regions of the North Caucasus in 1970–2018, % on average per year for the period (compiled by the author)

ВЫВОДЫ

Миграционные процессы на Северном Кавказе определялись действием различных факторов, соотношение роли которых обусловлено прежде всего сменой общественных экономических формаций, а также внутренними трендами развития государства. В первый период большая часть района (равнинное Предкавказье, предгорья) как одного из «фронтиров» России подверглась колонизации русскими, украинцами и т. п. В территориях преимущественного расселения коренных народов Северного Кавказа отмечалась незначительная роль миграции. В течение второго периода в условиях пореформенного времени помимо сельскохозяйственной миграции обозначились массовые переселения из сельской местности в города. В довоенно-военный период миграционную картину в районе определяли репрессии, результатом которых являлись массовые принудительные миграции, а также в условиях форсированной индустриализации отмечался «взрывной» рост «сельско-городских» миграций. В послевоенный период снизилось значение принудительных миграций, но при этом выросла роль плановых переселений, что коррелировало с трансформацией государственной политики. В период последних трех советских десятилетий миграционные процессы определялись главным образом продолжавшейся индустриализацией, а также аграрным перенаселением в горах района. В 1990-е гг. преобладали стрессовые факторы, которые определяли значимость вынужденной миграции населения. В современный период на первые роли вышли самоорганизованные миграции населения, детерминируемые социально-экономическими факторами. Тенденции миграционных процессов на Северном Кавказе первых четырех периодов соотносятся со второй стадией (раннее «мобильное общество») мобильного перехода В. Зелинского. В период последних трех советских десятилетий произошел переход к стадии позднего «мобильного общества», а в современный период – к стадии «развитого общества» [Zelinsky, 1971].

На протяжении всех периодов Северный Кавказ относился к одним из главных районов России по концентрации мигрантов, которому были присущи разовые «выбросы» населения (кулацкая ссылка, этнические депортации и др.) за его границы, что коррелировало с политикой государства.

Наибольшая роль государства в регулировании миграции населения на Северном Кавказе отмечалась в периоды заселения, довоенно-военный и послевоенный, когда доминировали организационные формы миграции.

На протяжении большей части периодов основным районом миграционной привлекательности являлось равнинное Предкавказье, что связано с изначальной слабой заселенностью и более благоприятными агроклиматическими ресурсами. Исключение составили довоенно-военный и послевоенный периоды, в течение которых протекали массовые миграции также и в горной зоне Северного Кавказа, что было обусловлено принудительными миграциями по этническому признаку.

В первые два периода основными территориями выхода мигрантов являлись соседние регионы Центрального Черноземья и Малороссии, где отмечалась проблема аграрной перенаселенности. В довоенно-военный и послевоенный периоды география выхода плановых переселений расширилась за счет более отдаленных регионов страны, чем в предыдущие периоды. В период вынужденной миграции Северный Кавказ испытывал устойчивый миграционный прирост с бывшими советскими республиками и другими регионами России и особенно Крайнего Севера. В современный период по-прежнему отмечается положительное сальдо миграции в обмене населением с республиками постсоветского пространства. Однако в большинстве регионов Северного Кавказа установился отток населения в межрегиональных потоках, за исключением Краснодарского края, Адыгеи и Ингушетии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бадов А.Д. Геодемография Северной Осетии: монография. Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2013. 432 с.
- Белозеров В.С. Этническая карта Северного Кавказа. М.: ОГИ, 2005. 304 с.
- ГАРФ (Государственный архив Российской Федерации). Ф. А-327. Оп. 1. Д. 44. Л. 93.
- ГАРФ. Ф. А-327. Оп. 1. Д. 48. Л. 23.
- ГАРФ. Ф. А-327. Оп. 1. Д. 70. Л. 21.
- ГАРФ. Ф. А-517. Оп. 1. Д. 100. Л. 19–20.
- ГАРФ. Ф. А-518. Оп. 1. Д. 151. Л. 1–46.
- ГАРФ. Ф. А-518. Оп. 1. Д. 266. Л. 24.
- Голод в СССР. 1929–1934: в 3 т. Т. 1. Кн. 2. М.: МФД, 2011. С. 370.
- Земсков В.Н. Спецпоселенцы: По документации НКВД – МВД СССР // Социологические исследования. 1990. № 11. С. 3–6
- Кабузан В.М. Население Северного Кавказа в XIX–XX веках. СПб.: Русско-Балтийский информационный центр БЛИЦ, 1996. 219 с.
- Кауфман А.А. Переселение и колонизация. СПб.: Общественная польза, 1905. 81 с.
- 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.
- Мкртчян Н.В. Миграция на Северном Кавказе сквозь

- призму несовершенной статистики // Журнал исследований социальной политики. 2019. № 1. С. 7–22.
- Мкртчян Н.В., Карачурина Л.Б. Внутрорегиональная миграция населения в России: пригороды выигрывают у столиц // Известия РАН. Серия географическая. 2021. № 1. С. 24–38.
- Мудуев Ш.С. Население и хозяйство Дагестана на рубеже веков. Махачкала, 2003. 304 с.
- Политбюро и крестьянство: Высылка, спецпоселение. 1930–1940 гг. Кн. I. М.: РОССПЭН, 2005. 912 с.
- Политбюро и крестьянство: Высылка, спецпоселение. 1930–1940 гг. Кн. II. М.: РОССПЭН, 2006. 1120 с.
- Полян П.М. Не по своей воле... История и география принудительных миграций в СССР. М.: ОГИ, 2001. 328 с.
- РГАЭ (Российский государственный архив экономики). Ф. 5675. Оп. 1. Д. 7а. Л. 1–140.
- РГАЭ. Ф. 5675. Оп. 1. Д. 17. Л. 3–126.
- РГАЭ. Ф. 5675. Оп. 1. Д. 43. Л. 9–23.
- РГАЭ. Ф. 5675. Оп. 1. Д. 72. Л. 6–64.
- РГАЭ. Ф. 5675. Оп. 1. Д. 141. Л. 15–148.
- РГАЭ. Ф. 5675. Оп. 1. Д. 195. Л. 2–3.
- РГАЭ. Ф. 5675. Оп. 1. Д. 678. Л. 24–81.
- Советская деревня глазами ВЧК-ОГПУ-НКВД. 1918–1939: документы и материалы: в 4 т. Т. 3. Кн. 1. М.: РОССПЭН, 2003. 864 с.
- Советская деревня глазами ВЧК-ОГПУ-НКВД. 1918–1939: документы и материалы: в 4 т. Т. 3. Кн. 2. М.: РОССПЭН, 2005. 840 с.
- Соловьев И.А. Миграционные процессы на Северном Кавказе: проблемы адаптации и интеграции мигрантов: монография. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2017. 424 с.
- Трагедия советской деревни. Коллективизация и раскулачивание: документы и материалы. Т. 5. 1937–1939. Кн. 1. 1937. М.: РОССПЭН, 2004. 648 с.
- Трагедия советской деревни. Коллективизация и раскулачивание: документы и материалы. Т. 2. Ноябрь 1929 – декабрь 1930. М.: РОССПЭН, 2000. 927 с.
- Трагедия советской деревни. Коллективизация и раскулачивание: документы и материалы. Т. 4. 1934–1936. М.: РОССПЭН, 2002. 1056 с.
- Щитова Н.А., Белозеров В.С., Турун П.П., Эшироков В.М. Этнические особенности миграционного поведения и адаптации населения в Ставропольском крае // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2003. № 4. С. 52–57.
- Ямзин И.Л. Переселенческое движение в России с момента освобождения крестьян. Киев, 1912. 198 с.
- Яцунский В.К. Изменения в размещении населения Европейской России в 1724–1916 гг. // История СССР. М., 1957. С. 209–216.
- Ravenstein E.G. The Laws of Migration, *Jornal of the Royal Statistical Society*, 1885, vol. 48, p. 167–235.
- Zelinsky W. The hypothesis of the mobility transition, *Geographical Review*, 1971, vol. 61, p. 219–249.
- Электронный ресурс**
Численность и миграция населения Российской Федерации [Электронный ресурс]: Статистический бюллетень Росстата. М., 2009–2020. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13283?print=1> (дата обращения 10.04.2021).

Поступила в редакцию 18.04.2021
После редактирования 25.07.2021
Принята к публикации 27.09.2021

TRANSFORMATION OF MIGRATION PROCESSES IN THE NORTHERN CAUCASUS DURING 1770–2019

I.A. Soloviev

North Caucasus Federal University, Institute of Earth Sciences, Department of Socio-Economic Geography, Associate Professor; Ph.D. in Geography; e-mail: soloivan@mail.ru

Based on the study of special scientific literature, regulations and archival documents, the article analyzes principal spatio-temporal features of population migration in the North Caucasus over the past two and a half centuries (late 18th – early 21st century). During this time period, seven periods can be distinguished according to the nature of state migration policy and population migration, with the account of the country development trends. The first period (1770–1866) is characterized by a large-scale settlement of the North Caucasus with organized migrants belonging to the Slavic peoples. During the second period (1867–1917) the region received significant numbers of self-organized migrants. The third period (1921–1945) was notable for the forced forms of migration. Planned migrations prevailed during the fourth period (1946–1962), and self-organized migrations during the fifth period (1963–1991). The sixth period (1992–2000) was characterized by large-scale flows of necessitated migration. During the seventh period (2001–2019) the role of necessitated migration decreased.

To study the migrations of the Soviet era, it was necessary to carry out a historical reconstruction based on archival documents, including those for the first time introduced into scientific circulation.

The article examines top-line factors and tendencies of migration processes in the North Caucasus, as well as the transformation of the role of the state as a regulator of migration processes in different historical periods, and determines the importance of migration component in the formation of the population of its regions.

Regional features of migration processes in the North Caucasus were redefined. The geographical picture of population migration in the region primarily depends on the differences between the plain and mountainous parts of the North Caucasus. The first zone is traditionally attractive for migrants, while the latter is characterized by a long-term outflow of the population, except for the first two periods of the Soviet era. The dynamics of migration growth in the North Caucasus during the 1960s – 2010s, is discussed for both urban and rural population.

Keywords: spatio-temporal features, population migration, North Caucasus

REFERENCES

- Badov A.D. *Geodemografiya Severnoj Osetii: monografiya* [Geodemography of North Ossetia], Vladikavkaz, North Ossetian State University Publ., 2013, 432 p. (In Russian)
- Belozеров V.S. *Etnicheskaya karta Severnogo Kavkaza* [Ethnic map of the North Caucasus], Moscow, United Humanitarian Publ., 2005, 304 p. (In Russian)
- GARF (Gosudarstvennyj arhiv Rossijskoj Federacii) [State Archive of the Russian Federation], f. A-327, op. 1, d. 44, l. 93.
- GARF [State Archive of the Russian Federation], f. A-327, op. 1, d. 48, l. 23.
- GARF [State Archive of the Russian Federation], f. A-327, op. 1, d. 70, l. 21.
- GARF [State Archive of the Russian Federation], f. A-517, op. 1, d. 100, l. 19–20.
- GARF [State Archive of the Russian Federation], f. A-518, op. 1, d. 151, l. 1–46.
- GARF [State Archive of the Russian Federation], f. A-518, op. 1, d. 266, l. 24.
- Golod v SSSR 1929–1934, v 3 t., t. 1 [Famine in the USSR, 1929–1934, in 3 vol., vol. 1], b. 2, Moscow, MFD Publ., 2011, p. 370. (In Russian)
- Kabuzan V.M. *Naselenie Severnogo Kavkaza v XIX–XX vekah* [Population of the North Caucasus in the 19th–20th centuries], St. Petersburg, Russian-Baltic information center BLITZ Publ., 1996, 219 p. (In Russian)
- Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V. Intra-regional population migration in Russia: suburbs outperform capitals, *Regional Research of Russia*, 2021, vol. 11, no. 1, p. 48–60.
- Kaufman A.A. *Pereselenie i kolonizaciya* [Resettlement and colonization], St. Petersburg, Public benefit Publ., 1905, 81 p. (In Russian)
- Mezhdum domom... i domom. *Vozvratnaya prostranstvennaya mobil'nost' naseleniya Rossii* [Between home... and home. Reverse spatial mobility of the population of Russia], T.G. Nefedova, K.V. Averkieva, A.G. Makhrova (eds.), Moscow, New chronograph Publ., 2016, 504 p. (In Russian)
- Mkrtchyan N.V. Migraciya na Severnom Kavkaze skvoz' prizmu nesovershennoj statistiki [Migration in the North Caucasus through the prism of imperfect statistics], *Journal of Social Policy Research*, 2019, no. 1, p. 7–22. (In Russian)
- Muduev Sh.S. *Naselenie i hozyajstvo Dagestana na rubezhe vekov* [Population and economy of Dagestan at the turn of the century], Mahachkala, 2003, 304 p. (In Russian)
- Politbyuro i krest'yanstvo: *Vysylka, specposelenie. 1930–1940 gg.*, kn. I [Politburo and the peasantry: Expulsion, special settlement. 1930–1940, b. I], Moscow, ROSSPEN Publ., 2005, 912 p. (In Russian)
- Politbyuro i krest'yanstvo: *Vysylka, specposelenie. 1930–1940 gg.*, kn. II [Politburo and the peasantry: Expulsion, special settlement. 1930–1940, b. II], Moscow, ROSSPEN Publ., 2006, 1120 p. (In Russian)
- Polyan P.M. *Ne po svoej vole... Istoriya i geografiya prinuditel'nyh migracij v SSSR* [Not by choice... History and geography of forced migrations in the USSR], Moscow, United Humanitarian Publ., 2001, 328 p. (In Russian)
- Ravenstein E.G. The Laws of Migration, *Journal of the Royal Statistical Society*, 1885, vol. 48, p. 167–235.
- RGAE (Rossijskij gosudarstvennyj arhiv ekonomiki) [Russian State Archive of Economy], f. 5675, op. 1, d. 7a, l. 1–140. (In Russian)
- RGAE [Russian State Archive of Economy], f. 5675, op. 1, d. 141, l. 15–148. (In Russian)
- RGAE [Russian State Archive of Economy], f. 5675, op. 1, d. 17, l. 3–126. (In Russian)
- RGAE [Russian State Archive of Economy], f. 5675, op. 1, d. 195, l. 2–3. (In Russian)
- RGAE [Russian State Archive of Economy], f. 5675, op. 1, d. 43, l. 9–23. (In Russian)
- RGAE [Russian State Archive of Economy], f. 5675, op. 1, d. 678, l. 24–81. (In Russian)
- RGAE [Russian State Archive of Economy], f. 5675, op. 1, d. 72, l. 6–64. (In Russian)
- Schitova N.A., Belozеров V.S., Turun P.P., Eshrokov V.M. Etnicheskie osobennosti migracionnogo povedeniya i adaptacii naseleniya v Stavropol'skom krae [Ethnic features of migration behavior and adaptation of the population in the Stavropol Territory], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2003, no. 4, p. 52–57. (In Russian)
- Solov'ev I.A. *Migracionnye processy na Severnom Kavkaze: problemy adaptacii i integracii migrantov* [Migration Processes in the North Caucasus: Problems of Adaptation and Integration of Migrants], Stavropol', North Caucasus Federal University Publ., 2017, 424 p. (In Russian)
- Sovetskaya derevnya glazami VCHK-OGPU-NKVD. 1918–1939. *Dokumenty i materialy*, v 4 t., t. 3, kn. 1 [Soviet village through the eyes of the Cheka-OGPU-NKVD. 1918–1939. Documents and materials, in 4 vol., vol. 3, b. 1], Moscow, ROSSPEN Publ., 2003, 864 p. (In Russian)
- Sovetskaya derevnya glazami VCHK-OGPU-NKVD. 1918–1939. *Dokumenty i materialy*, v 4 t., t. 3, kn. 2 [Soviet village through the eyes of the Cheka-OGPU-NKVD. 1918–1939. Documents and materials, in 4 vol., vol. 3, b. 2], Moscow, ROSSPEN Publ., 2005, 840 p. (In Russian)
- Tragediya sovetskoj derevni. *Kollektivizaciya i raskulachivanie Dokumenty i materialy* [The tragedy of the Soviet village. Collectivization and dispossession. Documents and materials], vol. 5, 1937–1939, b. 1, 1937, Moscow, ROSSPEN Publ., 2006, 704 p. (In Russian)
- Tragediya sovetskoj derevni. *Kollektivizaciya i raskulachivanie. Dokumenty i materialy* [The tragedy of the Soviet village. Collectivization and dispossession. Documents and materials], vol. 2, noyabr' 1929 – dekabr' 1930, Moscow, ROSSPEN Publ., 2000, 927 p. (In Russian)
- Yamzin I.L. *Pereselencheskoe dvizhenie v Rossii s momenta osvobodzheniya krest'yan* [Resettlement movement in

- Russia since the liberation of the peasants], Kiev, 1912, 198 p. (In Russian)
- Yatsunsky V.K. [Changes in the distribution of the population of European Russia in 1724–1916], *Istoriya SSSR* [History of the USSR], Moscow, 1957, p. 209–216. (In Russian)
- Zelinsky W. The hypothesis of the mobility transition, *Geographical Review*, 1971, vol. 61, p. 219–249.
- Zemskov V.N. Spetsposelentsy: Po dokumentacii NKVD–MVD SSSR [Special settlers: According to the documentation of the NKVD–Ministry of Internal Affairs of the USSR], *Sociologicheskie issledovaniya*, 1990, no. 11, p. 3–6. (In Russian)
- Web source*
Chislennost' i migraciya naseleniya Rossijskoj Federacii [The size and migration of the population of the Russian Federation], URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13283?print=1> (access date: 10.04.2021). (In Russian)

Received 18.04.2020

Revised 25.07.2021

Accepted 27.09.2021

СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО МАЛЫХ ГОРОДОВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

П.С. Лебедев¹, И.П. Смирнов², А.А. Смирнова³, А.А. Ткаченко⁴

^{1–4} *Тверской государственный университет, факультет географии и геоэкологии, кафедра социально-экономической географии и территориального планирования*

¹ *Аспирант, e-mail: lebedev.ps@tversu.ru*

² *Доц., канд. геогр. наук; e-mail: smirnov.ip@tversu.ru*

³ *Доц., канд. геогр. наук; e-mail: fomkina.aa@tversu.ru*

⁴ *Проф., д-р геогр. наук; e-mail: tkachenko.aa@tversu.ru*

Работа посвящена изучению пространства малых городов. Несмотря на возросшую популярность тематики малых городов, отечественные авторы обращают мало внимания на пространственные изменения внутри населенных пунктов этой категории. Особую актуальность работе придает попытка уловить постсоветскую трансформацию городского пространства. Социально-географическое пространство (СГП) представляет собой особый срез реального трехмерного географического пространства и состоит из территории города, объектов городской среды и системы социально-пространственных связей населения, реализуемых в этой среде. Рассмотрено СГП нескольких городов Тверской области. Из-за отсутствия многих необходимых данных авторы ориентировались главным образом на материалы собственных полевых исследований и мнение горожан. Анализ проведен на трех уровнях: структурном, деятельностном и ментальном. На структурном уровне основное внимание уделено взаимному размещению мест проживания населения, мест работы и мест получения услуг. На деятельностном уровне рассмотрены внутригородские потоки. Установлено, что для малых городов характерна более заметная, чем в крупных городах, рассогласованность мест концентрации жизнедеятельности (жилых зон, промышленных площадок, общественных центров). Особенно сильно это проявляется в исторических городах. На ментальном уровне изучались представления местных жителей о разделении территории города на районы, суждения о свойствах этих районов, проявления локальной идентичности. Выявлены произошедшие в постсоветский период изменения. В заключительной части статьи предпринята попытка совместного использования концепций социально-географического пространства и «трех мест», что позволило определить ключевые черты территориальной организации современного малого российского города.

Ключевые слова: городское пространство, социальная инфраструктура, общественные пространства, «третье место»

ВВЕДЕНИЕ

Концептуальные рамки исследования. Вызовы, стоящие перед малыми городами, общеизвестны: депопуляция и миграционный отток, экономическое сжатие и недостаточность местных бюджетов. Все это накладывает свой отпечаток на городское пространство. И если описанные проблемы в целом находят отражение в научной литературе, то их пространственный аспект остается почти не освещенным.

Городская среда включает большой комплекс различных компонентов – начиная с состояния инженерных коммуникаций и заканчивая сплоченностью городских сообществ. Слабая информационная обеспеченность малых городов ограничивает возможности их детального изучения, поэтому, как и другие работы о малых городах [Гельфонд и др., 2018; Гуныко и др., 2019], настоящее исследование носит характер case study.

Данное исследование базируется на понятии социально-географического пространства [Ткаченко,

2002]. Это понятие находится на стыке географических, социологических и градостроительных представлений и может служить теоретической базой исследования пространственных аспектов городской жизни и прикладных работ, нацеленных на оптимизацию пространственной организации жизнедеятельности горожан.

Социально-географическое пространство (СГП) – это особый срез реального трехмерного географического пространства (пространства земной поверхности). Его не следует отождествлять с социальным пространством, изучаемым социологией. Социальное пространство представляет собой один из вариантов воображаемого многомерного пространства признаков, оно образовано социальными статусами отдельных людей или групп. В то же время социально-географическое и социальное пространства связаны между собой, поскольку положение в социальном пространстве находит отражение и в расселении, и в пространственном поведении

представителей различных социальных групп. Тематика социально-географического пространства в какой-то степени близка к концепции социально-территориальной структуры, разрабатывавшейся школой Т.И. Заславской [Социальная траектория..., 1999; Мосиенко, 2010].

Социально-географическое пространство города образовано территорией города, объектами городской среды и системой реализуемых в этой среде социально-пространственных связей. Территория города – это часть земной поверхности в пределах города со своими границами и внутренними рубежами (элементами гидрографии и рельефа, линиями внешнего транспорта). Население города представляется как территориальная общность, использующая (осваивающая) в своей повседневной жизни территорию города [Ткаченко, 2002].

Возможны различные уровни рассмотрения городского пространства:

- топо-планировочный (гидрография, рельеф, элементы планировочной структуры);
- расселенческий (пространственное распределение населения);
- инфраструктурный (транспорт и объекты сферы услуг);
- деятельностьный (пространственные связи, места временной концентрации жителей);
- ментальный (знания и представления людей).

Три первых могут быть объединены и представлены под общим названием как структурный уровень. Каждый из этих уровней формирует свой тематический блок. Первый блок (структурный уровень) позволяет получить «портрет» города. Для этого необходимо изучить территориальную структуру города, включая опорный каркас; локализацию объектов – организаторов пространства; административное и планировочное устройство, функциональное зонирование; динамику численности, размещение и плотность населения; соотношение юридического и фактического населения; территориальные различия в половозрастном, семейном, образовательном и профессиональном составе населения, в уровне и образе жизни.

Второй блок (деятельностный уровень) касается пространственной жизни горожан. Изучению подлежат следующие вопросы: соотношение «дневного» и «ночного» населения; маятниковая миграция между городом и его пригородной зоной; соотношение административной и фактической (по характеру застройки и плотности населения) границ города; ежедневные внутригородские потоки; пространственные особенности трудовых, деловых, культурно-бытовых перемещений; места притяжения и зоны тяготения; роль общегородского центра и проблема его делимитации;

субцентры; внутригородские переселения; индивидуальные пространства жителей; типы пространственного поведения; проявления пространственной консолидации.

Третий блок (ментальный уровень) имеет дело с восприятием городского пространства жителями города и включает следующие вопросы: градостроительные предпочтения горожан; удовлетворенность условиями жизни; оценка жителями городской среды; образ города и его отдельных частей; представления о взаимной удаленности мест; стремление к смене места проживания в пределах города у жителей разных его частей; мнение горожан об основных проблемах разных частей города; саморайонирование (обыденное, т. е. вернакулярное районирование).

Обзор ранее выполненных исследований. Городское пространство как объект исследовательского интереса сложно и многогранно. В урбанистической традиции давно сложилось разнообразие отраслевых (например, связанных с недвижимостью, инфраструктурой) и комплексных (например, посвященных дифференциации городского пространства) исследований.

Началом изучения городского пространства, видимо, следует считать программную статью основателя Чикагской социологической школы Р. Парка [Park, 1915], ставшую теперь доступной и на русском языке [Парк, 2011]. Автором были обозначены основные темы для изучения городской среды. Среди них соотношение планировочной структуры города и размещения населения, формирование соседских сообществ, проблемы пространственной сегрегации в городе, роста городской мобильности и др.

Акцент на планировочных аспектах городского пространства поставлен в монографии R. Krier [1979]. Эта работа, многократно цитируемая в более поздних исследованиях, дает представление об архитектурном взгляде на городское пространство. Оно, согласно такому подходу, понимается как все разнообразие мест в городе, ключевыми из которых выступают площади и улицы. И хотя основное внимание уделено морфологии этих элементов, отмечена их значимость для формирования моделей поведения людей («социальных ритуалов»).

Социально-географическое пространство имеет множество составляющих, и обозреть каждый из приведенных выше аспектов СГП в одной статье вряд ли возможно. Если попробовать найти единое направление, в рамки которого впишется изучение городского пространства, то таковым, на наш взгляд, может служить концепция постсоциалистического развития города, подробно освещенная в крупных коллективных работах [Urban mosaic..., 2006; The Post-Socialist City..., 2007; Hirt, Stanilov, 2009].

В открывающей сборник [The Post-socialist City..., 2007] статье приведен обширный перечень особенностей, характеризующих пространство города в постсоциалистический период. Все процессы разделены на три группы, отражающие разные сферы города, – управление, городская структура, городское воздействие. Изменения в городском пространстве, связанные с переходом от одного социально-экономического уклада к другому, находят отражение в каждой из этих сфер. В частности, к наиболее ярким чертам современного городского управления можно отнести возросшую роль участия жителей и некоммерческих организаций в жизни города.

Ключевые черты городской структуры, трактуемой как генерализованное сочетание явлений в географическом пространстве города [Carone, Nichols, 1976], зависят от функционального наполнения территории. Например, в однородных жилых массивах наблюдается диверсификация функций за счет появления разнообразных объектов сферы услуг, старые промышленные зоны могут полностью забрасываться или восстанавливаться с другим назначением (редевелопмент), в центрах городов происходит замещение функций (вместо селитебной – сервисная).

Изменения в городском воздействии проявляются по-разному. Влияние нового рыночного уклада находит отражение, с одной стороны, в увеличении личностного выбора (вариантов жилья, мест приложения труда, покупок, возможностей для отдыха), с другой – в сокращении объемов услуг, обеспечиваемых государством, а также в росте социальной стратификации в городах. В статье S. Tsenkova из упомянутого сборника [Urban Mosaic..., 2006, с. 47] в качестве основных пространственных изменений названы социальная поляризация районов и рынков недвижимости, рост устаревших производственных мощностей, увеличение площадей для малого и среднего бизнеса, распространение пригороды ритейла и офисов. По мнению K. Stanilov [The Post-socialist City..., 2007], эти особенности характерны для столиц Центральной и Восточной Европы. Сюда же можно отнести и российские столицы, которые часто рассматриваются и в отечественной, и в зарубежной научной литературе [Махрова, Голубчиков, 2012; Bertaud, Renaud, 1997; Golubchikov et al., 2015]. Москва при этом является явным лидером по степени привлечения исследовательского интереса – здесь играют роль и инновационность ее развития, и острота некоторых проблем, и обеспеченность данными. Можно выделить работы О.И. Вендиной, на протяжении многих лет рассматривающей разные аспекты дифференциации городского пространства столицы [Вендина, 2004; Вендина и др., 2019]. Го-

родскому пространству Санкт-Петербурга посвящены работы К.Э. Аксенова с соавторами [Аксенов и др., 2006; Аксенов и др., 2019].

Интерес к столичным городам связан с тем, что именно столицы задают тренды, которым следуют другие поселения, включая города нижних уровней иерархии. При этом трудно однозначно ответить на вопрос, насколько в малых городах вероятны те или иные проявления постсоциалистических трансформаций. Если появление частной собственности и рост предпринимательской активности – это универсальные процессы, характерные для перехода от одной модели общественного устройства к другой, то, например, редевелопмент заброшенных территорий – далеко не массовый путь развития малых городов.

Остановимся подробнее на сфере, которая в наибольшей степени отражает социальный компонент городского пространства, – социальной инфраструктуре (СИ). В отечественной науке сложилась традиция рассмотрения СИ преимущественно сквозь призму обеспеченности населения услугами. В 1960–1970-х гг. в географии сформировалось особое направление, связанное с изучением территориальной организации сферы обслуживания, или социальной инфраструктуры [Ткаченко, Фомкина, 2016]. Одна из немногих работ, посвященных отдельным малым и средним городам, была выполнена по Торжку [Смирнов, 2013]. Близок к географическому архитектурно-градостроительный подход, когда анализируются функционально-планировочные особенности среды, включая пространственное соотношение жилых и общественных территорий [Перькова, Борзых, 2015]. В социологии упор делается на оценку удовлетворенности качеством СИ [Кривова, 2013; Медведева, Слемзина, 2020], в экономических науках – на связи уровня развития СИ с экономическими характеристиками городов или территорий [Логачева, 2013].

В зарубежной науке в последние годы стало популярным рассмотрение социальной инфраструктуры в контексте социального взаимодействия людей и формирования принадлежности к сообществу [Klinenberg, 2018]. Обширный обзор работ и взглядов на изучение СИ, приведенный в работе A. Latham, J. Layton [2019], демонстрирует разнообразие исследований, посвященных тем или иным местам (библиотекам и музеям, школам и паркам, рынкам и магазинам, спортивным залам и театрам, автобусным остановкам и железнодорожным станциям), участвующим в формировании общественной активности.

Отметим еще раз, что и в зарубежной, и в отечественной науке работы, посвященные СИ малых городов, крайне редки. Определенное игнорирование

малых городов по разным исследовательским вопросам было отмечено еще в 2009 г. в статье D. Bell, M. Jayne [2009]. Для этого есть объективные причины. Очевидно, в больших городах во много раз больше разнообразие мест для социального взаимодействия. Вероятно, играет свою роль и лучшая информационная обеспеченность крупных городов, включающая возможность получения и обработки больших объемов данных [Lan et al., 2020].

В контексте малгородской тематики можно упомянуть исследование B. Engel [The Post-socialist City..., 2007], посвященное общественным пространствам новых индустриальных советских городов, включая кейс Саянска. В частности, отмечается проблема недоиспользования городских территорий и, как следствие, их нынешнее неблагоустройство.

Среди российских работ стоит отметить статью М.С. Гунько, Г.А. Пивовар, К.В. Аверкиевой [2019], где приведены примеры ревитализации городской среды трех малых городов – Выксы, Боровичей и Ростова – с выделением роли различных городских акторов в этом процессе. Изученные кейсы позволили авторам сделать важный вывод о большом влиянии бизнеса (крупного, среднего и малого) на обновление городских пространств. В коллективной монографии, выпущенной Институтом социологии РАН [Пространственное развитие..., 2020], в названии присутствует пространственный аспект развития малых городов, но в содержании упор сделан на социальные аспекты их функционирования и на роль в пространстве страны и отдельных регионов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данном исследовании речь пойдет о малых городах нестоличных регионов Центральной России, а именно – малых городах Тверской области, которые имеют как свою региональную специфику, так и иллюстрируют общие тенденции, характерные для многих малых российских городов. Работа базируется на дистанционных данных, открытых картографических и информационных ресурсах (OpenStreetMap, Яндекс.Карты и др.) и материалах полевых исследований, проведенных авторским коллективом в городах Тверской области. При отсутствии необходимых данных логично исходить из соображений простоты расчетов и минимальной зависимости от какой-либо статистической информации.

Исследование городов включало несколько направлений работы, каждое – со своими методами. Погружение в городской контекст происходило путем интервью с краеведами и работы с тематической литературой. Пространственный анализ городской

среды проводился с помощью специальных сервисов и программных продуктов ArcGIS. Визуальный осмотр территории позволил уточнить состояние жилой застройки и размещение объектов услуг. Представление об актуальной городской повестке с привязкой к проблемам пространства получено путем экспертных интервью с представителями власти, бизнеса, местных сообществ, а также в ходе анализа местных СМИ, включая неформальные интернет-площадки в социальных сетях. Наряду с общими для всех городов и уровней СГП методами использовались также специфические приемы, исходя из конкретных задач. Так, представление о вернакулярных районах получено в ходе массового опроса жителей, сведения об интенсивности потоков и перемещений жителей – в результате анализа данных сервиса Strava.

В качестве основных кейсов, иллюстрирующих главные результаты работы, выбраны четыре разных по численности населения города – Кашин, Бежецк, Торжок, Конаково. В тексте можно встретить упоминания и других тверских городов, которые иллюстрируют полученные выводы, но, в силу ограничений объема одной статьи, было решено вывести их за рамки подробного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже на примере названных малых городов Тверской области будут рассмотрены отдельные компоненты СГП.

1. Структурный уровень

Места проживания. В малых российских городах слабо представлено новое многоквартирное коммерческое строительство. Это связано главным образом с низким спросом, поскольку большая часть населения предпочитает индивидуальные дома с приусадебными участками. Вследствие этого не проявляют большого интереса и застройщики. Определенную роль играет износ инженерно-коммунальной инфраструктуры [Савина, 2014]. Исследователи [Маркин и др., 2019] отмечают интересную закономерность развития: показатели ввода жилья в малых городах снижаются, а обеспеченность населения жилплощадью растет за счет сокращения численности населения.

Новые многоквартирные дома в малых городах – это в основном социальное жилье, предназначенное для переселенцев из ветхих и аварийных домов или для отдельных категорий горожан (чаще всего, военнослужащих). Исключениями в Тверской области являются города с ярко выраженной рекреационной функцией – Калязин и Конаково, расположенные на Волге и поэтому привлекательные для жителей московской агломерации. В большинстве малых го-

родов ввод жилья происходит за счет индивидуального жилищного строительства, реализуемого преимущественно на городских окраинах.

Основные места концентрации жителей в малых городах приурочены к позднесоветским (1970–1980-е) жилым кварталам (рис. 1). Вслед за столицей и крупными городами [Горлов, 2005], в малых городах появились кварталы средне- и многоэтажной (до 9 этажей) застройки. В Бежецке – это так называемый «Микрорайон» в восточной части города с единственной девятиэтажкой в городе, застраивавшийся в 1970–1980-е гг. и снабженный всей необходимой инфраструктурой. Торжок как больший по численности населения город имеет несколько таких ареалов, самые крупные из которых располагаются вдоль главных транспортных артерий города (Ленинградского и Калининского шоссе). Районы одно- и двухэтажной застройки обычно соседствуют с массивами многоквартирных домов средней и большой этажности.

Таким образом, можно назвать три ключевые черты размещения населения малых городов: кон-

центрация жителей в районах позднесоветской многоквартирной застройки, отсутствие нового коммерческого многоквартирного строительства; периферийное разрастание за счет улучшенного индивидуального строительства.

Места работы и места получения услуг. Современное размещение промышленных предприятий в малом городе повторяет структуру, сложившуюся в советское время. Новые производственные объекты появляются редко и обычно приурочены к уже существующим площадкам. Гораздо чаще можно наблюдать забрасывание и/или перепрофилирование таких площадок. Так, в Бежецке новое комбикормовое производство «Коралл» создано в непосредственной близости от других предприятий (льнозавода, заводов «Бежецксельмаш» и ЖБК) на месте, где раньше размещалась компания, специализирующаяся на торговле сельхозтехникой, зерном, комбикормами. В Торжке первая очередь завода «СТОД» (деревообработка) возникла на бывших производственных площадях «Пожтехники».



Рис. 1. Жилая застройка г. Бежецка:

А – основные типы жилой застройки; Б – число проживающих в одном доме

Fig. 1. Residential buildings in the town of Bezhtsk:

A – main types of residential buildings; Б – number of people living in the same house

Смена функции места – с производственной на сервисную – происходит в тех случаях, когда предприятия располагались в центре города, где земля пред-

ставляет большую ценность. Например, в Бежецке на месте бывшей типографии расположился современный отель, в Торопце здание швейной фабрики, зани-

мавшее видовое место на берегу озера, превратилось в торговый центр. В то же время нередки случаи сохранения в исторических центрах городов промышленных производств, которые или полностью нарушают ансамбль городской застройки (Кашинский завод электроаппаратуры), или располагаются в ценных с исторической точки зрения местах (швейное производство в Торжке на территории недействующего Воскресенского женского монастыря).

Одна из основных черт развития малых исторических городов – «депопуляция» центра, обусловленная ветхостью застройки. Как следствие, жилая функция уходит из центра, сменяясь сервисной. Именно в центрах малых городов концентрируется большинство объектов рыночных услуг. Этот процесс связан не только с наличием свободных коммерческих площадей, но и с повсеместным процессом сжатия, происходящим во многих сферах жизнеобеспечения. Концентрация рыночных услуг происходит не только в ядре – городском центре, но и вдоль наиболее важных магистралей, по которым пролегают немногочисленные маршруты общественного транспорта. Сказанное свидетельствует о кластеризации – образовании скопления объектов сервиса в определенных местах (рис. 2).

Размещение объектов бюджетных услуг в малых городах преимущественно сохранилось с советского периода, однако возникший в конце 1990-х – начале 2000-х гг. тренд на «оптимизацию» привел к закрытию некоторых социальных объектов. Свёртывание сети учреждений наблюдается в основном в сферах дошкольного и дополнительного образования. Так, в Бежецке за последние 30 лет закрылись девять детских садов, пять из которых находились на периферии города, ликвидированы одна школа, несколько филиалов СУЗов и вечерних школ.

Общественные пространства. Понятие об общественном пространстве как месте социального взаимодействия жителей вошло в российский научный обиход относительно недавно. В советском городском планировании такого понятия не было, так как открытые городские пространства не делились на общественные и частные [The Post-socialist City..., 2007]. Для их обозначения отечественные проектировщики использовали другие термины: система общественных центров, система зеленых насаждений и др. Помимо различий в терминологии, само размещение этих мест в западных («капиталистических») и восточных («социалистических») городах было неодинаковым [The Post-socialist City..., 2007]. Исследователи отмечают главное различие этих систем – обилие общественных мест и их рассредоточенный характер в социалистическом городе, как следствие – более низкая интенсивность использования по сравнению с капиталистическим городом.

Размещение зеленых насаждений в малых городах характеризуется рядом особенностей: рассредоточенностью, неравномерностью, низкой плотностью, отсутствием связанности между разными территориями. Например, в Бежецке часть города со стороны Твери (так называемый район «Штаб») практически полностью лишена общественных пространств.

К общественным пространствам относятся и дворовые (придомовые) территории. В последние десятилетия они утрачивают свою коммуникационную функцию: дворы из мест взаимодействия соседей превращаются в хаотичные парковки. Потеря открытых пространств происходит не только в ментальном плане (как в случае с дворами), но и в физическом – смена уклада и закрытие советских предприятий привели к тому, что многие общественные пространства оказались выведены из общественного пользования, одна часть – за счет приватизации, другая – в силу забрасывания и отсутствия внешнего контроля. Например, спортивная площадка «Химик» в Торжке, ранее принадлежавшая заводу полиграфических красок, пришла в упадок. А территория городского вала (Новоторжского кремля), ранее доступная и открытая, была передана музею, обнесена забором и за ее посещение стала взиматься плата. Эти процессы болезненно воспринимаются горожанами. Приватизация общественных пространств особенно ярко наблюдается в прибрежной зоне Калязина и Конакова, где частные постройки, вопреки законодательству, спускаются почти до уреза воды.

Структурный уровень СГП считается преимущественно с помощью картографических ресурсов. Рассмотренные его компоненты – жилая застройка, промышленные зоны, социальная инфраструктура и общественные пространства – составляют основу, паттерн городского взаимодействия. Сложившаяся в городе структура этих элементов определяет места наибольшей городской активности, маршруты перемещений горожан и другие проявления городской жизнедеятельности в пространстве.

2. Деятельностный уровень

Своеобразные поля жизнедеятельности, формирующиеся в городе на основе пространственной структуры мест проживания, приложения труда и социального взаимодействия, являются объектами рассмотрения СГП на деятельностном уровне.

С целью большей наглядности на серии карт, составленных для малых городов (рис. 3), показаны «пятна» максимальной концентрации – населения, услуг, промышленных предприятий. Разумеется, не во всех малых городах последние выступают главными работодателями. Они выбраны с целью сделать сопоставимыми результаты, полученные по разным городам.

