

Вестник Московского университета

Серия 5 ГЕОГРАФИЯ

Издательство Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

2023 • Т. 78 • № 2

МАРТ–АПРЕЛЬ

Выходит один раз в два месяца

СОДЕРЖАНИЕ

Теория и методология

Ткаченко А.А. Сельская местность: понятие и подходы к типологии.....3

Методы географических исследований

Чалов Р.С. Пойменно-русловые разветвления: условия формирования
и гидролого-морфологическая характеристика.....10

Смирнов И.П. Пространственная структура малых городов: подходы к типологии
(по материалам Центральной России).....22

Скафарик А.И., Киселева С.В. Ресурсная обеспеченность и экономическая
эффективность сетевых солнечных станций малой мощности в регионах России.....36

География и экология

Малхазова С.М., Шартова Н.В., Зелихина С.В., Орлов Д.С. Анализ
пространственной неоднородности в распространении клещевых инфекций
на юге Дальнего Востока.....51

Романов А.А., Васеха Н.Д. Структура зимней фауны млекопитающих в морях
северо-востока Палеарктики.....62

Региональные исследования

Бакланов П.Я., Мошков А.В., Ткаченко Г.Г., Шведов В.Г. Большое
Дальневосточное транспортно-экономическое кольцо: структура и функции
в пространственном развитии региона.....73

Викулина М.А., Романенко Ф.А., Зимин М.В., Ефимова Л.Е., Покровский Б.Г.
Строение и динамика снежно-ледяных образований в Хибинских горах
в XXI веке.....89

Мкртчян Н.В., Герасимов А.А. Зоны миграционного тяготения городов Алтайского края.....103

Янина Т.А., Курбанов Р.Н., Таратунина Н.А., Романис Т.В., Ельцов М.В.,
Лаврентьев Н.В., Глушанкова Н.И., Ремизов С.О., Иванов Я.Д.,
Куприянова М.Д., Очередной А.К. Палеолитическая стоянка Сухая Мечетка
(Волгоград) в контексте стратиграфии и палеогеографии Нижнего Поволжья.....113

Имангулов Л.Р. Этнические аспекты сельской миграции в Федоровском районе
Республики Башкортостан.....129

Краткие сообщения

Хикматов Ф.Х., Фролова Н.Л., Юнусов Г.Х., Даценко Ю.С. Количественная оценка
возвратных коллекторно-дренажных вод с орошаемых территорий аридных зон.....141

Твердов И.К., Слука Н.А. Лондон как центр притяжения зарубежных
транснациональных корпораций.....149

Theory and methodology

<i>Tkachenko A.A.</i> Rural areas: a concept and approaches to typology.....	3
--	---

Methods of geographical studies

<i>Chalov R.S.</i> Floodplain-channel braided reaches: forming conditions and hydrological-morphological characteristics.....	10
<i>Smirnov I.P.</i> Spatial structure of small cities: the approaches to typology (based on the materials from Central Russia).....	22
<i>Skafarik A.I., Kiseleva S.V.</i> Resources availability for solar microgeneration and its economic efficiency in the regions of Russia.....	36

Geography and Ecology

<i>Malkhazova S.M., Shartova N.V., Zelikhina S.V., Orlov D.S.</i> Spatially heterogeneous distribution of tick-borne infections in the south of the Far East.....	51
<i>Romanov A.A., Vasekha N.D.</i> Structure of the winter fauna of mammals in the seas of northeastern Palearctic of Russia.....	62

Regional studies

<i>Baklanov P.Ya., Moshkov A.V., Tkachenko G.G., Shvedov V.G.</i> The great Far Eastern transport and economic ring: structure and functions in the spatial development of the region.....	73
<i>Vikulina M.A., Romanenko F.A., Zimin M.V., Efimova L.E., Pokrovskiy B.G.</i> Structure and dynamics of snow and ice formations in the Khibiny Mountains in the 21 st century.....	89
<i>Mkrtychyan N.V., Gerasimov A.A.</i> Migration hinterlands of cities in the Altai Krai.....	103
<i>Yanina T.A., Kurbanov R.N., Taratunina N.A., Romanis T.V., Eltsov M.V., Lavrentiev N.V., Glushankova N.I., Remizov S.O., Ivanov Ya.D., Kupriyanova M.D., Otcherednoy A.K.</i> Paleolithic site Sukhaya Mechetka (Volgograd) in the context of stratigraphy and paleogeography of the Lower Volga River area.....	113
<i>Imangulov L.R.</i> Ethnic aspects of rural migration in the Fedorovsky district of the Republic of Bashkortostan	129

Short communications

<i>Khikmatov F.H., Frolova N.L., Yunusov G.Kh., Datsenko Yu.S.</i> Quantitation of return collector-drainage water from the irrigated areas in arid zones.....	141
<i>Tverdov I.K., Shuka N.A.</i> London as a center of attraction for foreign transnational corporations.....	149

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 911.3

СЕЛЬСКАЯ МЕСТНОСТЬ: ПОНЯТИЕ И ПОДХОДЫ К ТИПОЛОГИИ

А.А. Ткаченко

*ФГБОУ ВО Тверской государственный университет, факультет географии и геоэкологии,
кафедра социально-экономической географии и территориального планирования,
проф., д-р геогр. наук; e-mail: at_tver@mail.ru*