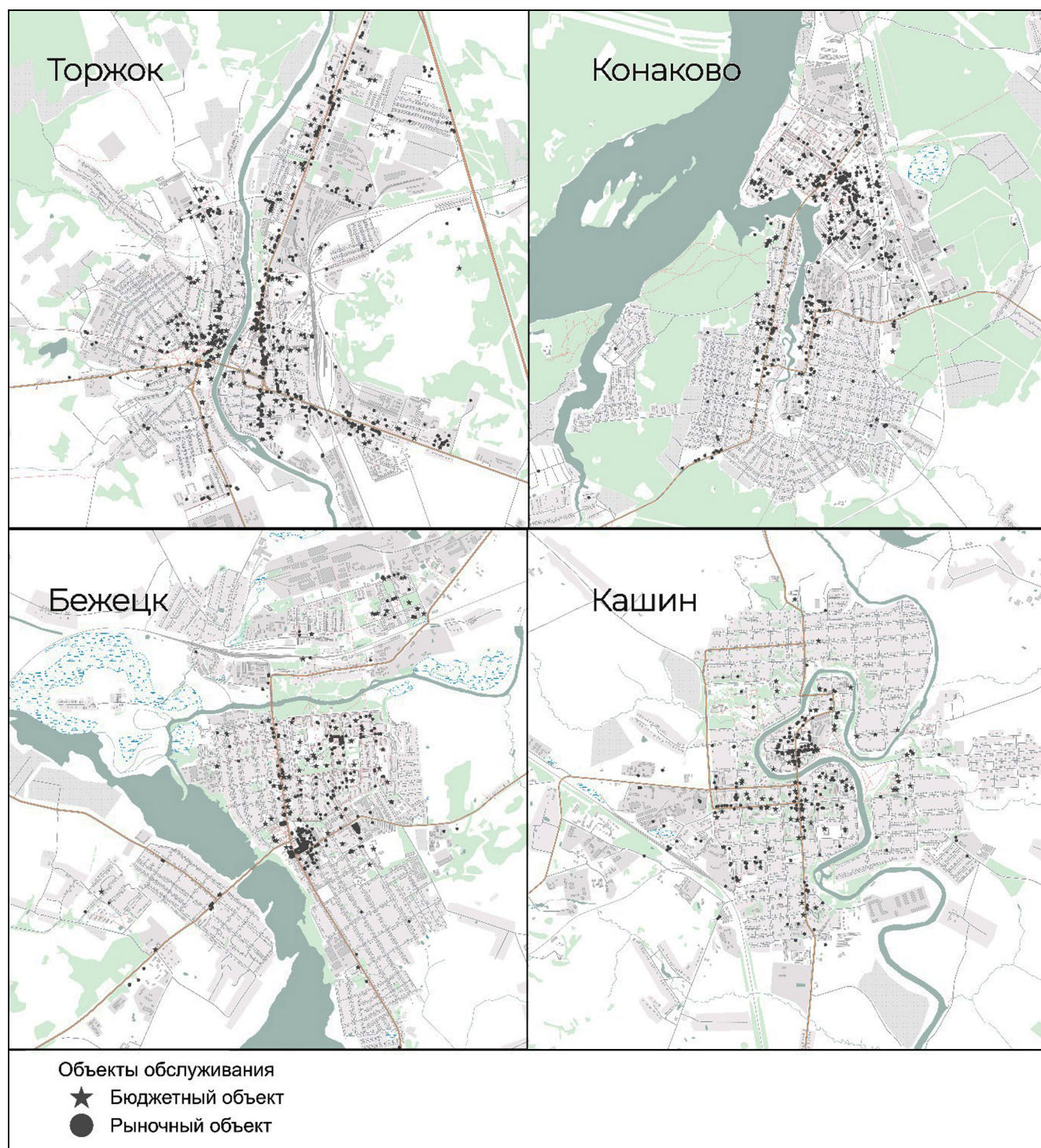


Рис. 2. Размещение объектов бюджетных и рыночных услуг

Fig. 2. Location of objects of budget and market services

Для описания СГП исследуемых городов наилучшим образом подходит термин «рассогласованность». Мы имеем в виду обособление, разобщенность основных мест концентрации: население в основном концентрируется в местах средне- и многоэтажной советской застройки, услуги – в центральной части города, а промышленные предприятия – на окраинах. С позиций деятельностного под-

хода можно говорить, что в разные часы население концентрируется в разных частях города. В более крупных городах, в связи с их большей сервисной ориентацией, все чаще наблюдается взаимоналожение этих мест. Обособленное расположение основных организаторов (мейкеров) пространства определяет направления внутригородских связей и особую территориальную структуру малого города.

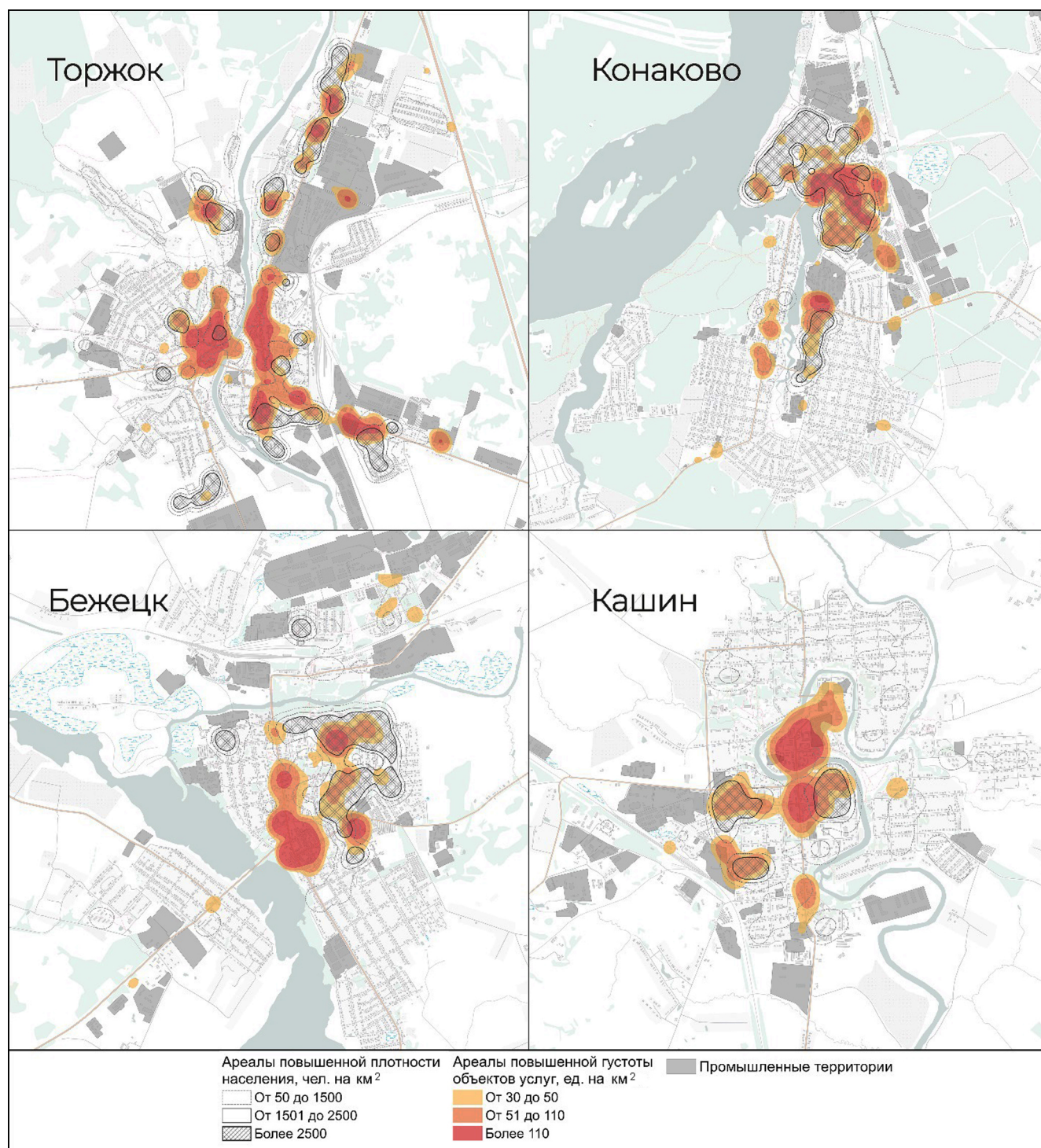


Рис. 3. Места притяжения населения

Fig. 3. Places of attraction for citizens

Например, в Бежецке основные перемещения жителей в пределах города осуществляются между «Микрорайоном» как местом проживания большей части населения, северной частью города как основным местом приложения труда и центральной частью как местом получения большей части услуг. Следствием такой обособленности является «рыхлость» городской ткани, запустение переходных

(буферных) зон, снижение связности городского пространства. Как молодой город Конаково характеризуется меньшим проявлением этого процесса, что связано с его комплексной застройкой в советское время. В малых городах, как правило, выделяется по одному (редко по два) пятну концентрации населения, сферы услуг, промышленных объектов, тогда как в более крупных городах количество та-

ких ареалов может измеряться десятками. Это обстоятельство в пространственном развитии малых городов определяет ключевую роль усиления связанности ареалов концентрации населения, услуг и наиболее крупных мест приложения труда.

Дифференциацию территорий по связности можно проследить на основе данных публичного сервиса Strava, фиксирующего интенсивность перемещений по информации с мобильных устройств (смартфонов, фитнес-браслетов). Основная закономерность географии потоков, исходя из предоставляемой сервисом информации, – их интенсификация в центральных частях городов и вдоль основных магистралей.

Наглядным индикатором деятельности горожан можно считать локализацию различного рода инициатив. В целом рост инициативности – муниципальной, предпринимательской, общественной – является ключевой чертой постсоциалистического города. Выраженные в пространстве инициативы свидетельствуют о стремлении разных заинтересованных сторон к преобразованиям городской среды. Убедительный пример – реализация проектов по Программе поддержки местных инициатив (ППМИ). Административные усилия по благоустройству концентрируются в основном в центральной части городов. Так, в Кашине в последние пять конкурсных циклов (2017–2021) собственные средства горожан, муниципалитета и региональной субсидии направлены на благоустройство набережной реки Кашинки. В Калязине объектом бюджетных вложений стал городской парк, в Бежецке – липовая аллея (ул. Л. Толстого). В Торжке, наоборот, проекты ППМИ – это, преимущественно, дворовые территории в разных частях города. Такое благоустройство – дело жителей, их объединений (товариществ собственников жилья), а также местных управляющих компаний.

Проявления предпринимательской активности в малых городах разнообразны: открытие новых объектов и увеличение разнообразия предоставляемых товаров и услуг, создание уникальных продуктов и введение инновационных форматов работы, участие в государственных программах и вовлечение в различные некоммерческие проекты. К инициативам бизнеса можно также отнести разномасштабные примеры изменения городской среды – от обновления фасадов до комплексного реновирования городских районов [Гулько и др., 2019]. В рассматриваемых тверских городах кейсы обновления пространства носят преимущественно точечный характер со специализацией на рекреационной и сервисной функциях. Ресторанно-гостиничные комплексы «Воздвиженский» в Бежец-

ке и «Усадьба» в Калязине, кофейня «Ангелов», рестораны «Лири» и «Оникс» в Торжке – далеко не единственные примеры трансформации не только отдельных городских зданий, но и окружающих территорий.

3. Ментальный уровень

До массового распространения Интернета следовало бы оговориться, что ментальный уровень СГП – единственный, требующий непосредственного выхода «в поле» и обязательного применения социологических методов исследования (в первую очередь – опросов населения). Однако теперь, благодаря виртуальным социальным сетям и возможностям коммуникации при помощи разных онлайн-инструментов, дистанционное изучение восприятия города его жителями выглядит вполне реалистичным.

Тем не менее в данном исследовании сюжет о ментальном уровне СГП построен не столько на работе с интернет-ресурсами, сколько на полевых методах. В ходе опроса жителей Бежецка и серии экспертных интервью были выделены 14 крупных вернакулярных районов города [Лебедев, Смирнова, 2019]. Также были выявлены более мелкие районы второго порядка. Как и в исследовании по Тутаеву [Савоскул, Шайдуллин, 2021], факторами для более дробного деления некоторых районов Бежецка (в частности, «Микрорайона») стали повышенная плотность населения и разнообразие мест притяжения.

Результаты полевых исследований были дополнены анализом данных социальных сетей. В сообществах сети «ВКонтакте» – «Бежецк» и «Знакомства. Бежецк» – проведен подсчет наиболее часто употребляемых названий районов. В сообществе «Бежецк» наибольшее количество употреблений у района «Сельмаш» – около 420. Сообщения посвящены в основном пропаже домашних животных, но отдельно надо отметить большое количество постов о спортивных и культурных мероприятиях, что можно связать с активностью местного сообщества. В сообществе «Знакомства. Бежецк» лидерами по числу упоминаний стали районы «Сельмаш» и «Песочная яма», что свидетельствует о популярности этих мест у молодежи, составляющей основную аудиторию этого сообщества (рис. 4).

Постсоветская трансформация ментального пространства проявляется в возникновении новых вернакулярных районов, связанных с изменениями городской среды и, как следствие, с иными практиками ее использования. В Бежецке новыми якорными точками в ментальном пространстве горожан, особенно среди молодежи, стали торговые центры «БУМ» и «Звезда», обладающие высокой силой притяжения.

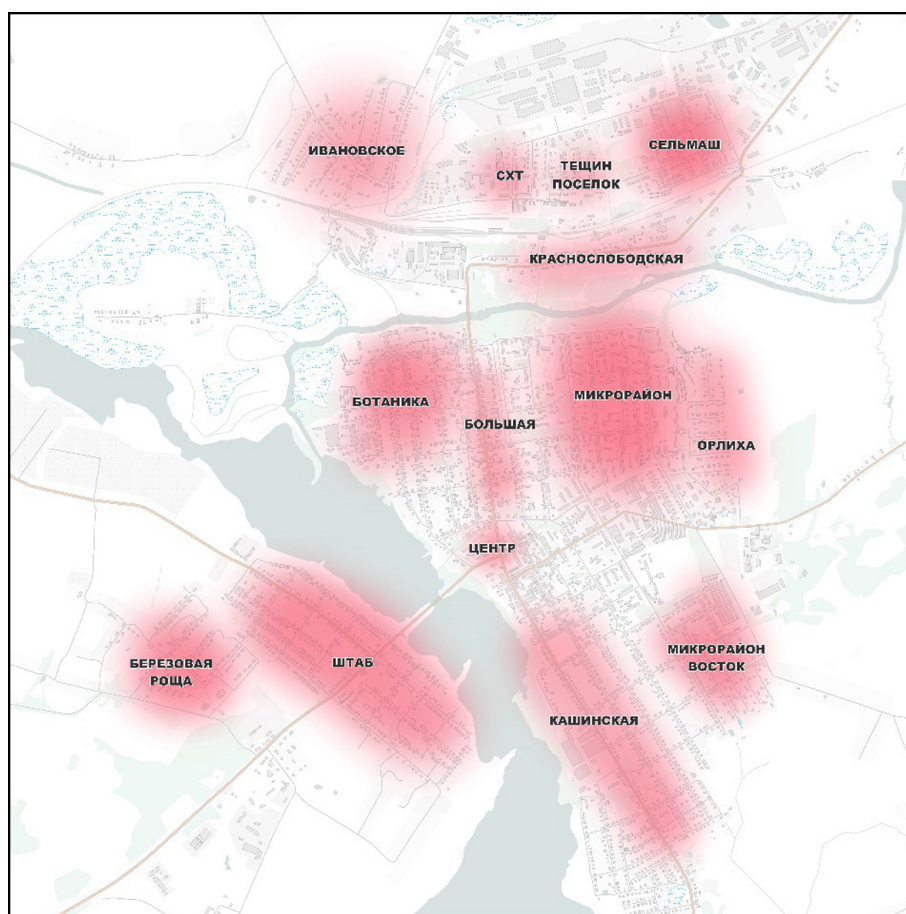


Рис. 4. Основные вернакулярные районы г. Бежецка

Fig. 4. The main vernacular districts of the town of Bezhetsk

Анкета, составленная на основе рекомендаций С.Г. Павлюка [2015], включала вопросы не только о составе районов и границах, но и об оценке их престижности. Результаты оказались довольно предсказуемыми – к наиболее престижным отнесены территории новой застройки и центральная часть города, к наименее – старые районы с частной деревянной застройкой и промышленные кварталы. И хотя этот вопрос отдельно не рассматривался, можно предположить, что здесь тоже произошли изменения за постсоветский период. Так, район «Сельмаш», возникший в 1940-е гг. вокруг завода по выпуску машин по уборке льна, обладал всей необходимой инфраструктурой. Вслед за сокращением производства закрывались объекты обслуживания, ветшал жилой фонд. Перспективный в советское время район стал наименее притягательным в глазах горожан. В то же время в силу своей удаленности, обособленности, истории возникновения, а также с учетом сохранившихся объектов притяжения населения (футбольное поле, Дом культуры, парк Машиностроителей) «Сельмаш» – один из самых узнаваемых районов Бежецка. Результаты исследования территориаль-

ной идентичности населения Бежецка [Лебедев, Смирнова, 2019] показали, что этот район обладает наиболее выраженными признаками самодостаточности и, как следствие, высоким потенциалом формирования сплоченной территориальной общности.

Рассмотрение трех уровней позволило составить матрицу основных изменений современного СГП малого города (табл.). Использована модель «трех мест» [Ольденбург, 2014]: в качестве «первого места» выступает дом (жилая зона), «второго» – работа (места приложения труда, здесь – промышленные предприятия), «третьего» – места коммуникации (объекты социальной инфраструктуры, включая общественные пространства).

Пространственные трансформации малого города не исчерпываются приведенным перечнем. Например, не отражено запустение периферийных жилых кварталов и сжатие городской застройки, характерное для городов ресурсных регионов [Gunko et al., 2021]. В малых городах Центральной России схожих проявлений пока не наблюдается [Ефремова, 2014], что еще раз говорит о роли региональной специфики при изучении малых городов.

Ключевые черты современного СГП малого города

Уровень СГП	Жилье (первое место)	Места приложения труда (второе место)	Социальная инфраструктура (третье место)
Структурный	Концентрация населения в районах позднесоветской многоквартирной застройки	Забрасывание / перепрофилирование промышленных площадок	Трансформация центров исторических городов в виде смены функций с жилой на сервисную
	Отсутствие нового коммерческого жилого многоквартирного строительства	Размещение новых промышленных предприятий сохраняет приверженность советской структуре	Концентрация (кластеризация) объектов рыночных услуг в центре и вдоль главных магистралей
	Социальное назначение нового многоквартирного жилья		Ликвидация части объектов социальной инфраструктуры, предоставляющих бюджетные услуги
	Пригородное разрастание за счет улучшенного индивидуального строительства, его фрагментарность		Рассредоточенность и низкая плотность открытых общественных пространств, отсутствие связанности между ними Потеря открытых общественных пространств за счет приватизации и/или забрасывания
Деятельностный	Рассогласованность основных мест концентрации населения (жилых кварталов, рабочих мест, объектов социальной инфраструктуры)		
	Запустение переходных зон (между основными ядрами жизнедеятельности)		
	Интенсификация потоков в центральной части городов и вдоль основных транспортных магистралей		
	Приуроченность инициатив населения по преобразованию городской среды к жилым массивам		Приуроченность инициатив власти и бизнеса по преобразованию городской среды к общественным центрам
Ментальный	Укорененность представлений о ментальном пространстве города, сложившихся в советское время		
	Появление новых ментальных районов за счет изменений в городской среде (редевелопмента промышленных предприятий, создания новых объектов сферы услуг и др.)		
	Непривлекательность районов комплексной советской застройки, приуроченной к промышленным предприятиям, в то же время усиление их самоидентификации		—

ВЫВОДЫ

Концепция социально-географического пространства позволяет охватить единым взглядом разнородную территорию города. Выделяются три основных уровня рассмотрения социально-географического пространства: структурный, деятельностный и ментальный. Совместное использование трех этих уровней дает разностороннее представление о городском пространстве. Набор рассматриваемых сюжетов и глубина их проработки зависят от конкретных исследовательских задач.

Проведенное на примере малых городов Тверской области исследование трех уровней социально-географического пространства позволило установить его неоднородность. На структурном уровне наблюдаются следующие процессы: концентрация населения в районах позднесоветской

многоквартирной застройки, забрасывание промышленных площадок и кластеризация объектов обслуживания в местах с наилучшей транспортной доступностью.

На деятельностном уровне для малых городов характерна более заметная, чем в крупных городах, рассогласованность мест концентрации жизнедеятельности (жилых зон, промышленных площадок, общественных центров). Особенно ярко эта черта проявляется в исторических городах.

Изучение восприятия жителями городского пространства (ментальный уровень) показало укорененность сформировавшихся еще в советское время представлений о территории. Наряду с этим отмечено появление новых ментальных районов как ответ на изменение физического пространства города.

Продуктивным оказалось совместное рассмо-

трение концепций социально-географического пространства и «трех мест» Р. Ольденбурга, что позволило составить матрицу городских изменений и выделить основные процессы, происходящие в пространстве малых городов.

Все описанные выше черты социально-географического пространства характерны для большинства малых городов, но их интенсивность во многом зависит от размера города, исторических особенностей его развития и современных функций.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых кандидатов наук № МК-5512.2021.1.5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксенов К., Браде И., Бондарчук Е. Трансформационное и посттрансформационное городское пространство. Ленинград – Санкт-Петербург. 1989–2002. СПб., 2006. 284 с.
- Аксенов К.Э., Зиновьев А.С., Морачевская К.А. Роль ритейла в трансформации микрорайонного принципа организации городской среды // Известия РАН. Сер. географическая. 2019. № 3. С. 13–27.
- Вендина О.И. Москва: от социальной сегрегации к формированию закрытых жилых зон // Известия РАН. Сер. географическая. 2004. № 6. С. 80–90.
- Вендина О.И., Панин А.Н., Тикунов В.С. Социальное пространство Москвы: особенности и структура // Известия РАН. Сер. географическая. 2019. № 6. С. 115–122.
- Гельфонд А.Л., Лисицына А.В. Торговая улица малого города как общественное пространство (на примере Нижегородской области) // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 1. С. 17–27.
- Горлов В.Н. Жилищное строительство в Москве как социокультурная проблема (1953–1991 гг.): автореф. дис. ... д-ра ист. наук. М., 2005. 48 с.
- Гулько М.С., Пивовар Г.А., Аверкиева К.В. Ревитализация в малых городах Европейской России (на примере Боровичей, Выксы, Ростова) // Известия РАН. Сер. географическая. 2019. № 5. С. 18–31.
- Ефремова В.А. Проявления «сжатия» во внутренней территориальной структуре малых и средних городов Ивановской области // Трансформация социально-экономического пространства Евразии в постсоветское время: сб. ст. / отв. ред. Н.И. Быков. Т. 1. 2014. С. 152–161.
- Кривова Д.А. Значение социальной инфраструктуры для социально-экономического развития малых городов // Социум и власть. 2013. № 2. С. 26–32.
- Лебедев П.С., Смирнова А.А. Территориальная идентичность малого города: опыт количественной оценки (на примере г. Бежецка) // Вестн. Тверского гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. 2019. № 4. С. 18–29.
- Логачева Н.М. Развитие социальной инфраструктуры регионов РФ: теоретические, методологические, прикладные аспекты: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. Челябинск, 2013. 45 с.
- Маркин В.В., Малышев М.Л., Землянский Д.Ю. Малые города России: комплексный мониторинг развития. Ч. 1 // Мониторинг правоприменения. 2019. Т. 4. № 33. С. 46–55.
- Махрова А.Г., Голубчиков О.Ю. Российский город в условиях капитализма: социальная трансформация внутригородского пространства // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2012. № 2. С. 26–31.
- Медведева Н.В., Слемзина А.Н. Типичные проблемы развития социальной инфраструктуры малого города в современных российских условиях // Социальная политика и социология. 2020. Т. 19. № 3. С. 103–111.
- Мосиенко Н.Л. Социально-территориальная структура пространства городской агломерации. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010. 164 с.
- Ольденбург Р. Третье место: кафе, кофейни, книжные магазины, бары, салоны красоты и другие места «тусовок» как фундамент сообщества / пер. с англ. А. Широкаковой. М.: Новое литературное обозрение, 2014. 456 с.
- Павлюк С.Г. Методика дифференциации городского пространства (на примерах городов России, Западной Европы и США) // Региональные исследования. 2015. № 2. С. 26–36.
- Парк Р.Э. Избранные очерки: сб. переводов / пер. В.Г. Николаева. М.: ИНИОН РАН, 2011. 321 с.
- Перькова М.В., Борзых Е.А. Оценка взаимосвязи социальных и пространственных факторов в планировке г. Строитель // Вестн. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 134–138.
- Пространственное развитие малых городов: социальные стратегии и практики / отв. ред. М.Ф. Черныш, В.В. Маркин. М.: ФНИСЦ РАН, 2020. 523 с.
- Савина О.В. Социально-экономические аспекты формирования застройки малых и средних городов Волгоградской области // Научный вестник ВАГС. Сер. Экономика. 2014. № 1. С. 25–27.
- Савоскул М.С., Шайдуллин Ф.Р. Что может рассказать о жителях вернакулярное районирование (на примере города Тутаев Ярославской области) // Геурбанистика и градостроительство: теоретические и прикладные исследования: сб. ст. / отв. ред. А.Г. Махрова. М.: Геогр. ф-т МГУ, 2021. С. 254–269.
- Смирнов И.П. Оценка обеспеченности населения города Торжка основными видами услуг // Вестн. Тверского гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. 2013. № 8. С. 91–98.
- Социальная траектория реформируемой России: исследования Новосибирской экономико-социологической школы. Новосибирск: Наука, 1999. 735 с.
- Ткаченко А.А. Социально-географическое пространство крупного города: концептуальные основы исследования // Городское пространство: социально-географические подходы: сб. науч. тр. / Научная серия «География и региональное развитие». Вып. 2. Тверь, 2002. С. 3–16.
- Ткаченко А.А., Фомкина А.А. География сферы обслуживания и география сектора услуг: пройденный путь,

- состояние, перспективы // Региональные исследования. 2016. № 3. С. 5–13.
- Bell D., Jayne M. Small cities? Towards a research agenda, *International Journal of Urban and Regional Research*, 2009, vol. 33.3, p. 683–699.
- Bertaud A., Renaud B. Socialist Cities without Land Markets, *Journal of Urban Economics*, 1997, no. 41, p. 137–151.
- Capone D.L., Nichols Jr.W.W. Urban Structure and Criminal Mobility, *American Behavioral Scientist*, 1976, vol. 20, p. 199–213.
- Golubchikov O., Makhrova A., Badyina A., Brade I. Uneven urban resilience: the economic adjustment and polarization of Russia's cities, *Understanding geographies of polarization and peripheralization: perspectives from central and Eastern Europe and beyond*, T. Lang, S. Henn, W. Sgibnev et al. (eds.), Basingstoke, Palgrave Macmillan, 2015, p. 270–284.
- Gunko M., Batunova E., Medvedev A. Rethinking urban form in a shrinking Arctic city, *Espace-Populations-Societes*, 2021, no. 2020/3-2021/1.
- Hirt S., Stanilov K. *Twenty Years of Transition: The Evolution of Urban Planning in Eastern Europe and the Former Soviet Union, 1989–2009*, UnHabitat, Nairobi, 2009, 146 p.
- Klinenberg E. Palaces for the people: How social infrastructure can help fight inequality, polarization, and the decline of civic life, London, Penguin, 2018, 293 p.
- Krier R. *Urban Space*, London, Academy Editions, 1979, 175 p.
- Lan F., Gong X., Da H., Wen H. How do population inflow and social infrastructure affect urban vitality? Evidence from 35 large- and medium-sized cities in China, *Cities*, 2020, vol. 100, 102454, DOI: 10.1016/j.cities.2019.102454.
- Latham A., Layton J. Social infrastructure and the public life of cities: Studying urban sociality and public spaces, *Geography Compass*, 2019, vol. 13, iss. 7, p. 1–15.
- Park R.E. The city: Suggestions for the investigation of human behavior in the city environment, *American Journal of sociology*, Chicago, 1915, vol. 20, no. 5, p. 577–612.
- The Post-socialist City: Urban Form and Space Transformations in Central and Eastern Europe after Socialism*, K. Stanilov (ed.), Dordrecht, Springer, 2007, 490 p.
- Urban Mosaic of Post-Socialist Europe: Space, Institutions, and Policy*, S. Tsenkova, Z. Nedovic-Budic (eds.), Heidelberg, Physica-Verlag, 2006, 390 p.

Поступила в редакцию 25.08.2021

После доработки 15.09.2021

Принята к публикации 27.09.2021

SOCIO-GEOGRAPHICAL SPACE OF SMALL TOWNS IN THE TVER REGION

P.S. Lebedev¹, I.P. Smirnov², A.A. Smirnova³, A.A. Tkachenko⁴

^{1–4} Tver State University, Faculty of Geography and Geoecology,
Department of Socio-Economic Geography and Territorial Planning

¹ Postgraduate Student; e-mail: lebedev.ps@tversu.ru

² Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: smirnov.ip@tversu.ru

³ Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: fomkina.aa@tversu.ru

⁴ Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: tkachenko.aa@tversu.ru

The article deals with the study of the small cities space. Despite the increased popularity of the topic of small cities, Russian authors pay little attention to spatial changes within settlements of this category. An attempt to capture the post-Soviet transformation of urban space gives special relevance to the study. The socio-geographical space (SGS) is a specific section of the real 3D geographical space including the territory of a city, objects of the urban environment and the system of socio-spatial relations of residents realized in this environment. The SGS of several cities of the Tver region is described. Because of the lack of many necessary data, the authors focused mainly on the materials of their own field studies and the opinion of citizens. The analysis was carried out at three levels, i.e. structural, activity and mental. At the structural level, primary focus is on the relative positions of places of residence, places of work and places of receiving services. At the activity level, intra-city flows are considered. Higher spatial inconsistency of the centers of attraction (residential zones, industrial areas and public facilities) was found for small cities as compared to large ones. The trend is the most obvious in historic towns. At the mental level, the ideas of local residents about the division of urban territory into districts, their opinions about the properties of these districts and manifestations of local identity were studied. The changes during the post-Soviet period are revealed. In the final part of the article, we attempt to combine the concept of socio-geographical space and the idea of a third place to determine key features of the territorial organization of a modern small Russian city.

Keywords: urban space, social infrastructure, public spaces, “third place”

Acknowledgements. The study was financially supported by the grant of the President of the Russian Federation for young scientists – Ph.Ds. (no. MK-5512.2021.1.5).

REFERENCES

- Aksenov K., Brade I., Bondarchuk E. *Transformacionnoe i posttransformacionnoe gorodskoe prostranstvo. Leningrad – Sankt-Peterburg. 1989–2002* [Transformational and post-transformational urban space. Leningrad – Saint Petersburg. 1989–2002], St. Petersburg, 2006, 284 p. (In Russian)
- Aksenov K.Je., Zinov'ev A.S., Morachevskaja K.A. Rol' ritejla v transformacii mikrorajonnogo principa organizacii gorodskoj sredy [The role of retail in the transformation of the microdistrict organization of the urban environment], *Izvestija Rossijskoj Akademii Nauk, Ser. Geograficheskaja*, 2019, vol. 3, p. 13–27. (In Russian)
- Bell D., Jayne M. Small cities? Towards a research agenda, *International Journal of Urban and Regional Research*, 2009, vol. 33.3, p. 683–699.
- Bertaud A., Renaud B. Socialist Cities without Land Markets, *Journal of Urban Economics*, 1997, no. 41, p. 137–151.
- Capone D.L., Nichols Jr.W.W. Urban Structure and Criminal Mobility, *American Behavioral Scientist*, 1976, vol. 20, p. 199–213.
- Efremova V.A. [Features of “compression” in the internal territorial structure of small and medium-sized cities of the Ivanovo region], *Transformacija social'no-jekonomicheskogo prostranstva Evrazii v postsovetskoe vremja* [Transformation of socio-economic space of Eurasia in the post-Soviet times], Digest of articles, N.I. Bykov (ed.), 2014, vol. 1, p. 152–161. (In Russian)
- Gel'fond A.L., Lisicyna A.V. Torgovaja ulica malogo goroda kak obshhestvennoe prostranstvo (na primere Nizhegorodskoj oblasti) [Shopping Street of a small town as a public space (case study of the Nizhny Novgorod region)], *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*, 2018, no. 1, p. 17–27. (In Russian)
- Golubchikov O., Makhrova A., Badyina A., Brade I. Uneven urban resilience: the economic adjustment and polarization of Russia's cities, *Understanding geographies of polarization and peripheralization: perspectives from Central and Eastern Europe and beyond*. T. Lang, S. Henn, W. Sgibnev et al. (eds.), Basingstoke, Palgrave Macmillan, 2015, p. 270–284.
- Gorlov V.N. *Zhilishchnoe stroitel'stvo v Moskve kak sociokul'turnaja problema (1953–1991 gg.)* [Housing in Moscow as a socio-cultural problem (1953–1991)], Extended Abstract of D.Sc. Thesis in History, Moscow, 2005, 48 p. (In Russian)
- Gun'ko M.S., Pivovarov G.A., Averkieva K.V. Revitalizacija v malyh gorodah Evropejskoj Rossii (na primere Borovichej, Vyksy, Rostova) [Renewal of Small Cities in European Russia (Case Study of Borovichi, Vyksa and Rostov)], *Izvestiya Rossijskoj Akademii Nauk, Ser. Geograficheskaja*, 2019, no. 5, p. 18–31. (In Russian)
- Gunko M., Batunova E., Medvedev A. Rethinking urban form in a shrinking Arctic city, *Espace-Populations-Societes*, 2021, no. 2020/3–2021/1.
- Hirt S., Stanilov K. *Twenty Years of Transition: The Evolution of Urban Planning in Eastern Europe and the Former Soviet Union, 1989–2009*, UnHabitat, Nairobi, 2009, 146 p.
- Klinenberg E. *Palaces for the people: How social infrastructure can help fight inequality, polarization, and the decline of civic life*, 2018, London, Penguin, 293 p.
- Krier R. *Urban Space*, London, Academy Editions, 1979, 175 p.
- Krivova D.A. Znachenie social'noj infrastruktury dlja social'no-jekonomicheskogo razvitiya malyh gorodov [The importance of social infrastructure for the socio-economic development of small towns], *Socium i vlast'*, 2013, no. 2, p. 26–32. (In Russian)
- Lan F., Gong X., Da H., Wen H. How do population inflow and social infrastructure affect urban vitality? Evidence from 35 large- and medium-sized cities in China, *Cities*, 2020, vol. 100, 102454, DOI: 10.1016/j.cities.2019.102454.
- Latham A., Layton J. Social infrastructure and the public life of cities: Studying urban sociality and public spaces, *Geography Compass*, 2019, vol. 13, iss. 7, p. 1 – 15.
- Lebedev P.S., Smirnova A.A. Territorial'naja identichnost' malogo goroda: opyt kolichestvennoj ocenki (na primere g. Bezhecka) [Territorial identity of a small town: an experience of quantitative assessment (case study of the city of Bezhechsk)], *Vestn. Tver. gos. un-ta, Ser. Geografija i geoekologija*, 2019, no. 4, p. 18–29. (In Russian)
- Logacheva N.M. *Razvitie social'noj infrastruktury regionov RF: teoreticheskie, metodologicheskie, prikladnye aspekty* [Development of social infrastructure in the regions of the Russian Federation: theoretical, methodological and applied aspects], Extended Abstract of D.Sc. Thesis in Economy, Chelyabinsk, 2013, 45 p. (In Russian)
- Mahrova A.G., Golubchikov O.Ju. Rossijskij gorod v usloviyah kapitalizma: social'naja transformacija vnutrigorodskogo prostranstva [Russian city under capitalism: social transformation of intracity space], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geografija*, 2012, no. 2, p. 26–31. (In Russian)
- Markin V.V., Malyshev M.L., Zemljanskij D.Ju. Malye goroda Rossii: kompleksnyj monitoring razvitiya, ch. 1 [Small towns of Russia: comprehensive monitoring of development, p. 1], *Monitoring pravoprimenenija*, 2019, vol. 4, no. 33, p. 46–55. (In Russian)
- Medvedeva N.V., Slemzina A.N. Tipichnye problemy razvitiya social'noj infrastruktury malogo goroda v sovremennyh rossijskikh usloviyah [Typical problems of the development of social infrastructure of a small town under modern Russian conditions], *Social'naja politika i sociologija*, 2020, vol. 19, no. 3, p. 103–111. (In Russian)
- Mosienko N.L. *Social'no-territorial'naja struktura prostranstva gorodskoj aglomeracii* [Socio-territorial structure of urban agglomeration space], Novosibirsk, IJeOPP SO RAN Publ., 2010, 164 p. (In Russian)
- Oldenburg R. *The Great Good Place. Cafes, coffee shops, bookstores, bars, hair salons and other hangouts at the heart of a community*, Da Capo Press, 1999.
- Park R.E. The city: Suggestions for the investigation of human behavior in the city environment, *American Journal of Sociology*, Chicago, 1915, vol. 20, no. 5, p. 577–612.
- Park R.E. *Izbrannye ocherki: sbornik perevodov* [Selected Essays: Collection of Translations], V.G. Nikolaev (tr.), Moscow, INION RAN Publ., 2011, 321 p.
- Pavljuk S.G. Metodika differenciacii gorodskogo prostranstva (na primerah gorodov Rossii, Zapadnoj Evropy i SSHA) [Method of the urban space differentiation (based on the examples of Russia, Western Europe and the US)], *Regional'nye issledovanija*, 2015, no. 2, p. 26–36. (In Russian)

- Per'kova M.V., Borzyh E.A. Ocenka vzaimosvjazi social'nyh i prostranstvennyh faktorov v planirovke g. Stroitel' [Assessment of the relationship of social and spatial factors in the planning of the town of Stroitel'], *Vestn. BGTU im. V.G. Shuhova*, 2015, no. 6, p. 134–138. (In Russian)
- Prostranstvennoe razvitie mal'nykh gorodov: social'nye strategii i praktiki* [Spatial development of small towns: social strategies and practices], M.F. Chernysh, V.V. Markin (eds.), Moscow, FNIS RAN Publ., 2020, 523 p. (In Russian)
- Savina O.V. Social'no-jekonomicheskie aspekty formirovaniya zastrojki mal'nykh i srednih gorodov Volgogradskoj oblasti [Socio-economic aspects of the formation of the housing system in small and medium-size cities of the Volgograd region], *Nauchnyj vestn. VAGS, Ser. Ekonomika*, 2014, no. 1, p. 25–27. (In Russian)
- Savoskul M.S., Shajdullin F.R. What can vernacular zoning tell about residents (case study of the city of Tutaev, Yaroslavl region), *Geourbanistika i gradostroitel'stvo: teoreticheskie i prikladnye issledovanija* [Geourban Studies and Urban Planning: Theoretical and Applied Research], A.G. Mahrova (ed.), Moscow, MSU, Faculty of Geography Publ., 2021, p. 254–269. (In Russian)
- Smirnov I.P. Ocenka obespechennosti naselenija goroda Torzhka osnovnymi vidami uslug [Assessment of the provision of the population of the city of Torzhok with basic types of services], *Vestn. Tvers. gos. un-ta, Ser. Geografija i geojekologija*, 2013, no. 8, p. 91–98. (In Russian)
- Social'naja traektorija reformiruemoj Rossii: Issledovanija Novosibirskoj ekonomiko-sociologicheskoi shkoly* [The Social Trajectory of Reformed Russia: Research of the Novosibirsk School of Economics and Sociology], Novosibirsk, Nauka Publ., 1999, 735 p. (In Russian)
- The Post-socialist City: Urban Form and Space Transformations in Central and Eastern Europe after Socialism*, K. Stanilov (ed.), Dordrecht, Springer, 2007, 490 p.
- Tkachenko A.A. [Socio-geographical space of a large city: conceptual foundations of the study] *Gorodskoe prostranstvo: social'no-geograficheskie podhody: sbornik nauchnykh trudov Nauchnaja serija "Geografija i regional'noe razvitie"* [Urban Space: Socio-Geographical Approaches: Collection of Scientific Papers, Scientific Series "Geography and Regional Development"], vol. 2, Tver', 2002, p. 3–16. (In Russian)
- Tkachenko A.A., Fomkina A.A. Geografija sfery obsluzhivaniya i geografija sektora uslug: projdennyj put', sostojanie, perspektivy [The geography of the service sector: the passed way, the current situation and prospects], *Regional'nye issledovanija*, 2016, no. 3, p. 5–13. (In Russian)
- Urban Mosaic of Post-Socialist Europe: Space, Institutions, and Policy*, S. Tsenkova, Z. Nedovic-Budic (eds.), Heidelberg, Physica-Verlag, 2006, 390 p.
- Vendina O.I. Moskva: ot social'noj segregacii k formirovaniju zakrytykh zhilykh zon [Moscow: from social segregation to the formation of closed residential areas], *Izvestiya RAS, Ser. Geograficheskaya*, 2004, no. 6, p. 80–90. (In Russian)
- Vendina O.I., Panin A.N., Tikunov V.S. Social'noe prostranstvo Moskvy: osobennosti i struktura [Social Space of Moscow: Peculiarities and Patterns], *Izvestiya RAS, Ser. Geograficheskaya*, 2019, no. 6, p. 115–122. (In Russian)

Received 25.08.2020

Revised 15.09.2021

Accepted 27.09.2021

УДК 598.2:553.7(571.56)

АВИФАУНА ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВЕРХОВЬЕВ РЕК КОТУЙ И ОЛЕНЕК (СРЕДНЯЯ СИБИРЬ)

А.А. Романов¹, Е.В. Шемякин², Р.В. Кожемякина³, Н.Н. Егоров⁴,
Л.Г. Вартапетов⁵, С.В. Голубев⁶

^{1,3} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, кафедра биогеографии

^{2,4} Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, отдел зоологических исследований

⁵ Институт систематики и экологии животных СО РАН,
гл. науч. сотр., д-р биол. наук; e-mail: lvartapetov@yandex.ru

⁶ Институт биологии внутренних вод имени И.Д. Папанина РАН,
лаборатория экспериментальной экологии, зоолог; e-mail: gol_arctic@mail.ru

¹ Проф., д-р биол. наук; e-mail: putorana05@mail.ru

² Науч. сотр., канд. биол. наук; e-mail: shemyakine@mail.ru

³ Студент; e-mail: krimma18@mail.ru

⁴ Науч. сотр.; e-mail: epusilla@mail.ru

Проанализирована эколого-географическая дифференциация авифауны горно-таежного, подгольцового и гольцового высотных поясов севера Среднесибирского плоскогорья. Обследование велось методом маршрутного учета на трансектах неограниченной ширины на высотах до 1000 м над уровнем моря. Авифауна региона насчитывает 126 видов. Четырнадцать видов зарегистрированы здесь на гнездовые впервые, на удалении 100–250 км от известных границ ареала. Таксономическая структура гнездовой авифауны соответствует зональным и ландшафтным особенностям Северной Азии с доминированием видов из отрядов воробьеобразных, ржанкообразных, гусеобразных, соколообразных, суммарно составляющих 90%. Наиболее значимы в формировании авифауны виды сибирского (40%) и арктического (20%) типов фауны. В зоогеографическом отношении авифауна имеет специфические черты за счет восьми видов, экологически связанных с горами. Сокращение видового разнообразия, плотности населения птиц, обилия большинства видов происходит с увеличением высоты – от подножий к вершинам. В горно-таежном поясе востока плато Путорана гнездится 90 видов, в подгольцовом – 22 вида, гольцовом – 21 вид. В горно-таежном поясе севера Вилуйского плато гнездится 73 вида, в подгольцовом – 20 видов. В широком диапазоне высот, охватывающем не менее двух высотных поясов, обитают 18–22% видов. Плотность населения птиц в горно-таежном поясе востока Путорана – 426 ос./км², в подгольцовом – 83 ос./км², в гольцовом – 33 ос./км². Плотность населения птиц в горно-таежном поясе севера Вилуйского плато – 160 ос./км², в подгольцовом – 47 ос./км². Плотность населения птиц на реках – 2,4–29,6 ос./км береговой линии, на крупных тектонических озерах – 0,8–3,4 ос./км береговой линии, на старичных пойменных озерах – 10,1 ос./км береговой линии.