В статье обсуждается сущность сельской местности (СМ). Показано, что в географических исследованиях СМ может рассматриваться в нескольких качествах: как культурный ландшафт, как среда обитания сельского населения, как социально-географическое пространство, формируемое сельскими жителями в процессе своей жизнедеятельности. Исходным предлагается считать представление о СМ как о культурном ландшафте. По мнению автора, своеобразие сельской местности определяется сочетанием ее природной основы, в той или иной степени измененной человеком, и наложенной на нее центр-периферийной структуры расселения и хозяйства. Отмечена физиономичность СМ, т. е. визуальная узнаваемость и различимость. Названы слагающие СМ компоненты (слои) и элементарные объекты, из которых она состоит. Подчеркнута особая роль расселения. Изложен авторский подход к географической типологии СМ, основанный на совмещении разработанной С.А. Ковалевым зональной типологии сельского расселения и представлений об «идеальных» типах («архетипах») СМ, связанных с выполняемыми ею функциями. В результате наложения архетипов на зональные типы расселения образуются географические типы СМ. Для трех основных зональных типов сельского расселения России показана представленность географических типов СМ.

Ключевые слова: география сельской местности, культурный ландшафт, центр-периферийная структура, сельские населенные пункты, сельское расселение, пространственная дифференциация сельской местности, зональность, типология сельской местности

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.1

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Сельская местность (СМ) – один из наиболее многогранных объектов географических исследований. Используя популярный в географии прием, СМ можно трактовать как многослойное образование, включающее природные ландшафты, население и расселение, производственную сферу, в основном представленную сельским хозяйством, транспортную сеть, социальную инфраструктуру, систему управления. Все перечисленные «слои» изучаются соответствующими разделами (отраслями) географической науки. География сельской местности должна иметь дело не с отдельными «слоями», а с их сочетаниями в пределах определенных частей земной поверхности, т. е. территориальными комплексами. Отдельная местность и есть территориальный (географический) комплекс.

География сельской местности, иногда именуемая георуралистикой, обычно рассматривается как комплексная географическая дисциплина, аналогичная по своим задачам и месту среди наук географии городов, или георурбанистике. При этом нельзя не

отметить значительно меньшую ее популярность, а следовательно, и менее высокий уровень развития. Формирование отечественной географии сельской местности как особой географической дисциплины обычно связывают с программной статьей С.А. Ковалева «Изучение сельской местности в экономической и социальной географии», опубликованной в 115-м сборнике «Вопросов географии» [Ковалев, 1980]. Справедливости ради следует вспомнить, что, по словам С.А. Ковалева, вопрос о необходимости комплексного изучения сельской местности в отечественной науке первым поставил Г.Л. Фактор (1977).

Впервые тема сельской местности в нашу науку пришла, видимо, благодаря книге французского географа Пьера Жоржа «Сельская местность: Очерки географии сельского хозяйства стран мира», русский перевод которой под редакцией и с предисловием А.Н. Ракитникова был выпущен издательством «Иностранная литература» [Жорж, 1959]. П. Жорж считал синонимами словосочетания «сельская местность» и «сельский ландшафт» [Там же, с. 15]. Название первой главы книги – «Сельская

местность – результат деятельности человека в ее многообразных проявлениях» – говорит, в каком ключе автор рассматривает свой объект. И хотя значительная часть сельского населения многих стран уже во время написания книги не была связана с сельским хозяйством, сельская местность, по его словам, есть результат воздействия сельского хозяйства на природную среду. В географии, утверждает Жорж, прилагательное «сельский» имеет не только статистический смысл, сводящийся к численности населения отдельных пунктов. Сельские поселения в огромном большинстве были местами проживания населения, живущего главным образом за счет сельского хозяйства [Там же, с. 121]. Принципиальное значение для формирования понятия «сельская местность» имеет следующее положение: «...существуют некоторые зачаточные формы сельского хозяйства, которые не способны породить сельскую местность или сельский ландшафт. К таким формам относится кочевое скотоводство, протекающее в рамках первобытной среды естественных пастбищ» [Там же]. Аналогично он считал, что и подсечное земледелие, постоянно передвигающееся с места на место, не формирует сельскую местность [Там же, с. 16].

Сельская местность может рассматриваться географами в нескольких качествах (ипостасях): как культурный ландшафт, как среда обитания сельского населения, как социально-географическое пространство, формирующееся в процессе жизнедеятельности этого населения. Исходным или базисным при географическом изучении, на наш взгляд, следует считать представление о СМ как культурном ландшафте, состоящем из природных и антропогенных элементов [Саушкин, 1946; Родоман, 2011; Каганский, 2012]. При изучении сельской местности внимание исследователей обычно сосредоточено либо на составе населения, либо на условиях (значительно реже – на образе) его жизни [Алексеев, 1990], либо на сельском хозяйстве [Нефедова, 2003, 2013]. Сама местность, местность как таковая, местность как культурный ландшафт изучается крайне редко.