Ключевые слова: население птиц, распространение, гнездование, видовое разнообразие, высотный пояс, плато Путорана, Вилуйское плато

ВВЕДЕНИЕ

Итоги представленных исследований лежат в сфере изучения пространственной организации фауны и населения птиц и направлены на оценку биоразнообразия севера Среднесибирского плоскогорья на примере низкогорий – востока плато Путорана в верховьях р. Котуй и северо-востока Вилуйского плато в верховьях р. Оленек. Несмотря на то что известны обобщающие орнитологические работы по горным районам севера Среднесибирского плоскогорья [Рогачева, 1988; Рогачева и др., 2008; Романов, 2013; Вартапетов и др., 2019] и сопредельным регионам [Маак, 1886; Воробьев, 1963; Андреев, 1987], закономерности формирования фауны и населения птиц этих труднодоступных тер-

риторий до сих пор изучены неудовлетворительно. В опубликованных орнитологических работах, посвященных плато Путорана [Романов, 1996, 2004; Романов и др., 2014], подробные данные о фауне и населении птиц его восточных окраин в отлучии, например, от западных [Кречмар, 1966; Романов, 2003, 2006; Романов и др., 2007] почти полностью отсутствуют. Поэтому в плане познания особенностей эколого-географической дифференциации авифауны в горных условиях востока Путорана эти работы фрагментарны. Так, в монографии А.А. Романова [2013] нет специального раздела по птицам востока Путорана, а имеющиеся по ним сведения частично представлены лишь как элемент общей характеристики авифауны всего региона. Форми-

рование объективного представления об авифауне востока Путорана до сих пор затруднялось еще и тем, что не было проведено целенаправленного обобщения итогов масштабных полевых исследований 2007 г., которые охватили внутренние части восточных районов Путорана, на тот момент времени за исключением единичных пунктов почти абсолютно не исследованные [Зырянов, 1988; Волков, 1988]. Уровень изученности авифауны Вилюйского плато, в том числе и по правым притокам верховья р. Оленек, также до сих пор недостаточен, а данные по населению птиц почти отсутствуют [Егоров, Охлопков, 2007].

Основная цель настоящей работы – выявление эколого-географических закономерностей пространственной дифференциации авифауны низкогорий Среднесибирского плоскогорья в верховьях рек Котуй и Оленек для использования при мониторинге биоразнообразия. В соответствии с этим, решались пять основных задач: 1 – выполнение инвентаризации видового состава авифауны; 2 – определение показателей обилия видов и плотности населения птиц в различных местообитаниях; 3 – установление высотно-поясной, широтной и меридиональной дифференциации фауны и населения птиц; 4 – выявление или уточнение границ ареалов; 5 – проведение сравнительного анализа фауны и населения птиц обследованных пунктов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обследована территория севера Среднесибирского плоскогорья, лежащая в подзоне северной тайги в пределах $66^{\circ}16'–68^{\circ}50'$ с. ш., $96^{\circ}30'–110^{\circ}38'$ в. д. На северо-востоке Вилюйского плато с 5 июля по 1 августа 2002 г. исследован бассейн р. Алакит (правый приток р. Оленек), 16–30 июля 2020 г. – бассейн р. Верхней Томбы (правый приток р. Оленек). На востоке плато Путорана с 22 мая по 29 июля 2007 г. исследованы котловины озер Харпича, Люксина, Дюпкун Котуйский, а также бассейн р. Котуй между котловинами этих озер. Повсеместно господствуют низкогорные (до 1000 м над уровнем моря) массивы с выровненными или плоскими вершинами. Для большей территории характерен континентальный тип умеренного климата. Растительность дифференцирована на горно-таежный (лесной), подгольцовый (горные редколесья и кустарники) и гольцовый (горно-тундровый) высотно-ландшафтные пояса [Норин, 1986]. Горно-таежный пояс, охватывая нижние части горных склонов и днища межгорных долин, характеризуется господством древесной растительности. Основная лесообразующая порода – лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.). В подлеске береза карликовая (*Betula nana* L.), ольха кустарниковая (*Duschekia fruticosa*

(Rupr.) Pouzar), различные виды ив (*Salix*). В подгольцовом поясе, занимающем предвершинное пространство, распространены разреженные куртины низкорослых лиственниц и местами кустарники в сочетании с участками горно-тундровой растительности. Гольцовый пояс охватывает вершины плато, где при полном отсутствии деревьев и кустарников перемежаются участки, покрытые горной тундрой и лишенные растительности.

Протяженность пеших учетных маршрутов, проведенных на высотах 210–1000 м над уровнем моря по методике Ю.С. Равкина [1967], составила 1467 км: 750 км – в горно-таежном поясе, 33 км – в подгольцовом, 51 км – в гольцовом поясе, 633 км – на реках и озерах. Наблюдения проведены в весенний миграционный и гнездовой периоды, а также в начале периода послегнездовых кочевков. Достоверность гнездования оценивалась в соответствии с критериями, рекомендованными Европейским комитетом по учету птиц [The EBCC Atlas..., 1997]. Сходство авифаун определялось по формуле Серенсена [Песенко, 1982], а сходство населения птиц – по коэффициенту сходства населения [Наумов, 1964]. Доминантными по обилию считали виды, доля которых в общей плотности населения составила более 10%, субдоминантными – 1–10%. Фауна гнездящихся птиц охарактеризована по типам фаун [Штегман, 1938] и в свете представлений о зонально-ландшафтных группах птиц [Кишинский, 1988]. Понятие ядра авифауны рассматривается как совокупность видов птиц, более или менее повсеместно распространенных в пределах какого-либо региона или высотно-ландшафтного пояса. В номенклатуре мы следовали Е.А. Коблику, В.Ю. Архипову [2014].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Авифауна горных районов севера Среднесибирского плоскогорья, расположенных в верховьях рек Котуй и Оленек, насчитывает 126 видов птиц. Из них 120 видов отмечено в 2002, 2007, 2020 гг. Пребывание еще шести видов птиц – морская чернеть (*Aythya marila* (L.)), луток (*Mergellus albellus* (L.)), сапсан (*Falco peregrinus* (Tunstall)), белая сова (*Nyctea scandiaca* (L.)), бородастая неясыть (*Strix nebulosi* (J.R. Forster)), пуночка (*Plectrophenax nivalis* (L.)) – подтверждено другими исследованиями [Волков, 1988; Зырянов, 1988].

На северо-востоке Вилюйского плато все отмеченные виды ($n = 72$) – гнездящиеся. На востоке Путорана из общего числа зарегистрированных видов ($n = 112$) выделены гнездящиеся ($n = 98$; 87%), пролетные ($n = 5$; 5%), кочующие ($n = 7$; 6%), залетные ($n = 2$; 2%).

Гнездовая авифауна ($n = 106$) обследованной части севера Среднесибирского плоскогорья составляет 29% гнездовой авифауны Средней, Восточной и

Южной Сибири ($n = 362$) и 16% гнездовой авифауны России ($n = 657$) [Коблик, Архипов, 2014]. Авифауна востока Путорана ($n = 112$) от всей авифауны этого региона ($n = 188$) составляет 60%. Гнездовая авифауна востока Путорана ($n = 98$) от всей гнездовой авифауны этого региона ($n = 139$) составляет 70%.

Таксономическая структура гнездовой авифауны сохраняется на всем протяжении от бассейна р. Котуй на западе до бассейна р. Оленек на востоке и включает в себя девять отрядов. Из них по числу представленных видов преобладают воробьеобразные (Passeriformes) (48 видов, 45%), ржанкообразные (Charadriiformes) (23 вида, 22%), гусеобразные (Anseriformes) (16 видов, 15%), соколообразные (Falconiformes) (9 видов, 8%), суммарно составляющие 90% отмеченных видов.

Гнездовая авифауна севера Среднесибирского плоскогорья формируется видами пяти типов фауны [Штегман, 1938], наиболее значимы из которых элементы сибирского (таежного) типа фауны (40%) и широко распространенные виды (35%). Второстепенную долю составляют виды арктического типа фауны (20%). Гораздо меньше на облик авифауны влияют виды китайского (дальневосточного широколиственно-лесного) и европейского типов фауны, суммарно составляя 6%. Из богатых видами фаун европейского и китайского типов на север Среднесибирского плоскогорья проникли лишь сибирский жулан (*Lanius cristatus* (L.)), обыкновенная чечевица (*Carpodacus erythrinus* (Pallas)), камышевка-барсучок (*Acrocephalus schoenobaenus* (L.)), весничка (*Phylloscopus trochilus* (L.)), теньковка (*Phylloscopus collybita* (Vieillot)). Но и они распространились здесь локально, нигде не достигая высокой численности.

Север Среднесибирского плоскогорья лежит в пределах подзоны северной тайги, и региональная авифауна закономерно испытывает влияние элементов авифауны южной и средней тайги, а также лесотундры и южной тундры. Это обуславливает неоднородность авифауны региона по сочетанию формирующих ее представителей семи зонально-ландшафтных групп, из которых наиболее значимы широко распространенные (31%), бореально-гипоарктические (23%), бореальные (20%) виды. Второстепенна роль гемиарктических (7%) и гипоарктических (17%) видов. Доля арктоальпийских (тундряная куропатка (*Lagopus muta* (Montin)), хрустан (*Eudromias morinellus* (L.)), рогатый жаворонок (*Eremophila alpestris* (L.)), обыкновенная каменка (*Oenanthe oenanthe* (L.)), пуночка) и альпийских (гольцовый конек (*Anthus rubescens* (Tunstall))) видов невелика и суммарно составляет 6%. Арктоальпийские и альпийские виды значимы в формировании сообществ птиц гольцового пояса. Именно они,

наряду с видами, экологически тесно связанными с горными потоками – сибирский пепельный улит (*Heteroscelus brevipes* (Vieillot)), горная трясогузка (*Motacilla cinerea* (Tunstall)), – определяют в процессе формирования качественного разнообразия авифауны севера Среднесибирского плоскогорья ее горную специфику.

Относительно полный комплекс альпийских и арктоальпийских видов ($n = 6$), экологически тесно связанных с сухопутными или водно-околоводными элементами альпинотипного ландшафта на всем пространстве своего ареала или значительной его части, обнаруживается лишь на расположенном севернее и более приподнятом плато Путорана, где на обширных пространствах плоских вершин формируются полноценные и разнообразные ландшафты гольцового пояса. На Вилуйском плато, где гольцовый пояс не выражен, этот комплекс представлен лишь двумя видами, локально населяющими отдельные безлесные участки подгольцового пояса.

На севере Среднесибирского плоскогорья, как и в других горных регионах Северной Азии, с высотой поступательно сокращаются видовое богатство, плотность населения птиц, обилие абсолютного большинства видов.

Плотность населения птиц на востоке Путорана в среднем составляет 426 ос./км² в горно-таежном поясе, 83 ос./км² в подгольцовом, 33 ос./км² в гольцовом (табл. 1). Средняя плотность населения птиц в горно-таежном поясе севера Вилуйского плато составляет 160 ос./км², в подгольцовом – 47 ос./км². Полученные показатели сопоставимы с плотностью населения птиц горно-таежного, подгольцового, гольцового поясов всей территории плато Путорана в целом (405, 164, 66 ос./км²) и гор Северо-Восточной Сибири (399, 205, 77 ос./км²) [Романов и др., 2019а, 2019б].

Невысокое в целом сходство населения птиц разных высотных поясов указывает на выраженную автономность его формирования. На востоке Путорана уровень сходства населения горно-таежного и подгольцового поясов составляет 4,4%, горно-таежного и гольцового – 2% и лишь подгольцового и гольцового больше – 33%. Уровень сходства населения горно-таежного и подгольцового поясов севера Вилуйского плато составляет 10%. Уровень сходства населения птиц обследованных районов севера Среднесибирского плоскогорья также невысок: в горно-таежном поясе – 26%, подгольцовом – 20%.

В населении птиц горно-таежного пояса большинства обследованных пунктов ($n = 7$) численно доминируют пеночка-зарничка (*Phylloscopus inornatus* (Blyth)), бурый дрозд (*Turdus eunomus* (Temminck)), овсянка-крошка (*Ocyris pusillus* (Pallas)). В населении птиц подгольцового пояса более половины об-

следованных пунктов ($n = 6$) численно доминируют гольцовый конек и обыкновенная чечетка (*Acanthis flammea* (L.)), на востоке Путорана – также золотистая ржанка (*Pluvialis apricaria* (L.)). В обследован-

ных пунктах гольцового пояса востока Путорана численно преобладают золотистая ржанка, гольцовый конек, обыкновенная каменка, обыкновенная чечетка.

Таблица 1

Высотно-ландшафтная дифференциация населения птиц обследованных частей севера Среднесибирского плоскогорья в гнездовой период

Виды	Восток плато Путорана						Север Вилюйского плато			
	Горно-таежный пояс		Подгольцовый пояс		Гольцовый пояс		Горно-таежный пояс		Подгольцовый пояс	
	О	Д	О	Д	О	Д	О	Д	О	Д
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чирок-свистунок	–	–	–	–	–	–	0,05	0,03	–	–
Большой крохаль	–	–	–	–	–	–	0,2	0,2	–	–
Полевой лунь	0,003	0,0007	–	–	–	–	–	–	–	–
Тетеревятник	0,03	0,007	–	–	–	–	0,02	0,02	–	–
Перепелятник	0,03	0,007	–	–	–	–	0,05	0,03	0,007	0,02
Зимняк	0,008	0,002	0,1	0,1	0,02	0,1	0,4	0,2	0,5	1,1
Орлан-белохвост	0,07	0,02	–	–	–	–	0,002	0,002	–	–
Кречет	–	–	–	–	–	–	0,002	0,002	–	–
Чеглок	–	–	–	–	–	–	0,1	0,06	–	–
Дербник	0,3	0,07	–	–	–	–	0,02	0,02	0,01	0,02
Обыкновенная пустельга	0,2	0,05	–	–	–	–	–	–	–	–
Белая куропатка	0,5	0,1	–	–	–	–	3,9	2,5	4	8,6
Тундрная куропатка	0,03	0,007	–	–	1	3,0	–	–	–	–
Каменный глухарь	0,01	0,002	–	–	–	–	0,9	0,6	–	–
Азиатская бурокрылая ржанка	–	–	–	–	0,2	0,6	0,2	0,1	2,4	5,1
Золотистая ржанка	–	–	10	12,0	6,2	18,8	–	–	–	–
Хрустан	–	–	–	–	1	3,0	–	–	–	–
Черныш	–	–	–	–	–	–	0,1	0,1	–	–
Фифи	0,9	0,2	–	–	–	–	2,5	1,6	–	–
Большой улит	–	–	–	–	–	–	0,5	0,3	–	–
Сибирский пепельный улит	0,4	0,09	1,3	1,6	–	–	–	–	–	–
Перевозчик	–	–	–	–	–	–	0,3	0,2	–	–
Турухтан	–	–	–	–	–	–	0,9	0,6	–	–
Бекас	0,03	0,007	–	–	–	–	4,5	2,8	–	–
Азиатский бекас	0,3	0,07	–	–	–	–	0,2	0,1	–	–
Кроншнеп-малютка	0,1	0,02	–	–	–	–	0,8	0,5	–	–
Средний кроншнеп	0,3	0,07	–	–	–	–	–	–	0,6	1,2
Большой веретенник	–	–	–	–	–	–	0,6	0,4	–	–
Сизая чайка	–	–	–	–	–	–	0,2	0,2	–	–
Речная крачка	–	–	–	–	–	–	0,5	0,3	–	–
Обыкновенная кукушка	0,3	0,07	–	–	0,1	0,3	0,5	0,3	–	–
Глухая кукушка	0,3	0,07	–	–	–	–	0,05	0,03	–	–
Болотная сова	0,01	0,002	–	–	–	–	0,2	0,1	–	–
Желна	–	–	–	–	–	–	0,05	0,03	0,07	0,2
Трехпалый дятел	0,2	0,05	–	–	–	–	0,2	0,2	–	–
Воронок	1	0,2	–	–	–	–	0,5	0,3	–	–
Рогатый жаворонок	–	–	–	–	2,3	7,0	–	–	–	–
Краснозобый конек	5,6	1,3	3,8	4,5	2,2	6,7	–	–	–	–
Гольцовый конек	–	–	47,5	56,9	11,8	35,8	–	–	5,8	12,4
Пятнистый конек	–	–	–	–	–	–	5,2	3,3	–	–

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Берингийская желтая трясогузка	1,1	0,3	—	—	—	—	0,8	0,5	—	—
Желтоголовая трясогузка	0,2	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—
Горная трясогузка	8,2	1,9	—	—	—	—	1,6	1	—	—
Белая трясогузка	6,8	1,6	—	—	—	—	3,1	1,9	0,3	0,6
Сибирский жулан	—	—	—	—	—	—	0,6	0,4	—	—
Северный сорокопут	—	—	—	—	—	—	0,6	0,4	1,2	2,7
Серый сорокопут	0,08	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
Кукша	12,1	2,8	—	—	—	—	3,8	2,4	0,05	0,1
Черная ворона	0,3	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—
Серая ворона	0,07	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
Ворон	0,3	0,07	0,1	0,1	0,1	0,3	0,06	0,04	0,03	0,06
Свиристель	17,1	4	—	—	—	—	4,5	2,8	—	—
Сибирская завирушка	2,9	0,7	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—
Пятнистый сверчок	—	—	—	—	—	—	0,2	0,1	—	—
Пеночка-весничка	13,6	3,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Пеночка-теньковка	0,2	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—
Пеночка-таловка	65	15,3	—	—	—	—	1,2	0,7	0,5	1,1
Пеночка-зарничка	45	10,6	—	—	—	—	16	10	0,6	1,4
Малая мухоловка	2,2	0,5	—	—	—	—	0,9	0,6	—	—
Азиатский черноголовый чекан	1,3	0,3	—	—	—	—	5,6	3,5	—	—
Обыкновенная каменка	2,9	0,7	6,3	7,5	4,5	13,6	0,2	0,1	2,5	5,3
Варакушка	1,8	0,4	1,3	1,6	0,2	0,6	—	—	—	—
Синехвостка	1,2	0,3	—	—	—	—	1,2	0,7	—	—
Дрозд Науманна	0,2	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—
Бурый дрозд	46	10,8	—	—	—	—	31,6	19,8	4,7	10
Рябинник	0,03	0,007	—	—	—	—	—	—	—	—
Белобровик	18,3	4,3	—	—	—	—	0,5	0,3	—	—
Сероголовая гаичка	0,9	0,2	—	—	—	—	2,9	1,8	—	—
Вьюрок	42	10	—	—	—	—	6	3,7	0,1	0,3
Обыкновенная чечетка	47,3	11,1	13,1	15,7	3,5	10,6	6,2	3,9	22,4	47,1
Пепельная чечетка	0,07	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
Обыкновенная чечевица	—	—	—	—	—	—	6,7	4,2	—	—
Сибирская чечевица	0,07	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
Щур	0,1	0,02	—	—	—	—	0,5	0,3	0,1	0,3
Белокрылый клест	8,4	2	—	—	—	—	0,2	0,1	—	—
Полярная овсянка	0,4	0,09	—	—	—	—	2,4	1,5	—	—
Овсянка-ремез	0,1	0,02	—	—	—	—	0,8	0,5	—	—
Овсянка-крошка	68,9	16,2	—	—	—	—	38	23,5	1	2,1
Лапландский подорожник	0,2	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего	426	100	83	100	33	100	160	100	47	100

Примечание: О – обилие (ос./км²); Д – доля участия в населении (%).

Среди субдоминантов в населении птиц горно-таежного пояса всех обследованных пунктов четыре вида: горная и белая трясогузки (*Motacilla alba* (L.)), кукша (*Perisoreus infaustus* (L.)), свиристель (*Bombicilla garrulus* (L.)). Среди субдоминантов лишь на востоке Путорана краснозобый конек (*Anthus cervinus* (Pallas)), пеночка-весничка, белобровик (*Turdus iliacus* (L.)), белокрылый клест (*Loxia leucoptera* (J.F. Gmelin)),

а на севере Вилуйского плато – белая куропатка (*Lagopus lagopus* (L.)), фи́фи (*Tringa glareola* (L.)), бекас (*Gallinago gallinago* (L.)), пятнистый конек (*Anthus hodgsoni* (Richmond)), азиатский черноголовый чекан (*Saxicola maurus* (Pallas)), сероголовая гаичка (*Parus cinctus* (Boddaert)), вьюрок (*Fringilla montifringilla* (L.)), обыкновенная чечетка, обыкновенная чечевица, полярная овсянка (*Schoeniclus pallasi* (Cabanis)).

Среди субдоминантов подгольцового пояса большинства обследованных пунктов один вид – обыкновенная каменка. Среди субдоминантов только на востоке Путорана: сибирский пепельный улит, краснозобый конек, варакушка (*Luscinia svecica* (L.)), а на севере Вилуйского плато – восемь видов: зимняк (*Buteo lagopus* (Pontoppidan)), белая куропатка, азиатская бурокрылая ржанка (*Pluvialis fulva* (J.F. Gmelin)), средний кроншнеп (*Numenius phaeopus* (L.)), северный сороко-

пут (*Lanius borealis* (Vieillot)), пеночка-таловка (*Phylloscopus borealis* (J.H. Blasius)), пеночка-зарничка, овсянка-крошка.

В числе субдоминантов гольцового пояса востока Путорана тундрная куропатка, хрустан, рогатый жаворонок и краснозобый конек.

Пространственная дифференциация населения птиц выявлена не только в пределах высотного профиля, но и в разных обследованных пунктах ($n = 6$) нижнего горно-таежного пояса (табл. 2).

Таблица 2

Пространственная дифференциация населения птиц горно-таежного пояса в гнездовой период

Виды	Котловина оз. Харпича		Долина р. Котуй между озерами Харпича и Дюпкун Котуйский		Котловина оз. Дюпкун Котуйский		Бассейн р. Котуй между озерами Чиринда и Ессей		Бассейн р. Верхняя Томба		Бассейн р. Алаakit	
	О	Д	О	Д	О	Д	О	Д	О	Д	О	Д
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Чирок-свиистунок	–	–	–	–	–	–	–	–	0,1	0,1	–	–
Большой крохаль	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	0,5	–	–
Полевой лунь	0,008	0,003	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тетеревятник	0,04	0,01	–	–	0,04	0,008	–	–	–	–	0,05	0,02
Перепелятник	0,08	0,03	–	–	–	–	–	–	–	–	0,1	0,04
Зимняк	0,02	0,008	–	–	0,004	0,0008	0,25	0,2	–	–	0,8	0,35
Орлан-белохвост	0,008	0,003	0,2	0,04	0,004	0,0008	0,2	0,1	–	–	0,005	0,002
Кречет	–	–	–	–	–	–	0,25	0,2	–	–	0,005	0,002
Сапсан	–	–	–	–	–	–	0,25	0,2	–	–	–	–
Чеглок	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,25	0,1
Дербник	0,8	0,3	–	–	0,02	0,004	0,25	0,2	–	–	0,05	0,02
Обыкновенная пустельга	0,2	0,1	–	–	–	–	0,25	0,2	–	–	–	–
Белая куропатка	0,7	0,3	–	–	0,7	0,1	0,5	0,3	–	–	7,9	3,5
Тундрная куропатка	0,08	0,03	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Каменный глухарь	0,04	0,01	–	–	–	–	–	–	–	–	1,9	0,8
Азиатская бурокрылая ржанка	–	–	–	–	–	–	0,5	0,3	–	–	0,45	0,2
Черныш	–	–	–	–	–	–	–	–	0,3	0,3	–	–
Фифи	0,2	0,08	1,7	0,3	0,7	0,1	4,6	3,1	0,03	0,03	5,05	2,2
Большой улит	–	–	–	–	–	–	–	–	0,3	0,3	0,7	0,3
Сибирский пепельный улит	1,1	0,4	–	–	0,2	0,04	0,55	0,4	–	–	–	–
Перевозчик	–	–	–	–	–	–	5,0	3,4	0,5	0,5	0,2	0,1
Мородунка	–	–	–	–	–	–	7,0	4,8	–	–	–	–
Турухтан	–	–	–	–	–	–	0,8	0,5	–	–	1,9	0,8
Бекас	–	–	–	–	0,1	0,02	1,7	1,2	0,4	0,4	8,55	3,8
Азиатский бекас	0,7	0,3	–	–	0,2	0,04	0,25	0,2	–	–	0,4	0,2
Кроншнеп-малютка	0,1	0,04	1,7	0,3	0,1	0,02	0,25	0,2	0,3	0,3	1,4	0,6
Средний кроншнеп	0,1	0,04	0,7	0,1	0,1	0,02	0,5	0,3	–	–	–	–
Большой веретенник	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,15	0,5
Сизая чайка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	0,2
Речная крачка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	0,4
Обыкновенная кукушка	0,8	0,3	–	–	0,03	0,006	0,25	0,2	–	–	1,1	0,5

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Глухая кукушка	0,03	0,01	0,7	0,1	0,09	0,02	0,25	0,2	—	—	0,1	0,04
Болотная сова	0,04	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,2
Бородатая неясыть	—	—	—	—	—	—	0,25	0,2	—	—	—	—
Желна	—	—	—	—	—	—	0,25	0,2	—	—	0,1	0,04
Трехпалый дятел	0,2	0,08	—	—	0,4	0,08	0,25	0,2	0,5	0,5	—	—
Воронок	1,8	0,7	—	—	1,1	0,2	0,8	0,5	—	—	1	0,4
Пятнистый конек	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,5	4,7
Краснозобый конек	16,6	6,3	—	—	0,1	0,02	1,0	0,7	—	—	—	—
Берингийская желтая трясогузка	2,7	1,0	—	—	0,6	0,1	9,0	6,1	—	—	1,65	0,7
Желтоголовая трясогузка	0,2	0,08	—	—	0,3	0,06	—	—	—	—	—	—
Горная трясогузка	4,1	1,6	3,3	0,6	17,3	3,5	—	—	3,3	3,5	—	—
Белая трясогузка	4,0	1,5	6,7	1,3	9,6	2,0	15,8	10,8	4,3	4,5	1,9	0,8
Сибирский жулан	—	—	—	—	—	—	1,3	0,9	1	1,1	0,2	0,1
Северный сорокопут	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	1,3	—	—
Серый сорокопут	0,08	0,03	—	—	0,2	0,04	—	—	—	—	—	—
Кукша	7,4	2,8	13,3	2,5	15,7	3,2	1,35	0,9	7,3	7,7	0,25	0,1
Черная ворона	—	—	0,8	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
Серая ворона	0,2	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ворон	0,1	0,04	0,8	0,1	0,05	0,01	0,9	0,6	0,1	0,1	0,025	0,01
Свиристель	14,4	5,5	16,7	3,2	20,1	4,1	1,3	0,9	6,8	7,2	2,25	1
Сибирская завирушка	4,2	1,6	—	—	4,5	0,9	—	—	0,3	0,3	—	—
Пятнистый сверчок	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,35	0,15
Пеночка-весничка	1,4	0,5	33,3	6,3	6,1	1,2	4,3	2,9	—	—	—	—
Пеночка-теньковка	—	—	—	—	0,6	0,1	—	—	—	—	—	—
Пеночка-таловка	28,1	10,7	106,7	20,3	60,3	12,4	4,0	2,7	2,4	2,5	—	—
Пеночка-зарничка	14,5	5,5	53,3	10,1	67,1	13,7	—	—	22,4	23,7	9,6	4,3
Малая мухоловка	3,6	1,4	—	—	2,9	0,6	—	—	—	—	1,8	0,8
Азиатский черноголо- вый чекан	2,9	1,1	—	—	1,1	0,2	—	—	0,5	0,5	10,65	4,7
Обыкновенная каменка	0,6	0,2	—	—	8,0	1,6	9,2	6,3	—	—	0,35	0,15
Соловей-красношейка	—	—	—	—	—	—	0,2	0,1	—	—	—	—
Варакушка	0,8	0,3	3,3	0,6	1,3	0,3	2,2	1,5	—	—	—	—
Синехвостка	1,6	0,6	—	—	1,9	0,4	—	—	0,3	0,3	2,15	0,9
Дрозд Науманна	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Бурый дрозд	21	8,0	76,7	14,6	40,4	8,3	10,8	7,4	15,9	16,8	47,25	21
Рябинник	—	—	—	—	0,1	0,02	—	—	—	—	—	—
Белобровик	3,4	1,3	46,7	8,9	4,9	1,0	—	—	—	—	0,95	0,4
Сероголовая гаичка	0,2	0,08	—	—	2,4	0,5	—	—	5	5,3	0,85	0,4
Вьюрок	13,2	5,0	80,0	15,2	32,7	6,7	3,2	2,2	6,5	6,9	5,45	2,4
Обыкновенная чечетка	44,5	16,9	36,7	7,0	60,6	12,4	23,5	16,0	4,2	4,4	8,2	3,6
Пепельная чечетка	—	—	—	—	0,2	0,04	—	—	—	—	—	—
Обыкновенная чечевица	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,45	6
Сибирская чечевица	0,2	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Щур	0,3	0,1	—	—	0,1	0,02	0,5	0,3	1,03	1,1	—	—
Белокрылый клест	1,5	0,6	6,7	1,3	17,0	3,5	1,1	0,75	—	—	0,35	0,15
Полярная овсянка	0,6	0,2	—	—	0,7	0,1	1,7	1,2	—	—	4,9	2,2
Овсянка-ремез	—	—	—	—	0,4	0,08	—	—	1,2	1,3	0,4	0,2
Овсянка-крошка	62,9	23,9	36,7	7,0	107,1	21,9	30,0	20,5	7,9	8,35	66,65	29,6
Лапландский подорожник	0,6	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего	263	100	527	100	488	100	146	100	95	100	225	100

Примечание: О – обилие (ос./км²); Д – доля участия в населении (%).

Установлено, что плотность населения птиц на обсуждаемой части севера Среднесибирского плоскогорья максимальна в восточной части Путорана: в пойме р. Котуй (527 ос./км²), котловине оз. Дюпкун Котуйский (488 ос./км²). Обусловлено это тем, что на сильно пересеченной местности в горных условиях плато Путорана мозаично чередуются разнообразные лесные биотопы, которые в качестве гнездовых и кормовых местообитаний привлекают намного больше особей птиц, чем однообразные ландшафты по существу равнинной лиственничной тайги путоранских предгорий и севера Вилюйского плато. Существенно ниже плотность населения в окрестностях озер Чиринда и Ессей у юго-восточных предгорий Путорана (146 ос./км²) и на севере невысокого и сильно выположенного Вилюйского плато (95–225 ос./км²). Сокращение плотности населения птиц на севере Среднесибирского плоскогорья происходит на фоне постепенного понижения бонитета лиственничных лесов к востоку от Путорана, где местами обширные участки парковых лиственничников больше напоминают лесотундровые редколесья, чем северную тайгу. Кроме этого, например, в долине р. Алакит многочисленны открытые пространства марей, сухих и увлажненных лугов.

Территория с пониженными показателями плотности населения птиц (263 ос./км²) охватывает также котловину оз. Харпича, которая располагается севернее котловины оз. Дюпкун Котуйский и сопредельного отрезка поймы р. Котуй. Здесь, в замкнутой тектонической котловине на большей абсолютной высоте в условиях более суровых зим господствуют однообразные, разреженные, средневысотные лиственничники, обычно абсолютно лишённые подлеска. Почти полностью отсутствуют столь привлекательные для птиц лугово-кустарниковые местообитания. Этими экологическими факторами обусловлены низкие показатели плотности населения птиц и обилия многих видов. Например, установлено, что обилие веснички, таловки, зарнички, бурого дрозда, вьюрка, овсянки-крошки в лесных и кустарниковых биотопах котловины оз. Дюпкун Котуйский составляет 6,1; 60,3; 67,1; 40,4; 32,7; 107,1 ос./км², а в аналогичных местообитаниях у оз. Харпича не превышает 1,4; 28,1; 14,5; 21,0; 13,2; 62,9 ос./км² соответственно.

Большинство видов птиц (как лесных, так и кустарниково-опушечных) находят оптимальные условия обитания в пойменных лесах, заселяемых наиболее плотно. При этом видовое богатство и плотность населения птиц в лесных местообитаниях резко сокращается при удалении от пойм крупных рек вглубь горного массива. Так, в пойменных высоких лиственничниках с густым подлеском у

р. Котуй плотность населения составила 527 ос./км², в лиственничниках по его притоку р. Люксина – 219 ос./км², а в окрестностях оз. Люксина, максимально удаленного от поймы р. Котуй, – 28 ос./км². Авифауна трех указанных местообитаний представлена, соответственно, 21, 12 и 6 видами.

Озерно-речная система является основой интразонального водно-околоводного компонента ландшафтов северных частей Среднесибирского плоскогорья. На реках зарегистрировано 8–43 вида птиц, на крупных тектонических путоранских озерах – 14–21, на мелких старичных озерах – 13, а всего в пределах всей озерно-речной системы – 51 вид птиц, каждый из которых в различных пропорциях был представлен как гнездящимися, так и не гнездящимися (активно перемещающимися, образующими кормовые скопления на кочевках) особями (табл. 3). Повсеместно или почти повсеместно в водно-околоводных местообитаниях распространены 9 видов: чернозобая гагара (*Gavia arctica* (L.)), гуменник (*Anser fabalis* (Latham)), свиязь (*Anas penelope* (L.)), длинноносый (*Mergus serrator* (L.)) и большой крохаль (*Mergus merganser* (L.)), фифи, перевозчик (*Actitis hypoleucos* (L.)), халей (*Larus heuglini* (Bree)), сизая чайка (*Larus canus* (L.)).

Плотность населения птиц водно-околоводных местообитаний изменяется в диапазоне 0,8–29,6 ос./км береговой линии, составляя при этом на реках – 2,4–29,6, на крупных тектонических озерах – 0,8–3,4, на старичных пойменных озерах 10,1 ос./км береговой линии. Относительно компактные скопления птиц с максимальным видовым богатством ($n = 25–43$) и плотностью населения (15,6–29,6 ос./км береговой линии) формируются в истоке р. Котуй, расположенном на востоке оз. Харпича и в месте впадения р. Котуй в оз. Дюпкун Котуйский. В истоке р. Котуй это обусловлено присутствием здесь в период наблюдений целого ряда запоздалых мигрантов: белолобого гуся (*Anser albifrons* (Scopoli)), золотистой ржанки, азиатской бурокрылой ржанки, хрустана, краснозобика (*Calidris ferruginea* (Pontoppidan)), чернозобика (*Calidris alpine* (L.)), белохвостого песочника (*Calidris temminckii* (Leisler)), кулика-воробья (*Calidris minuta* (Leisler)), исландского песочника (*Calidris canutus* (L.)), дутыша (*Calidris melanotos* (Vieillot)). Повышенные показатели плотности населения в месте впадения р. Котуй в оз. Дюпкун Котуйский предопределены широким спектром экологических условий, весьма привлекательных для водно-околоводных птиц: речными протоками, обширными разливами, песчано-илистыми косами, отмелями, заросшими осокой и ивняком.

Таблица 3

Население птиц водно-околоводных местообитаний (особей на 1 км береговой линии)

Виды	Исток р. Котуй	р. Котуй между озерами Харпича и Дюлкун Котуйский	Оз. Харпича	Оз. Дюлкун Котуйский	Устье р. Котуй в оз. Дюлкун Котуйский	Р. Алакит	Старичные озера в пойме р. Алакит	Р. Верхняя Томба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Краснозобая гагара	0,03	0,1	–	0,09	0,15	0,02	–	–
Чернозобая гагара	0,2	0,1	0,03	0,8	1,6	0,02	0,3	–
Пискулька	0,1	0,15	0,01	–	–	–	–	–
Гуменник	1,5	0,08	0,05	0,01	0,08	0,2	–	0,4
Белолобый гусь	0,07	–	–	–	–	–	–	–
Лебедь-кликун	0,2	–	0,1	0,01	0,2	–	–	–
Чирок-свистунок	2,7	0,2	0,09	0,04	0,15	–	–	–
Кряква	–	0,009	–	–	–	–	–	–
Связь	1,0	0,3	0,07	0,005	0,5	0,1	2,1	–
Шилохвость	3,2	–	–	–	1,5	–	0,3	–
Широконоска	0,01	–	–	–	0,15	–	–	–
Хохлатая чернеть	0,07	–	–	–	–	0,01	0,7	–
Морянка	0,4	0,02	–	0,01	6,1	–	–	–
Обыкновенный гоголь	0,2	0,1	–	0,01	0,15	0,04	–	–
Синьга	0,09	–	–	0,1	4,3	–	0,3	–
Обыкновенный турпан	0,03	0,009	–	–	0,15	–	–	–
Длинноносый крохаль	0,2	0,1	0,04	0,1	0,5	0,07	–	–
Большой крохаль	1,0	0,3	0,07	0,05	0,15	–	–	0,03
Золотистая ржанка	0,3	–	–	0,01	–	–	–	–
Азиатская бурокрылая ржанка	0,01	–	–	–	–	–	0,3	–
Галстучник	0,07	0,009	–	0,01	–	0,01	–	–
Хрустан	0,1	–	–	–	–	–	–	–
Фифи	0,1	0,05	–	0,03	0,9	0,04	1,4	–
Большой улит	–	–	–	–	–	0,1	0,2	0,2
Сибирский пепельный улит	0,5	0,05	0,03	0,3	0,08	–	–	–
Перевозчик	0,1	0,3	0,03	0,1	0,15	0,8	–	1,6
Круглоносый плавунчик	0,06	–	–	–	–	–	–	–
Турухтан	0,7	–	0,07	0,01	–	–	0,3	–
Краснозобик	0,01	–	–	–	–	–	–	–
Чернозобик	0,04	–	–	–	–	–	–	–
Белохвостый песочник	0,1	–	–	0,1	–	–	–	–
Кулик-воробей	0,01	–	–	–	–	–	–	–
Исландский песочник	0,01	–	–	–	–	–	–	–
Дутыш	0,04	–	–	–	–	–	–	–
Азиатский бекас	0,07	–	–	–	0,15	–	–	–
Бекас	–	0,02	–	–	1,8	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Американский бекасовидный веретенник	0,01	—	—	—	—	—	—	—
Кроншнеп-малютка	—	—	—	—	—	0,1	0,3	—
Средний кроншнеп	0,07	—	—	—	0,08	—	—	—
Большой веретенник	—	—	—	—	—	0,01	0,5	—
Малая чайка	—	0,07	—	—	1,2	0,2	—	—
Халей	1,5	0,04	0,08	0,7	1,0	0,01	—	—
Сизая чайка	0,2	0,03	0,04	0,2	1,3	0,3	0,9	0,2
Речная крачка	—	—	—	—	—	0,4	2,5	—
Полярная крачка	0,01	0,6	—	0,7	7,1	—	—	0,2
Короткохвостый поморник	—	0,02	—	—	0,15	—	—	—
Средний поморник	0,1	—	0,1	—	—	—	—	—
Береговушка	0,1	—	—	—	—	—	—	—
Желтоголовая трясогузка	0,03	—	—	—	—	—	—	—
Горная трясогузка	0,04	—	—	—	—	—	—	1,6
Белая трясогузка	0,3	—	—	—	—	0,01	—	2,4
Всего	15,6	2,7	0,8	3,4	29,6	2,4	10,1	6,6
Количество видов	43	22	14	21	25	18	13	8

В водно-околоводных местообитаниях численно доминируют 17 видов птиц, из них перевозчик (*Actitis hypoleucos* (L.)), полярная крачка (*Sterna paradisaea* (Pontoppidan)) – одновременно на трех водных объектах, свиязь (*Anas penelope* (L., 1758)) и речная крачка (*Sterna hirundo* (L.)) – на двух. В число доминантов лишь какого-либо одного водного объекта входят остальные 13 видов: чернозобая гагара (*Gavia arctica* (L.)), лебедь-кликун (*Cygnus cygnus* (L.)), чирок-свистунок (*Anas crecca* (L.)), шилохвость (*Anas acuta* (L.)), морянка (*Clangula hyemalis* (L.)), синьга (*Melanitta nigra* (L.)), большой крохаль (*Mergus merganser* (L.)), фифи (*Tringa glareola* (L.)), сибирский пепельный улит (*Heteroscelus brevipes* (Vieillot)), халей (*Larus heuglini* (Bree)), сизая чайка (*Larus canus* (L.)), средний поморник (*Stercorarius pomarinus* (Temminck)), горная (*Motacilla cinerea* (Tunstall)) и белая трясогузки (*Motacilla alba* (L.)).

ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что в обследованных пунктах ($n = 7$) севера Среднесибирского плоскогорья локальные гнездовые авифауны насчитывают 36–69 видов (табл. 4). Максимальное видовое разнообразие птиц ($n = 66–69$) зарегистрировано в горной части долины р. Котуй, что объясняется высоким разнообразием экологических условий, и как следствие – весьма широким спектром местообитаний для самых разных видов птиц, особенно водно-околоводных. Бедный видовой состав в котловине

оз. Нерангда обусловлен экстремальными условиями внешней среды гольцовых вершин Путорана, а в бассейне Верхней Томбы – сжатыми сроками наблюдений.

Показатель представленности общей гнездовой авифауны севера Среднесибирского плоскогорья в отдельных его пунктах ($n = 7$) – 35–65%.

Одновременно во всех или почти всех районах ($n = 5–7$) гнездится 44 вида птиц, составляющих 41% местной авифауны и формирующих общее фаунистическое ядро: зимняк, орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla* (L.)), дербник (*Falco columbarius* (L.)), белая куропатка, фифи, белая трясогузка, кукушка, ворон (*Corvus corax* (L.)), свиристель, таловка, синехвостка (*Tarsiger cyanurus* (Pallas)), бурый дрозд, вьюрок, обыкновенная чечетка, белокрылый клест, овсянка-крошка и др.

Лишь в одном из семи обследованных пунктов севера Среднесибирского плоскогорья зарегистрировано 23 вида птиц. Один из них – пуночка, гнездящаяся у оз. Нерангда выше 1000 м над уровнем моря и экологически неразрывно связанная с крутыми обрывистыми склонами верхней части гольцового пояса Путорана. Многие другие гнездящиеся виды из этой категории ($n = 10$) экологически тесно связаны с мозаично представленными в местном ландшафте пойменно-приуловыми местообитаниями: с песчаными береговыми обрывами, пойменными лугами, густыми приуловыми зарослями кустарников, приречными лиственничниками. Среди них

кряква (*Anas platyrhynchos* (L.)), сапсан, чеглок (*Falco subbuteo* (L.)), черныш (*Tringa ochropus* (L.)), большой веретенник (*Limosa limosa* (L.)), береговая ласточка (*Riparia riparia* (L.)), пятнистый сверчок (*Locustella lanceolata* (Temminck)), камышевка-барсучок, рябинник (*Turdus pilaris* (L.)), обыкновенная

чечевица. Повышенная требовательность к экологическим параметрам предпочитаемых местообитаний, в частности особенностям рельефа и характеру господствующей растительности, предопределяет в целом локальное распространение перечисленных видов на севере Среднесибирского плоскогорья.

Таблица 4

**Видовое богатство гнездовой авифауны обследованных пунктов севера
Среднесибирского плоскогорья**

Регион	Пункт исследований	Источник информации	Число видов
Восток плато Путорана	Котловина оз. Нерангда	[Зырянов, 1988]	45
Юго-восточные предгорья плато Путорана	Бассейн р. Котуй между озерами Чиринда и Ессей	[Волков, 1988]	60
Восток плато Путорана	Котловина оз. Харпича	Учеты А.А. Романова, С.В. Голубева, 2007 г.	68
Восток плато Путорана	Долина р. Котуй между озерами Харпича и Дюпкун Котуйский	Учеты А.А. Романова, С.В. Голубева, 2007 г.	69
Восток плато Путорана	Котловина оз. Дюпкун Котуйский	Учеты А.А. Романова, С.В. Голубева, 2007 г.	66
Север Вилюйского плато	Бассейн р. Верхняя Томба	Учеты Е.В. Шемякина, 2020 г.	36
Север Вилюйского плато	Бассейн р. Алакит	[Егоров, Охлопков, 2007]; учеты Н.Н. Егорова, 2002 г.	61

Некоторые кочующие и мигрирующие водно-околоводные виды ($n = 6$) встречены только в истоке р. Котуй (восточная оконечность оз. Харпича) весной 2007 г. Здесь береговая линия и прибрежная акватория экологически относительно разнообразны и включают небольшие участки местообитаний, подходящие для кормления и отдыха транзитно перемещающихся широконоски (*Anas clypeata* (L.)), кулика-воробья, краснозобика, дутыша, исландского песочника, короткохвостого поморника (*Stercorarius parasiticus* (L.)). Только в истоке р. Котуй зарегистрированы также залеты американского бекасовидного веретенника (*Limnodromus scolopaceus* (Say)) и деревенской ласточки (*Hirundo rustica* (L.)).

Коэффициенты взаимной общности локальных гнездовых авифаун обследованных районов севера Среднесибирского плоскогорья составляют 34–80%. При этом в подавляющем большинстве случаев значение превышает 60%, что свидетельствует о формировании в целом однородной авифауны в пределах севера Среднесибирского плоскогорья. В условиях мозаичного сочетания здесь элементов ландшафта с господством лесных, кустарниковых, травянистых растительных ассоциаций и повсеместной сопряженности их горных и равнинных аналогов большинство видов птиц освоило их повсеместно.

Среди всех видов птиц, отмеченных на востоке Путорана ($n = 112$), выявлены виды, распростра-

ненные повсеместно ($n=48$, 43%), локально ($n=41$, 37%) и точечно ($n=23$, 20%). Среди гнездящихся видов соотношение аналогично и составляет, соответственно, $n=48$, 49%; $n=35$, 36%; $n=15$, 15%. Показатель представленности общей гнездовой авифауны востока Путорана в отдельных его пунктах ($n=5$) – 45–70%, достигая минимума в котловине оз. Нерангда (45%) и бассейне р. Котуй между озерами Чиринда и Ессей (61%), где экологические условия существенно отличаются от господствующих на большей территории всего плато Путорана. Авифауна котловины оз. Нерангда (714 м над уровнем моря) формируется в экстремальных условиях гольцового пояса вершин Путорана, для нее характерно низкое видовое богатство и при этом значительная суммарная доля участия равнинно-тундровых, арктоальпийских и альпийских видов [Зырянов, 1988]. Относительная бедность авифауны бассейна р. Котуй между озерами Чиринда и Ессей [Волков, 1988], расположенного в предгорьях (180–330 м над уровнем моря), соответствует известной закономерности сокращения видового богатства сухопутных местообитаний от внутренних частей Путорана в сторону сопредельных равнинных предгорий [Романов, 2013]. Местообитания птиц в долине р. Котуй между озерами Харпича и Дюпкун Котуйский (393–1000 м над уровнем моря), занимающей внутреннюю часть востока плато Путорана, весьма раз-

нообразны, а авифауна богаче. Представленность общей гнездовой авифауны востока Путорана здесь максимальна (70%). Кроме этого, долина р. Котуй на этом отрезке представляет собой крупное «экологическое русло», по соответствующим местообитаниям которого вглубь горного массива Путорана проникают обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus* (L.)), камышевка-барсучок, соловей-красношейка (*Luscinia calliope* (Pallas)), рябинник, сибирская чечевица (*Carpodacus roseus* (Pallas)), овсянка-ремез (*Ocyris rusticus* (Pallas)), а из млекопитающих – бурндук (*Tamias sibiricus* (Laxmann)).

На севере Среднесибирского плоскогорья наиболее оригинальна в зоогеографическом отношении авифауна плато Путорана, включая и горные верховья р. Котуй на востоке региона. Это обусловлено тем, что Путорана расположено в пределах Енисейской зоогеографической границы, сформировавшейся по линии ледникового разрыва авифаунистических комплексов и ареалов видов [Матюшкин, 1976; Рогачева, 1988]. В ее составе типичные представители различных орнитокомплексов, господствующих западнее или восточнее Енисейской границы и обычно не распространяющихся далее от нее. Соотношение видов преимущественно «западного» и «восточного» распространения – важный индикатор пространственной дифференциации авифауны в широтном направлении. Золотистая ржанка, серая ворона (*Corvus cornix* (L.)), камышевка-барсучок, серая мухоловка (*Muscicapa striata* (Pallas)) находят на Путорана восточный предел распространения. Клоктун (*Anas formosa* (Georgi)), горбоносый турпан (*Melanitta deglandi* (Bonaparte)), песочник-красношейка (*Calidris ruficollis* (Pallas)), сибирский пепельный улит, кроншнеп-малютка (*Numenius minutus* (Gould)), белопоясный стриж (*Apus pacificus* (Latham)), гольцовый конек, сибирский жулан, соловей-свистун (*Luscinia sibilans* (Swinhoe)), черная ворона (*Corvus corone* (L.)), бурый дрозд, сибирский дрозд (*Zoothera sibirica* (Pallas)), дрозд Науманна (*Turdus naumanni* (Temminck)), сибирская чечевица не проникают западнее Енисейской зоогеографической границы. За счет последних видов, которых в путоранской авифауне больше, в основном и поддерживается повышенное видовое богатство авифауны обсуждаемого горного региона [Романов, 1996, 2013; Романов и др., 2014].

В 2002, 2007, 2020 гг. зарегистрирован ряд видов ($n = 14$), статус пребывания и характер географического распространения которых на севере Среднесибирского плоскогорья были неизвестны, противоречивы или подтверждены единичным наблюдением. Доля таких видов в авифауне востока плато Путорана ($n = 10$) составляет 9%, в авифауне севера Вилюйского плато ($n = 4$) – 5%.

Для американского бекасовидного веретенника впервые для Путорана отмечен залет в весенний миграционный период (7 июня 2007 г.). Очередной залет деревенской ласточки 22 мая 2007 г. подтверждает вероятно регулярный характер подобных явлений на плато Путорана [Романов, 1996; 2015]. Гнездование остальных видов ($n = 8$) достоверно или весьма вероятно.

Весьма мозаичный современный гнездовой ареал пiskuльки (*Anser erythropus* (L.)) дополнен новым фрагментом, впервые обнаруженным 22 июня 2007 г. в горной части долины р. Котуй на отрезке между озерами Харпича и Люксина (68°20'–68°45' с. ш., 97°00'–97°45' в. д.), удаленным на 150 км к востоку от известных районов обитания на озерах Кутарамакан и Дюпкун Курейский [Романов, 2009].

Территориальные пары кроншнеп-малютки, желтоголовой трясогузки (*Motacilla citreola* (Pallas)), черной вороны зафиксированы в 2007 г. на востоке Путорана в долине р. Котуй между озерами Харпича и Дюпкун Котуйский (68°00'–68°45' с. ш., 97°00'–98°15' в. д.), где их гнездование ранее считалось неподтвержденным [Рябцев, 2014]. Гнездовые микропопуляции кроншнеп-малютки численностью 3–5 пар были обнаружены в 2007 г. на надпойменных террасах р. Котуй (68°21' с. ш., 97°45' в. д.), у восточной оконечности оз. Люксина (68°20' с. ш., 97°40' в. д.), а также в средней части котловины оз. Дюпкун Котуйский (68°05' с. ш., 98°25' в. д.). Этот вид куликов достоверно гнездится юго-восточнее указанных пунктов – в окрестностях оз. Чиринда [Волков, 1988], на севере Вилюйского плато [Егоров, Охлопков, 2007] и, возможно, северо-западнее, у оз. Аян.

Актуальна регистрация в долине р. Котуй между озерами Харпича и Дюпкун Котуйский таких видов, как обыкновенная пустельга, серая ворона, камышевка-барсучок, соловей-красношейка, рябинник, сибирская чечевица. Они впервые зарегистрированы нами на востоке Путорана на удалении, соответственно, 230, 100, 150, 200, 250, 100 км от известных ранее границ основного ареала этих видов [Волков, 1988; Егоров, Охлопков, 2007; Рябцев, 2014]. Серая ворона и камышевка-барсучок обнаружены к востоку от основной области своего распространения, а обыкновенная пустельга, соловей-красношейка, рябинник, сибирская чечевица – к северу. Вероятно, единичные изолированные территориальные группировки этих видов в нижней части горно-таежного пояса Путорана образуют самую окраину ареалов на севере Средней Сибири. Высока вероятность того, что это области спорадического гнездования или области ареала, где граница имеет явно выраженный пульсирующий характер.

О пребывании обыкновенной пустельги на плато Путорана долгое время было ничего не известно. Первые одиночные особи встречены в западной половине Путорана: 25 августа 1999 г. у западной оконечности оз. Собачье (69°04' с. ш., 90°55' в. д.) и 30 июля 2001 г. у южной оконечности оз. Дюпкун Курейский (67°43' с. ш., 91°50' в. д.). На востоке Путорана у восточной оконечности оз. Харпича (68°47' с. ш., 97°02' в. д.) в начале июня 2007 г. впервые отмечена гнездящаяся пара. Таким образом, установлено, что пустельга крайне редкий гнездящийся вид, спорадически распространенный на плато Путорана. Северная граница гнездового ареала в регионе проходит по 68°47' с. ш. Более распространена обыкновенная пустельга южнее: у юго-восточных предгорий Путорана в бассейне р. Котуй между озерами Чиринда и Ессей [Волков, 1988].

Территориальные активно поющие самцы камышевки-барсучка и соловья-красношейки отмечены в пойменных зарослях кустарников у р. Котуй, на отрезке между озерами Харпича и Дюпкун Котуйский (68°00'–68°45' с. ш., 97°00'–98°15' в. д.). И если для соловья-красношейки это пока единственная достоверная встреча на плато Путорана, то единичные особи камышевки-барсучка регистрировались в более западных частях региона: у оз. Аян в 1988 г., у оз. Кутарамакан в 1990 г., у оз. Собачье в 1999 г., в пойме р. Курейки в 2006 г. [Романов, 1996, 2003; Романов и др., 2007]. Соловей-красношейка достоверно гнездится в юго-восточных предгорьях Путорана – в окрестностях оз. Чиринда [Волков, 1988] и на севере Вилуйского плато [Егоров, Охлопков, 2007].

Гнездование рябинника на востоке Путорана зарегистрировано в 2007 г. в котловине оз. Дюпкун Котуйский (68°05' с. ш., 98°16' в. д.). Гнездящиеся рябинники встречались также на западе [Кречмар, 1966] и юго-западе [Романов, 2004, 2006, 2007] Путорана и значительно севернее – в долине р. Хатанги [Рябицев, 2014]. Сведения о пребывании вида в юго-восточных предгорьях Путорана и на севере Вилуйского плато отсутствуют [Волков, 1988; Егоров, Охлопков, 2007].

Встречи на востоке Путорана в 2007 г. целого ряда видов на границах известных ареалов подтверждают устойчивость границ их распространения в обследованных частях Среднесибирского плоскогорья. Например, на юго-восточной границе ареала отмечена золотистая ржанка, на южной – азиатская бурокрылая ржанка, пуночка, на северных и северо-западных окраинах своих ареалов отмечены каменный глухарь (*Tetrao parvirostris* (Bonaparte, 1856)), сибирский пепельный улит, гольцовый конек, сибирский жулан, дрозд Науманна, бурый дрозд, овсянка-ремез. Несмотря на то что северная граница распространения овсянки-ремеза

на севере Средней Сибири проводится по плато Путорана [Рябицев, 2014], здесь она почти никогда не встречалась [Романов, 2004, 2013; Волков, 1988] и впервые найдена на гнездовье в высокоствольном густом лиственничнике у оз. Дюпкун Котуйский (68°07' с. ш., 98°21' в. д.) в июле 2007 г.

На севере Вилуйского плато в верховьях р. Оленек гнездование большого веретенника впервые зарегистрировано в бассейне р. Алаakit в 2002 г. [Егоров, Охлопков, 2007; Дегтярев и др., 2020] и подтверждено наблюдениями в бассейне Верхней Томбы в 2020 г. Пока это единственный, локальный и самый северный пункт (66°57'–67°03' с. ш., 109°58'–107°26' в. д.) гнездования большого веретенника в подзоне северной тайги Средней Сибири, удаленный от известных к 2002 г. и расположенных южнее районов гнездования на 100–150 км. В пределах обследованных частей Вилуйского плато подтверждена стабильность северных границ ареалов черныша и пятнистого конька (66°39'–67°07' с. ш., 106°35'–109°54' в. д.) и уточнен северный предел распространения чеглока, большого улита (66°33'–67°07' с. ш., 110°19'–109°54' в. д.), пятнистого сверчка, пребывание которых зарегистрировано в бассейнах рек Алаakit и Верхняя Томба, расположенных на удалении 150–250 км от известных ранее северных границ ареала этих видов [Находкин и др., 2008; Рябицев, 2014].

В соответствии с господствующим типом высотной поясности, на севере Среднесибирского плоскогорья дифференцированы сменяющие друг друга с высотой авифауны горно-таежного, подгольцового и гольцового поясов.

По данным учетов 2007 г. и сведениям В.А. Зырянова [1988], на востоке Путорана гнездовая авифауна горно-таежного пояса насчитывает 90 (92%), подгольцового пояса – 22 (21%), гольцового пояса – 21 (20%) видов. При наличии в авифауне каждого пояса специфичных видов, авифауны двух соседних поясов имеют в своем составе много общих видов. Из 90 видов птиц, гнездящихся в горно-таежном поясе, и 22 видов, гнездящихся в подгольцовом, 20 видов – общие для авифаун обоих поясов. Из 22 видов птиц, гнездящихся в подгольцовом поясе, и 21 вида – в гольцовом поясе, 18 видов – общие для авифаун этих поясов. Несколько меньше общих видов ($n = 13$) отмечено для горно-таежного и гольцового поясов. Коэффициент фаунистического сходства горно-таежного и подгольцового поясов востока Путорана – 36%, подгольцового и гольцового – 84%, горно-таежного и гольцового – 23%. На востоке Путорана 80 видов (82% местной гнездовой авифауны) гнездится только в одном высотном поясе. Из числа таких видов горно-таежному поясу свойственны 75 (перепелятник (*Accipiter nisus* (L.)), каменный

глухарь, трехпалый дятел (*Picoides tridactylus* (L.)), серый сорокопут (*Lanius excubitor* (L.)), теньковка, белобровик и др.), гольцовому – пять (тундрная куропатка, хрустан, рогатый жаворонок, лапландский подорожник (*Calcarius lapponicus* (L.)), пуночка). Одновременно два высотных пояса на востоке плато Путорана осваивают в качестве гнездового местообитания 12 видов (12% местной гнездовой авифауны). Два нижних пояса обследованного региона населяют семь видов птиц: белая трясогузка, бурый дрозд, весничка, шур (*Pinicola enucleator* (L.)), белокрылый клест, полярная овсянка, овсянка-крошка. Зарегистрировано только пять видов, одновременно населяющих на гнездовье два верхних пояса, – кречет (*Falco rusticolus* (L.)), азиатская бурокрылая ржанка, золотистая ржанка, краснозобый и гольцовый коньки. Во всех трех высотных поясах распространены 13 видов (13% местной гнездовой авифауны): зимняк, чернозобая гагара, морянка, белая куропатка, галстучник (*Charadrius hiaticula* (L.)), сибирский пепельный улит, белохвостый песочник, обыкновенная кукушка (*Cuculus canorus* (L.)), ворон (*Delichon urbicum* (L.)), варакушка, обыкновенная каменка, ворон, обыкновенная чечетка.

По данным учетов 2002 и 2020 гг. на севере Вилуйского плато гнездовая авифауна горно-таежного пояса насчитывает 73 (100%), подгольцового пояса – 20 (27%) видов. Из 73 видов птиц, гнездящихся в горно-таежном поясе, и 20 видов – в подгольцовом, 18 видов являются общими для авифаун обоих поясов. Коэффициент фаунистического сходства горно-таежного и подгольцового поясов севера Вилуйского плато – 39%. На севере Вилуйского плато 57 видов (78% местной гнездовой авифауны) обитает только в одном высотном поясе. Из числа таких видов горно-таежному поясу свойственны 55 (тетеревятник (*Accipiter gentilis* (L.)), орлан-белохвост, фифи, речная крачка, пятнистый конек, обыкновенная чечевица и др.), подгольцовому поясу – два вида (средний кроншнеп, гольцовый конек).

В составе гнездовых авифаун горно-таежного пояса востока Путорана и севера Вилуйского плато 63 общих вида, подгольцового – 5. Среди видов, повсеместно гнездящихся в горно-таежном поясе, – тетеревятник, фифи, белая трясогузка, зарничка, свиристель, бурый дрозд, овсянка-крошка и др., в подгольцовом поясе – зимняк, гольцовый конек, ворон, обыкновенная каменка, обыкновенная чечетка.

Анализ степени общности подгольцовых и горно-таежных авифаун двух обследованных регионов Среднесибирского плоскогорья показал, что максимальное сходство авифаун проявляется в пределах горно-таежного пояса – 77%, значительно меньшее в пределах подгольцов – 24%.

ВЫВОДЫ

Авифауна горных районов севера Среднесибирского плоскогорья, расположенных в верховьях рек Котуй и Оленек, насчитывает 126 видов. Гнездовая авифауна ($n = 106$) составляет 29% гнездовой авифауны Средней, Восточной и Южной Сибири ($n = 362$) и 16% гнездовой авифауны России ($n = 657$). Впервые зарегистрированы 14 гнездящихся видов на расстоянии 100–250 км от известных ранее границ ареалов. На востоке Путорана долина р. Котуй представляет собой крупное «экологическое русло», по соответствующим местообитаниям которого вглубь горного массива Путорана проникают обыкновенная пустельга, камышевка-барсучок, соловей-красношейка, рябинник, сибирская чечевица, овсянка-ремез.

В обследованных пунктах ($n = 7$) севера Среднесибирского плоскогорья зарегистрировано 39–69 гнездящихся видов птиц. Видовое богатство в пяти из семи обследованных пунктов почти одинаково ($n = 60$ –69). Показатель представленности гнездовой авифауны севера Среднесибирского плоскогорья в отдельных обследованных пунктах ($n = 7$) – 37–65%. Уровень фаунистической общности локальных гнездовых авифаун обследованных районов севера Среднесибирского плоскогорья – 34–80%, в большинстве случаев – выше 60%, что свидетельствует в пользу однородности авифауны рассматриваемого региона.

Общность структуры фауны птиц поддерживается в горизонтальной плоскости видами, широко распространенными одновременно в большинстве обследованных регионов, а в вертикальной плоскости – видами, одновременно населяющими два обычно смежных высотно-ландшафтных пояса. Большинство видов, гнездящихся в обследованных пунктах севера Среднесибирского плоскогорья и формирующих общее фаунистическое ядро, широко распространено в северной тайге, лесотундре и частично в южной тундре.

Таксономическая структура гнездовой авифауны севера Среднесибирского плоскогорья соответствует зональным и ландшафтным особенностям рассматриваемой части Северной Азии. По числу представленных видов преобладают характерные для бореального и гипоарктического поясов Палеарктики воробьеобразные, ржанкообразные, гусеобразные, соколообразные, суммарно составляющие 90%.

Гнездовая авифауна востока плато Путорана формируется видами: пять типов фаун, наиболее значимы из которых элементы сибирского (40%) и арктического типов фауны (20%), и видами семи зонально-ландшафтных групп, наиболее значимы из которых бореально-гипоарктические (23%) и бореальные (20%). Арктоальпийские (тундрная куро-

патка, хрустан, рогатый жаворонок, обыкновенная каменка, пуночка) и альпийские (гольцовый конек) виды, наряду с видами, экологически тесно связанными с горными потоками (сибирский пепельный улит, горная трясогузка), определяют в процессе формирования качественного разнообразия авифауны ее горную специфику.

На севере Среднесибирского плоскогорья наиболее оригинальна в зоогеографическом отношении авифауна плато Путорана. Это предопределено тем, что плато расположено в пределах Енисейской зоогеографической границы, сформировавшейся по линии ледникового разрыва авифаунистических комплексов и ареалов видов. В ее составе типичные представители различных орнитокомплексов, господствующих западнее или восточнее Енисейской границы и обычно не распространяющихся далее от нее.

Авифауна обследованных районов севера Среднесибирского плоскогорья, формирующаяся в системе общих зональных и высотно-поясных закономерностей, объединяет виды, экологически тесно связанные с лесной и кустарниковой растительностью, участками редколесий, кустарниково-луговыми, водно-околоводными, горными или каменистыми местообитаниями. С высотой сокращаются видовое богатство, плотность населения птиц, обилие абсолютного большинства видов. В силу господствующих экологических условий, характерных для севера Палеарктики, авифауна обследованного региона имеет высотную дифференциацию, в соответствии с которой выделяются сменяющие друг друга с высотой авифауны горно-таежного, подгольцового и гольцового поясов.

На востоке Путорана гнездовая авифауна горно-таежного пояса насчитывает 90 (92%), подгольцового пояса – 22 (21%), гольцового пояса – 21 (20%) видов. На севере Вилюйского плато гнездовая авифауна горно-таежного пояса насчитывает 73 (100%), подгольцового пояса – 20 (27%) видов.

На севере Среднесибирского плоскогорья 78–82% всех гнездящихся видов птиц ограничены в своем распространении только одним высотным поясом. В широком диапазоне высот, охватывающем не менее двух высотных поясов, обитает 18–22% видов. Ареалы видов, обитающих в широком диапазоне высот, имеют явно выраженный трехмерный характер.

Максимальное сходство авифаун обследованных регионов Среднесибирского плоскогорья проявляется на уровне горно-таежного пояса – 77%, значительно меньшее на уровне подгольцов – 24%. Выявленные различия уровня общности соответствующих авифаун указывают на определенную автономность формирования авифауны на уровне каждого высотно-ландшафтного пояса.

Плотность населения птиц в сухопутных местообитаниях горно-таежного пояса востока Путорана составляет в среднем 426 ос./км², в подгольцовом – 83 ос./км², в гольцовом – 33 ос./км². Плотность населения птиц в горно-таежном поясе севера Вилюйского плато составляет в среднем 160 ос./км², в подгольцовом – 47 ос./км². В населении птиц горно-таежного пояса большинства обследованных пунктов ($n=7$) численно доминируют пеночка-зарничка, бурый дрозд, овсянка-крошка. В населении птиц подгольцового пояса более половины обследованных пунктов ($n=6$) численно доминируют гольцовый конек и обыкновенная чечетка, на востоке плато Путорана – также золотистая ржанка. В обследованных пунктах гольцового пояса востока плато Путорана в различном сочетании численно преобладают золотистая ржанка, гольцовый конек, обыкновенная каменка, обыкновенная чечетка.

Плотность населения птиц водно-околоводных местообитаний лежит в диапазоне 0,8–29,6 ос./км береговой линии. В водно-околоводных местообитаниях численно доминируют 17 видов птиц, из них перевозчик и полярная крачка – в трех пунктах, свиязь и речная крачка – в двух, а остальные 13 видов входят в число доминантов лишь какого-либо одного пункта.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреев Б.Н. Птицы Вилюйского бассейна. Якутск: Якутское книжное изд-во, 1987. 192 с.
- Вартапетов Л.А., Романов А.А., Ларионов А.Г., Егоров Н.Н., Шемякин Е.В. Ландшафтно-экологические тенденции пространственных изменений населения птиц Средней Сибири // Сибирский экологический журнал. 2019. № 6. С. 629–639.
- Волков А.Е. О фауне и населении птиц бассейна реки Котуй и окрестностей поселка Тура // Охрана и рациональное использование фауны и экосистем Енисейского севера. М.: Изд-во Института эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова АН СССР, 1988. С. 97–112.
- Воробьев К.А. Птицы Якутии. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 336 с.
- Дегтярев В.Г., Егоров Н.Н., Афанасьев М.А. Вилюйская

- популяция большого веретенника (*Limosa limosa melanuroides*, Charadriiformes, Scolopacidae) // Зоологический журнал. 2020. Т. 99. № 4. С. 430–435.
- Егоров Н.Н., Охлопков И.М. Наземные позвоночные животные особо охраняемых природных территорий Республики Саха (Якутия). Сообщение 1. Наземные позвоночные животные ресурсного резервата «Алаakit» // Наука и образование. 2007. № 2. С. 46–56.
- Зырянов В.А. Орнитофауна окрестностей оз. Нерангда // Животный мир плато Путорана, его рациональное использование и охрана: сб. науч. трудов ВАСХНИЛ, Сиб. отделение ИИКСХ Крайнего Севера. Новосибирск, 1988. С. 88–96.
- Кишинский А.А. Орнитофауна северо-востока Азии. М.: Наука, 1988. 288 с.
- Коблик Е.А., Архипов В.Ю. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР: списки видов. Зоологические исследования. № 14. М., 2014. 171 с.
- Кречмар А.В. Птицы Западного Таймыра // Биология птиц. М.; Л., 1966. С. 185–312.
- Маак Р.К. Вилюйский округ Якутской области. Ч. 2. СПб., 1886. 500 с.
- Матюшкин Е.Н. Европейско-восточноазиатский разрыв ареалов наземных позвоночных // Зоологический журнал. Т. 55. Вып. 9. 1976. С. 1277–1291.
- Наумов Р.Л. Птицы в очагах клещевого энцефалита Красноярского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: Институт медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского, 1964. 19 с.
- Находкин Н.А., Гермогенов Н.И., Сидоров Б.И. Птицы Якутии: полевой справочник. Якутск, 2008. 384 с.
- Норин Б.Н. Общая характеристика растительности // Горные фитоценологические системы Субарктики. Л.: Наука, 1986. С. 164–168.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
- Равкин Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967. С. 66–75.
- Рогачева Э.В. Птицы Средней Сибири. Распространение, численность, зоогеография. М.: Наука. 1988. 309 с.
- Рогачева Э.В., Сыроечковский Е.Е., Черников О.А. Птицы Эвенкии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 754 с.
- Романов А.А. Птицы плато Путорана. М.: Россельхозакадемия, 1996. 297 с.
- Романов А.А. Орнитофауна озерных котловин запада плато Путорана. М., 2003. 144 с.
- Романов А.А. Аннотированный список видов птиц плато Путорана // Фауна позвоночных животных плато Путорана. М., 2004. С. 113–299.
- Романов А.А. Видовой состав, численность и ландшафтно-биотопическое размещение птиц в бассейне р. Северной // Изучение и охрана животных сообществ плато Путорана: сб. науч. тр. М., 2006. С. 9–70.
- Романов А.А. Экология и территориальные связи пискун (Anser erythropus), гнездящихся на плато Путорана, Средняя Сибирь // Бюл. МОИП. Т. 114. Вып. 3. М., 2009. С. 3–10.
- Романов А.А. Авифауна гор Азиатской Субарктики: закономерности формирования и динамики // Русское общество сохранения и изучения птиц им. М.А. Мензбира. М., 2013. 475 с.
- Романов А.А., Голубев С.В., Мелихова Е.В. Закономерности пространственной дифференциации фауны и населения птиц плато Путорана // Сибирский экологический журнал. 2014. № 6. С. 831–843.
- Романов А.А., Мелихова Е.В., Зарубина М.А. Птицы гор Северной Азии: итоги исследований 2010–2018 гг. / Русское общество сохранения и изучения птиц им. М.А. Мензбира. М., 2019а. 240 с.
- Романов А.А., Мелихова Е.В., Зарубина М.А., Миклин Н.А., Яковлев В.О. Пространственная структура фауны и населения птиц гор Северо-Восточной Сибири // Сибирский экологический журнал. 2019б. № 4. С. 419–427.
- Романов А.А., Рупасов С.В., Журавлев Е.А., Голубев С.В. Птицы бассейна р. Курейки // Биоразнообразие экосистем плато Путорана и сопредельных территорий: сб. науч. тр. М., 2007. С. 7–70.
- Рябицев В.К. Птицы Сибири: справочник-определитель. Т. 2. М.; Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2014. 452 с.
- Штегман Б.К. Основы орнитографического деления Палеарктики // Фауна СССР. Птицы. Т. 1. Вып. 2. М.; Л., 1938. 157 с.
- The EBCC Atlas of European Breeding Birds: their distribution and abundance, E.J.M. Hagemeijer, M.J. Blair, A.D. Poyser (eds.), 1997, 903 p.

Поступила в редакцию 05.05.2021

После доработки 25.08.2021

Принята к публикации 27.09.2021

AVIFAUNA OF MOUNTAIN LANDSCAPES IN THE UPPER REACHES OF THE KOTUI AND OLENEK RIVERS (CENTRAL SIBERIA)

A.A. Romanov¹, E.V. Shemyakin², R.V. Kozhemyakina³, N.N. Egorov⁴,
L.V. Vartapetov⁵, S.V. Golubev⁶

^{1,3} Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography

^{2,4} Institute for Biological Problems of Cryolithozone -SB RAS, Department of Zoological Studies

⁵ Institute of Animal Systematics and Ecology SB RAS, Chief Researcher; D.Sc. in Biology;

e-mail: lvartapetov@yandex.ru

⁶ I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Laboratory of Experimental Ecology, zoologist; e-mail: gol_arctic@mail.ru

¹ Professor, D.Sc. in Biology; e-mail: putorana05@mail.ru² Scientific Researcher, Ph.D. in Biology; e-mail: shemyakine@mail.ru³ Student; e-mail: krimmal8@mail.ru⁴ Scientific Researcher; e-mail: epusilla@mail.ru

The ecological-geographical regularities of the spatial differentiation of bird population within the mountain-taiga, subalpine and alpine altitudinal belts in the north of the Central Siberian Plateau are analyzed. The survey was carried out as route accounting on transects of unlimited width at the elevations up to 1000 m above sea level. The avifauna of the region numbers 126 species. A number of species ($n = 14$) were first recorded by us on the nesting grounds in the northern parts of the Central Siberian Plateau at a distance of 100–250 km from the known boundaries of the range. The taxonomic structure of nesting avifauna corresponds to the zonal and landscape features of Northern Asia, with the dominance of species from the orders of Passeriformes, Charadriiformes, Anseriformes and Falconiformes, making up to 90% in total. The most significant species of avifauna belong to Siberian (40%) and Arctic (20%) types. In zoogeographic terms the avifauna of the north of the Central Siberian Plateau has specific features due to species ($n = 8$) ecologically associated with mountain landscapes. The species diversity of birds, the density of their population and the abundance of most species decrease with increasing altitudes, i.e. from the foothills to the peaks. About 90 species nest in the mountain-taiga belt of the east of the Putorana Plateau, 22 species in the subalpine belt and 21 species in the alpine one. There are 73 species nesting in the mountain-taiga belt of the north of the Vilyui Plateau and 20 species in the subalpine belt. From 18 to 22% of species inhabit wider range of altitudes covering at least two altitudinal belts. The density of bird population in the mountain-taiga belt of the east of the Putorana Plateau is 426 birds per 1 km², 83 birds per 1 km² in the subalpine zone and 33 birds per 1 km² in the alpine zone. The density of bird population in the mountain-taiga belt of the north of the Vilyui Plateau is 160 birds per 1 km², and 47 birds per 1 km² in the subalpine zone. The density of bird population on rivers is 2,4–29,6 birds per 1 km of the coastline, 0,8–3,4 birds per 1 km of the coastline of large tectonic lakes and 10.1 birds per 1 km of coastline of the oxbow floodplain lakes.

Keywords: bird population, distribution, nesting, species diversity, altitudinal belt, the Putorana Plateau, the Vilyuy Plateau

Acknowledgements. The research was carried out within the Development Program of the Interdisciplinary Scientific and Educational School of the Lomonosov Moscow State University “Future Planet and Global Environmental Change”.