ПОНЯТИЕ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Без постоянных населенных пунктов и постоянного населения СМ не существует. Незаселенные пространства сельской местностью не являются. Определение СМ может быть таким: *внегородское пространство с постоянным населением*. Сельская местность состоит из населенных пунктов, дорог, сельскохозяйственных и иных угодий (используемых или заброшенных), а также природных объектов как площадного (лесные и болотные массивы, небольшие озера), так и линейного (реки и ручьи,

овраги) характера. К ней принадлежат также расположенные вне населенных пунктов памятники истории и культуры, включая сакральные объекты. СМ представляет собой сочетание (комплекс, ансамбль) перечисленных объектов. Их взаиморасположение и чередование характеризует территориальную структуру сельской местности [Ткаченко, 1987]. *Своеобразие сельской местности, понимаемой как культурный ландшафт, определяется сочетанием ее природной основы, в той или иной степени измененной человеком, и наложенной на нее центр-периферийной структуры расселения и хозяйства.*

С позиции географа основные отличия СМ от городской состоят в следующем: значительно меньшая плотность населения, дисперсность (разбросанность) расселения, отсутствие сплошной застройки, меньшая насыщенность результатами человеческого труда, наличие природных ландшафтов. В определенной степени понятие «сельская местность» близко к понятиям «село», «деревня», понимаемым как подсистема общества и противопоставляемым широко понимаемому понятию «город». Отличие СМ от села (деревни) состоит в том, что она географически конкретна и обязательно подразумевает пространственную составляющую, тогда как обобщенные село или деревня обычно абстрактны. При их изучении внимание исследователя сосредоточено не на пространственных, а на социально-экономических характеристиках. По своей сути город в принципе противоположен СМ, хотя в реальной действительности в городах, особенно малых, почти всегда присутствуют черты и элементы СМ.

В общем виде, согласно Большому энциклопедическому словарю (1991), местность – это часть территории, характеризующаяся общностью каких-либо признаков (природных, исторических или других). В ландшафтоведении под местностью понимают либо группу однотипных урочищ, либо повторяющееся сочетание разнотипных урочищ [Исаченко, 1974]. Местность – типическое сочетание элементов. Основная черта местности – повторяемость территориальных элементов. Для сельской местности, как и любой другой местности, характерна физиономичность, т. е. визуальная узнаваемость и различимость. Типичный вид (пейзаж) СМ определяется взаиморасположением всех перечисленных выше элементов и количественным (площадным) соотношением хозяйственных угодий разных типов и природных объектов.

Местность есть совокупность мест, в частности населенных мест, т. е. населенных пунктов. Другие места, образующие СМ, – это участки земельных (сельскохозяйственных, лесных) угодий, включая пустоши. В некоторых случаях местами могут быть названы памятники истории и культуры. Отдельные

сельские населенные пункты (СНП), отдельные дороги, как и отдельные поля, сенокосы и пастбища, отдельные лесные массивы и другие природные объекты являются первичными элементами, «клеточками» СМ, но образуют ее только в сочетании, а не по отдельности. По Ф.Н. Милькову [1986], местность неотделима от положения; он различал долинный, водораздельный, склоновый и другие подобные типы местности.

Исходя из приведенного выше определения СМ, ее основным, структурообразующим компонентом (или «слоем») следует считать расселение. Оно организует СМ в пространстве, создает ее географический рисунок. Там, где нет СНП, нет и СМ. По мере возникновения новых населенных пунктов на ранее неосвоенных территориях, СМ расширяется, при их исчезновении происходит ее сжатие: СМ «прижимается» к наиболее крупным СНП, основным транспортным путям, городам, уступая место лесу или другим неиспользуемым земельным угодьям.

Вместе с дорогами населенные пункты служат каркасом СМ. Ведущие позиции в расселении принадлежат городам. И СМ в определенной степени всегда ориентирована на города. Но сами города, возглавляя свое сельское окружение, в СМ не входят.

ПОДХОДЫ К ТИПОЛОГИИ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

В силу массовости СНП сельское расселение с определенной долей условности может рассматриваться как континуальное явление, покрывающее земную поверхность. Понятно, что этот «покров», или «ткань расселения» (выражение С.А. Ковалева [1983]), неоднороден. Можно назвать две причины и соответственно два направления пространственной структуризации, или дифференциации, ткани расселения. Зональные различия природы порождают зональную дифференциацию сельского расселения и СМ. Положение по отношению к городам и другим центрам, в общих чертах носящее центр-периферийный характер, создает системную (иерархическую) организацию, связанную с положением населенных пунктов в системах расселения.

Рассмотрим два ряда территориальных образований, связанных с двумя направлениями структуризации (дифференциации) ткани расселения (рис.). Исходным звеном в обоих случаях будем считать отдельный СНП. «Зональная» дифференциация связана с выделением однородных частей территории. Прослеживается следующий ряд: СНП – ареал расселения – район расселения – зона (или зональный тип) расселения. Понятие ареала сельского расселения, насколько нам известно, было введено П.Н. Першиным, определившим его как группу населенных пунктов, тесно связанных между собой

транспортной сетью и одинаковым хозяйственным использованием территории [Першин, 1928]. По-другому ареал сельского расселения может быть определен как единый массив СНП с прилегающими к ним сельскохозяйственными угодьями, окруженный неосвоенными или слабоосвоенными землями (в лесной зоне – лесами или болотами). Ареал – открытое пространство, в прошлом ареалы были в основном распаханы. На топографической карте они остаются незакрашенными белыми пятнами (так называемые «пятна расселения»).