REFERENCES

- Andreev B.N. *Pticy Viljujskogo bassejna* [Birds of the Vilyuy basin], Yakutsk, Yakutsk Publ., 1987, 192 p. (In Russian)
- Degtyarev V.G., Egorov N.N., Afanas'ev M.A. Viljujskaja populyaciya bol'shogo veretennika (*Limosa limosa melanuroides*, Charadriiformes, Scolopacidae) [The Vilyuy population of the great bogwren (*Limosa limosa melanuroides*, Charadriiformes, Scolopacidae)], *Zoologicheskij zhurnal*, 2020, vol. 99, no. 4, p. 430–435. (In Russian)
- Egorov N.N., Ohlopkov I.M. Nazemnye pozvonochnye zhivotnye osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij Respubliki Saha (Jakutija), Soobshhenie 1, Nazemnye pozvonochnye zhivotnye resursnogo rezervata “Alakit” [Terrestrial vertebrates of nature protection areas of the Republic of Sakha (Yakutia), Communication 1, Terrestrial vertebrates of the “Alakit” resource reserve], *Nauka i obrazovanie*, 2007, no. 2, p. 46–56. (In Russian)
- Kishchinskii A.A. *Ornitofauna severo-vostoka Azii* [Bird fauna of north-east Asia], Moscow, Nauka Publ., 1988, 288 p. (In Russian)
- Koblik E.A., Arkhipov V.Yu. *Fauna ptits stran Severnoi Evrazii v granitsakh byvshego SSSR: spiski vidov* [The fauna of birds of the countries of Northern Eurasia within the borders of the former USSR: lists of species], Moscow, Tovarischestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2014, 171 p. (In Russian)
- Krechmar A.V. *Pticy Zapadnogo Tajmyra* [Birds of Western Taimyr], *Biologiya ptic* [Birds' Biology], Moscow, Leningrad, 1966, p. 185–312.
- Maak R.K. *Viljujskij okrug Jakutskoj oblasti* [The Vilyuy district of the Yakutsk region], ch. 2, St. Petersburg, 1886, 500 p. (In Russian)
- Matjushkin E.N. Evropejsko-vostochnoaziatskij razryv area-lov nazemnyh pozvonochnyh [The Euro-East Asian rupture of the ranges of terrestrial vertebrates], *Zoologicheskij zhurnal*, 1976, vol. 55, iss. 9, p. 1277–1291. (In Russian)
- Nakhodkin N.A., Germogenov N.I., Sidorov B.I. *Pticy Yakutii: polevoi spravochnik* [Birds of Yakutia: field guide], Yakutsk, Oktaedr Publ., 2008, 384 p. (In Russian)
- Naumov R.L. *Ptitsy v ochagakh kleshchevogo entsefalita Krasnoyarskogo kraja: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Birds in the foci of tick-borne encephalitis within the Krasnoyarsk Territory], Moscow, E.I. Martynovskiy Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine Publ., 1964, 19 p. (In Russian)
- Norin B.N. [General characteristics of vegetation], *Gornye fitocenologicheskie sistemy Subarktiki* [Mountainous phytocenological systems of Sub-Arctic], Leningrad, Nauka Publ., 1986, p. 164–168. (In Russian)
- Pesenko Yu.A. *Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh* [Principles and methods of quantitative analysis for faunal studies], Moscow, Nauka Publ., 1982, 287 p. (In Russian)
- Ravkin Yu.S. [To the method of birds surveying in forest landscapes], *Priroda ochagov kleshchevogo entsefalita na Altae* [The nature of the foci of tick-borne encephalitis in Altai], Novosibirsk, 1967, p. 66–75. (In Russian)

- Rogacheva E.V. *Pticy Srednei Sibiri. Rasprostranenie, chislennost, zoogeografiya* [Birds of Central Siberia. Distribution, abundance and zoogeography], Moscow, Nauka Publ., 1988, 309 p. (In Russian)
- Rogacheva Je.V., Syroechkovskij E.E., Chernikov O.A. *Pticy Evenkii* [Birds of Evenkia], Moscow, Tovarišhestvo nauchnyh izdanij KMK Publ., 2008, 754 p. (In Russian)
- Romanov A.A. [Annotated list of bird species of the Putorana Plateau], *Fauna pozvonocnyh zhivotnyh plato Putorana* [Fauna of vertebrates of the Putorana Plateau], Moscow, 2004, p. 113–299. (In Russian)
- Romanov A.A. [Species composition, abundance and landscape-biotope distribution of birds in the Severnaya River basin], *Izuchenie i ohrana zhivotnyh soobshchestv plato Putorana* [Investigation and conservation of animal communities of the Putorana Plateau], collection of scientific papers, Moscow, 2006, p. 9–70. (In Russian)
- Romanov A.A. *Avifauna gor Aziatskoi Subarktiki: zakonomernosti formirovaniya i dinamiki* [Bird fauna of the mountains of the Asian Subarctic: principles of formation and dynamics], Moscow, M.A. Menz'bir Russian Society for the Conservation and Study of Birds Publ., 2013, 360 p. (In Russian)
- Romanov A.A. *Ekologiya i territorial'nye svyazi piskulek (Anser erythropus), gnezdjashhihsja na plato Putorana, Srednyaya Sibir'* [Ecology and territorial links of Lesser White-fronted Goose (*Anser erythropus*) nesting on the Putorana Plateau, Central Siberia], *Bulletin MOIP, Department of Biology*, vol. 114, iss. 3, Moscow, 2009, p. 3–10. (In Russian)
- Romanov A.A. *Ornitofauna ozernykh kotlovin zapada plato Putorana* [The avifauna of lake basins in the west of the Putorana Plateau], Moscow, 2003, 144 p. (In Russian)
- Romanov A.A. *Pticy plato Putorana* [Birds of the Putorana Plateau], Moscow, Rossel'hozakademija Publ., 1996, 297 p. (In Russian)
- Romanov A.A., Golubev S.V., Melikova E.V. *Zakonomernosti prostranstvennoj differenciacii fauny i naselenija ptic plato Putorana* [Regularities of spatial differentiation of the fauna and bird population of the Putorana Plateau], *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*, 2014, no. 6, p. 831–843. (In Russian)
- Romanov A.A., Melikova E.V., Zarubina M.A., Miklin N.A., Jakovlev V.O. *Prostranstvennaja struktura fauny i naselenija ptic gor Severo-Vostochnoj Sibiri* [Spatial structure of the fauna and population of birds in the mountains of North-Eastern Siberia], *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*, 2019b, no. 4, p. 419–427. (In Russian)
- Romanov A.A., Melikova E.V., Zarubina M.A. *Ptitsy gor Severnoi Azii: itogi issledovanii 2010–2018 gg.* [Mountain Birds of Northern Asia: 2010–2018 Research Results], Moscow, M.A. Menz'bir Russian Society for the Conservation and Study of Birds Publ., 2019a, 240 p. (In Russian)
- Romanov A.A., Rupasov S.V., Zhuravlev E.A., Golubev S.V. [Birds of the Kureyka River basin], *Bioraznoobrazie ekosistem plato Putorana i sopredel'nyh territorij* [Biodiversity of ecosystems of the Putorana Plateau and adjacent territories], Collection of scientific papers, Moscow, 2007, p. 7–70. (In Russian)
- Ryabicev V.K. *Pticy Sibiri: spravocnik-opredelitel, t. 2* [Birds of Siberia: Field Guide, vol. 2], Moscow, Ekaterinburg, Kabinetnyi uchenyi Publ., 2014, 452 p. (In Russian)
- Stegmann B.K. *Osnovy ornitogeograficheskogo deleniya Palearktiki* [Principles of the ornithogeographical subdivision of the Palaearctic region], *Fauna USSR. Pticy*, vol. 1, iss. 2, Moscow, Leningrad, 1938, 157 p. (In Russian)
- The EBCC Atlas of European Breeding Birds: their distribution and abundance, E.J.M. Hagemeijer, M.J. Blair, A.D. Poyser (eds.), 1997, 903 p.
- Vartapetov L.A., Romanov A.A., Larionov A.G., Egorov N.N., Shemjakina E.V. *Landsaftno-ekologicheskie tendencii prostranstvennykh izmenenij naselenija ptic Srednej Sibiri* [Landscape-ecological tendencies of spatial changes in the bird population of Central Siberia], *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*, 2019, no. 6, p. 629–639. (In Russian)
- Volkov A.E. [About fauna and bird population of the Kotui River basin and the vicinity of the Tura village], *Ohrana i racional'noe ispol'zovanie fauny i ekosistem Enisejskogo severa* [Protection and rational management of fauna and ecosystems in the Northern part of the Enisej River region], AS USSR, 1988, p. 97–112. (In Russian)
- Vorobjev K.A. *Pticy Yakutii* [Birds of Yakutia], Moscow, MGU Publ., 1963, 335 p. (In Russian)
- Zyrjanov V.A. [The avifauna in the environs of the Nerangda Lake], *Zhivotnyj mir plato Putorana, ego racional'noe ispol'zovanie i ohrana* [Animals of the Putorana Plateau, their rational use and conservation], Collection of scientific papers VASHNIL, Sib. branch of the Research Institute of Agriculture of the Far North, Novosibirsk, 1988, p. 88–96. (In Russian)

Received 05.05.2021

Revised 25.08.2021

Accepted 27.09.2021

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЗИЦИИ СЕЛЕВЫХ БАССЕЙНОВ ЛОВОЗЕРСКИХ ТУНДР

А.И. Рудинская¹, Ю.Р. Беляев², В.Р. Беляев³, А.Л. Гуринов⁴, Е.В. Гаранкина⁵

^{1–3,5} *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии*

¹ *Институт географии РАН, лаборатория палеоархивов природной среды, инженер-исследователь*
⁴ *РУДН, Аграрно-технологический институт, научный центр «Смарт технологии устойчивого развития
городской среды в условиях глобальных изменений»*

⁴ *Институт географии РАН, лаборатория геоморфологии*

¹ *Аспирант; e-mail: rudinskaya94@gmail.com*

² *Доц., канд. геогр. наук; e-mail: yrbel@mail.ru*

³ *Научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева,
вед. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: vladimir.r.belyaev@gmail.com*

⁴ *Мл. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: gurinov.artem@gmail.com*

⁵ *Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: evgarankina@gmail.com*

Ловозерские тундры относятся к северной зоне селеформирования и характеризуются средней степенью селевой опасности. Анализ данных дистанционного зондирования и полевое обследование позволили установить, что на этой территории расположено 35 селевых бассейнов. В зависимости от геоморфологической позиции селевые бассейны были разделены на следующие типы: 1) бассейны временных водотоков на внешних склонах массива; 2) бассейны, включающие в себя эрозионные (тектоническо-эрозионные) долины постоянных водотоков, не несущие следов существенной ледниковой переработки, и примыкающие к ним приводораздельные склоны; 3) бассейны, наследующие комплексы ледникового рельефа (кары, цирки и троговые долины) и примыкающие к ним приводораздельные склоны. Третий тип бассейнов был разделен на два подтипа в зависимости от степени флювиальной переработки ледникового рельефа: бассейны, наследующие комплексы ледникового рельефа со значительной степенью флювиальной переработки и примыкающие к ним приводораздельные склоны (первый подтип), и бассейны, наследующие комплексы ледникового рельефа с незначительной степенью флювиальной переработки и примыкающие к ним приводораздельные склоны (второй подтип). Почти половина селевых бассейнов Ловозерских тундр относится ко второму типу, почти 40% – к бассейнам третьего типа, характеризующимся незначительной степенью флювиальной переработки ледникового рельефа (второй подтип). Для каждого типа (подтипа) был выбран наиболее репрезентативный представитель для детальной характеристики его геоморфологического строения и селевых морфодинамических зон. Сравнительный анализ внутреннего строения бассейнов разных типов (подтипов) позволил установить связь устройства морфодинамических зон селевых бассейнов с их геоморфологической позицией. В частности, для бассейнов первого и второго типов характерна аккумуляция большей части селевого материала в пределах конусов выноса. Такая же ситуация наблюдается в бассейнах третьего типа, характеризующихся значительной флювиальной переработкой. В бассейнах третьего типа с незначительной флювиальной переработкой основные аккумулятивные тела сосредоточены во внутренней части долин.

Ключевые слова: селевые потоки, водоснежные потоки

ВВЕДЕНИЕ

Изучение условий возникновения, генетических типов и рельефообразующей деятельности селевых потоков имеет как прикладное, так и фундаментальное значение. Селевые потоки относятся к категории опасных природных процессов в соответствии с нормативной документацией [СП 116.13330.2012], и хозяйственное освоение горных территорий непременно сопряжено с изучением потенциальной селевой опасности. Выявление основных типов селевых бассейнов по их геоморфологической позиции позволяет установить связь между геоморфологическим положением бассейна и особенностями

его функционирования – характерным соотношением морфодинамических зон, дальностью и объемом выноса материала.

До настоящего момента селевой рельеф высоких широт изучен недостаточно подробно. Основное внимание здесь уделяется водоснежным потокам, которые, как предполагается, являются доминирующим типом селевых явлений [Сапунов, 1985] в северной зоне их развития. Имеются крупные обобщающие работы по Хибинским тундрам [Водоснежные потоки..., 2001]. Опубликованы отрывочные сведения о развитии селевых процессов на Полярном Урале [Познанин, 1975; Ходаков, Ильи-

на, 1989; Грязнов и др., 2016], плато Путорана [Перов, 1981] и на Северо-Востоке России [Нефедов, Кузнецов, 1982; Ващалова и др., 1988; Мочалов, Горин, 1992], по северу Скандинавского полуострова [Nyberg, 1989; Hestnes, 1998] и некоторым районам Аляски и Канады [Turcotte et al., 2011]. Имеются данные о водоснежных и водокаменных потоках и в более высокоширотных районах Северного полушария – например, на Шпицбергене [Bernhardt et al., 2017; Демидов, Демидов, 2019]. Тем не менее многие горные массивы Субарктики и Арктики, в том числе вовлеченные в активное антропогенное освоение, не имеют детальной характеристики строения и распространения селевых форм рельефа в среднем и/или крупном масштабах, хотя, согласно профильным специализированным картам, относятся к селеопасным [Перов и др., 2017]. Одно из таких горных сооружений – низкогорный (преобладающие высоты составляют 800–1000 м) массив Ловозерские тундры, расположенный в центральной части Кольского полуострова. Территория Ловозерских тундр – традиционный район неорганизованного туризма, а в северо-западной части массива расположен крупный узел горнопромышленного освоения.

Массив изометричен в плане: его протяженность с севера на юг составляет 25 км, с запада на восток – около 30 км. В геологическом отношении Ловозерские тундры представляют собой позднепалеозойское интрузивное тело щелочного состава, внедрившееся в архейские метаморфические породы. В неоген-четвертичное время в результате дифференцированных блоковых тектонических движений интрузия была приподнята над окружающими денудационными равнинами и глубоко расчленена, в результате чего сформировалось тектоно-денудационное низкогорье с крупными фрагментами платообразных вершинных поверхностей. Значительное влияние на формирование рельефа Ловозерского массива и прилегающих равнин оказали плейстоценовые оледенения. Наиболее широко распространены ледниковые и водноледниковые отложения и рельеф позднеплейстоценового возраста – в это время происходило одновременное формирование Ловозерского горного ледника и продвижение на восток покровного ледника со Скандинавского полуострова [Семенова, 2004; Евзеров, Николаева, 2010]. Отложения покровного поздневалдайского ледника распространены у подножия массива и в тыловой части внешних склонов до абсолютных высот 300–400 м [Евзеров, 2010]. Окончательная дегляциация произошла в конце позднего плейстоцена – начале голоцена.

Преобладающие генетические типы рельефа в пределах Ловозерского массива – тектоно-де-

нудационный, ледниковый и флювиальный. Горный массив расчленен радиальной сетью долин сложного эрозионно-экзарационного генезиса, берущих свое начало в крупных ледниковых цирках или в пологих водосборных понижениях среди плато. Реки в Ловозерских тундрах отличаются глубоко врезанными, иногда каньонообразными долинами глубиной более 100 м. Продольные профили долин крутопадающие, в целом слегка вогнутые, с отчетливо выраженной ступенчатостью.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение селевого рельефа Ловозерских тундр производилось по стандартной методике и содержало в себе три этапа: предполевой камеральный, полевой и камеральную обработку собранных полевых данных. В рамках предполевого камерального этапа производилось визуальное дешифрирование следов развития селевых процессов с помощью подобранных в соответствии с существующими рекомендациями [Голубев, Лабутина, 1966; Садов, 1972; Перов, 2012] морфологических (характеризующих поперечный и продольный профили долины, крутизну тальвегов и бортов долин), геологических (указывающих на выходы скальных пород и накопления валунно-глыбового материала) и ландшафтных (соответствующих определенному типу растительности – одной из характеристик возраста селевого рельефа) критериев. Для дешифрирования использовались карты Генерального штаба масштаба 1:50 000 и 1:25 000 и полученные из открытых источников с помощью программного комплекса SAS Planet синтезированные в естественных цветах космические снимки субметрового пространственного разрешения за 31.08.2016 со спутников GeoEye и WorldView-2. На втором этапе в ходе полевых работ проводилось уточнение схемы предварительного дешифрирования селевых бассейнов, описывались параметры форм селевого рельефа, селевые отложения, выделялись морфодинамические зоны селевых бассейнов. По итогам полевого обследования в среде QGIS была построена карта селевых бассейнов Ловозерских тундр (рис. 1). Далее были выделены три типа селевых бассейнов в соответствии с их геоморфологическим положением (см. рис. 1): водосборные бассейны временных водотоков на внешних склонах массива (первый тип), водосборы, включающие в себя эрозионные (тектоно-эрозионные) долины постоянных водотоков, и примыкающие к ним приводораздельные склоны (второй тип) и водосборы, наследующие комплексы ледникового рельефа (кары, цирки и троговые долины), и примыкающие к ним приводораздельные склоны

(третий тип). Последний тип был разделен на два подтипа в зависимости от степени выраженности флювиальной переработки рельефа – наличия или отсутствия морфологически выраженного эрозионного вреза в днище долины. Для более детального рассмотрения особенностей пространственной

организации селевых бассейнов на разных геоморфологических позициях внутри каждого типа (подтипа) были выбраны наиболее репрезентативные представители, для которых были составлены геоморфологические схемы и схемы морфодинамических зон селевого бассейна.

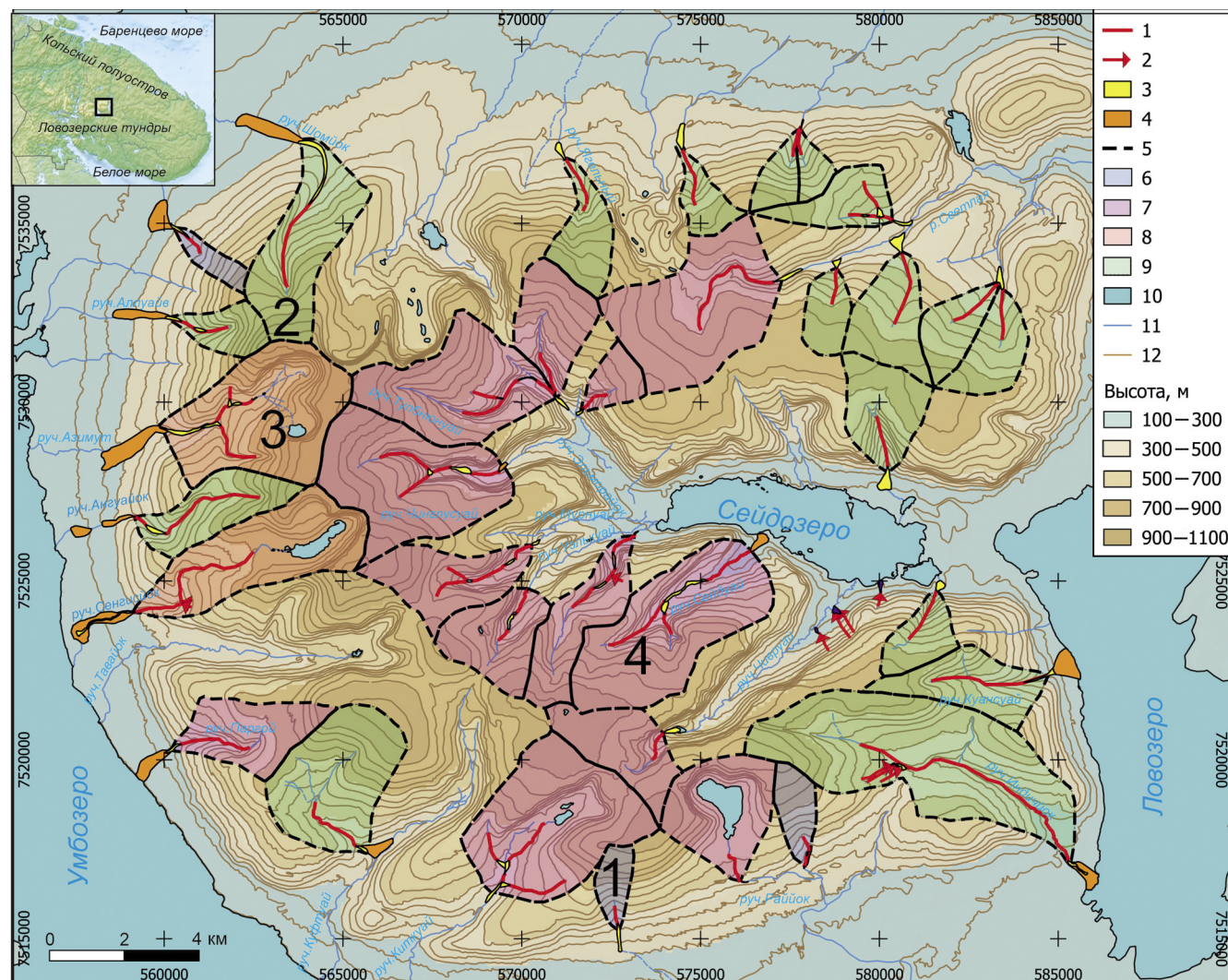


Рис. 1. Селевые бассейны Ловозерских тундр:

1 – зоны транзита селевых потоков; 2 – небольшие очаги водоснежных потоков; 3 – зоны разгрузки (современные конусы выноса); 4 – зоны разгрузки (голоценовые конусы выноса); 5 – границы селевых бассейнов; 6 – водосборы временных водотоков на внешних склонах массива; 7 – водосборы, включающие в себя эрозионные (тектонно-эрозионные) долины постоянных водотоков без следов существенной ледниковой переработки и примыкающие к ним приводораздельные склоны; 8 – водосборы, наследующие комплексы ледникового рельефа (кары, цирки и троговые долины) со значительной степенью флювиальной переработки и примыкающие к ним приводораздельные склоны; 9 – водосборы, наследующие комплексы ледникового рельефа (кары, цирки и троговые долины) с незначительной степенью флювиальной переработки и примыкающие к ним приводораздельные склоны; 10 – озера; 11 – водотоки; 12 – изогипсы. Цифрами на карте обозначены ключевые селевые бассейны: 1 – бассейн б/н; 2 – бассейн Шомйока; 3 – бассейн Азимута; 4 – бассейн Сейдуая

Fig. 1. Debris flow basins of the Lovozerkiye Tundry massive:

1 – transport zones; 2 – small slushflow initiation zones; 3 – deposition zones (active debris flow fans); 4 – deposition zones (Holocene debris-flow fans); 5 – borders of debris flow basins; 6 – catchment areas of temporary streams on the outer slopes of the massif; 7 – catchment areas that include erosional (tectonic-erosional) valleys of permanent streams without pronounced glacial reworking and adjacent slopes of interfluvies; 8 – catchment areas taking over the complexes of glacial landforms (kars, cirques and troughs) with a significant degree of fluvial reworking and adjacent slopes of interfluvies; 9 – catchment areas taking over the complexes of glacial landforms (kars, cirques, and troughs) with a slight degree of fluvial reworking and the adjacent slopes of interfluvies; 10 – lakes; 11 – streams; 12 – contour lines. Numbers mark the key debris-flow basins (1 – unnamed stream basin; 2 – Shomyok basin; 3 – Azimuth basin; 4 – Seyduaj basin)

Исследования динамики селевого рельефа в соседнем Хибинском горном массиве указывают на последниковые этапы активизации склоновых и селевых процессов на протяжении голоцена [Вашалова, 1987; Garankina et al., 2019]: 5600–4800, 3500–3250, 2850–2700, 2150–1700 и с 650 л. н. К этим этапам относят формирование больших по площади селевых конусов выноса с ложбинно-грядовым рельефом. Вероятно, схожие по площади и строению селевые конусы выноса в Ловозерских тундрах имеют такой же возраст. При составлении морфодинамических схем на ключевые бассейны Ловозерского массива зоны селевой аккумуляции были разделены на две возрастные генерации в зависимости от их морфологического облика и ландшафтных характеристик образующих их форм рельефа – на современные (моложе 100 лет) и голоценовые (старше 100 лет). К современным зонам аккумуляции были отнесены формы свежего облика с характерным размахом высот от 0,5 до 1,5 м. Их ландшафтная характеристика – от полного отсутствия растительности до фрагментарного травянистого либо мохово-лишайникового покрова с кустарниковой порослью. К голоценовым зонам аккумуляции были отнесены участки с ложбинно-грядовым рельефом с амплитудой высот до 3–4 м, занятые смешанным и хвойным лесом с хорошо сформированным дерново-травянистым покровом. Отсутствие детальных исследований по реконструкции селевой активности в Ловозерских тундрах не позволяет выделить принятые в селеведении современные, исторические и голоценовые возрастные генерации селевых форм рельефа [Перов, 2014].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значительная (более 90%) доля речных долин Ловозерского массива носит следы селевой переработки – в пределах массива расположены 35 селевых бассейнов. Около 10% селевых бассейнов относятся к водосборам временных водотоков на внешних тектоно-денудационных склонах массива. Почти половина бассейнов (около 45%) включает в себя эрозионные долины постоянных водотоков и примыкающие к ним приводораздельные склоны. 11% бассейнов включают в себя комплексы ледникового рельефа, в послеледниковое время подвергшиеся значительному преобразованию флювиальными процессами, и примыкающие к ним приводораздельные склоны. Около 35% селевых бассейнов включают комплексы ледникового рельефа со слабой флювиальной переработкой и примыкающие к ним приводораздельные склоны.

Ключевой бассейн № 1 относится к селевым бассейнам первого типа (рис. 2). Площадь бассей-

на составляет около 1,8 км². Селевая деятельность в рассматриваемом бассейне осуществляется в верхней части долины временного водотока. В верхней части бассейна к вершинной поверхности примыкает водосборная воронка площадью около 400 м², в пределах которой развивается плоскостной смыв. Устьевая часть этой воронки представляет собой селевой очаг бассейна. В основании воронки начинается зона транзита селевого потока длиной около 0,8 км, представленная эрозионным врезом V-образного поперечного профиля глубиной 3–4 м, шириной по бровкам 20–30 м, по днищу 10 м. Продольный профиль в зоне транзита – прямой, средняя крутизна тальвега составляет 11°. Отложения материала в пределах транзитной зоны не происходит – отсутствуют зоны бокового заплеска и локальные расширения днища вреза. Разгрузка материала осуществляется у подножия склона, конус выноса площадью 0,05 км² целиком расположен на левом борту русла временного водотока.

Для всех бассейнов первого типа, как и для ключевого бассейна № 1, характерно простое строение – формируется единственное селевое русло, зона зарождения, транзита и аккумуляции последовательно сменяют друг друга вниз по течению. На территории Ловозерских тундр во всех селевых бассейнах этого типа роль селевого очага выполняют устья водосборных воронок. Длина тальвегов меняется от 0,4 до 0,8 км, их крутизна составляет от 7 до 11°. Зоны транзита бассейнов этой группы, как и в ключевом бассейне, морфологически выражены в виде V-образных либо теснинообразных врезов глубиной до нескольких метров. Зоны разгрузки морфологически выражены в виде конусов выноса, расположенных у подножия внешнего тектоно-денудационного склона. Дальность выноса селевого материала меняется у разных бассейнов – от 0,1 до 0,7–0,8 км. Один из бассейнов характеризуется также наличием более обширного голоценового конуса выноса, залегающего поверх водно-ледниковых образований на предгорной равнине.

Ключевой бассейн № 2 (бассейн руч. Шомйок) относится ко второму типу селевых бассейнов. Он расположен в северо-западной части массива. Долина ручья Шомйок имеет сложный эрозионно-экзарационный генезис (рис. 3). Селевой очаг представлен устьем водосборной воронки, ниже которого формируется участок селевого транзита длиной порядка 400–500 м, выраженный в виде U-образного вреза глубиной до 1 м и шириной 15–20 м по бровкам и 7–10 м по днищу. Ниже резкого перегиба продольного профиля тальвега его крутизна значительно падает (от 10–15 до 5°), селевой транзит прекращается, и формируется участок внутридолинной аккумуляции длиной 1,2 км и шириной около 100 м. В морфоло-

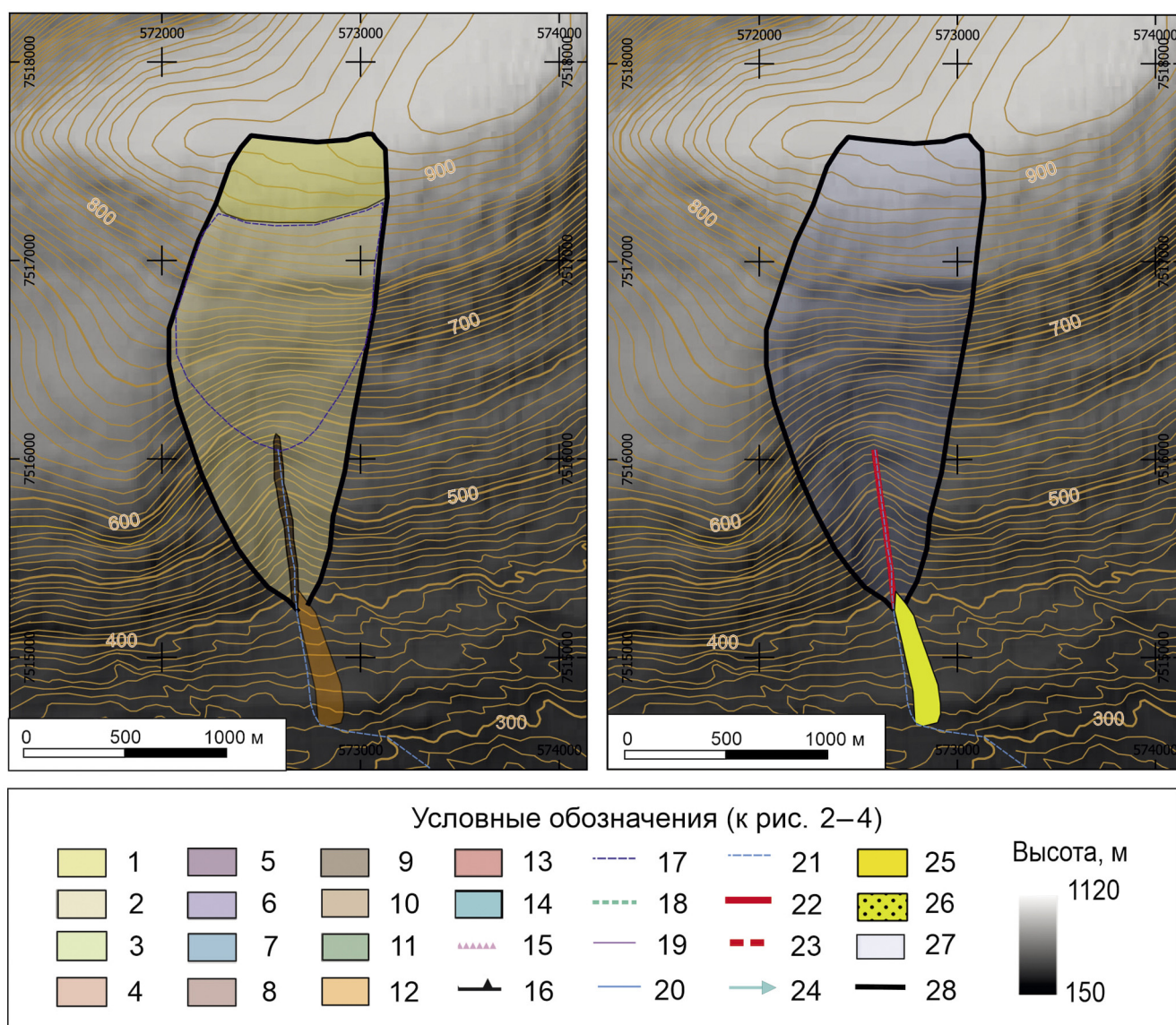


Рис. 2. Геоморфологическое строение и морфодинамические зоны ключевого бассейна № 1.

Сводные условные обозначения к рис. 2–4: 1 – плоские, полого выпуклые и наклонные вершинные поверхности; 2 – внешние тектоно-денудационные склоны Ловозерского массива; 3 – склоны между разными уровнями вершинных поверхностей; 4 – придолинные склоны междуречий; 5 – экзарационные склоны; 6 – холмисто-западинный моренный рельеф; 7 – днища котловин приледниковых озер; 8 – эрозионно-экзарационные склоны; 9 – эрозионные склоны крутизной более 15°; 10 – эрозионные склоны крутизной менее 15°; 11 – эрозионно-аккумулятивные днища долин постоянных и временных водотоков; 12 – пролювиально-селевые конусы выноса и внутренние дельты; 13 – тектонические ущелья; 14 – озера; 15 – ригели; 16 – бровки каров, цирков и троговых долин; 17 – контуры водосборных воронок; 18 – контуры нивальных ниш; 19 – контуры лавинных лотков; 20 – русла постоянных водотоков; 21 – тальвеги временных водотоков; 22 – активные зоны транзита; 23 – реликтовые зоны транзита; 24 – сопряженные зоны транзита лавин и водоснежных потоков; 25 – современные конусы выноса и зоны внутридолинной аккумуляции; 26 – реликтовые голоценовые конусы выноса; 27 – водосборные площади селевых бассейнов; 28 – границы селевых бассейнов

Fig. 2. Geomorphologic structure and morphodynamic zones of key basin no. 1.

Symbols for figs. 2–4: 1 – flat, gently convex and inclined interfluvies; 2 – outer tectonic and denudation slopes of the Lovozerskiye Tundry massive; 3 – slopes between different levels of interfluvies; 4 – transitional valleys slopes of interfluvies; 5 – exaration slopes; 6 – hilly-depression moraine relief; 7 – bottoms of the periglacial lake basins; 8 – erosional and exaration slopes; 9 – erosional slopes more than 15° steep; 10 – erosional slopes less than 15° steep; 11 – erosion and accumulative bottoms of valleys of permanent and temporary streams; 12 – proluvial and debris-flow fans and internal deltas; 13 – tectonic gorges; 14 – lakes; 15 – riegels; 16 – contours of kars, circus, and glacial troughs; 17 – contours of drainage funnels; 18 – contours of nivation niches; 19 – contours of avalanche trays; 20 – permanent stream beds; 21 – temporary stream beds; 22 – active transport zones; 23 – relic transport zones; 24 – conjugate transit zones of avalanches and slushflows; 25 – active debris-flow fans and inner accumulation zones; 26 – relic Holocene debris-flow fans; 27 – catchment areas of debris-flow basins; 28 – borders of debris-flow basins

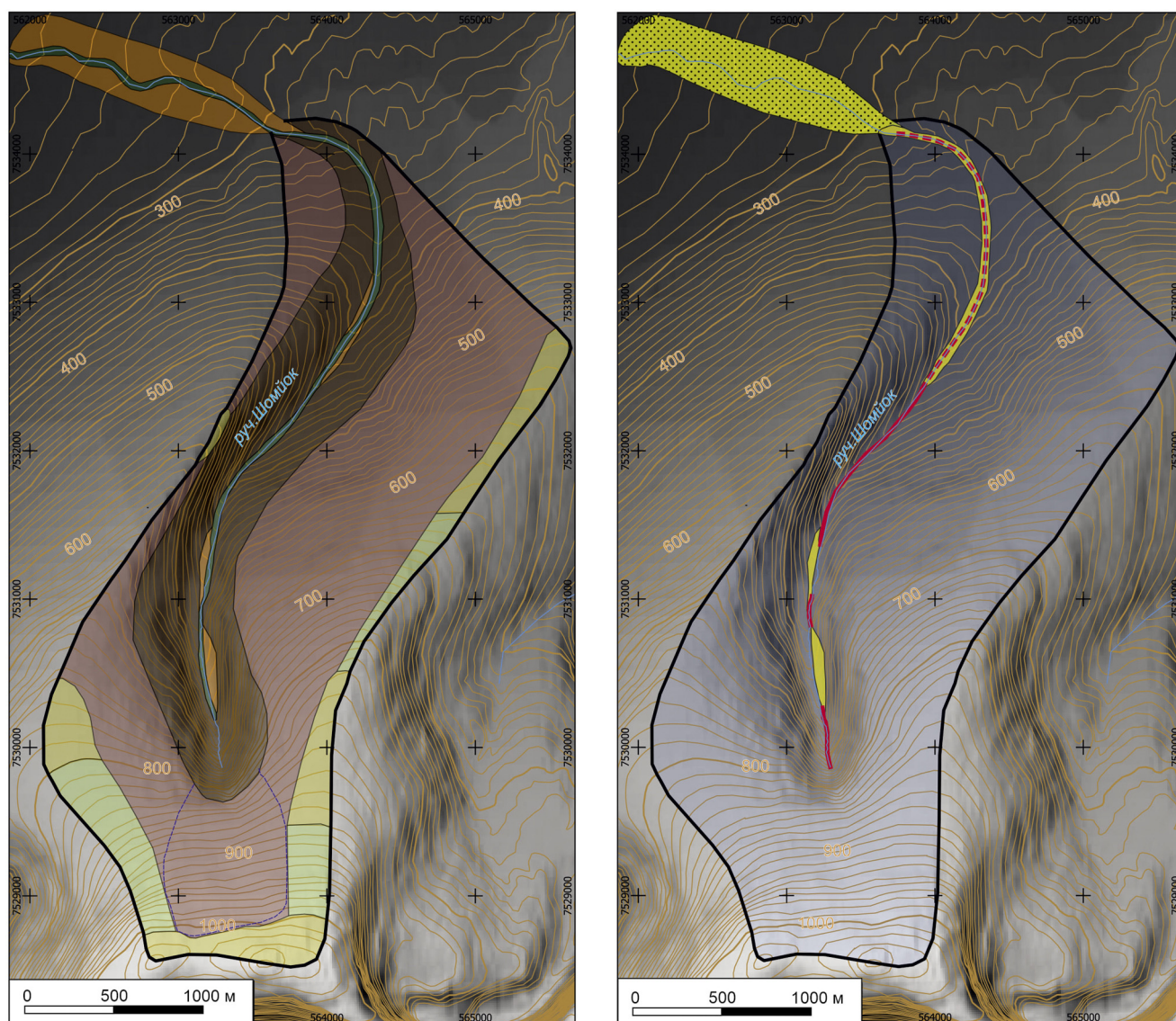


Рис. 3. Геоморфологическое строение и морфодинамические зоны ключевого бассейна № 2

Fig. 3. Geomorphologic structure and morphodynamic zones of key basin no. 2

гическом отношении эта зона представляет собой поверхность с общим пологим (на $3\text{--}5^\circ$) наклоном вниз по течению, внутри которой прослеживаются несколько выпуклых перегибов высотой менее 1 м. Возможно, эти перегибы фиксируют фронтальные уступы разновозрастных аккумулятивных селевых образований. Русло на этом участке фуркирует, разделяясь на рукава шириной до 0,5–1 м. Ниже по течению в связи с увеличением уклона расположена зона селевого транзита, морфологически выраженная как ящикообразный донный врез глубиной 2–3 м, шириной по бровкам 60 м, по днищу – 30 м. Этот участок транзита имеет длину около 1,2 км. Ниже по течению расположен участок современной селевой аккумуляции длиной около 1 км – до выхода водотока на предгорную равнину. Аккумулятивные тела представлены главным образом в виде селевых террас высотой до 1,5 м над урезом с площадками шириной

до 15–20 м. В русле имеются задернованные и занятые мелколиственной древесной растительностью гряды высотой до 0,5–0,7 м и длиной первые десятки метров. Судя по морфологии и ландшафтным характеристикам, эти гряды представляют собой следы селевого транзита, ранее развивавшегося на этом участке. Современная зона селевой аккумуляции переходит в голоценовый конус выноса площадью 0,63 км², выходящий на предгорную водно-ледниковую равнину. Поверхность конуса полого-выпуклая от основания к периферии, осложнена веерообразно расходящимися ложбинами корытообразного поперечного профиля.

Селевые бассейны, включающие в себя эрозионные (тектонно-эрозионные) долины постоянных водотоков без следов значительной ледниковой переработки и примыкающие к ним приводораздельные склоны, составляют порядка 50% селевых бассейнов массива. Примерно в половине случаев

долины постоянных водотоков, входящих в состав бассейнов этой группы, прорезают внешние склоны массива. Другая половина бассейнов такого типа включает в себя эрозионные долины, прорезающие борта трогов во внутренних частях массива. Однако, несмотря на различия в некоторых аспектах геоморфологического положения бассейнов и существенную разницу в водосборной площади (от 2,7 до 22,5 км²), представители этой группы в целом характеризуются схожим строением с ключевым бассейном № 2: за редким исключением это бассейны с единственным селевым руслом, основная аккумуляция селевого материала в которых происходит на конусе выноса. Длина селевых тальвегов существенно меняется от бассейна к бассейну – от 0,9 до 7,5 км, средняя крутизна тальвегов у сравнительно крупных бассейнов составляет около 5–6°, у сравнительно небольших по площади бассейнов она может достигать 9–10°. Различия в параметрах бассейнов (в первую очередь в водосборных площадях и длине тальвегов) могут быть связаны наследованием некоторыми эрозионными долинами (например, долинами руч. Индицйока и нижнего правого притока руч. Куфтуая) тектонических структур, вследствие чего формируются бассейны большой площади и с длинными тальвегами. Примерно в четверти бассейнов этого типа помимо основного конуса выноса формируются внутридолинные зоны аккумуляции (как и в ключевом бассейне № 2). В третьей части бассейнов, как и в ключевом для этой группы, современные конусы выноса переходят в голоценовые, выдвинутые на предгорные равнины на расстояние от 0,8 до 1,8 км.

Ключевой бассейн № 3 относится к третьему типу селевых бассейнов и характеризуется значительной флювиальной переработкой ледникового рельефа днища долины (первый подтип). Этот бассейн расположен на западном макросклоне Ловозерского массива и включает в себя вложенную верховьями в ледниковый цирк долину руч. Азимут и примыкающие к ней придолинные склоны вершинных поверхностей (рис. 4). Бассейн имеет сложное строение: в основное русло впадают разнопорядковые селевые притоки.

Два верхних притока первого порядка по Штралеру–Философову (№ 3-1-1 и № 3-1-2) формируются в пределах многоуровневой троговой долины. Селевой очаг правого верхнего селевого притока № 3-1-1, дренирующего борт ледникового цирка, представлен выпуклым перегибом склона в приборочной части трога, где происходит гравитационное перемещение переувлажненных снежных масс. Далее движение селевых потоков осуществляется по врезу V-образного поперечного профиля глубиной до 5–7 м, шириной по бровкам около 40–50 м, по днищу – до 15 м. Зона

транзита этого селевого притока имеет длину около 0,3 км и крутизну около 11°. Зона аккумуляции представлена треугольным в плане конусом выноса площадью 0,02 км². Левый верхний приток № 3-1-2 дренирует днище цирка. Зарождение селевых потоков в нем происходит вследствие подпруживания русла лавинами и эпизодических спусков воды из небольших озер в днище цирка. Зона транзита морфологически выражена как корытообразный врез в днище цирка, ширина этого вреза по бровкам – около 30 м, по днищу – около 15 м, его глубина составляет около 2 м, крутизна тальвега – 3°. Зона разгрузки этого селевого притока представлена лепесткообразным в плане участком внутридолинной аккумуляции площадью менее 0,01 км². В результате слияния вышеописанных притоков образуется селевой приток второго порядка № 3-1. Транзитная зона длиной около 0,5 км расположена на участке долины с теснинообразным профилем, днище целиком занято селевым врезом глубиной до 3–4 м, шириной по бровкам около 60–70 м, по днищу – 20–30 м. Средняя крутизна селевого тальвега составляет 3°.

Нижний левый селевой приток № 3-2 расположен в долине сложного эрозионно-экзарационного генезиса. Селевым очагом здесь служит устье водосборной воронки, зона транзита фактически занимает все днище долины V-образного поперечного профиля. Глубина донного вреза составляет до 2–3 м, ширина – 15–18 м, средняя крутизна тальвега 11°. Ниже субмеридионального поворота русла на его левом борту расположена селевая терраса длиной около 500 м и высотой 2–3 м над урезом, полого наклоненная (до 4–5°) вниз по течению. Селевые притоки № 3-1 и № 3-2 имеют общую зону разгрузки площадью 0,03 км². В настоящее время эта зона разгрузки фактически представляет собой эрозионный останец, поскольку русла обоих селевых притоков прорезают ее поверхность.

Главное селевое русло (№ 3) формирует транзитно-эрозионный участок бассейна. Следы транзита в русле морфологически выражены в виде линейно-вытянутых валунно-глыбовых селевых гряд высотой менее 0,5 м и длиной первые метры. Отложения современных селевых потоков представляют собой полосы аккумуляции шириной до 20–30 м по обоим бортам селевого русла. Длина этого участка составляет 1,1 км, средняя крутизна тальвега – порядка 3°, общая площадь аккумулятивных тел – 0,08 км². Ниже по течению транзитно-эрозионный участок переходит в голоценовый конус выноса площадью 0,68 км², залегающий поверх водно-ледниковых образований предгорной равнины. Поверхность конуса осложнена веерообразно расходящимися грядами высотой до 2–3 м и разделяющими их ложбинами корытообразного поперечного профиля.

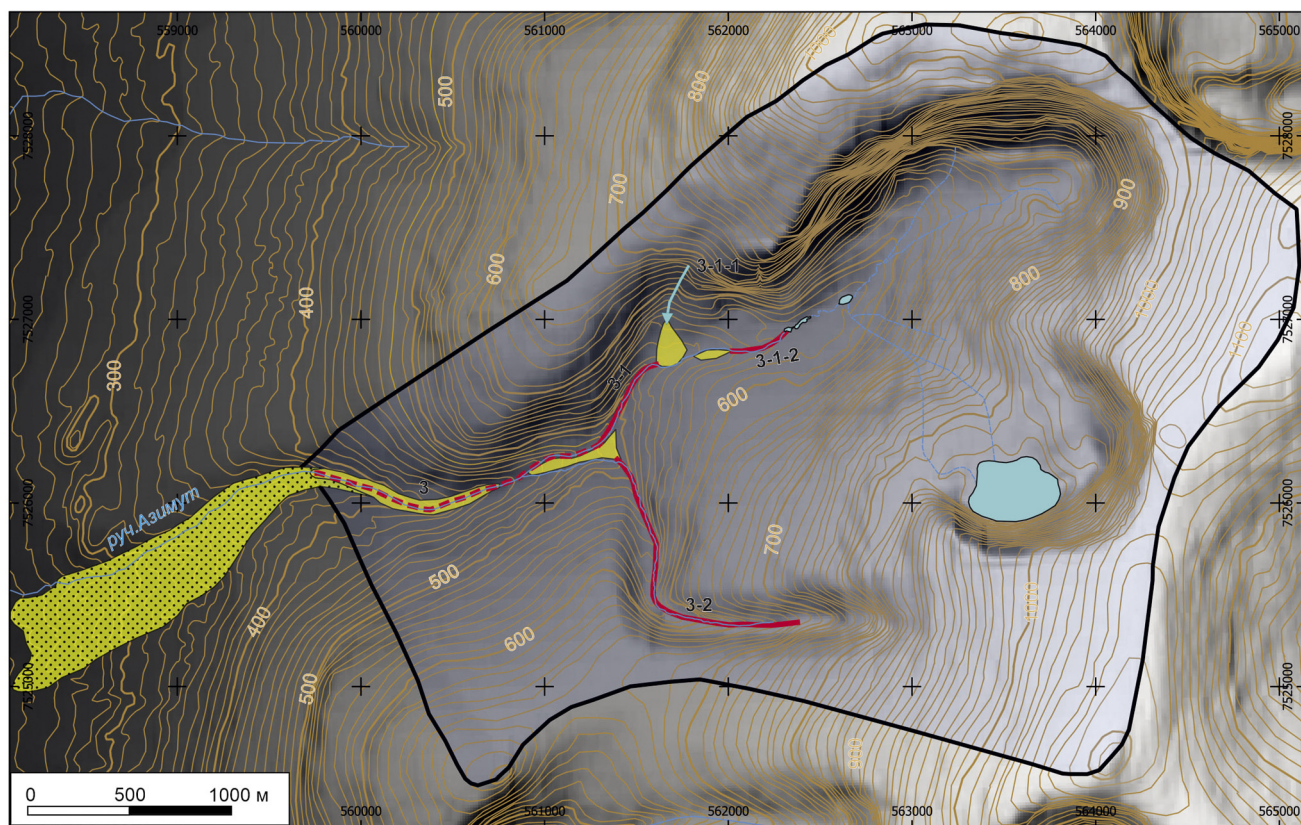
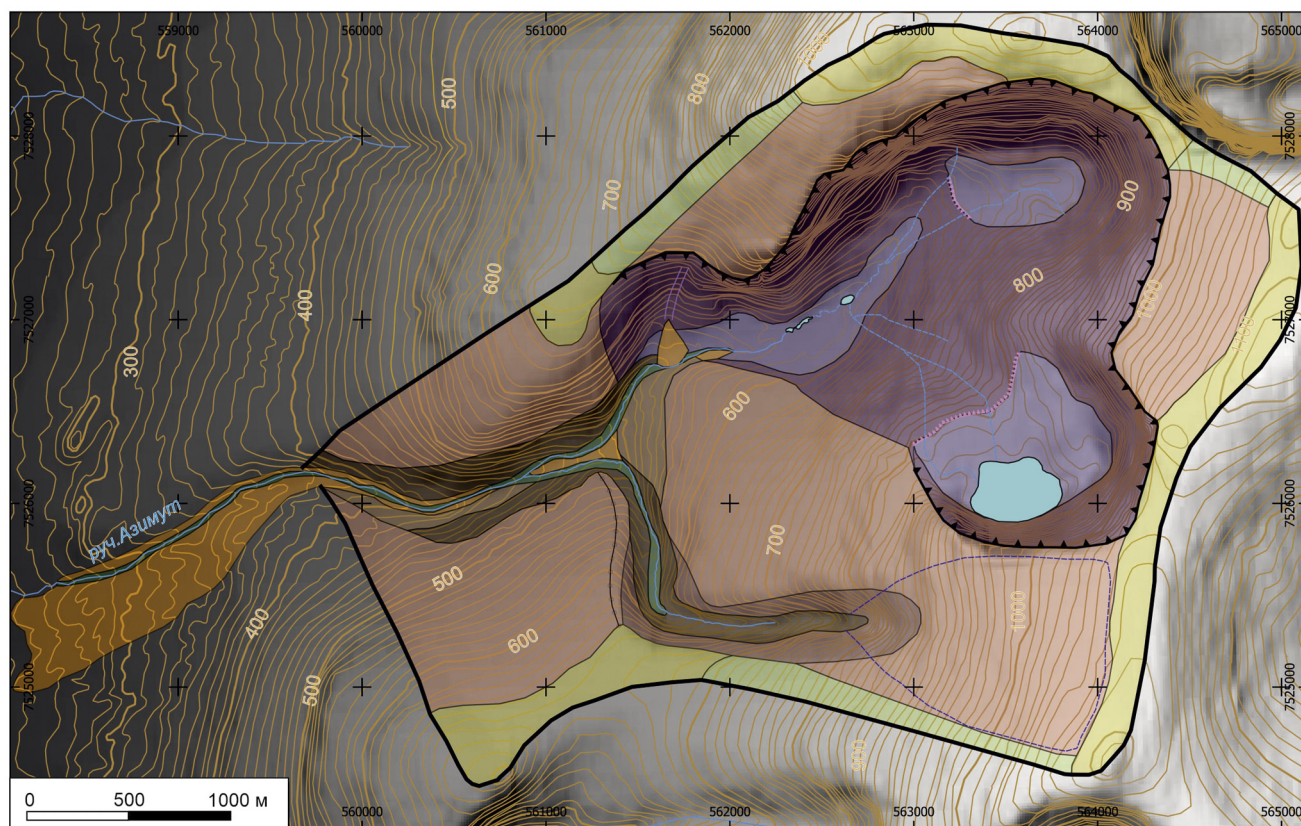


Рис. 4. Геоморфологическое строение и морфодинамические зоны ключевого бассейна № 3

Fig. 4. Geomorphologic structure and morphodynamic zones of key basin no. 3

Селевые бассейны, наследующие комплексы ледникового рельефа (кары, цирки и троговые долины), в значительной степени преобразованные флювиальными процессами, и примыкающие к ним приводораздельные склоны, характеризуются наиболее редкой геоморфологической позицией – к ним относятся только два бассейна. Оба бассейна демонстрируют значительное сходство в строении: в верховьях расположены многокамерные ледниковые цирки, ниже по течению переходящие в эрозионные долины теснинообразного поперечного профиля. Тем не менее соотношение форм селевого рельефа в этих бассейнах существенно различается. В отличие от ключевого бассейна № 3, в бассейне руч. Сенгисйок не наблюдается развитой сети селевых притоков, хотя и присутствуют два лавинно-водоснежных очага на левом борту. Основная часть современной селевой аккумуляции в бассейне Сенгисйока осуществляется в пределах современного конуса выноса, а не во внутренней части долины, как в ключевом бассейне № 3. В то же время голоценовые конусы выноса в обоих бассейнах расположены на предгорной равнине, дальность выноса материала в обоих случаях составляет порядка 2 км.

Ключевой бассейн № 4 относится к бассейнам третьего типа с незначительной флювиальной переработкой ледникового рельефа (второй подтип) (рис. 5). Он расположен в центральной (внутренней) части массива и включает в себя водосборную площадь руч. Сейдуай – троговую долину и примыкающие к ней приводораздельные склоны. В этом бассейне наблюдаются два селевых притока, впадающих в главное русло. Селевой приток № 4-1 прорезает днище одной из камер трога. Селевой очаг в этом внутреннем элементарном селевом бассейне представлен устьевой частью водосборной воронки. Зона транзита выражена в виде вреза V-образного поперечного профиля шириной 30–40 м по бровкам и 10 м по днищу и глубиной около 5–6 м, средняя крутизна тальвега составляет 12,9°. Длина участка транзита составляет около 0,9 км, далее расположен участок внутренней аккумуляции длиной около 0,5 км и площадью 0,01 км². Ниже по течению снова расположен участок транзита длиной около 0,4 км, с крутизной тальвега до 6°. На нижнем участке транзита ярко выраженный селевой врез отсутствует, однако в русле наблюдаются гряды валунно-щебнистого материала высотой до 0,5 м и длиной до 10 м.

Приток № 4-2 прорезает днище правого отвешка троговой долины. Селевой очаг в этом внутреннем элементарном селевом бассейне представлен узлом слияния двух водотоков ниже выпуклого перегиба продольного профиля отвешка. Зона селевого транзита морфологически выражена в виде донного вреза V-образного поперечного профиля

шириной около 60 м по бровкам и 12–15 м по днищу и глубиной около 5–6 м. Длина зоны транзита составляет 0,5 км, средняя крутизна тальвега составляет 9°. Зона разгрузки выражена в виде конуса выноса площадью около 0,05 км². Поверхность этого конуса осложнена радиально расходящимися грядами высотой до 1–1,5 м и разделяющими их ложбинами.

Ниже слияния селевых тальвегов № 4-1 и 4-2 формируется основное селевое русло ключевого бассейна № 4. Непосредственно ниже узла слияния притоков расположена внутриводоточная зона аккумуляции площадью 0,09 км². Аккумулятивные селевые тела здесь морфологически выражены как скопления по обоим бортам русла линейно-вытянутых гряд длиной первые десятки метров и высотой 1,5–2 м.

Примерно в 2,2 км выше устья Сейдуя заканчивается зона развития современных селевых потоков. Ниже по течению в русле водотока следов современного перемещения селевого материала не наблюдается, однако наличие в русле линейно вытянутых гряд длиной до первых десятков метров и высотой до 1,5–2 м, занятых березовым лесом с хорошо развитым дерново-травянистым покровом, указывает на развитие здесь селевых потоков в голоценовое время. Длина этого реликтового участка транзита – около 0,9 км, крутизна тальвега здесь составляет 6°. В устьевой части долины Сейдуя расположен конус выноса площадью 0,2 км², поверхность которого осложнена веерообразно расходящимися грядами высотой до 3–4 м и разделяющими их ложбинами. Эта система гряд и ложбин освоена еловым лесом с хорошо сформированным дерново-кустарничковым покровом. Отложения, слагающие конус выноса, представлены плотно упакованным галечно-щебнистым материалом с базальным заполнением, сцементированным крупно-грубозернистым песком. Селевые отложения залегают поверх ледниковых образований в днище трога.

Бассейны этого подтипа могут быть как простого (с единственным селевым руслом), так и сложного строения (с селевыми притоками). В ряде случаев, как и в ключевом бассейне, образуются две отдельно расположенные зоны аккумуляции – в центральной части долины формируется современная зона разгрузки, а в устье водотока наблюдается голоценовый конус выноса. В целом бассейны этой группы характеризуются сравнительно небольшими площадями зон аккумуляции по сравнению с бассейнами других геоморфологических позиций. Возможно, сравнительно небольшие площади аккумулятивных тел и их расположение в центральной части долины связаны с небольшими значениями средней крутизны тальвегов – около 5–6°.

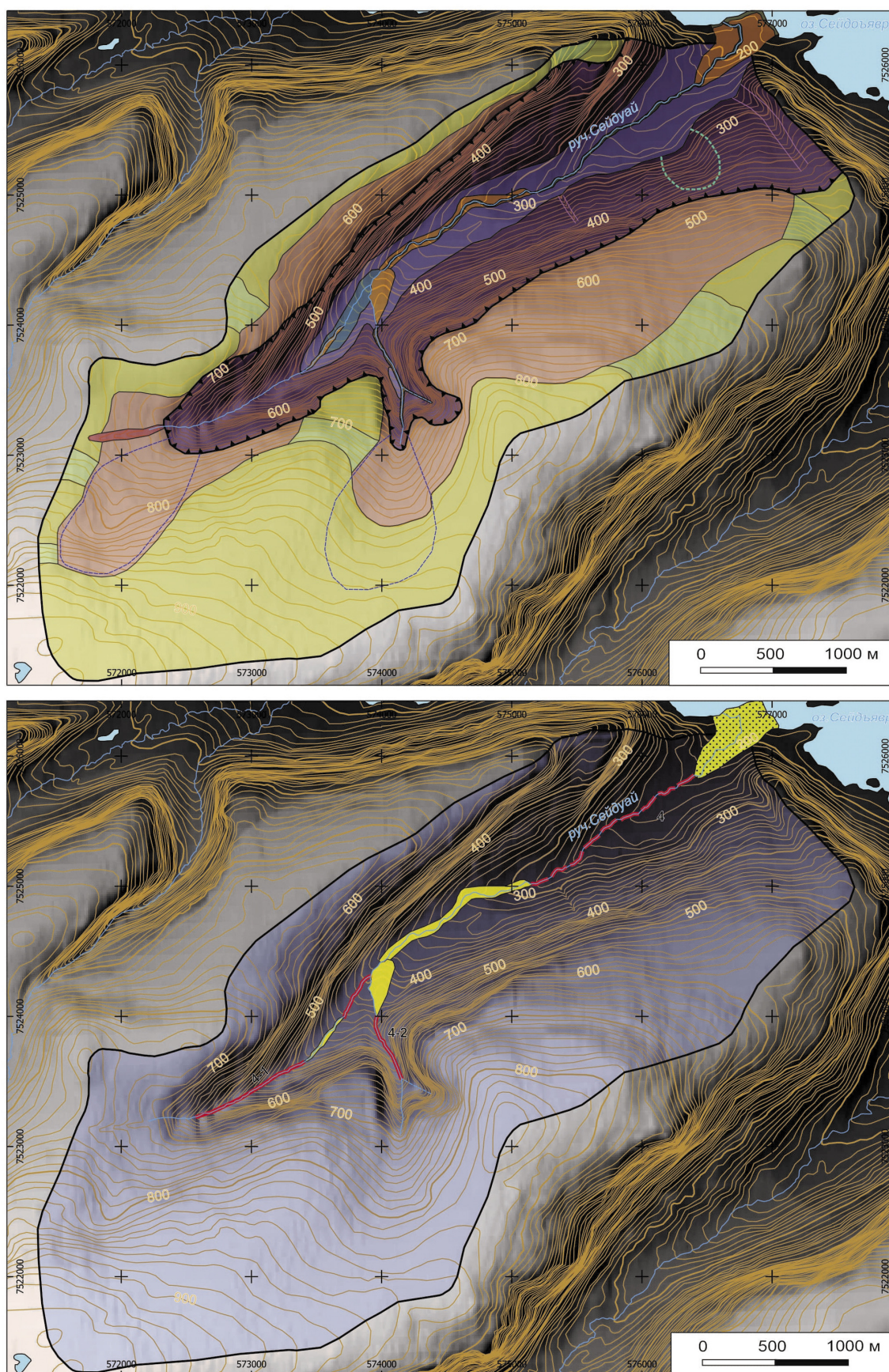


Рис. 5. Геоморфологическое строение и морфодинамические зоны ключевого бассейна № 4

Fig. 5. Geomorphologic structure and morphodynamic zones of key basin no. 4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Ловозерских тундрах установлено наличие трех основных типов селевых бассейнов: 1) бассейны временных водотоков на внешних склонах массива; 2) бассейны, включающие в себя эрозионные (тектоно-эрозионные) долины постоянных водотоков, не несущие следов существенной ледниковой переработки, и примыкающие к ним приводораздельные склоны; 3) бассейны, наследующие комплексы ледникового рельефа (кары, цирки и троговые долины) и примыкающие к ним приводораздельные склоны. Среди бассейнов последнего типа можно выделить два подтипа – бассейны со значительной флювиальной переработкой ледникового рельефа (первый подтип) и бассейны с незначительной флювиальной переработкой ледникового рельефа (второй подтип). Внутреннее устройство бассейнов и их функционирование обусловлено их геоморфологическими позициями. Во всех селевых бассейнах первого и второго типов основная аккумуляция селевого материала происходит в пределах конуса выноса. Дальность выноса селевого материала за пределы гор у бассейнов первого типа составляет для современных селевых отложений около 0,5–0,6 км, для голоценовых селевых

отложений – около 1,1 км. Для бассейнов второго типа эти величины составляют в среднем 0,2–0,3 и 1,5–2,0 км соответственно. Внутреннее устройство бассейнов третьего типа зависит от степени флювиальной переработки ледникового рельефа: в бассейнах первого подтипа основная аккумуляция происходит в пределах конусов выноса (дальность выноса современных селевых отложений за пределы гор составляет до 1,0 км, голоценовых – до 2,0–2,3 км), в то время как в бассейнах второго подтипа основная часть аккумулятивных селевых тел сосредоточена во внутренней части долин, а наиболее активная транспортировка селевого материала в бассейнах этого подтипа осуществляется водотоками малых порядков, дренирующими не днище, а склоны троговых долин. При этом примерно в пятой части бассейнов второго подтипа наблюдаются голоценовые конусы выноса, тяготеющие ближе к устьевой части трогов. Такое строение бассейнов может означать, что в современных климатических условиях из-за сравнительно небольших (до 4–6°) средних значений крутизны тальвегов водотоков и в целом вогнутого продольного профиля водосборов энергии селевых потоков не хватает для выноса материала в устьевые части троговых долин.

Благодарности. Работы выполнены в рамках темы госзадания №121040100323-5 «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования» при финансовой поддержке РФФИ (проект №17-05-00630-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вацалова Т.В. Палеогеографический подход к реконструкции активности снежных лавин в целях долгосрочного прогноза (на примере Хибин). Оценка и долгосрочный прогноз изменения природы гор. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. С. 120–128.
- Вацалова Т.В., Фрейдлин В.С., Кожемякин А.Н., Бударина О.И. Периоды схода и основы прогноза водоснежных потоков в горах Северо-Востока СССР. Проблемы противоселевых мероприятий. Алма-Ата: Казах. пед. ин-т, 1988. С. 110–120.
- Водоснежные потоки Хибин / под ред. А.Н. Божинского, С.М. Мягкова. М.: Географический факультет МГУ, 2001. 167 с.
- Демидов В.Э., Демидов Н.Э. Криогенные процессы, явления и связанные с ними опасности в районе российского рудника Баренцбург на архипелаге Шпицберген // Геориск. 2019. № 14. С. 48–62. DOI: 10.25296/1997-8669-2019-13-4-48-62.
- Голубев Г.Н., Лабутина И.А. Дешифрирование селей высокогорий по аэрофотоснимкам // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 1966. № 1. С. 48–53.
- Грязнов О.Н., Мартыненко М.С., Петрова И.Г. Факторы инженерно-геологических условий коридора трассы Полярно-Уральской железной дороги (восточный склон Урала) // Известия Уральского гос. ун-та. 2016. № 4(44). С. 25–30. DOI 10.21440/2307-2091-2016-4-25-30.
- Евзеров В.Я. Краевые образования покровного и горного оледенений в районе Сейдозерской котловины Ловозерского горного массива на Кольском полуострове // Геоморфология. 2010. № 2. С. 55–59.
- Евзеров В.Я., Николаева С.Б. Первый опыт реконструкции поверхности ледникового покрова в различные стадии оледенения (на примере района Хибинских и Ловозерских тундр на Кольском полуострове) // Вестн. ВГУ. Сер. Геология. 2010. № 1. С. 54–59.
- Мочалов В.П., Горин А.В. Водоснежный поток 5 июня 1991 г. на р. Кекурной. Селевые потоки. Сб. 12. М.: Гидрометеиздат, 1992. С. 127–133.
- Нефедов В.Н., Кузнецов К.Л. Водоснежные потоки Магаданской области. Селевые потоки. Л.: Гидрометеиздат, 1983. С. 106–112.
- Перов В.Ф. Селеведение: учеб. пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2012. 274 с.
- Перов В.Ф. Селевые явления западной части плато Путорана. Проблемы противоселевых мероприятий. Алма-Ата: Казахстан, 1981. С. 212–219.
- Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. М.: Изд-во МГУ, 2014. 71 с.

- Перов В.Ф., Бударина И.О., Черноморец С.С., Савернюк Е.А. Сели. Экологический атлас России. М.: Фео-рия, 2017. С. 250–250.
- Познанин В.Л. Сели северной части Полярного Урала. Изучение и охрана гидросферы. М.: Наука, 1975. С. 10–11.
- Садов А.В. Аэрометоды изучения селей. М.: Недра, 1972. 126 с.
- Сапунов В.Н. Водоснежные потоки и их место в ряду сходных разрушительных явлений // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 1985. № 6. С. 31–37.
- Семенова Л.Р. Ледниковая геология Кольского полуострова (поздний неоплейстоцен): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. СПб., 2004. 36 с.
- СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. Введ. 2013-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2013. 27 с.
- Ходаков В.Г., Ильина Е.А. Снежно-ледовые явления на Полярном Урале // Материалы гляциологических исследований. Вып. 65. 1989. С. 110–118.
- Bernhardt H., Reiss D., Hiesinger H., Hauber E., Johnsson A. Debris flow recurrence periods and multi-temporal observations of colluvial fan evolution in central Spitsbergen (Svalbard), *Geomorphology*, 2017, no. 296, p. 132–141.
- Garankina E., Belyaev V., Romanenko F., Ivanov M., Kuzmenkova N., Gurinov A., Tulyakov E. Magnitude and frequency of debris and slush flows in the Khibiny mountain valleys, Kola peninsula, NW Russia, *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 2019, no. 381, p. 37–47.
- Hestnes E. Slushflow hazard-where, why and when? 25 years of experience with slushflow consulting and research, *Annals of Glaciology*, 1998, no. 26, p. 370–376.
- Nyberg R. Observation of slushflows and their geomorphical effects in the Swedish mountain area, *Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography*, 1989, vol. 71, no. 3, p. 185–198.
- Turcotte B., Morse B., Ancil F. Observed impact on the cryologic regime of stream channels, 68th Eastern Snow Conference (Montreal, 11–14 June 2011), Montreal, McGill University Publ., 2011, p. 93–104.

Поступила в редакцию 19.10.2020

После доработки 15.07.2021

Принята к публикации 27.09.2021

GEOMORPHOLOGIC POSITIONS OF DEBRIS FLOW BASINS IN THE LOVOZERSKIYE TUNDRA MOUNTAINOUS AREA

A.I. Rudinskaya¹, Y.R. Belyaev², V.R. Belyaev³, A.L. Gurinov⁴, E.V. Garankina⁵

^{1–3, 5} Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Paleogeography

¹ Institute of Geography RAS, Laboratory of Environmental Paleoarchives, Engineer-Researcher

⁴ RUDN University, Agrarian and Technological Institute, Scientific center "Smart technologies for sustainable development of the urban environment in the context of global changes"

⁴ Institute of Geography RAS, Laboratory of Geomorphology

¹ Post-graduate student; e-mail: rudinskaya94@gmail.com

² Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: yrbel@mail.ru

³ Makkaveev Laboratory of Soil Erosion and Fluvial Processes, Leading Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: vladimir.r.belyaev@gmail.com

⁴ Junior Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: gurinov.artem@gmail.com

⁵ Senior Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: evgarankina@gmail.com

The Lovozerskiye Tundra mountainous area belongs to the northern zone of debris flow formation. The territory is characterized by an average degree of debris flow hazard. We defined 35 debris flow basins in the Lovozerskiye Tundra using the remote-sensing data and field survey. Depending on their geomorphologic position, the debris flow basins were divided into the following groups: 1) catchment areas of temporary streams on the outer slopes of the massif; 2) catchment areas that include erosional (tectonic-erosional) valleys of permanent streams and adjacent slopes of interfluvies; 3) catchment areas taking over the complexes of glacial landforms (kars, cirques and troughs) and adjacent slopes of interfluvies. Basins of the third type were divided into two subtypes: catchment areas taking over the complexes of glacial landforms with a significant degree of fluvial reworking and adjacent slopes of interfluvies (first subtype) and catchment areas taking over the complexes of glacial landforms with a slight degree of fluvial reworking and adjacent slopes of interfluvies. Almost half of the debris flow basins in the Lovozerskiye Tundra massif belong to the second type of catchment areas, and about 40% to the third type of catchment areas with a slight degree of fluvial reworking of glacial landforms (second subtype). We selected the most representative basin in each type (subtype) for a detailed de-

scription of its geomorphologic structure and debris flow morphodynamic zones. A comparative analysis of the inner structure of basins belonging to different types allowed finding a relation between the morphodynamic zones of debris flow basins and their geomorphologic positions. The basins of the first and second types are characterized by larger accumulation of debris-flow material within the cones. The same situation is typical for basins of the third type with a significant degree of fluvial reworking. The largest accumulative bodies in the third type basins with the slight degree of fluvial reworking are concentrated within the inner part of the valleys.

Keywords: debris flows, slushflows

Acknowledgement. The work was carried out according the topic of the state assignment №121040100323-5 (Cenozoic evolution of the environment, the dynamics of the relief, geomorphological hazards and risks of land-use) and financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 17-05-00630-a).

REFERENCES

- Bernhardt H., Reiss D., Hiesinger H., Hauber E., Johnsson A. Debris flow recurrence periods and multi-temporal observations of colluvial fan evolution in central Spitsbergen (Svalbard), *Geomorphology*, 2017, no. 296, p. 132–141.
- Demidov V.E., Demidov N.E. Kriogennyye protsessy, yavleniya i svyazannyye s nimi opasnosti v raione rossiiskogo rudnika Barentsburg na arhipelage Shpitsbergen [Cryogenic processes, phenomena and associated hazards within the area of the Russian Barentsburg mine on the Svalbard Archipelago], *Georisk*, 2019, no. 14, p. 48–62, DOI: 10.25296/1997-8669-2019-13-4-48-62. (In Russian)
- Garankina E., Belyaev V., Romanenko F., Ivanov M., Kuzmenkova N., Gurinov A., Tulyakov E. Magnitude and frequency of debris and slush flows in the Khibiny mountain valleys, the Kola Peninsula, NW Russia, *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 2019, no. 381, p. 37–47.
- Golubev G.N., Labutina I.A. Deshifirovanie selei vysokogorii po aerofotosnimkam [High Mountain debris flow interpretation using aerial photographs], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 1966, no. 1, p. 48–53. (In Russian)
- Gryaznov O.N., Martynenko M.S., Petrova I.G. Faktory inzhenerno-geologicheskikh uslovii koridora trassy Polyarno-Ural'skoi zheleznoi dorogi (vostochnyi sklon Urala) [Factors of engineering and geological conditions of the corridor of the Polar-Ural railway (eastern slope of the Urals)], *Izvestiya Uralskogo gos. un-ta*, 2016, no. 4(44), p. 25–30, DOI: 10.21440/2307-2091-2016-4-25-30. (In Russian)
- Hestnes E. Slushflow hazard-where, why and when? 25 years of experience with slushflow consulting and research, *Annals of Glaciology*, 1998, no. 26, p. 370–376.
- Hodakov V.G., Il'ina E.A. Snezhno-ledovyye yavleniya na Polyarnom Urale [Snow and ice phenomena in the Polar Urals], *Materialy gliachologicheskikh issledovaniy*, 1989, no. 65, p. 110–118. (In Russian)
- Mochalov V.P., Gorin A.V. [Slushflow occurrence on 5th July, 1991 on the Kekurnaya River], *Selevye potoki* [Debris flows], Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1992, no. 12, p. 127–133. (In Russian)
- Nefedov V.N., Kuznetsov K.L. [Slushflows in the Magadan region], *Selevye potoki* [Debris flows], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1983, p. 106–112. (In Russian)
- Nyberg R. Observation of slushflows and their geomorphical effects in the Swedish mountain area, *Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography*, 1989, vol. 71, no. 3, p. 185–198.
- Perov V.F. [Debris phenomena in the western part of the Putorana Plateau], *Problemy protivoselevykh meropriyatii* [Debris flows control issues], Alma-Ata, Kazakhstan, 1981, p. 212–219. (In Russian)
- Perov V.F. *Selevedenie. Uchebnoe posobie* [Debris flow studies. Tutorial], Moscow, Moscow State University Publ., 2012, 274 p. (In Russian)
- Perov V.F. *Selevye yavleniya. Terminologicheskii slovar'* [Mudflow phenomena. Terminological dictionary], Moscow, Moscow St. Un-ty Publ., 2014, 71 p. (In Russian)
- Perov V.F., Budarina I.O., Chernomorets S.S., Savernjuk E.A. [Debris flows], *Ekologicheskij atlas Rossii* [Ecological Atlas of Russia], Moscow, Feerija Publ., 2017, p. 250–250. (In Russian)
- Poznanin V.L. [Debris flows of the northern part of the Polar Urals], *Izuchenie i ohrana gidrosfery* [Study and protection of the hydrosphere], Moscow, Nauka Publ., 1975, p. 10–11. (In Russian)
- Sadov A.V. *Aerometody izucheniya selei* [Aerial methods for studying debris flow], Moscow, Nedra Publ., 1972, 126 p. (In Russian)
- Sapunov V.N. *Vodosnezhnye potoki i ih mesto v rjadu shodnykh razrushitel'nykh javlenij* [Slushflows and their place among similar destructive phenomena], *Vestn. Mosk. Un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 1985, no. 6, p. 31–37. (In Russian)
- Semenova L.R. *Lednikovaya geologiya Kol'skogo poluostrova (pozdnij neopleistotsen)* [Glacial geology of the Kola Peninsula (Late Neopleistocene)], Extended Abstract of Ph.D. Thesis in Geology and Mineralogy, St.-Peterburg, Russian Geological Research In-te Publ., 2004, 36 p. (In Russian)
- Turcotte B., Morse B., Ancil F. Observed impact on the cryologic regime of stream channels, 68th Eastern Snow Conference (Montreal, 11–14 June 2011), Montreal, McGill Un-ty Publ., 2011, p. 93–104.
- Vashchalova T.V. [Paleogeographic approach to reconstruct snow avalanche activity for long-term forecasting by example of Khibiny], *Otsenka i dolgosrochnyy prognoz izmeneniya prirody gor* [Assessment and long-term forecast of environmental changes of mountains], Moscow, MSU Publ., 1987, p. 120–128. (In Russian)
- Vashchalova T.V., Freidlin V.S., Kozhemyakin A.N., Budarina O.I. [Periods of slushflow occurrence and the basics of their forecast in the mountains of the North-Eastern USSR], *Problemy protivoselevykh meropriyatii* [Debris flow control issues], Alma-Ata,

- Kazakhstan national pedagogical in-te Publ., 1988, p. 110–120. (In Russian)
- Vodosnezhnye potoki Khibin* [Slushflows of the Khibiny Mountains], A.N. Bozhinsky, S.M. Miagkov (eds.), Moscow, Faculty of Geography, Moscow St. Un-ty Publ., 2001, 167 p. (In Russian)
- Yevzerov V.Ya. Kraevye obrazovaniya pokrovnogo i gornogo oledeneniya v raione Seidozerskoi kotloviny Lovozerskogo gornogo massiva na Kol'skom poluostrove [The ice-sheet and mountain glaciers marginal deposits in the area of Seidozerskaya depression (Lovozerky massive, Kola Peninsula)], *Geomorfologiya*, 2010, no. 2, p. 55–59. (In Russian)
- Yevzerov V.Ya., Nikolaeva S.B. Pervyi opyt rekonstruktsii poverkhnosti lednikovogo pokrova v razlychnye stadia oledeneniya (na primere raiona Khibinskikh i Lovozerskikh tundr na Kol'skom poluostrove) [The first experience in reconstructing the surface of glaciers at various stages of glaciation (case study of the region of the Khibinskiye and Lovozerskiye Tundry on the Kola Peninsula)], *Vestn. VGU, Ser. Geol.*, 2010, no. 1, p. 54–59. (In Russian)

Received 19.10.2020

Revised 15.07.2021

Accepted 27.09.2021

НАСЕЛЕНИЕ ДВУХ СЕЛ ЕВРЕЙСКОЙ АО: СТАТИСТИКА И РЕАЛИИ

С.Н. Мищук¹, А.И. Алексеев²¹ Институт демографических исследований ФНИСЦ РАН, отдел миграции и миграционной политики, вед. науч. сотр., канд. экон. наук; e-mail: svetamic79@mail.ru¹ Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, лаборатория региональных социально-экономических систем, вед. науч. сотр.² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, проф., д-р геогр. наук; e-mail: alival@mail.ru

Для двух сельских населенных пунктов (СНП) Еврейской АО проведено сравнение статистических данных и фактически проживающего населения. Первое СНП (Валдгейм) является центром сельского поселения, второе (Красивое) относится к периферийным населенным пунктам. В качестве информационной базы о численности населения и динамике миграционных процессов взяты официальные статистические данные, а также данные, предоставленные администрацией сельских поселений.

Официальные источники дополнены результатами проводимых в августе 2021 г. опросов местных жителей и экспертов. В работе отмечено, что миграционный отток идет из обоих СНП, но в пригородном СНП он частично компенсируется притоком, а в удаленный СНП притока нет. Основная часть приезжающих в Валдгейм – это семьи среднего возраста, переезжающие из других, более удаленных сел ЕАО, а также из Биробиджана. В результате исследования показано, что точность статистического учета населения выше в пригородном селе, и гораздо ниже – в удаленном. Это объясняется тем, что из пригородного села относительно меньше отток населения, а из удаленного – отток гораздо более массовый. Структура выезжающего населения в рассматриваемых СНП отличается. В Валдгейме большая часть выехавших – это молодежь после окончания средней школы, второе и третье места занимают семьи среднего возраста и пожилые люди. В периферийном Красивом миграционная убыль населения связана с выбытием семей с детьми школьного возраста. Доля выпускников школы в числе выбывших незначительна из-за их малого числа.

Результаты сравнения двух СНП с разной численностью населения позволили сделать вывод о том, что небольшая численность населения дает сильные искажения статистики при оценке миграционной убыли населения. Таким образом, население пригородного села более стабильно и официальные данные соответствуют фактическим данным. Стабильность статистических данных в большей степени зависит не от статуса СНП, а от численности проживающего в нем населения.

Ключевые слова: сельский населенный пункт, учет населения, фактически проживающее население, миграционное сальдо

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что численность населения в сельской местности России существенно вырастает летом, когда туда приезжают на отдых городские дачники и родственники селян [Между домом..., 2016; Горжане..., 2016; Нефедова, 2021]. Но обычно говоря о численности сельского населения, имеют в виду только постоянных жителей [Мищук, Рязанцев, 2021; Нухаева, 2018; Егоров, 2020]. Именно их должны фиксировать переписи населения, а также регистрировать сельские администрации. Однако в последние годы внимание исследователей привлекло несоответствие данных о населении зарегистрированном и реально проживающем в сельских населенных пунктах (СНП). На примере нескольких СНП Центральной России этот вопрос уже рассматривался [Фомкина, 2017; Алексеев, Воробьев, 2018]. Вторая статья заканчивалась словами: «...для получения более или менее репрезентативных данных по России нужно гораздо больше обследований

разных типов деревень в разных районах». Попытка продолжить эту работу в регионе, резко отличающимся от Центральной России, была предпринята нами в 2021 г. в Еврейской АО.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследованы два СНП Биробиджанского района: пригородный – Валдгейм (центр сельского поселения) и периферийный – Красивое (Бирофельдского сельского поселения). В качестве информационной базы за период до 2017 г. взяты статистические данные территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Еврейской автономной области, а за последующий период – данные Хабаровскстата¹ о численности населения, дина-

¹ Полное название – Управление федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю, Магаданской области, Еврейской автономной области и Чукотскому автономному округу.

мике миграционных процессов, а также данные, предоставленные администрацией сельских поселений. Дополнением к официальным источникам данных были опросы местных жителей (30 чел. по формализованной анкете и 15 экспертных и глубинных интервью). Полевое исследование проводилось в августе 2021 г.

Характеристика обследованных сел

Село *Валдгейм*², расположенное недалеко от Биробиджана (12 км), имело людность в 2020 г. около 1400–1800 чел. (подробнее об этом ниже). Его транспортное положение способствует тесным связям с городом, куда ежедневно совершается более десятка автобусных рейсов; часть жителей Валдгейма работает в Биробиджане. И в самом селе сфера приложения труда довольно разнообразна: центральная районная больница (хотя райцентром считается Биробиджан), средняя образовательная школа, детский сад, дом-интернат для умственно-отсталых детей. Кроме бюджетных учреждений в селе зарегистрированы и действуют несколько крестьянско-фермерских хозяйств, универсальные магазины³.

Село *Красивое*⁴ Бирофельдского сельского поселения расположено в 76 км от Биробиджана, на автомобильной трассе Бирофельд – Амурзет. Рейсы автобусов до Биробиджана – несколько раз в неделю. Людность села в 2021 г. около 80–90 человек. В селе есть ФАП, работающий один раз в неделю. Школы в селе нет, школьников возят в с. Лазарево. Из социальных объектов есть действующий дом культуры и библиотека, которая чаще всего не работает. В сельских домах нет собственного источника воды, вода привозная из единственной действующей в селе водоканализации⁵. После ликвидации колхоза рабочих мест в сельском хозяйстве не осталось; существующие места работы – пекарня, магазин, ДК и библиотека, лесоохрана. Но большинство занятых – «отходники».

Острая проблема села – водоснабжение. По плану в селе близ домов должны быть колонки, однако эта идея не была реализована из-за технических сложностей, в том числе связанных с глубоким залеганием водоносного горизонта. В советское время на основных улицах села работали водоканализации, действовала баня, однако постепенно глубинные насосы вышли из строя, остался один. Воду сельчанам привозят два раза в неделю. Из водовозки воду

наливают в железные 200-литровые бочки, стоящие у дороги около каждого дома. Одна бочка стоит 85 руб. На семью из двух человек в неделю уходит 4 бочки. Привозная вода используется для приготовления пищи и других нужд. Для полива огорода используется дождевая вода, в период без дождей⁶ – покупная из бочек.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Естественное движение населения

Начиная с 2011 г., официальные статистические данные позволяют оценить динамику естественного движения населения на уровне отдельных СНП.