Рис. Два направления структуризации ткани расселения: А – выделение однородных частей территории разного порядка; Б – выделение систем расселения разных иерархических уровней

Fig. Two directions of structuring the fabric of rural settlement network:

A – identification of homogeneous different-order parts of the territory; Б – allocation of settlement systems of different hierarchical levels

Зона расселения – обширное пространство с общим характером освоения и общими чертами сельского хозяйства. При этом характер освоения в основном выражается в преобладающей величине и густоте расположения ареалов и СНП. Зоны расселения выделяются в масштабе страны или крупной ее части (например, европейская часть РФ, в прошлом – европейская часть СССР) и в основном близки к природным зонам. Зонам расселения соответствуют зональные типы сельского расселения. Некоторые из последних не образуют сплошных территориальных массивов и поэтому не могут называться зонами. Наряду с зональными существуют и азональные, точнее – интерзональные, типы расселения. Впервые зональные и азональные типы были выделены В.П. Семеновым-Тянь-Шанским [1910]. Зональные типы в его работе были связаны с положением СНП относительно форм рельефа (долинное и водораздельное расселение). В начале 1960-х гг. С.А. Ковалев [1963], исходя из характера освоения, выделил в пределах европейской части СССР восемь зональных типов сельского расселения, в дальнейшем система зон была распространена на всю территорию страны [Ковалев, Ковальская, 1980].

Из-за больших размеров зоны не могут быть однородны на всем своем протяжении. Природные

(рельеф, гидрография, почвы, растительность) и исторические (время заселения) условия, а также этнический состав населения ведут к образованию районов сельского расселения – сравнительно однородных крупных частей зон. По Ю.Г. Саушкину [1947], район расселения представляет собой сочетание ареалов расселения, объединенных общностью процесса заселения территории, этнического состава населения и хозяйственных занятий жителей, иначе говоря, район расселения есть сочетание сходных по характеру освоения ареалов. Следует отметить, что районы расселения значительно менее очевидны, чем ареалы и зоны.

В пределах зон могут выделяться подзоны, в пределах районов – подрайоны. Ареалы тоже могут быть разных уровней, так сказать, «первичные ареалы» – единые безлесные пятна и комбинированные, включающие несколько первичных и разделяющие их небольшие лесные массивы. Эти дополнительные уровни в данной работе не рассматриваются.

Системная структуризация ткани расселения связана с иерархией населенных пунктов: тяготением одних пунктов к другим, более крупным и обладающим большим разнообразием функций. Населенный пункт, притягивающий к себе жителей других пунктов, является центром расселения. Центр вместе с тяготеющими пунктами образует систему расселения. В работе [Ткаченко, 2018] был сформулирован принцип неопределенной множественности систем расселения. Поскольку эти системы могут выделяться на разных территориальных уровнях и, что особенно важно, в соответствии с разными связями, число систем расселения в пределах более или менее обширной территории не поддается учету. Например, в Центральной России (имеются в виду Центральный и Центрально-Черноземный районы) в наши дни можно говорить о четырех ступенях в организации расселения: элементарных, локальных, кустовых и районных системах сельского расселения. В советское время во многих местах этих уровней было больше. Элементарные системы образуются центрами, где располагаются один-два объекта обслуживания. Локальные системы соответствуют бывшим колхозам и совхозам и/или сельским советам, их центры обычно располагают несколькими объектами обслуживания, иногда органами местной власти и сельскохозяйственными или иными предприятиями. Кустовые системы (в советское время их называли также межхозяйственными) объединяют по несколько локальных. Районные системы расселения существуют в границах муниципальных (административных) районов или муниципальных и городских округов, созданных взамен районов. Большинство из них возглавляется городами или поселками городского типа и является смешанными

сельско-городскими системами. Но шестая часть от общего числа районных систем нестоличных областей Центральной России (63 из примерно 380) представляют собой чисто сельские системы, поскольку возглавляются райцентрами-селоми.

При разном характере освоения по-разному формируется иерархия центров. К сожалению, этот вопрос почти не изучался. Чуть ли ни единственное исключение – работа Д.Н. Лухманова, основанная на результатах изучения территориальной организации обслуживания в сельской местности Северного Казахстана и Алтайского края [Лухманов, 1973]. Выделенные им варианты, или модели, иерархии центров (полная ступенчатая, ограничено ступенчатая и моноцентрическая) оказались весьма универсальными.

Сельская местность исключительно разнообразна. Сочетание ее природных, исторических, экономических, демографических, позиционных и других характеристик порождает большое количество вариантов, независимо от того, где и какая по размеру территория рассматривается. При исследованиях на самых разных территориальных уровнях, которые часто называют «масштабами», будь то вся Россия, ее крупные части типа географических районов, регионы областного уровня и их части, вплоть до низовых районов и более дробных территорий, выделяются многочисленные «типы сельской местности». На наш взгляд, использование этого термина не всегда корректно [Ткаченко и др., 2021].

Сельские местности существуют в собственных границах, выделять их можно либо «снизу», объединяя сходные участки земной поверхности, либо «сверху» – путем разделения изучаемой территории на однородные части. Понятно, что и в том, и в другом случае полученные выделы не будут привязаны к официальным границам административно-территориальных или муниципальных единиц. Соседствующие между собой части разных юридически закрепленных территориальных единиц, как правило, образуют однотипную местность, а в пределах одной территориальной единицы обычно бывают представлены разные варианты сельской местности.

Ю.Г. Саушкин в своих знаменитых «Географических очерках...» [1947, с. 12] писал, что даже в одинаковых социально-экономических условиях «отдельные местности отличаются друг от друга особенностями исторически сложившихся взаимоотношений между природной средой и хозяйственной деятельностью населения». Такие «географические вариации» он назвал географическими типами сельского хозяйства [Там же]. Исходя из современных представлений, точнее было бы говорить о географических типах сельской местности. Однако в 1940-х гг. такого понятия, видимо, не существовало,

поскольку экономическая география того времени в основном была ориентирована на изучение хозяйства, его размещения и территориальных различий.

Предлагается следующий комплексный, или комбинированный подход, к типологии СМ, опирающийся на две независимые частные типологии. Это, во-первых, разработанная еще в начале 1960-х гг. классическая типология сельского расселения С.А. Ковалева [1963], во-вторых, новая эвристическая (интуитивная) типология, отражающая современные функции СМ.

Выше было сказано, что С.А. Ковалев выделил в пределах СССР восемь зональных типов сельского расселения, семь из которых представлены и на территории Российской Федерации. В основу типологии были положены различия в характере освоения территории, что обеспечивает ее долготелетие: при любых количественных изменениях в сети СНП и в использовании сельскохозяйственных угодий, общий характер освоения, связанный с рисунком ландшафта, не меняется. В этом заключается неоспоримое преимущество типологии С.А. Ковалева перед многочисленными так называемыми «типологиями» (в действительности – многомерными классификациями), основанными на статистике СНП и сельскохозяйственных угодий.

Будем различать следующие функциональные типы сельской местности:

1. Пригородная СМ (с различными сочетаниями функций).

2. Аграрная (с развитым товарным сельским хозяйством). Возможно выделение нескольких вариантов в зависимости от преобладающего типа предприятий.

3. Агрорекреационная, т. е. «дачная», с преобладанием хозяйств горожан.

4. «Постаграрная», или аграрно-депрессивная (с натуральным хозяйством и тенденцией к люмпенизации населения, в некоторых случаях – отходническая).

5. Лесопромышленная.

6. Промысловая. Основу хозяйства населения составляет эксплуатация природных ресурсов.

7. Рекреационная.

Перечисленные функциональные типы рассматриваются в качестве «архетипов», т. е. универсальных, или общих, типов, которые могут существовать в пределах всех или нескольких зональных типов. Это так называемые «идеальные» (по М. Веберу) типы, типы-модели, выделенные дедуктивным путем. В разных ландшафтных условиях они, разумеется, видоизменяются. Сочетание зональных и функциональных типов дает итоговые *географические типы СМ*. В таблице для трех основных зональных типов сельского расселения показана определенная экспертным путем распространенность общих типов сельской местности. Каждая клетка таблицы соответствует определенному географическому типу.

Ни один архетип, в действительности, не может быть представлен на более или менее обширной территории в чистом виде. Речь должна идти о сочетании нескольких основных типов или о доминирующих в определенных местах типах. При этом каждый тип может включать подтипы, образование которых связано с различиями в положении относительно городов и магистральных дорог, с этническим составом населения, с наличием крупных водоемов и другими причинами.

Таблица

Архетипы сельской местности в пределах зон (зональных типов) сельского расселения (фрагмент)

Зональные типы расселения, по С.А. Ковалеву	Пригородная	Аграрная	Агро- рекреационная	Постаграрная	Лесо- промышленная	Промысловая	Рекреационная
Очаговое	+	+	+	+++	++	+	+
Выборочное	+++	++	+++	+++	+	—	+
Сплошное	+++	+++	+	+	—	—	+

Условные обозначения: — отсутствует, + встречается, ++ распространен, +++ широко распространен.

ВЫВОДЫ

Основные положения предлагаемого взгляда на сущность СМ сводятся к следующему:

1. Сельская местность – особый тип культурного ландшафта. Большинство сельских мест-

ностей сформировались в результате сельскохозяйственной деятельности многих поколений местных жителей.

2. Для СМ, как и для любой другой местности, характерна повторяемость территориальных эле-

ментов, поэтому она физиономична (визуально узнаваема и различима). Типичный пейзаж СМ определяется взаиморасположением и площадным соотношением хозяйственных угодий разных типов и природных объектов.

3. Сельская местность может быть представлена как природная основа с наложенной на нее центр-периферийной структурой расселения и хозяйства.