За прошедшие 10 лет (2011–2020) средний коэффициент естественной убыли населения в Валдгейме составил –3,1 человека на 1000 населения, коэффициент рождаемости – 10,46, коэффициент смертности – 13,42. В с. Красивом за 2011–2020 гг. коэффициент естественной убыли населения (–4,3) превышает значение в Валдгейме, коэффициенты рождаемости и смертности также превысили средние значения по Валдгейму (14,33 и 18,63 соответственно). Более благоприятная ситуация с уровнем смертности в Валдгейме объясняется наличием в селе Центральной районной больницы, что позволяет жителям села получать ежедневную медицинскую помощь без необходимости выезжать в Биробиджан⁷.

В Красивом значения коэффициентов рождаемости и смертности имеют существенные колебания по годам, что объясняется небольшой численностью населения села. Более высокие значения коэффициента смертности в Красивом обусловлены, с одной стороны, более быстрым сокращением численности населения⁸ и, как результат, изменением возрастной структуры населения села в сторону увеличения доли старших возрастов⁹. С другой стороны, наличие действующего один раз в неделю ФАПа не позволяет говорить о возможности сельчанам получать вовремя необходимую медицинскую помощь без выезда в другие населенные пункты.

Представленные значения отражают статистические данные о численности населения, зарегистрированного в населенном пункте. Учитывая разницу между официальными статистическими и фактиче-

⁶ Например, как летом 2021 г.

⁷ В последние 10 лет жители села, имеющие финансовые возможности, обращаются в платные медицинские учреждения Биробиджана, Хабаровска к специалистам более высокой квалификации.

⁸ За период с 1991 по 2020 г., по данным Хабаровскстата, численность жителей с. Красивого сократилась в 3 раза, жителей с. Валдгейма – на 17%.

⁹ По данным Всероссийской переписи населения, в 2002 и 2010 гг. медианный возраст населения в с. Красивом увеличился с 30,1 до 34,8, в Валдгейме – с 26,2 до 31,5.

² Образовано в 1928 г.

³ Магазины с продовольственными и промышленными товарами.

⁴ Образовано в 1940 г.

⁵ Местные жители называют «водоканализацией» здание, где находится глубоководный насос для воды. В зимний период помещение отапливается собственной котельной.

скими данными (подробнее об этом ниже) в Валдгейме достоверность данных о ЕДН выше.

Миграции населения

Из обоих сел идет отток населения, но в Валдгейме он в значительной степени компенсируется притоком, а в Красивом притока почти нет: за последние 10 лет в село приехало только несколько человек. Небольшая численность населения дает сильные искажения статистики при оценке миграционной убыли населения (рис.). Исходя из данных Хабаровскстата, среднее значение коэффициента миграционного прироста в Валдгейме составляло $-5,1$, в Красивом – $-18,8$. Даже с учетом существующих статистических погрешностей, очевидно, что миграция в большей степени влияет на численность населения в Красивом, нежели в Валдгейме.

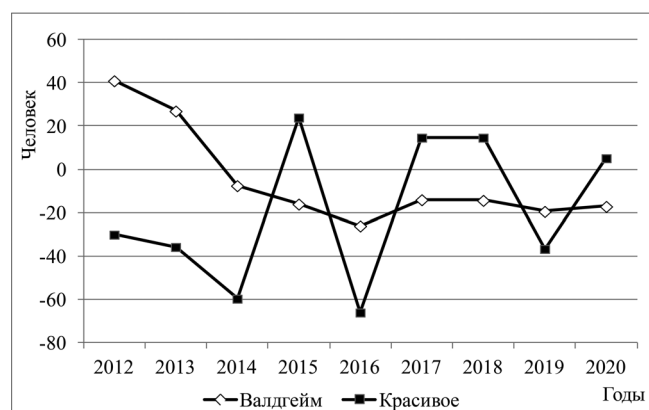


Рис. Коэффициент миграционного прироста сел на 1000 жителей

Fig. Migration growth rate in the villages, per 1,000 population

Выезжающее население

В Валдгейме, начиная с 2014 г., отмечается отрицательное сальдо миграции, связанное с сокращением числа прибывающих мигрантов. Число выбывающего населения также постепенно снижается.

Основная часть выехавших – молодежь после окончания средней школы (около $\frac{2}{3}$ выехавших). Раньше многие выпускники школ оставались учиться в Биробиджане, но после введения ЕГЭ география поступлений расширилась: Хабаровск, Владивосток, Благовещенск и др. Согласно анкетному опросу, лишь 5% респондентов, проживающих в Валдгейме, хотели бы, чтобы их дети остались жить в селе.

На втором месте – семьи среднего возраста, переселяющиеся в другие регионы страны и частично в Биробиджан (по примерной оценке, это около $\frac{1}{4}$ всех выехавших).

Наконец, небольшая группа выезжающих – пожилые люди, по возрасту и состоянию здоровья не имеющие возможности самостоятельно содержать дом и хозяйство в селе. Они переезжают к детям в город.

Структура выезжающих из с. Красивого другая. Интенсивный миграционный отток населения и естественная убыль привели к сокращению числа детей и, как следствие, незначительному ежегодному числу выпускников (1–2 в год). В то же время за прошедший год село покинуло три семьи численностью 8 человек.

В итоге в структуре миграционной убыли населения с. Красивого фиксируется превышение числа выбывающих семей с детьми школьного возраста над числом выбывающих выпускников.

Приезжающие в Валдгейм

1. Основная часть приезжающих – семьи среднего возраста, переезжающие из других, более удаленных сел АО и даже из Биробиджана. Транспортная доступность села делает его привлекательным для городских жителей, желающих купить участок и построить на нем дом или приобрести готовый дом. Несмотря на переезд и проживание в Валдгейме, данная группа жителей, в основном, работает в городе на постоянной основе или выезжает на вахту в Облученский район (Сутарский ГОК) или в другие регионы.

Новые жители села выращивают овощи и ягоду на своих огородах, но не содержат животных или птицу, так как это требует дополнительного времени для ухода. При условии работы за пределами села это становится невозможным. Кроме того, не все приезжие имеют опыт содержания крупного рогатого скота, свиней или птиц. Таким образом, по составу населения Валдгейм становится более урбанизированным, уменьшается доля ведущих традиционный сельский образ жизни.

Для данной категории мигрантов важным условием при выборе с. Валдгейм в качестве места переезда является транспортная доступность села, наличие хорошей школы, наличие участков земли, не попадающих в зону подтопления во время частых для Еврейской АО паводков.

2. «Подтопленцы» – это жители попавших в зону подтопления сел, получившие сертификаты на приобретение жилья. Полученные сертификаты позволяют купить жилье в любом населенном пункте области. В беседах каждый житель Валдгейма упоминал про проблему «подтопленцев». Основная проблема заключается в нарушении ими порядка, порчи имущества сельчан. Конечно, как и в любом российском селе, и до «подтопленцев» в селах проживали лица с асоциальным поведением,

однако, они воспринимаются как свои, относительно «управляемые» и предсказуемые. Вновь прибывшие жители, особенно подростки, не вписываются в привычную жизнь Валдгейма¹⁰. Как следствие, не менее сложным становится вопрос обучения таких детей в школе села. Если ранее школа с. Валдгейм считалась хорошей, то после прихода детей «подтопленцев» некоторые родители стали рассматривать варианты обучения их детей в школе г. Биробиджана.

Проблемы учета населения

По данным Хабаровскстата за 1990–2021 гг.¹¹ численность населения с. Валдгейм сократилась с 2242 до 1867 чел. А по данным администрации поселения, число зарегистрированных жителей села на конец 2020 г. составило 1772 чел., что ниже статистических показателей данных Хабаровскстата на 5%.

В результате бесед с представителями администрации и жителями села мы сделали вывод, что фактическая численность населения ниже статистической примерно на $\frac{1}{5}$.

Часть непроживающих селян зарегистрированы формально и никогда не проживали в селе. Это знакомые или родственники местных жителей, которые не могут оформить регистрацию в Биробиджане (чаще всего, они проживают в арендуемом жилье). В сельской местности в своем доме количество зарегистрированных людей не увеличивает стоимость оплаты, поэтому такая форма регистрации не создает финансовых трудностей для собственников.

Но основная доля зарегистрированных включает молодежь, переезжающую после школы на учебу в Биробиджан и другие города. *«Молодежь уезжает после школы. В лучшем случае, в Биробиджан. Дальше – Хабаровск, Новосибирск, Питер, Москва, Китай»*¹². Сложности с оформлением регистрации в местах обучения отражаются в сохранении за ними постоянной регистрации в селе.

Кроме того, есть доля сельчан, переезжающих в город, но не меняющих регистрацию. Сохраняют регистрацию в доме у родителей или родственников в селе те, кто проживает в арендуемом жилье в городе. Кроме того, причина сохранения сельской регистрации связана с преимуществом получения

кредитов для сельских жителей (иногда в банках, магазинах условия предоставления кредитов для сельских жителей более выгодные, чем для жителей города). *«У меня дочь с семьей живет в Биробиджане. Зять прописан в городе, а дочь здесь осталась. Они мебель покупали, а там для сельских жителей скидка. И так иногда бывает»*.

Основное снижение фактической численности населения в Валдгейме, по сравнению с официальной, формируется за счет молодежи в возрасте 18–25 лет (около половины) и людей среднего возраста (около 30%). Кроме того, на долю лиц, формально зарегистрированных в селе, а также пенсионеров, проживающих в городе у детей, приходится по 10%.

В 1990–2021 гг. численность зарегистрированных жителей с. Красивого сократилась в 3 раза – с 616 до 191 чел.¹³, а зарегистрировано (по данным администрации поселения) в 2020 г. – 185 чел., что на 3% меньше данных Хабаровскстата.

По оценкам местных жителей в Красивом фактически проживает примерно половина от числа зарегистрированных: *«Человек 80 живет»; «Все убегают от нас. Одни старички остаются»; «В этом году опять уехали родители (с детьми). – В прошлом году уезжали? – Каждый год уезжают. Со всем. Школа была, школа держала детей»*.

В половозрастной структуре число мужчин немного больше женщин, средний возраст составляет 50 лет и старше. Первоначально местные жители считали, что женщин в селе больше мужчин, однако при похозяйственном подсчете оказалось, что мужчин больше. Вероятно, это объясняется тем, что многие мужчины среднего возраста выезжают на работу из села и их просто реже видят.

Причины различий между фактической и статистической численностью населения в основном те же, что и в Валдгейме. Сохраняют сельскую регистрацию учащаяся молодежь и жители среднего возраста, уехавшие в Биробиджан, где арендуют жилье или живут в служебных квартирах, не имея возможности получить регистрацию в городе. Родившихся детей регистрируют по месту регистрации матери – в селе. Так что реальная доля пенсионеров и жителей предпенсионного возраста в селе выше официальной.

ВЫВОДЫ

В обоих обследованных селах завышение реальной людности происходит за счет одних и тех же факторов, аналогичных выявленным в исследованиях по Центральной России: выезд молодого населения на учебу и работу, населения среднего возраста – на работу в городах с проживанием в

¹⁰ Позволим себе высказать гипотезу: СНП, из которых переселены «подтопленцы», уже и до этого подвергались паводкам, и отток населения (более активного и более адекватно оценивающего свои перспективы) отсюда начался уже давно и был гораздо большим, чем в других районах. А не задумывавшаяся о своем будущем часть населения (среди которой, по идее, доля маргиналов должна быть больше) оставалась там до конца. Поэтому состав «подтопленцев» получился более маргинальным, чем в постоянном населении Валдгейма.

¹¹ По данным на 1 января.

¹² Здесь и далее курсивом выделены цитаты из интервью с жителями обследованных сел.

¹³ По данным на 1 января.

арендуемом или служебном жилище при сохранении сельской регистрации.

Сравнение двух обследованных СНП показывает, что точность статистического учета населения выше в пригородном селе и гораздо ниже – в удаленном. Видимо, это связано с тем, что из пригородного села относительно меньше отток населения (к тому же он частично перекрывается притоком), а из удаленного – отток гораздо более массовый, а притока почти нет. Таким образом, население пригородного села более стабильно.

Миграционная и естественная убыль населения в Красивом привела к сокращению числа выпускников школ, что отражается на структуре миграционной убыли населения с преобладанием выбытия семей над числом уезжающих из села выпускников школ.

Конечно, больший отток из с. Красивого вызван не только его транспортно-географическим положением, но и практически полным отсутствием социальной инфраструктуры, плохим водоснабжением, нехваткой рабочих мест. Вместе с тем расстояние до крупного города и уровень обслуживания населения связаны друг с другом: в «глубинке» сложнее поддерживать социальную инфраструктуру, там быстрее деградирует сельское хозяйство.

Наши выводы о влиянии удаленности от города на точность учета, сделанные на основании обследования только двух сел, конечно, нужно считать сугубо предварительными. Они требуют проверки на других типах СНП и в других районах.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 21-17-00112).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А.И., Воробьев М.И. Сколько сельских жителей в России зимой? // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2018. № 5. С. 104–107.
- Горожане в деревне. Социологические исследования в российской глубинке: дезурбанизация и сельско-городские сообщества: коллективная монография / сост. и науч. ред. В.И. Ильин, Н.Е. Покровский. М.: Университетская книга, 2016. 404 с.
- Егоров Д.О. Пространственное сжатие и поляризация сельского пространства Республики Татарстан на фоне депопуляции населения // Региональные исследования. 2020. № 4(70). С. 32–45. DOI: 10.5922/1994-5280-2020-4-3.
- Между домом и... домом. Возвратная пространственная мобильность населения России / К.В. Аверкиева, Е.В. Антонов, П.Л. Кириллов [и др.]. М., 2016. 504 с. DOI: 10.15356/ВНАН2016.
- Мищук С.Н., Рязанцев С.В. Миграция сельского населения Дальнего Востока России в начале XXI века // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. Т. 14. № 3. С. 182–198. DOI: 10.15838/esc.2021.3.75.11.
- Нефедова Т.Г. Поляризация социально-экономического пространства и перспективы сельской местности в староосвоенных регионах центра России // Крестьяноведение. 2021. Т. 6. № 1. С. 126–153. DOI: 10.22394/2500-1809-2021-6-1-126-153.
- Нухаева Б.Б. Сельское население регионов Юга России: анализ демографической ситуации // Вестн. аграрной науки. 2018. № 2(71). С. 94–100. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2018.2.94.
- Фомкина А.А. Расхождения в оценках численности сельского населения (на примере Тверской области) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2017. № 6. С. 88–91.

Поступила в редакцию 17.09.2021

После доработки 23.09.2021

Принята к публикации 27.09.2021

POPULATION OF TWO VILLAGES OF THE JEWISH AUTONOMOUS REGION: STATISTICS AND REALITY

S.N. Mishchuk¹, A.I. Alekseev²

¹ Institute for Demographic Research FCTAS RAS, Leading Scientific Researcher, Ph.D. in Economics; e-mail: svetamic79@mail.ru

¹ Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Leading Scientific Researcher

² 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

Statistical data and the actual population numbers were compared in two villages (RS) of the Jewish Autonomous Region (JAR). One of them (Waldheim) is the center of a rural settlement, the second (Krasivoe) belongs to peripheral settlements. Official statistical data, as well as data provided by the administration of rural settlements, were taken as an information base on the population size and dynamics of migration processes.

Official sources are supplemented by the results of questioning of local residents and experts in August 2021. It is noted that the migration outflows are recorded for both RSs. It is partially compensated by the inflow in the suburban RS, but there is no inflow to the remote RS. The bulk of immigrants to Waldheim RS are middle-aged families moving from other, more remote villages of the JAR, as well as from the town of Birobidzhan. As a result of the study, it has been shown that the accuracy of statistical accounting of the population is higher in the suburban village and much lower in the remote one. This is due to the fact that the outflow of population from the suburban village is relatively low, and that from the remote one is much larger-scale. The structure of emigrants in the considered RSs is different. The majority of those who left the Waldheim RS are young people after graduating from the secondary school; middle-aged families and the elderly people rank second and third. The migration decline in population in the peripheral Krasivoe RS is associated with the departure of families with school-age children. The percentage of school graduates among those moved out is insignificant due to their small numbers.

The comparison of two RSs with different population numbers results in conclusion that a small population provides for serious distortions of statistics in assessing the migration loss of population. Thus, the population of the suburban village is more permanent and official data are more consistent with the actual data. The reliability of statistical data largely depends on the population numbers in a RS rather than on its status.

Keywords: rural settlement, registration of population, actually residing population, balance of migration

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project 21-17-00112).

REFERENCES

- Alekseev A.I., Vorobiev M.I. Skol'ko sel'skih zhitelej v Rossii zimoj? [How many rural residents are there in Russia in winter?], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2018, no. 5, p. 104–107. (In Russian)
- Egorov D.O. Prostranstvennoe szhatie i polarizaciya sel'skogo prostranstva Respubliki Tatarstan na fone depopuljacji naseleniya [Spatial shrinking and polarization of rural space in the Republic of Tatarstan in the context of depopulation], *Regional'nye issledovaniya*, 2020, no. 4(70), p. 32–45, DOI: 10.5922/1994-5280-2020-4-3. (In Russian)
- Fomkina A.A. Raskhozhdeniya v ocenkah chislennosti sel'skogo naseleniya (na primere Tverskoj oblasti) [Discrepancies in the rural population number estimates (case study of the Tver oblast)], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2017, no. 6, p. 88–91. (In Russian)
- Gorozhane v derevne. Sociologicheskie issledovaniya v rossijskoj glubinke: Dezurbanizaciya i sel'sko-gorodskie soobshchestva [Townsppeople in the village. Sociological Research in the Russian Outback: Deurbanization and rural-urban communities], V.I. Ilyin, N.E. Pokrovsky (eds.), Moscow, Yniversity book Publ., 2016, 404 p. (In Russian)
- Mezhdum domom i... domom. Vozvratnaya prostranstvennaya mobil'nost' naseleniya Rossii [Between home and... home. The return spatial mobility of population in Russia], K.V. Averkieva et al., Moscow, 2016, 504 p., DOI: 10.15356/BHAH2016. (In Russian)
- Mishchuk S.N., Ryazantsev S.V. Migraciya sel'skogo naseleniya Dal'nego Vostoka Rossii v nachale 21 veka [Migration of rural population of the Russian Far East at the beginning of the 21st century], *Ekonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz*, 2021, vol. 14, no. 3, p. 182–198, DOI: 10.15838/esc.2021.3.75.11. (In Russian)
- Nefedova T.G. Polarizaciya social'no-ekonomicheskogo prostranstva i perspektivy sel'skoj mestnosti v staroosvoennyh regionah centra Rossii [Polarization of the social-economic space and prospects of rural areas in the old-developed regions of Central Russia], *Krest'yanovedenie*, 2021, vol. 6, no. 1, p. 126–153, DOI: 10.22394/2500-1809-2021-6-1-126-153. (In Russian)
- Nuskhaeva B.B. Sel'skoe naselenie regionov Yuga Rossii: analiz demograficheskoy situacii [Rural population of the southern regions of Russia: analysis of the demographic situation], *Vestn. agrarnoj nauki*, 2018, no. 2(71), p. 94–100, DOI: 10.15217/issn2587-666X.2018.2.94. (In Russian)

Received 17.09.2021

Revised 23.09.2021

Accepted 27.09.2021

УДК 911.3

ГЕОГРАФИЯ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ: ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ*

Н.А. Слука¹, Т.Х. Ткаченко²

¹ *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства*

¹ Проф., д-р геогр. наук; e-mail: sluka2011@yandex.ru

² Доц., канд. геогр. наук; e-mail: maryasha_t@mail.ru

Нарастание напряженности в международных отношениях и усугубление практически всех глобальных проблем тесно увязываются экспертами с приближением эпохи очередного «мирохозяйственного перехода». Это актуализирует проблематику междисциплинарного изучения тенденций развития глобальной экономики и определения путей снижения рисков и угроз мировому развитию. В статье приводится анализ становления одной из самых молодых ветвей отечественной общественной географии – географии мирового хозяйства, методологический фундамент которой был заложен профессорами Н.В. Алисовым и Н.С. Мироненко; и ее последних разработок, полезных при познании новых глобальных вызовов и их влияния на интенсивность и характер сдвигов в отраслевой и пространственной структуре мировой экономики. Во-первых, обосновываются изменения в мир-системе с позиций концепции «жесткой» силы и этапность приближающегося мирохозяйственного перехода; во-вторых, вводится и на ряде примеров раскрывается понятие «хозяйственно-географического перехода»; в-третьих, аргументируется диверсификация и усложнение мировых отраслевых рынков с определенным территориальным сдвигом в пользу глобального Юга; в-четвертых, закрепляется в виде новой научной проблемной области – корпоративной географии – феномен все более ощутимого воздействия ТНК на общую архитектуру и территориальную организацию мировой экономики; в-пятых, доказывается особая роль Китая в изменении соотношения сил между центром и периферией мирового хозяйства и большая вероятность возникновения китаецентричной системы мирового порядка.

На основе синтеза материалов авторитетных международных организаций и пакета документов Стратегии научно-технологического развития России до 2035 г. сформулированы семь приоритетных направлений исследований в области географии мирового хозяйства на ближайшую перспективу, среди которых ключевое место отводится географии «мирохозяйственного перехода». Предполагается, что отечественная школа географии мирового хозяйства может внести достойный вклад в реализацию международных стратегических проектов и развитие формирующихся Междисциплинарных научно-образовательных школ Московского университета, включая «Математические методы анализа сложных систем», «Сохранение мирового культурно-исторического наследия» и «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

Ключевые слова: российская школа географии мирового хозяйства, этапы становления, Н.В. Алисов, Н.С. Мироненко, глобальные вызовы, приоритеты исследований, «мирохозяйственный переход», междисциплинарные научно-образовательные школы

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Современное состояние международных отношений и глобальных процессов в мире достигло крайней степени напряженности. Это касается всех сфер жизнедеятельности человечества (внешнеполитической, военной, торгово-экономической, гуманитарной, экологической) и усугубления практически всех глобальных проблем, включая рост нелегальной миграции и социального неравенства,

трансформацию ценностей и мировоззренческих установок и многие другие [Milanovic, 2005; Salam, 2018; Stiglitz, 2002, 2018]. В глубоком стрессе, в том числе по причине пандемии COVID-19, находится мировая экономика, что выражается в замедлении темпов ее роста, нестабильности мировых финансов, недобросовестной агрессивной конкуренции на международных рынках, санкционном давлении, протекционизме и торговых войнах и т. д. [Иванов,

* Статья посвящается юбилеям основателей отечественной школы географии мирового хозяйства, состоявшимся в 2021 г.: 100-летию со дня рождения профессора Н.В. Алисова и 80-летию со дня рождения профессора Н.С. Мироненко.

2019]. Сегодня многие эксперты, группы, фонды, пытаясь отслеживать глобальные тенденции и риски, предсказывают скорый мировой экономический кризис. Поиск путей его преодоления и смягчения последствий – актуальная и важная теоретическая и прикладная задача междисциплинарных научных исследований. В русле этого генерального вектора должны решаться и конкретно-научные задачи монодисциплинарных исследований. Для экономико-географов дополнительную значимость приобретает задача познания новых глобальных вызовов и их влияния на интенсивность и характер сдвигов в отраслевой и пространственной структуре хозяйственных систем разного ранга. Высшую ступень среди них, как отмечается в работах основоположников мир-системного подхода, занимает мировое хозяйство.

География мирового хозяйства, будучи, пожалуй, одной из самых молодых ветвей отечественной общественной географии, уже доказала научно-образовательную состоятельность и общественную востребованность, заслужила авторитет в географической среде и внесла существенный вклад в рост конкурентоспособности общественной географии в междисциплинарном изучении глобального экономического пространства. Собственно, возникновение современной турбулентности в мире уверенно прогнозировалось ее специалистами еще десятилетие назад и тесно увязывалось с понятием мирохозяйственного перехода, который «можно объяснить, исходя из подходов в рамках теории длинных циклов Н.Д. Кондратьева. Шестой цикл вызовет уход старых технологий, отживших организационных структур и появление пропульсивных отраслей хозяйства и новых институциональных возможностей, в результате чего произойдет ускорение динамики мирового экономического развития. Адаптируясь к новой ситуации, может существенно измениться и пространственное устройство мира» [Мироненко, Гитер, 2013].

Вместе с тем, как неоднократно доказано историей, свершение мирохозяйственного перехода несет немалые риски и имеет пока трудно предсказуемые последствия. Поэтому углубленное изучение феномена и событий вокруг него имеет исключительное значение для выработки стратегии научно-технологического развития большинства стран мира, в том числе и России. В целях обеспечения возможности эффективного ответа российского общества на большие вызовы требуется инвентаризация методологического багажа и корректировка исследовательских приоритетов многих подразделений национального научного комплекса. Как руководство к действию необходимы дополнительные размышления, переосмысление и, воз-

можно, частичный пересмотр акцентов в развитии собственно географии мирового хозяйства. Цель исследования – раскрыть основные этапы становления и перспективы развития отечественной школы географии мирового хозяйства, сложившейся в Московском университете.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Идейное ядро исследования опирается на три главные составляющие. Во-первых, труды ведущих зарубежных и отечественных теоретиков глобальной экономики, апологетов мир-системного подхода, концепции «зеленой экономики», «умного города», фундаментальные положения работ классиков отечественной социально-экономической географии и специалистов из многих смежных дисциплин [Гринин, Гринин, 2015; Кондратьев, 2002; Шумпетер, 1995; Arrighi, Silver, 1999; Amin et al., 2006; Braudel, 1973; The World System..., 1993; Wallerstein, 1987]. Во-вторых, последние наработки многих международных организаций – ООН (например, ЮНКТАД, ЮНЕП и др.), ОЭСР, Всемирного банка, АТЭС и полемические материалы ряда авторитетных журналов (например, Economist), рейтинговых агентств, а также крупных общественных и научных форумов последнего времени, включая Всемирный экономический форум, Международный дискуссионный клуб «Валдай» и др. В-третьих, труды кафедры географии мирового хозяйства географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. В работе использованы преимущественно такие общенаучные методы, как анализ и синтез.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Становление отечественной географии мирового хозяйства как новой научной дисциплины, история которой насчитывает лишь три десятилетия, тесно связано с сотворчеством профессоров Н.В. Алисова (1921–2001) и Н.С. Мироненко (1941–2014). Как инициатор нового направления Н.В. Алисов [Глобальная..., 2011], долгое время проработавший в Научно-исследовательском институте технико-экономических исследований в химической промышленности (НИИТЭХИМ), скорее экономист, промышленник-отраслевик, сторонник «районной школы» в начале 1990-х гг. в программной статье сформулировал объект, предмет и основные задачи географического исследования мирового хозяйства [Алисов, 1999]. Основная цель географии мирового хозяйства – пространственный анализ составляющих глобальную экономику отраслей и входящих в них производств. Она ставит своей задачей выявление воздействия географиче-

ских условий, социально-экономических предпосылок и технико-экономических факторов развития производства и других видов деятельности, в настоящее время чаще всего организационных, на формирование их современной и будущей географии. Второй важнейшей задачей географии мирового хозяйства остается всесторонний пространственный анализ разветвленной и всеохватывающей системы разнообразных потоков товаров, финансовых ресурсов, международных услуг. Эти потоки отражают суть процессов международной специализации стран и регионов. С таких позиций была создана типовая схема характеристики отраслей мирового хозяйства и, что особенно важно, впервые раскрыта география целого ряда видов деятельности, входящих в число ядра отраслей пятого технологического уклада, включая электронную и авиаракетно-космическую промышленность, биоиндустрию, телекоммуникации. Пионерным для своего времени стало изучение географии мировой науки и мировых финансов, а также географических особенностей трансферта технологий и торговли услугами.

Исходно созданный под эгидой Н.В. Алисова «отраслевой каркас» географического изучения мирового хозяйства значительно обогатился под руководством Н.С. Мироненко [Николай Мироненко..., 2015], обладавшего широким взглядом на существо проблемы и преемственность международного опыта в ее решении. На базе привлечения и обобщения идей блестящей плеяды отечественных и зарубежных ученых – А. Франка, Ф. Броделя, Н.Д. Кондратьева, А.Дж. Тойнби, Й. Шумпетера, И. Валлерстайна и др. – оказались плодотворно адаптированы и закреплены представления о цикличности развития мирового хозяйства и международном разделении труда как первооснове сдвигов в его отраслевой и пространственной структуре. Более того, на основе развития идеи известного американского социолога И. Валлерстайна о взаимосвязи основных геополитических (гегемонистских) циклов с кондратьевскими циклами мировой экономики было разработано и введено понятие геополитической динамики в смене мировых порядков, что уместно вспомнить при упоминании нарастания напряженности в мире в настоящий момент. Исходя из анализа реально происходящих процессов в сфере мировых обменов, сформулировано *представление о двух видах международного разделения труда*: собственно международном (ему соответствует поле связей между странами) и транснациональном (ему соответствует поле связей внутри и между транснациональными фирмами). Наконец, на волне апробации зарубежных наработок в анализ географии мировой системы наряду с центр-периферическими подходами шире введены методы регионально-типологи-

ческого подхода, в частности в рамках теории модернизации и постмодернизации.

Самостоятельными достижениями отечественной географии мирового хозяйства, достигнутыми в первой декаде XXI в., можно считать, во-первых, разработку комплексного подхода к изучению современных инноваций и их роли в развитии мирового хозяйства и его пространственных структур, при котором глубинные технологические изменения рассматриваются в контексте фундаментальных социокультурных трансформаций; во-вторых, обоснование содержания, основных научных принципов и логической структурной модели географической конфликтологии (геоконфликтологии). В-третьих, создание направления по изучению территориально-организационной структуры крупнейших ТНК мира и пространственных стратегий их развития. Вероятно, им в полной мере предстоит разделить ответственность с государствами в решении многих ныне обострившихся глобальных проблем. В-четвертых, создание градоцентрической концепции пространственной структуры мирового хозяйства, отводящей крупнейшим городам роль важнейших акторов в системе глобальной экономики. В-пятых, раскрытие общественно-географических проблем освоения пространства и ресурсов Мирового океана и подготовку программы дальнейших его экономико-географических исследований, фокус которых смещен в сторону «океанического мышления», чему способствует концепция континентально-океанической дихотомии. Все эти разработки закреплены солидными публикациями [География..., 2000; Проблемы геоконфликтологии, 2004; Слука, 2005; Общественно-географические..., 2008].

В целом за два десятилетия под руководством Н.В. Алисова и Н.С. Мироненко сложилась стройная система знаний о географии мирового хозяйства, воплощенная во многих авторских и коллективных произведениях, в том числе в вузовском учебнике [География мирового хозяйства..., 2012] и крупной монографии [География мирового..., 2016]. Важно, что научные работы и идеи взаимосвязаны друг с другом и, как правило, расширяют и углубляют результаты предыдущих наработок. Ценность многих материалов заключается еще и в том, что, несмотря на существенные изменения в мире, они остаются актуальными и в значительной степени отражают как многообразие процессов в мировом хозяйстве, так и вектор их географических исследований.

С утратой признанных лидеров развитие отечественной школы географии мирового хозяйства лишилось динамизма и приобрело отчасти инерционный характер, но не утратило результативности научного поиска. Среди достойных

упоминания направлений и реально полученных исследовательских достижений за последнее время можно отметить следующие.

Во-первых, оформление в виде самостоятельно-го направления в географическом изучении мирового хозяйства – корпоративной географии [Слука, 2016], которое получило преимущественно трех-частное наполнение. Это: 1) уже «классика жан-ра» – территориально-организационная структура крупнейших ТНК мира; 2) географические разли-чия систем корпоративного управления [Гречко, 2020]; 3) размещение ведущих ТНК мира и их фи-лиалов в глобальных городах [Пилька и др., 2018; Sluka, Pilka, 2019].

Во-вторых, в преддверии наступления миро-хозяйственного перехода вскрыт процесс нараста-ния совокупности «хозяйственно-географических переходов», понимаемых как исторически быстрое изменение внутренней структуры и простран-ственных пропорций отдельных составляющих экономической деятельности в глобальном масшта-бе. Причем все более ощутимы серьезные сдвиги в пространственной структуре этих составляющих и в характере международного обмена их продукцией в пользу глобального Юга. Так, весьма существен-на трансформация в энергетической базе мировой экономики. Наблюдается масштабное использо-вание нетрадиционных энергетических ресурсов и технологий. Вклад возобновляемых источников энергии (ВИЭ) (без гидроэнергии) в производство электроэнергии в мире за последние 15 лет вырос с 2 до почти 10%; к 2040 г. прогнозируется 21–34% (с гидроэнергией даже до 50%). По всему энерго-потреблению, согласно оценкам BloombergNEF и докладам Международного энергетического агент-ства, удельный вес ВИЭ составит 19–25%, что оз-начает ошеломляющий рост. Но формулирование пространственной парадигмы четвертого энерге-тического перехода требует учета не только особой роли ВИЭ и замедления роста мирового первичного энергопотребления, но и дополнительного изучения влияния целого ряда факторов. К ним в первую оче-редь относятся распределенная генерация, цифро-визация экономики, декарбонизация энергетики и в целом промышленности, внедрение систем хране-ния энергии, переход на электромобили, что суще-ственно меняет структуру энергетического рынка, и, конечно, энергосбережение и повышение энерго-эффективности [Восканян, 2019].

Революционные сдвиги характерны также для одного из старейших промыслов человечества – производства рыбы и морепродуктов, в структуре которого доля совершенно нового сегмента – ак-вакультуры – в 2013 г. превысила 50%, став, таким образом, главным направлением, определяющим

видовую структуру всей производимой продукции. Гетерохронность адаптации стран к этому глобаль-ному тренду выразилась в том, что ныне в топ-десятке по общему вылову, включая аквакультуру, по сравнению с началом века остались из развитых северных стран только США, Россия и Норвегия [Чеснокова, 2019].

Впечатляет тренд в такой основополагающей от-расли реального сектора экономики, как мировое автомобилестроение. Стремительное технологи-ческое обновление отрасли с генеральной ориен-тацией на гибридные и электрические технологии, с одной стороны, а с другой – рост конкуренции и падение прибыли на традиционном рынке глобаль-ного Севера и стремительный рост платежеспособ-ного спроса на развивающихся рынках привели к включению процесса «международной миграции производства». Сам по себе этот процесс не новый. Однако если раньше из развитых стран в другие ре-гионы происходило перемещение, как правило, са-мых массовых, дешевых и экологически «грязных» производств, то в последние десятилетия широко развивается и миграция производств сложной доро-гостоящей наукоемкой продукции. В исторически сжатые сроки произошло серьезное изменение про-порций в территориальной структуре отрасли. Если еще в середине XX в. на страны-лидеры глобально-го Севера – «Большую восьмерку» – приходилось почти 100% мирового выпуска автомобилей, в кон-це века – $\frac{3}{5}$, то ныне – чуть более $\frac{1}{3}$; а в абсолютном выражении в 2019 г. авангард глобального Юга уже превзошел их (табл. 1). Мощные мультифирменные автомобильные кластеры сложились во многих раз-вивающихся странах, например, на базе крупных городов стран Южной Америки.

Та же тенденция – общего сдвига в пользу гло-бального Юга – прослеживается в развитии ряда новых, часто экзотических отраслей и глобальных рынков, пока не получивших должного освещения и развернутой характеристики в специальной ли-тературе. В их число входит, например, цветочная индустрия – глобальная и динамичная отрасль, ис-пытывающая стремительный подъем с развитием производственных и логистических технологий. По-стоянно растущий спрос на продукцию обеспечива-ет трансформацию, с одной стороны, сложившейся товарной структуры мирового цветоводства, а с дру-гой – состава стран-производителей. В настоящее время 37% мирового производства цветоводства по сто-имости приходится на Европу, 17% – на Северную Америку. Но традиционные производители, включая Нидерланды, испытывают все более жесткую кон-куренцию со стороны молодых игроков: Израиля, Колумбии, Эквадора, Кении, Эфиопии, государств Юго-Восточной Азии [Прохорова, Слука, 2019].

Таблица 1

Изменения в структуре производства автомобилей странами-лидерами глобального Севера и Юга в начале XXI в.

Страна	Единицы измерения	2000 г.	2019 г.
Мир всего, в т. ч.:	млн шт.	58,4	91,8
	%	100,0	100,0
Страны-лидеры глобального Севера – «Большая восьмерка», в т. ч.:	млн шт.	39,4	33,4
	%	67,6	36,4
Канада	млн шт.	2,9	1,9
Франция	млн шт.	3,4	2,2
Германия	млн шт.	5,5	4,7
Италия	млн шт.	1,7	0,9
Япония	млн шт.	10,1	9,7
Россия	млн шт.	1,2	1,7
Великобритания	млн шт.	1,8	1,4
США	млн шт.	12,8	10,9
Страны-лидеры глобального Юга, в т. ч.:	млн шт.	5,0	33,7
	%	8,5	36,7
Китай	млн шт.	2,1	25,7
Индия	млн шт.	0,8	4,5
Бразилия	млн шт.	1,7	2,9
ЮАР	млн шт.	0,4	0,6
Прочие страны	млн шт.	13,9	24,7

Рассчитано по: [Organisation..., 2020].

В-третьих, совокупность «хозяйственно-географических переходов» теснейшим образом связана с кардинальными сдвигами позиционирования в мировом хозяйстве стран-гигантов, прежде всего Китая. Как показано в фундаментальной монографии, опубликованной в 2018 г., Китай ушел от стратегии воздействия на мировое развитие «из тени», внешне оставаясь на вторых ролях [На пути..., 2018]. Завершились в конце 2020 г. длительные (с 2012 г.) переговоры между Китаем со странами АСЕАН, а также Австралией, Новой Зеландией, Республикой Корея и Японией о создании зоны свободной торговли. Заключенное соглашение о Всеобъемлющем региональном экономическом партнерстве (ВРЭП) весьма расширяет возможности экономической экспансии Китая на огромном рынке стран Тихоокеанской Азии. С учетом того, что в течение первых десятилетий XXI в. Китай беспрецедентно расширил свое торгово-экономическое присутствие в Африке и Латинской Америке, он реально превратился в могучую глобальную державу, бросившую вызов многолетнему доминированию США на мировой арене. Уже в ближайшем будущем прогнозируется

возникновение китаецентричной системы международного порядка. Мировое лидерство впервые за последние 500 лет уйдет за пределы глобального Запада, и этот период истории, вероятно, заслужит обозначение как *Pax Sinica*.

В-четвертых, проведение мониторинга мирохозяйственного развития в контексте модели «центр – периферия» позволило отследить этапы приближающегося мирохозяйственного перехода. Результаты хорошо согласуются с выводами известного социолога М. Урнова, исследующего перераспределение в мир-системе «жесткой» и «мягкой» силы и предвещающего надвигающийся цивилизационный кризис [Урнов, 2021]. По большей части, как отмечает ученый, кризисные процессы стали явно прослеживаться с середины XX в. В 1950–2020 гг. доля ВВП стран ядра в мировом ВВП снизилась с 56 до 31%; населения – с 19 до 11%; военных расходов – до 53% (табл. 2). Существенно сокращение разрыва между ядром и периферией и по большинству индикаторов «мягкой» силы. Такое изменение баланса сил неизбежно приведет к разрушению старой и созданию новой мир-системы с новой конфигурацией ядра и периферии.

Все эти важные сюжеты и целый ряд иных, включая детальный обзор как современных глобальных проблем человечества, так и проблем развития собственно мировой экономики, ее отдельных сфер и отраслей, получили освещение в двухтомном учебном пособии «Новая географическая картина мира», подготовленном по инициативе профессора В.А. Колосова и вышедшем из печати в 2020 г. [Новая географическая..., 2020] и отчасти подводящем итоги мирохозяйственных исследований во второй декаде XXI в.

Перспективы развития отечественной школы географии мирового хозяйства во многом зависят от удачного сочетания решения чисто научных и организационных вопросов. Созданная фундаментальная методологическая база, богатый

опыт инновационных разработок, ясное представление о глобальных процессах и больших вызовах, с одной стороны, а с другой – труды авторитетных международных организаций и пакет документов Стратегии научно-технологического развития России до 2035 г., основанной во многом на реализации Национального проекта «Наука» и государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации на 2019–2030 годы», позволяют достаточно четко сформулировать приоритетные направления исследований в области географии мирового хозяйства на ближайшую перспективу.

Первое. Вероятно, стержневое направление – география мирового развития «зеленой экономики». Понятие «зеленая экономика» как устранение антагонизма между развитием экономики и при-

Таблица 2

**Изменения в соотношении основных пропорций «жесткой силы»
между странами ядра и периферии**

Основные индикаторы «жесткой силы»	Элементы мир-системы	2000 г.	2018/2020 г.
Население, %	Мир в целом	100,0	100,0
	Страны ядра	11,8	10,6
	Страны периферии	88,2	89,4
ВВП, %	Мир в целом	100,0	100,0
	Страны ядра	44,8	31,0
	Страны периферии	55,2	69,0
Военные расходы, %	Мир в целом	100,0	100,0
	Страны ядра	65,0	53,0
	Страны периферии	35,0	47,0

Составлено по: [Урнов, 2021].