Благодарности. Статья подготовлена при финансовой поддержке РНФ, проект 27-17-00112.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев А.И. Многоликая деревня (население и территория). М., 1990. 269 с.
- Жорж П. Сельская местность: Очерк сельского хозяйства стран мира / пер. с фр. М., 1959. 506 с.
- Исаченко А.Г. Местность // Большая советская энциклопедия. 3-е изд. М., 1974. Т. 16. С. 108.
- Каганский В.Л. Пространственные закономерности культурного ландшафта современной России: автореф. ... канд. геогр. наук. М., 2012. 26 с.
- Ковалев С.А. Сельское расселение (Географическое исследование). М., 1963. 371 с.
- Ковалев С.А. Изучение сельской местности в экономической и социальной географии // Вопросы географии. Сб. 115. Экономическая и социальная география. М., 1980. С. 172–184.
- Ковалев С.А. Живая ткань расселения // Знание – сила. 1983. № 10. С. 2–5.
- Ковалев С.А., Ковальская Н.Я. География населения СССР. М., 1980. 285 с.
- Лухманов Д.Н. Принципы оценки состояния и уровня обслуживания населения в целях картографирования // Оценочные карты природы, населения, хозяйства. М., 1973. С. 199–205.
- Местность // Большой энциклопедический словарь. М., 1991. Т. 1. С. 797.
- Милюков Ф.Н. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж, 1986. 224 с.
- Нефедова Т.Г. Сельская Россия на перепутье: географические очерки. М., 2003. 405 с.
- Нефедова Т.Г. Десять актуальных вопросов о сельской России: Ответы географа. М., 2013. 456 с.
- Першин П.Н. Земельное устройство дореволюционной деревни. М.; Воронеж, 1928. Т. 1. 471 с.
- Родоман Б.Б. Традиционный культурный ландшафт: основные проблемы типологии, районирования и во-обращения // Международный журнал исследований культуры. 2011. № 4. С. 47–53.
- Саушкин Ю.Г. Культурный ландшафт // Вопросы географии. Сб. 1. М., 1946. С. 97–106.
- Саушкин Ю.Г. Географические очерки природы и сельскохозяйственной деятельности населения в различных районах Советского Союза. М., 1947. 423 с.
- Саушкин Ю.Г. Географическое изучение сельских населенных пунктов Советского Союза // Вопросы географии. Сб. 5. География населения. М., 1947. С. 53–66.
- Семенов-Тянь-Шанский В.П. Город и деревня в Европейской России: очерк по экономической географии с 16 картами и картограммами. СПб., 1910. 212 с.
- Ткаченко А.А. Территориальная структура сельской местности в системе управления аграрным сектором // Проблемы управления социально-территориальным развитием аграрного сектора. Барнаул, 1987. С. 24–27.
- Ткаченко А.А. Ключевые понятия теории расселения: попытка переосмысления // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2018. № 2. С. 10–15.
- Ткаченко А.А., Смирнова А.А., Смирнов И.П. Опыт географической классификации сельских районов Тверской области // Крестьяноведение. 2021. № 3. С. 6–18.
- Фактор Г.Л. Комплексный подход к изучению сельской местности // Современные проблемы экономической географии. М., 1977. С. 29–35.

Поступила в редакцию 03.08.2022

После доработки 15.09.2022

Принята к публикации 22.09.2022

RURAL AREAS: A CONCEPT AND APPROACHES TO TYPOLOGY

A.A. Tkachenko

Tver State University, Faculty of Geography and Geoecology, Department of Social-Economic Geography and Territorial Planning, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: at_tver@mail.ru

The article discusses the essence of “rural area” notion. It is shown that geographical studies suggest different interpretations of rural areas: as a cultural landscape, as a habitat for the rural population, or as a socio-geographical space formed by rural residents in the course of their living. It is proposed to start with the idea of rural areas as a cultural landscape. According to the author, the originality of countryside is determined by the combi-

nation of its natural basis, to some extent modified by man, and the over-imposed center-peripheral structure of settlement and economy. The visual recognizability and identifiability of the rural areas are noted. The components (layers) of rural areas are named, as well as the elementary objects of which they consist. A special role of settlement network is emphasized. The author's approach to the geographical typology of rural areas is suggested, based on the combination of the zonal typology of rural settlement developed by S.A. Kovalev and the ideas about the "ideal" types ("archetypes") of rural areas associated with their functions. Geographic types of rural areas are the result of the superposition of archetypes over the zonal types of settlement. The diversity of geographic types of rural areas is shown for three principal zonal types of rural settlement in Russia.

Keywords: rural geography, cultural landscape, center-periphery structure, rural settlements, rural settlement network, spatial differentiation of rural areas, zoning, rural area typology

Acknowledgements. The study was financially support by the Russian Science Foundation (project 27-17-00112).