роды, достижение экологических целей и путей экономического роста неразрывно связано с концепцией устойчивого развития и считается главной стратегией ее реализации. Общие ее контуры вырисовываются в программе «Повестка дня на XXI век», принятой на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г., конкретизируются и постепенно оформляются в единое идейное направление на последующих конференциях ООН. В 2015 г. в завершении саммита ООН по климату был провозглашен переход к новому экономическому порядку, в основе которого находятся принципы «зеленой экономики». В климатических стратегиях многих стран мира, принятых в 2016–2017 гг., «зеленая экономика» – основа будущей экономической жизни общества. Достижение климатических целей возможно лишь при полной имплементации ее направлений: декарбонизации народных хозяйств, развития биоэкономики, эко-

номики замкнутого цикла (циркулярной экономики), возобновляемой энергетики, экологических инноваций [Ковалев, 2016]. Принципы «зеленой экономики» становятся приоритетными в развитии многих государств и регионов мира, в ряде случаев приняты национальные стратегии ее развития. Однако до последнего времени вопросами устойчивого развития с учетом экологической доминанты занимались преимущественно физико-географы. Вместе с тем разнообразие ресурсной базы, социально-экономических условий, глубины участия в международном разделении труда, гетерогенность и гетерохронность развития обуславливают далеко неодинаковые исходные позиции и возможности стран и требуют применения разного инструментария для интеграции в глобальное движение [Лопатников, 2020]. Отсюда плотное сотрудничество между экономико- и физико-географами в деле научного обеспечения реализации концепции «зеле-

ной экономики» или экологической модернизации стран мира, претендующей стать главной парадигмой социально-экономического развития XXI в., представляется неизбежным, весьма перспективным и плодотворным.

Второе. География мирового развития «цифровой экономики», которая понимается как существенная и органичная часть «зеленой экономики», и, согласно разработкам Всемирного банка, определяется как система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании ИКТ¹. Выделяются три этапа ее формирования: 1990-е гг. – возникновение и развитие Интернета, с которым связаны качественные сдвиги в производстве и управлении, ставших основой «цифровой экономики». Начало 2000-х гг. – «цифровая экономика» рассматривается как деловая активность на базе Интернета (электронная торговля, в том числе торговля цифровым контентом). 2010-е гг. – «цифровая экономика» воспринимается в комплексе с развитием ИКТ и внедрением цифровых датчиков (Интернет вещей), что создало предпосылки для изменений в бизнес-процессах и хозяйственной системе предприятий [Паньшин, 2019]. Актуальность проблем ее формирования обусловлена как колоссальным ростом масштабов социальных коммуникаций посредством социальных сетей, так и эффективностью цифровых платформ, повышающих скорость и многообразие обменов, что в целом открывает принципиально новые и более широкие возможности роста эффективности массового производства, развития экономики и общества. По оценке экспертов Всемирного экономического форума, потенциал цифровых трансформаций оценивается в объеме свыше 100 трлн долл. Многие страны определили стратегии цифрового развития как высокоприоритетные и реализуют комплекс мер по цифровизации экономики и социума.

География мирового хозяйства на основе выработки специального подхода и методики способна привнести вклад в раскрытие, по крайней мере, трех важных исследовательских аспектов. Во-первых, модели пространственно-временной дискретности процесса цифровизации экономики в глобализирующемся мире; во-вторых, модели сформировавшейся «мощности», структуры и территориальной дифференциации «цифровой экономики»; в-третьих, модели пространственной мозаики цифрового сег-

мента экономики, исходя из теории Ф. Броделя об одновременном существовании в экономике кортежа способов производства. Фактически различные способы производства тесно связаны друг с другом – самые передовые зависят от состояния самых примитивных и наоборот.

Третье. Место цифровых ТНК в мировом хозяйстве и особенности их организационной структуры. Появление такой категории субъектов хозяйствования, как цифровые компании, стало знаковым событием для мирового хозяйства. Согласно ЮНКТАД, по функции или роли в «цифровой экономике» они делятся на несколько групп и подгрупп (прежде всего, компании ИКТ и собственно цифровые). Их число и масштабы деятельности неуклонно растут. Важно, что большинство таких корпораций не только декларируют приверженность целям устойчивого развития (ЦУР), но и приняли на себя обязательства по обеспечению углеродной нейтральности деятельности и переходу на 100% использование возобновляемой энергии в течение ближайших лет, активно инвестируют в «зеленые технологии». Apple, Google и Facebook возглавляют рейтинг экологичности корпораций, работающих в сфере высоких технологий, составленном Greenpeace [Clicking Clean, 2017]. Для сравнения укажем, что из 1141 ТНК, действующих в 31 стране и представляющих семь отраслей экономики, около 72% компаний упоминают ЦУР в отчетности, 25% включают их в бизнес-стратегии и лишь 14% ставят себе конкретные целевые показатели достижения ЦУР [SDG Reporting Challenge, 2019].

При этом анализ данных рейтинга 100 крупнейших компаний ИКТ и 100 цифровых ТНК, впервые представленного в 2017 г., свидетельствует о сверхвысоком уровне их территориальной концентрации. Во-первых, 75% компаний из рейтинга базируется только в трех странах. 63 из 100 цифровых ТНК – компании США, за которыми следуют ТНК Великобритании и Германии. Лишь четыре из 100 базируются в развивающихся странах. Вторая важная особенность – сосредоточение филиалов таких компаний в странах базирования штаб-квартир: их доля составляет 45% в отличие от 22% по ТНК других отраслей. У 100 крупнейших цифровых ТНК только 13% филиалов базируются в развивающихся странах и странах с переходной экономикой по сравнению с 30% по всем международным корпорациям [Ефремов, Владимирова, 2018]. Приведенные данные уже отражают большое своеобразие территориального устройства крупнейших цифровых ТНК, но, скорее, соответствуют лишь «видимой части айсберга». При их несомненно растущей значимости в условиях становления информационного общества конкретная архитектура компаний, вир-

¹ Следует отметить, что, по мнению ряда экспертов, эта дефиниция недостаточно полная, так как не учитывает ключевую роль создания «бесшовных» информационных систем, когда цифровой сигнал «пронизывает» все уровни производства и сбыта продукции, начиная от приобретения клиентом товара (услуги) и заканчивая системой формирования заказа на сырье и комплектующие для производства.

туальность функционирования, построение сетей, характер взаимодействия и стратегии развития пока не получили должного освещения и представляют важную познавательную и прикладную задачу, особенно для экономик догоняющего развития.

Четвертое. География мирохозяйственного перехода как эволюционной смены мирохозяйственного уклада, представляющего собой систему взаимосвязанных национальных и международных институтов, обеспечивающих развитие расширенного воспроизводства экономики и определяющих механизм глобальных экономических отношений на волне развития, по Н.Д. Кондратьеву, «семейства инноваций» и становления шестого технологического уклада. Его ядро предположительно определяют нанотехнологии, мультимедийная сфера и социогуманитарные технологии, включающие оздоровление окружающей среды, высококачественное здравоохранение и всестороннее развитие человека [Каблов, 2010]. По прогнозным оценкам, отличительными чертами нового формирующегося мирохозяйственного уклада станут [Воронкова, 2017]: 1) развитие на основе смешанной, конвергентной модели рыночной саморегуляции и государственного регулирования; 2) примат социально-экономических интересов над чисто экономическими при гуманизации экономических отношений, что формирует в качестве ведущего интереса повышение уровня и качества жизни населения, сокращая разрыв между богатыми и бедными; 3) фрактальность системы, сообщающая перекомпоновку локальных элементов с учетом полисистемного характера мировой экономики и открытости экономических систем разных уровней, ориентированных на достижение глобального баланса интересов, через взаимодействие; 4) внедрение новых форм управления и взаимодействия с учетом инновационно-технологической революции, оптимизации коэволюции общества и природы.

Естественный процесс развития хозяйственной системы по пути шестого технологического уклада, Индустрии 4.0, цифровизации экономики делает неизбежным переход и к новому мирохозяйственному укладу, но является болезненным, высокофлуктуационным, обостряя конфликты за место в иерархии международной системы, переформируя конфигурацию сил и интересов на мировой арене через инструменты военно-политического и иного влияния. Соответственно, изначально относительно узкая задача географии мирового хозяйства по идентификации пространственных моделей потенциального ядра отраслей шестого технологического уклада и диффузии инноваций существенно расширяется, охватывая все поле трансформационных изменений, формирующих новый мирохозяйствен-

ный уклад, и его характерных особенностей. В него входят вопросы не только технико-технологического и экономического развития собственно центра и периферии мир-системы, но и многих смежных сфер, включая политическую, социокультурную и другие составляющие, что уже само по себе задает междисциплинарный характер направления дальнейших исследований.

Пятое. География развития мирового здравоохранения. Начало нового инновационного рывка на пути к мирохозяйственному переходу или, по Л.Е. Гринину, «кибернетической революции» предполагается в узкой области, которая должна обладать высокой коммерческой привлекательностью и широким рынком. Этому в наибольшей степени соответствует область стыка медицины, биотехнологий и генной инженерии (возможно, с привлечением части нанотехнологий) [Гринин, Гринин, 2016]. Кроме того, пандемия COVID-19 преподнесла жестокий урок человечеству, унесла огромное число жизней и нанесла колоссальный экономический ущерб, который не поддается пока точному исчислению, хотя предварительных оценок много. Например, в ОЭСР мировые потери к концу 2021 г. оценивают в семь триллионов долларов. Аналитики констатируют: глобальный финансовый кризис 2008 г., который поспешили назвать «великой рецессией», меркнет на фоне нового. С учетом глубины и пространственного охвата систематизация кризисов мирохозяйственного развития должна быть дополнена старой, но забытой категорией – эпидемиологических кризисов, а географическая наука в целом может задуматься об усилении исследований в медицинской географии. Кроме того, первые исследования позволили выявить глубокие территориальные контрасты как собственно в пространственном ходе пандемии [Панин и др., 2021], так и в способности властей реагировать на большие вызовы и в состоянии мирового здравоохранения в целом. Большой комплекс острых вопросов в этой отрасли – перспективная тема научных исследований, имеющая большое теоретическое и практическое значение.

Шестое. География развития стран-гигантов, которые играют ключевую роль как в определении базовых пропорций мир-системы и внутри собственно центра и периферии, так и формирования характера взаимодействия между ними [Трейвиш, 2009]. И если роль США и других крупнейших экономик центра уже давно находится в поле зрения экономико-географов и специалистов смежных дисциплин, то изученность периферии оставляет желать лучшего. Вместе с тем, по мнению экспертов, центр не может бесконечно опережать в развитии периферию, т. е. разрыв между развитыми и разви-

вающимися странами не может все время увеличиваться. Кроме того, экономика не может постоянно опережать политическую и иные составляющие, иначе возникают очень сильные диспропорции и деформации. А внедрение новых технологий широкого применения, безусловно, ускорит развитие экономики и усилит диспропорции.

Таким образом, для начала нового инновационного рывка объективно необходимо «подтягивание» уровня развивающихся стран к развитым. Более того, первичным импульсом глобальных трансформаций может стать быстрый рост в относительно слаборазвитых или недостаточно быстро растущих регионах мира. В этом плане весьма показателен опыт Китая, который, по мнению экспертов ЮНЕП, в сжатые сроки стал одним из мировых флагманов экономики «зеленого роста», а апробация новых технологий в областях замкнутого циклического хозяйства, декарбонизации, повышения ресурсоэффективности промышленности и альтернативной энергетики превратили страну в громадную экспериментальную площадку. Ныне Китай выступает локомотивом научно-технического и технологического развития развивающихся стран и в целом «подтягивания» уровня развивающихся стран к развитым. При благоприятных условиях с учетом уже имеющегося потенциала и накопленных позитивных практик, в том числе в области здравоохранения, именно страны-гиганты периферии имеют повышенный шанс ускоренного встраивания в шестой технологический уклад, Индустрию 4.0, цифровизацию экономики и способны оказать существенное влияние на формирование контуров глобальных трансформаций.

Седьмое. География мирового развития урбанизации и «умных городов». К началу второго десятилетия XXI в. численность населения мира превысила отметку в семь миллиардов, из которых впервые в истории более половины проживало в городах. Ожидается, что к 2025 г. этот показатель увеличится до 60%. По оценкам экспертов, 600 крупнейших агломераций – «опорный каркас» мирового хозяйства – дают $\frac{3}{5}$ ВВП мира. В условиях глобализации большие города превратились в командные пункты глобальной экономики; ключевые места базирования финансовых и специализированных сервисных фирм; основные рынки сбыта товаров и услуг; производственные центры новых технологий и инноваций. Особые позиции в международном корпоративном разделении труда и глобальный охват деятельности таких центров не остались незамеченными международным научным сообществом. «Мейнстримом» изучения урбанистического мира в последние десятилетия стала концепция глобальных городов [Sassen, 1991]. Однако она

носит чрезмерно экономикоцентричный и ангажированный характер. Глобальные демографические, технологические, экономические и экологические изменения обусловили разворот научного интереса к концепции «умных городов», в узком смысле изначально понимаемой как интеграции нескольких информационных и коммуникационных технологий и Интернета вещей для управления городскими активами. По отдельным оценкам, мировой рынок «умных» городских услуг в 2020 г. составил 400 млрд долл. Но важно обладать не только технологиями в конкретных областях, но и способностью реализовывать их. Согласно более широкой трактовке ЕЭК ООН, «умный» устойчивый город – это инновационный город, использующий ИКТ и другие средства для повышения уровня жизни, эффективности деятельности и услуг, а также конкурентоспособности при обеспечении потребностей настоящего и будущих поколений в экономических, социальных, культурных и природоохранных благах.

Такой подход, во-первых, весьма созвучен с задачей глобального географического изучения формирования «зеленой экономики» в целом; во-вторых, обогащает и усложняет познание градоцентрической модели мирового хозяйства; в-третьих, актуализирует исследования внутриагломерационных пространств, предполагая разработку методов оценки качества природной и антропогенной среды, изучение урбанизированных ландшафтов, закономерностей формирования инфраструктуры городов и их функционального зонирования, особенностей техногенного воздействия на городскую среду, что особенно эффективно с использованием ГИС-технологий.

Приведенный перечень направлений развития отечественной школы географии мирового хозяйства, безусловно, далеко не полон, носит обзорный характер и может быть скорректирован. Расстановка исследовательских акцентов на перспективу тесно связана с принципиальным решением научно-образовательных и организационных вопросов, в том числе определение приоритетов в формировании междисциплинарных научно-образовательных школ как в зарубежных структурах, с которыми имеется давнее и активное сотрудничество в изучении и выработке платформы решения острых глобальных демоэкономических и социально-политических проблем (университет Теннесси, США; университет им. Н. Коперника в Торунь, Польша; Белградский университет, Сербия; Карлов университет, Чехия, и др.), так и Московского университета, включая: 1) «Математические методы анализа сложных систем» (стратегический проект «Развитие методологии моделирования и прогнозирования глобального, регионального и странового развития») в части обеспечения конкретными материалами и знаниями по странам мира; 2) «Сохранение мирового

культурно-исторического наследия» (стратегический проект «Историко-политическая конфликтология современности») в части модернизации наработок в области геоконфликтологии и реализации пространственной компоненты проекта; 3) «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды» в части разработки методологии коэволюции природных и антропогенных систем разного уровня и обеспечения глобального экологического мониторинга.

ВЫВОДЫ

Наращение напряженности в международных отношениях и усугубление практически всех глобальных проблем тесно связаны с приближением очередного «мирохозяйственного перехода» и актуализируют изучение тенденций развития глобальной экономики и определения путей снижения рисков и угроз мировому развитию силами географии мирового хозяйства.

География мирового хозяйства – одна из самых молодых ветвей отечественной общественной географии, методологический фундамент которой был заложен тандемом профессоров – Н.В. Алисовым и Н.С. Мироненко. В 2021 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Н.В. Алисова и 80 лет со дня рождения Н.С. Мироненко.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алисов Н.В. Цели, задачи, проблемы географии мирового хозяйства // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 1999. № 2. С. 3–8.
- Воронкова О.Н. Трансформация мирохозяйственного уклада: теоретико-методологическое осмысление // Экономические науки. 2017. № 4(149). С. 101–103.
- Восканян Е. Новый этап четвертого энергетического перехода // Энергетика и промышленность России. Будущее энергетики. Спецвыпуск. 2019. № 18(374). С. 18.
- География инновационной сферы мирового хозяйства / под ред. Н.С. Мироненко. М.: Пресс-Соло, 2000. 384 с.
- География мирового хозяйства: традиции, современность, перспективы / под ред. В.А. Колосова, Н.А. Слуки. М.; Смоленск: Ойкумена, 2016. 400 с.
- География мирового хозяйства: учебник для студентов высших учебных заведений / под ред. Н.С. Мироненко. М.: Трэнзл Медиа Интернэшнл, 2012. 352 с.
- Глобальная социально-экономическая география: сб. науч. тр. памяти Н.В. Алисова / под ред. Н.А. Слуки. М.; Смоленск: Ойкумена, 2011. 272 с.
- Гречко Е.А. Географические различия систем корпоративного управления. М.: Юрайт, 2020. 158 с.
- Гринин Л.Е., Гринин А.Л. Грядущая технологическая революция и глобальные риски // Век глобализации. 2016. № 4. С. 40–58.
- Гринин Л.Е., Гринин А.Л. Кибернетическая революция и шестой технологический уклад // Историческая психология и социология истории. 2015. № 2. С. 172–197.
- Во второй декаде XXI в. идеи корифеев отечественной географии мирового хозяйства получили развитие в рамках обоснования этапности приближающегося мирохозяйственного перехода, диверсификации мировых отраслевых рынков, внедрения категории «хозяйственно-географического перехода», логической модели корпоративной географии, аргументации формирования китаецентричной системы мирового порядка.
- На основе анализа имеющихся разработок и потенциала отечественной школы географии мирового хозяйства, а также материалов авторитетных международных организаций выделены семь приоритетных направлений исследований в области географии мирового хозяйства на ближайшую перспективу.
- География мирового хозяйства способна внести достойный вклад в развитие «единой географии» и реализацию стратегических проектов формирующихся междисциплинарных научно-образовательных школ как зарубежных вузов, так и Московского университета: «Математические методы анализа сложных систем», «Сохранение мирового культурно-исторического наследия» и «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».
- Ефремов В.С., Владимирова И.Г. Цифровые компании: понятие, масштабы и особенности транснационализации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Т. 8. № 11А. С. 137–147.
- Иванов О.Б. Современный мир: глобальные тенденции, вызовы и угрозы // Этап: экономическая теория, анализ, практика. 2019. № 1. С. 20–36.
- Каблов Е. Шестой технологический уклад // Наука и жизнь. 2010. № 4. С. 3–11.
- Ковалев Ю.Ю. В завершении саммита ООН по климату в Париже: неустойчивость территориальных систем и новые риски регионального развития // Известия Уральского федерального ун-та. Сер. 3. Общественные науки. 2016. Т. 11. № 1(149). С. 91–108.
- Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 767 с.
- Лопатников Д.Л. Миграция мирового центра экологического неблагополучия и «геоэкологический переход» // Известия РАН. Сер. географическая. 2020. № 5. С. 728–736.
- Мироненко Н.С., Гитер Б.А. Мировой хозяйственный переход в начале XXI века: макротехнологические и пространственные трансформации // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2013. № 2. С. 12–18.
- На пути к Pax Sinica / под ред. Н.А. Слуки. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2018. 356 с.
- Николай Мироненко. Страницы жизни. Научные идеи и работы. Педагогическая деятельность / под ред.

- В.А. Колосова, Е.В. Милановой. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2015. 352 с.
- Новая географическая картина мира. В 2 т. / под ред. В.А. Колосова, Д.В. Зайца. М.: Дрофа, 2020.
- Общественно-географические проблемы освоения пространства и ресурсов Мирового океана / под ред. Н.С. Мироненко. М.: Аспект Пресс, 2008. 191 с.
- Панин А.Н., Рылский И.А., Тикунов В.С. Пространственные закономерности распространения пандемии COVID-19 в России и мире: картографический анализ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2021. № 1. С. 62–77.
- Паньшин Б. Цифровая экономика: понятия и направления развития // Наука и инновации. 2019. № 3(193). С. 48–55.
- Пилька М.Э., Слука Н.А., Ткаченко Т.Х., Цаликова Е.Р. Крупнейшие транснациональные корпорации в глобальных городах США: центр-периферические диспаритеты // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2018. № 6. С. 83–92.
- Проблемы геоконфликтологии. В 2 т. / под ред. Н.С. Мироненко. М.: Пресс-Соло, 2004.
- Прохорова А.К., Слука Н.А. Особенности логистики на мировом рынке срезанных цветов // Логистика. 2019. № 11. С. 38–41.
- Слука Н.А. Градоцентрическая модель мирового хозяйства. М.: Пресс-Соло, 2005. 168 с.
- Слука Н.А. Цели, задачи и проблемы корпоративной географии // Известия РАН. Сер. географическая. 2016. № 5. С. 38–45. DOI: 10.15356/0373-2444-2016-5-38-45.
- Трейвиш А.И. Город, район, страна и мир. Развитие России глазами страноведа. М.: Новый хронограф, 2009. 372 с.
- Урнов М.Ю. Кризис современной цивилизации: Основные черты. М.: НИУ ВШЭ, 2021. 139 с.
- Чеснокова Е.С. Аквакультура как основополагающее направление мирового производства рыбы и морепродуктов // География и экология в школе XXI века. 2019. № 4. С. 34–38.
- Шумпетер Й.А. Капитализм, социализм и демократия. М.: Экономика, 1995. 540 с.
- Amin S., Arrighi G., Frank A.G., Wallerstein I. *Transforming the Revolution: Social Movements and the World-System*, Delhi, Aakar, 2006. 187 p.
- Arrighi G., Silver B.J. *Chaos and Governance in the Modern World System*, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1999, 348 p.
- Braudel F. *Capitalism and Material Life, 1400–1800*, New York, NY, Harper and Row, 1973, 462 p.
- Milanovic B. *Worlds Apart: Measuring International and Global Inequality*, Princeton (NJ), Oxford, Princeton University Press, 2005, 240 p.
- Salam R. *Melting Pot or Civil War*, New York, Sentinel Press, 2018, 224 p.
- Sassen S. *The Global City: New York, London, Tokyo*, Princeton, New Jersey, 1991, 480 p.
- Sluka N., Pilka M. US global cities as centers of attraction of foreign TNCs, *Bulletin of Geography*, 2019, vol. 46, no. 46, p. 137–147, DOI: 10.2478/bog-2019-0039.
- Stiglitz J. *Globalization and Its Discontents*, New York, London, W.W. Norton & Co., 2002, 282 p.
- Stiglitz J. Trump and Globalization, *Journal of Policy Modeling*, 2018, vol. 40, no. 3, p. 515–528, DOI: 10.1016/j.jpolmod.2018.03.006.
- The World System: Five Hundred Years of Five Thousand?* A.G. Frank, B.K. Gills (eds.), London, Routledge, 1993, 320 p.
- Wallerstein I. *World-Systems Analysis, Social Theory Today*, Stanford, California, Stanford University Press, 1987, p. 309–324.
- Электронные ресурсы*
- Clicking Clean: Who is Winning the Race to Build a Green Internet? Greenpeace, 2017, URL: <https://www.greenpeace.org/usa/global-warming/click-clean/> (дата обращения 3.08.2020).
- Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles, URL: <https://www.oica.net/> (дата обращения 7.10.2020).
- SDG Reporting Challenge (2019), PwC, URL: <https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/SDG/sdg-2019.pdf> (дата обращения 2.09.2020).

Поступила в редакцию 28.04.2021

После доработки 25.07.2021

Принята к публикации 27.09.2021

GEOGRAPHY OF THE WORLD ECONOMY AT MOSCOW UNIVERSITY: STAGES OF FORMATION AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

N.A. Sluka¹, T.Kh. Tkachenko²

^{1, 2} *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy*

¹ *Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: sluka2011@yandex.ru*

² *Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: maryasha_t@mail.ru*

Many experts correlate the growing tension in international relations and the aggravation of almost all global problems with the approach of the era of the next “world economic transition”. This actualizes the interdisciplinary studying of trends in the development of the global economy and identifying the ways to reduce risks and threats to the global development. The paper analyzes the formation of a youngest branch of the Russian human geography in the Moscow University, i.e. the geography of world economy. Its methodological foundation was laid by professors N.V. Alisov and N.S. Mironenko; and its recent developments are useful in understanding new global challenges and their impact on the intensity and nature of changes in the sectoral and spatial structure of the world economy. The paper, firstly, reasons the changes in the world system from the standpoint of the concept of “hard” power and the stages of the approaching world economic transition; secondly, introduces and explains by several examples the concept of “economic geographical transition”; thirdly, proves the diversification and complexity of the world industry markets with a certain territorial shift in favor of the global South. Fourth, a phenomenon of increasingly tangible impact of TNCs on the overall architecture and territorial organization of the world economy is suggested to become an object of a new scientific problem area, i.e. corporate geography; fifth, the special role of China in changing the balance of power between the center and the periphery of world economy and the high probability of the emergence of a China-centered system of the world order is reasoned.

Based on the synthesis of materials from reputable international organizations and a package of documents for the Strategy of Scientific and Technological Development of Russia until 2035, seven priority areas of research in the field of the geography of world economy are formulated for the near future, with the geography of “world economic transition” becoming a key one. We suppose that the geography of world economy could contribute a lot to the implementation of strategic projects and the progress of three emerging Interdisciplinary scientific and educational schools of the Moscow University, namely “Mathematical Methods for Analyzing Complex Systems”, “Preserving the World Cultural and Historical Heritage” and “The Future of the Planet and Global Environmental Changes”.

Keywords: Russian school of geography of world economy, stages of formation, N.V. Alisov, N.S. Mironenko, global challenges, research priorities, “world economic transition”, interdisciplinary scientific and educational schools

REFERENCES

- Alisov N.V. Tseli, zadachi, problemy geografii mirovogo hozyajstva [Goals, objectives, problems of the geography of world economy], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 1999, no. 2, p. 3–8. (In Russian)
- Amin S., Arrighi G., Frank A.G., Wallerstein I. *Transforming the Revolution: Social Movements and the World-System*, Delhi, Aakar, 2006, 187 p.
- Arrighi G., Silver B.J. *Chaos and Governance in the Modern World System*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1999, 348 p.
- Braudel F. *Capitalism and Material Life, 1400–1800*, New York, NY, Harper and Row, 1973, 462 p.
- Chesnokova E.S. Akvakul'tura kak osnovopolagayushchee napravlenie mirovogo proizvodstva ryby i moreproduktov [Aquaculture as a fundamental direction of world fish and seafood production], *Geografiya i ekologiya v shkole XXI veka*, 2019, no. 4, p. 34–38. (In Russian)
- Efremov V.S., Vladimirova I.G. Tsifrovye kompanii: ponyatie, masshtaby i osobennosti transnatsionalizatsii [Digital companies: the concept, scope and features of transnationalization], *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*, 2018, vol. 8, no. 11A, p. 137–147. (In Russian)
- Geografiya innovatsionnoy sfery mirovogo hozyajstva* [Geography of the innovative sphere of the world economy], N.S. Mironenko (ed.), Moscow, Press-Solo Publ., 2000, 384 p. (In Russian)
- Geografiya mirovogo hozyajstva* [Geography of world economy], N.S. Mironenko (ed.), Moscow, Travel Media International Publ., 2012, 352 p. (In Russian)
- Geografiya mirovogo hozyajstva: traditsii, sovremennost', perspektivy* [Geography of World Economy: Traditions, Present, Perspectives], V.A. Kolosov, N.A. Sluka (eds.), Moscow, Smolensk, Oikumena Publ., 2016, 394 p. (In Russian)
- Global'naya social'no-ekonomicheskaya geografiya* [Global socio-economic geography], N.A. Sluka (ed.), Moscow, Smolensk, Oikumena Publ., 2011, 272 p. (In Russian)
- Grechko E.A. *Geograficheskie razlichiya sistem korporativnogo upravleniya* [Geographical differences in corpo-

- rate governance systems], Moscow, Yurajt Publ., 2020, 158 p. (In Russian)
- Grinin L.E., Grinin A.L. Gryadushchaya tekhnologicheskaya revolyuciya i global'nye riski [The coming technological revolution and global risks], *Vek globalizacii*, 2016, no. 4, p. 40–58. (In Russian)
- Grinin L.E., Grinin A.L. Kiberneticheskaya revolyuciya i shestoj tekhnologicheskij uklad [The cybernetic revolution and the sixth technological order], *Istoricheskaya psihologiya i sociologiya istorii*, 2015, no. 2, p. 172–197. (In Russian)
- Ivanov O.B. Sovremennyy mir: global'nye tendencii, vyzovy i ugrozy [The modern world: global trends, challenges and threats], *Etap: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika*, 2019, no. 1, p. 20–36. (In Russian)
- Kablov E. Shestoj tekhnologicheskij uklad [Sixth technological order], *Nauka i zhizn'*, 2010, no. 4, p. 3–11. (In Russian)
- Kondrat'ev N.D. *Bol'shie tsikly kon'yunktury i teoriya predvideniya* [Large conjuncture cycles and the theory of foresight], Moscow, Ekonomika Publ., 2002, 767 p. (In Russian)
- Kovalev Yu.Yu. V zavershenii sammita OON po klimatu v Parizhe: neustojchivost' territorial'nyh sistem i novye riski regional'nogo razvitiya [At the end of the UN Climate Summit in Paris: instability of territorial systems and new risks of regional development], *Izvestiya Ural'skogo federal'nogo universiteta, Ser. 3, Obshchestvennye nauki*, 2016, vol. 11, no. 1(149), p. 91–108. (In Russian)
- Lopatnikov D.L. Migratsiya mirovogo tsentra ekologicheskogo neblagopoluchiya i "geoekologicheskij perekhod" [Migration of the Center of the ecological trouble and "geoecological transition"], *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk, Ser: Geograficheskaya*, 2020, no. 5, p. 728–736. (In Russian)
- Milanovic B. *Worlds Apart: Measuring International and Global Inequality*, Princeton (NJ); Oxford, Princeton University Press, 2005. 240 p.
- Mironenko N.S., Giter B.A. Mirohozyajstvennyj perekhod v nachale XXI veka: makrotekhnologicheskie i prostranstvennye transformacii [World economic transition at the beginning of the 21st century: macro-technological and spatial transformations], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2013, no. 2, p. 12–18. (In Russian)
- Na puti k Pax Sinica [On the way to Pax Sinica], N.A. Sluka (ed.), Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 2018, 356 p. (In Russian)
- Nikolaj Mironenko. *Stranicy zhizni. Nauchnye idei i raboty. Pedagogicheskaya deyatel'nost'. Vospominaniya* [Nikolay Mironenko. Pages of life. Scientific ideas and works. Pedagogical activity. Memoirs], V.A. Kolosov, E.V. Milanova (eds.), Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 2015, 352 p. (In Russian)
- Novaya geograficheskaya kartina mira, v 2 t. [A new geographical picture of the world, in 2 vol.], V.A. Kolosov, D.V. Zayts (eds.), Moscow, Drofa Publ., 2020. (In Russian)
- Obshchestvenno-geograficheskie problemy osvoeniya prostranstva i resursov Mirovogo okeana [Socio-geographical problems of the development of the World Ocean and its resources], N.S. Mironenko (ed.), Aspect Press Publ., 2008, 191 p. (In Russian)
- Panin A.N., Ryl'skij I.A., Tikunov V.S. Prostranstvennye zakonomernosti rasprostraneniya pandemii Covid-19 v Rossii i mire: kartograficheskij analiz [Spatial patterns of Covid-19 distribution in Russia and the world: cartographic analysis], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2021, no. 1, p. 62–77. (In Russian)
- Pan'shin B. Tsifrovaya ekonomika: ponyatiya i napravleniya razvitiya [Digital economy: concepts and directions of development], *Nauka i innovacii*, 2019, no. 3(193), p. 48–55. (In Russian)
- Pil'ka M.E., Sluka N.A., Tkachenko T.Kh., Tsalikova E.R. Krupnejšie transnacional'nye korporacii v global'nyh gorodah SShA: centr-perifericheskie disparitety [Major multinational corporations in the US global cities: core-peripheral location disparities], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2018, no. 6, p. 83–92. (In Russian)
- Problemy geokonfliktologii, v 2 t. [Problems of geo-conflictology, in 2 vol.], N.S. Mironenko (ed.), Moscow, Press-Solo Publ., 2004. (In Russian)
- Prohorova A.K., Sluka N.A. Osobennosti logistiki na mirovom rynke srezannyh tsvetov [Logistics features in the global market of cut flowers], *Logistika*, 2019, no. 11, p. 38–41. (In Russian)
- Salam R. *Melting Pot or Civil War*, New York, Sentinel Press, 2018, 224 p.
- Sassen S. *The Global City: New York, London, Tokyo*, Princeton, New Jersey, 1991, 480 p.
- Shumpeter J.A. *Kapitalizm, socializm i demokratiya* [Capitalism, socialism, and democracy], Moscow, Ekonomika Publ., 1995, 540 p. (In Russian)
- Sluka N.A. Tseli, zadachi i problemy korporativnoj geografii [Goals, objectives and problems of the corporate geography], *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk, Ser. Geograficheskaya*, 2016, no. 5, p. 38–45. DOI: 10.15356/0373-2444-2016-5-38-45. (In Russian)
- Sluka N.A. *Gradocentricheskaya model' mirovogo hozyajstva* [City-centric model of the world economy], Moscow, Press-Solo Publ., 2005, 168 p.
- Sluka N., Pilka M. US global cities as centers of attraction of foreign TNCs, *Bulletin of Geography*, 2019, vol. 46, no. 46, p. 137–147, DOI: 10.2478/bog-2019-0039.
- Stiglitz J. *Globalization and Its Discontents*, New York, London, W.W. Norton & Co., 2002, 282 p.
- Stiglitz J. Trump and Globalization, *Journal of Policy Modeling*, 2018, vol. 40, no. 3, p. 515–528, DOI: 10.1016/j.jpolmod.2018.03.006.
- The World System: Five Hundred Years of Five Thousand?* A.G. Frank, B.K. Gills (eds.), London, Routledge, 1993, 320 p.
- Trejvish A.I. *Gorod, rajon, strana i mir. Razvitie Rossii glazami stranoveda* [City, district, country, and the world. The development of Russia through the eyes of a country scientist], Moscow, Novyj hronograf Publ., 2009, 372 p. (In Russian)
- Urnov M.Yu. *Krizis sovremennoj civilizacii: Osnovnye cherty* [The crisis of modern civilization: the main features], Moscow, Higher School of Economics Publ., 2021, 139 p. (In Russian)
- Voronkova O.N. Transformatsiya mirohozyajstvennogo ukлада: teoretiko-metodologicheskoe osmyslenie [Transformation of global economic mode: theoretical-methodological comprehension], *Economic sciences*, 2017, no. 4(149), p. 101–103. (In Russian)
- Voskanyan E. Novyj etap chetvertogo energeticheskogo perekhoda [A new stage of the fourth energy transition], *Energy and Industry in Russia, The future of energy*, Special Issue, 2019, no. 18(374), p. 18. (In Russian)

Wallerstein I. World-Systems Analysis, *Social Theory Today*, Stanford, California, Stanford University Press, 1987, p. 309–324.

Web sources

Clicking Clean: Who is Winning the Race to Build a Green Internet? Greenpeace, 2017, URL: [https://www.green-](https://www.green-peace.org/usa/global-warming/click-clean/)

[peace.org/usa/global-warming/click-clean/](https://www.green-peace.org/usa/global-warming/click-clean/) (access date 3.08.2020).

Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles, URL: <https://www.oica.net/> (access date 7.10.2020).

SDG Reporting Challenge (2019), PwC, URL: <https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/SDG/sdg-2019.pdf> (access date 2.09. 2020).

Received 28.04.2020

Revised 25.07.2021

Accepted 27.09.2021

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.), уч. 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. 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 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 в отдельную строку и имеют сквозную нумерацию по всей статье, выровненную по правому краю строки.

Таблицы набираются в Word, не допускается разделение ячеек косой линией. Ручные переносы не допускаются.

Рисунки представляются отдельными файлами, названными по их номерам (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 и графиков. Для графиков, выполненных в Excel, дополнительно прилагаются 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 – 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 нерусскоязычный вариант.**

Более подробные инструкции по подготовке статей для авторов можно найти на сайте журнала <https://vestnik5.geogr.msu.ru/jour/index>. 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)9392923. Сайт журнала <https://vestnik5.geogr.msu.ru/jour/index>. Электронная почта: vestnik_geography@mail.ru.

Плата за публикацию не взимается

У ЧРЕДИТЕЛИ:

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;
географический факультет МГУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С.А. ДОБРЮЛОВ, доктор географических наук, профессор, член-корреспондент РАН (главный редактор)
В.С. ТИКУНОВ, доктор географических наук, профессор (зам. главного редактора)
Е.А. ЕРЕМЕНКО, кандидат географических наук (ответственный секретарь)
А.И. АЛЕКСЕЕВ, доктор географических наук, профессор
С.И. БОЛЫСОВ, доктор географических наук, профессор
А.Н. ГЕННАДИЕВ, доктор географических наук, профессор
К.Н. ДЬЯКОНОВ, доктор географических наук, профессор, член-корреспондент РАН
С.С. ЗИЛИТИНКЕВИЧ, доктор географических наук, профессор (Метеорологический институт Финляндии)
О.Г. ЗОЛИНА, профессор (Университет Ж. Фурье, г. Гренобль, Франция)
В.Ю. ИВАНОВ, профессор (Мичиганский университет, США)
Н.С. КАСИМОВ, доктор географических наук, профессор, академик РАН
А.В. КИСЛОВ, доктор географических наук, профессор
В.А. КОЛОСОВ, доктор географических наук, профессор
К.П. КОЛТЕРМАНН, профессор
М. КОНЕЧНЫ, профессор (Университет г. Брно, Чешская Республика)
С.Б. КРООНЕНБЕРГ, профессор (Технологический университет г. Делфт, Нидерланды)
С.М. МАЛХАЗОВА, доктор географических наук, профессор
Г. МОУРИ, профессор (Университет г. Токио, Япония)
С.А. СОКРАТОВ, кандидат географических наук, PhD
П.Е. ТАРАСОВ, доктор наук, профессор (Берлинский Свободный университет, Германия)
Н.Л. ФРОЛОВА, доктор географических наук, профессор
В.Е. ШУВАЛОВ, кандидат географических наук, доцент
Т.А. ЯНИНА, доктор географических наук, профессор
В.В. ЯНКО-ХОМБАХ, доктор геолого-минералогических наук, профессор (Институт прикладных исследований Авалон, г. Виннипег, Канада)

EDITORIAL BOARD:

S.A. DOBROLUBOV, doctor of science, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, professor (Editor-in-chief)
V.S. TIKUNOV, doctor of science, professor (Deputy Editor-in-chief)
E.A. EREMENKO, candidate of science (Secretary-General)
A.I. ALEKSEEV, doctor of science, professor
S.I. BOLYSOV, doctor of science, professor
A.N. GENNADIYEV, doctor of science, professor
K.N. D'YAKONOV, doctor of science, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, professor
S.S. ZILITINKEVICH, doctor of science, professor (Finnish Meteorological Institute, Finland)
O.G. ZOLINA, professor (Fourier University, Grenoble, France)
V.YU. IVANOV, professor (Michigan University, USA)
N.S. KASIMOV, doctor of science, academician of the Russian Academy of Sciences, professor
A.V. KISLOV, doctor of science, professor
V.A. KOLOSOV, doctor of science, professor
K.P. KOLTERMANN, professor
M. KONECNÝ, professor (Masaryk University, Faculty of Science, Czech Republic)
S.B. KROONENBERG, professor (Delft University of Technology, Department of Applied Earth Sciences, Netherlands)
S.M. MALKHAZOVA, doctor of science, professor
G. MOURI, professor (University of Tokyo, Japan)
S.A. SOKRATOV, candidate of science, PhD
P.E. TARASOV, professor (Free Berlin University, Germany)
N.L. FROLOVA, doctor of science, professor
V.E. SHUVALOV, candidate of science, associate professor
T.A. YANINA, doctor of science, professor
V.V. YANKO-KHOMBACH, doctor of science, professor (Avalon Institute of Applied Sciences, Winnipeg, Canada)

Номер подготовили члены редколлегии

А.И. АЛЕКСЕЕВ, А.В. КИСЛОВ

Редактор **Е.С. Повалишникова**

Адрес редколлегии:

119992, Москва, Ленинские горы, МГУ,
географический факультет, комн. 2108а. Тел. 7(495) 939-29-23

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации РФ.
Свидетельство о регистрации № 1552 от 14 февраля 1991 г.

Подписано в печать 00.00.2016. Формат 60×90/8.
Гарнитура Times New Roman. Бумага офсет. № 1. Офсетная печать. Усл. печ. л. 19,5
Уч.-изд. л. 00. Тираж экз. Изд. № 00000. Заказ №

Типография МГУ.
119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 15.