REFERENCES

- Alekseev A.I. *Mnogolikaya derevnya (naselenie i territoriya)* [Many-faced village (population and territory)], Moscow, 1990, 269 p. (In Russian)
- Faktor G.L. Kompleksnyj podhod k izucheniyu sel'skoj mestnosti [An integrated approach to the study of rural areas], *Sovremennye problemy ekonomicheskoy geografii*, Moscow, 1977, p. 29–35. (In Russian)
- George P. *La campagne. Le fait rural à travers le monde*, Paris, 1956, 397 p.
- Isachenko A.G. *Mestnost'* [Terrain], *Bol'shaya sovetskaya enciklopediya*, 3rd ed., Moscow, 1974, vol. 16, p. 108. (In Russian)
- Kaganskij V.L. Prostranstvennye zakonomernosti kul'turnogo landshafta sovremennoj Rossii [Spatial Patterns of the Cultural Landscape of Modern Russia], avtoref. ... kand. geogr. nauk, Moscow, 2012, 26 p. (In Russian)
- Kovalev S.A. [The study of rural areas in economic and social geography], *Voprosy geografii, sb. 115, Ekonomicheskaya i social'naya geografiya* [Problems in geography, iss. 115, Economic and Social Geography], Moscow, 1980, p. 172–184. (In Russian)
- Kovalev S.A. *Sel'skoe rasselenie (Geograficheskoe issledovanie)* [Rural Settlement (Geographic Study)], Moscow, 1963, 371 p. (In Russian)
- Kovalev S.A. Zhivaya tkan' rasseleniya [Living tissue of settlement], *Znanie – sila*, 1983, no. 10, p. 2–5. (In Russian)
- Kovalev S.A., Koval'skaya N.Ya. *Geografiya naseleniya SSSR* [Geography of the population of the USSR], Moscow, 1980, 285 p.
- Lukhmanov D.N. [Principy ocenki sostoyaniya i urovnya obsluzhivaniya naseleniya v celyah kartografirovaniya], *Ocenochnye karty prirody, naseleniya, hozyajstva* [Evaluative maps of nature, population and economy], Moscow, 1973, p. 199–205. (In Russian)
- Mestnost' [Terrain], *Bol'shoy enciklopedicheskij slovar'*, Moscow, 1991, vol. 1, p. 797. (In Russian)
- Mil'kov F.N. *Fizicheskaya geografiya: uchenie o landshafte i geograficheskaya zonal'nost'* [Physical geography: the doctrine of landscape and geographical zonality], Voronezh, 1986, 224 p. (In Russian)
- Nefedova T.G. *Desyat' aktual'nyh voprosov o sel'skoj Rossii: Otveti geografa* [Ten Topical Questions about Rural Russia: Answers from a Geographer], Moscow, 2013, 456 p. (In Russian)
- Nefedova T.G. *Sel'skaya Rossiya na pereput'e: geograficheskie ocherki* [Rural Russia at the Crossroad: Geographical Sketches], Moscow, 2003, 405 p. (In Russian)
- Pershin P.N. *Zemel'noe ustroystvo dorevolucionnoj derevni* [Land arrangement of the pre-revolutionary village], Moscow, 1928, vol. 1, 471 p. (In Russian)
- Rodoman B.B. Traditsionnyj kulturnyj landshaft: osnovnyye problem tipologii, zonirovaniya i voobrazheniya [Traditional cultural landscape: the main problems of typology, zoning and imagination], *Mezhdunarodnyj zhurnal issledovanij kul'tury*, 2011, no. 4, p. 47–53. (In Russian)
- Saushkin Yu.G. [Cultural landscape], *Voprosy geografii, sb. 1* [Problems in geography, iss. 1], Moscow, 1946, p. 97–106. (In Russian)
- Saushkin Yu.G. [Geographical study of rural settlements in the Soviet Union], *Voprosy geografii, sb. 5, Geografiya naseleniya* [Problems in geography, iss. 5, Geography of Population], Moscow, 1947, p. 53–66. (In Russian)
- Saushkin Yu.G. *Geograficheskie ocherki prirody i sel'skohozyajstvennoj deyatel'nosti naseleniya v razlichnyh rajonah Sovetskogo Soyuza* [Geographical essays of nature and agricultural activities of the population in various regions of the Soviet Union], Moscow, 1947, 423 p. (In Russian)
- Semenov-Tyan-Shanskij V.P. *Gorod i derevnya v Evropejskoj Rossii: Ocherk po ekonomicheskoy geografii s 16 kartami i kartogrammami* [City and Village in European Russia: Essay on Economic Geography with 16 Maps and Cartograms], Saint Petersburg, 1910, 212 p. (In Russian)
- Tkachenko A.A. Klyuchevye ponyatiya teorii rasseleniya: popytka pereosmysleniya [Key Concepts of the Settlement Theory: An Attempt of Rethinking], *Vestn. Mosk. Un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2018, no. 2, p. 10–15. (In Russian)
- Tkachenko A.A. Territorial'naya struktura sel'skoj mestnosti v sisteme upravleniya agrarnym sektorom [Territorial structure of rural areas in the system of agricultural sector management], *Problemy upravleniya social'no-territorial'nyim razvitiem agrarnogo sektora*, Barnaul, 1987, p. 24–27. (In Russian)
- Tkachenko A.A., Smirnova A.A., Smirnov I.P. Opyt geograficheskoy klassifikacii sel'skih rajonov Tverskoj oblasti [Experience in the geographical classification of rural areas of the Tver region], *Krest'yanovedenie*, 2021, no. 3, p. 6–18. (In Russian)

Received 03.08.2022

Revised 15.09.2022

Accepted 22.09.2022

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 556.5.: 551.4.04

ПОЙМЕННО-РУСЛОВЫЕ РАЗВЕТВЛЕНИЯ: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ГИДРОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Р.С. Чалов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева, проф., гл. науч. сотр., д-р геогр. наук; e-mail: rschalov@mail.ru

Впервые дается анализ условий формирования пойменно-русловых разветвлений, обоснование и критерии их выделения как структурного уровня русловых процессов, их связь с водоносностью рек, русловым режимом, затопляемостью пойм во время половодий (паводков) и морфологией долин. Они характерны для широкопойменных русел, являясь специфической формой меандрирования средних и больших рек (верхняя и средняя Обь, Выгегда, Ока); на реках с разветвленным руслом встречаются реже и только на больших и крупнейших (Северная Двина, нижняя Лена) и в меандрирующих рукавах раздвоенных русел (Юганская, Малая, Горная Обь). Такие пойменно-русловые разветвления представляют собой результат эволюции излучин или русловых (островных) разветвлений, формируются на перевалах реки от одного борта долины к другому из-за несовпадения руслового и пойменного потоков во время половодий и высоких паводков. Условием их развития является прохождение руслоформирующих расходов воды при затопленной пойме. Они возникают также: ниже крупных мысов коренных берегов или изгибов долины, оказывающих на поток направляющее воздействие, отклоняя его в сторону поймы и способствуя увеличению водности пойменных протоков, в этом случае превращающихся в рукава реки; в результате внутривпойменных перехватов рукавов раздвоенного русла и пойменных протоков при размыве между излучинами русла или рукавов русловых (островных) разветвлений поймы и образования проранов между ними; при формировании и эволюции прорванных излучин; в узлах слияния больших рек вследствие развития «дельтовых» разветвлений (Обь и Томь, Амур и Буря). В трех-четырех рукавных пойменно-русловых разветвлениях они имеют полигенетический характер. Во врезанных руслах встречаются редко, будучи приуроченными к местным крупным расширениям русла (Енисей, верхняя Лена) как следствием распластывания потока и его подпора от нижерасположенного его стеснения коренными берегами.

Между рукавами пойменно-русловых разветвлений располагаются крупные островные массивы сложной конфигурации, имеющие соотношение их длины (шага разветвления) и ширины, намного меньшей оптимальной, – 3–4, свойственной русловым (островным) разветвлениям каплевидной или веретенообразной формы. Рукава пойменно-русловых разветвлений имеют свой набор морфодинамических типов русла (до 3–5 излучин или островных разветвлений), параметры которых зависят от водности рукавов.

Ключевые слова: русловые процессы, пойменно-русловые разветвления, структурные уровни, меандрирование, острова, рукава, рассредоточение стока

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.2

ВВЕДЕНИЕ

Пойменно-русловые разветвления – структурный уровень формирования разветвленных русел, занимающий промежуточное положение между русловыми (островными) разветвлениями и раздвоенными руслами. Их главными гидролого-морфологическими признаками являются: 1) рассредоточение стока по рукавам, протяженность которых в несколько раз превышает длину (шаг) русловых форм (излучин, островных разветвлений), свойственных дан-

ной реке; 2) разделение основных рукавов в каждом разветвлении островными массивами, имеющими сложную конфигурацию и форму, отличную от каплевидной или веретенообразной у островов, или архипелагами островов разных размеров; 3) формирование каждым рукавом русла своего морфодинамического типа – несколькими излучинами (от 2 до 5), русловыми разветвлениями и прямолинейными участками или их чередованием. Они характерны для рек с широкопойменным и адаптированным,

очень редко врезанным руслом в виде одиночных образований, прерывающих участки меандрирующего русла, русловых (островных) разветвлений или прямолинейного неразветвленного русла, не образуя морфологически однородные участки. Геоморфологические условия развития русловых деформаций определяют особенности их формирования, расположение и морфодинамику рукавов, квазиравномерное распределение расходов воды по рукавам. Параметры форм русла рукавов π (радиусы r и шаги L излучин рукавов, шаги разветвлений рукавов) меньше, чем на смежных неразветвленных участках русла, поскольку $\pi = f(Q)$. Это же – причина снижения транспортирующей способности потока в рукавах, аккумуляции в них наносов, формирование перекаатов с побочными и излучин, осередков и островов.

Несмотря на достаточно частую встречаемость, пойменно-русловые разветвления – наименее изученный (как и раздвоенные русла) тип разветвлений русел на рукава. Они отсутствуют в большинстве классификаций и типизаций русловых процессов [Россинский, Кузьмин, 1947; Маккавеев, 1955, 1971; Leopold, Wolman, 1957; Андреев, Ярославцев, 1958; Попов, 1961, 1965; Гришанин, 1972; Карасев, 1975; Schumm, 1977; Чалов, 1979; Richards, 1980; Rust, 1981; Кондратьев и др., 1982; Шэнь Юйчан, Цянь Нин и др., 1987]. Лишь Н.А. Ржаницын [1985] выделял относительно стабильные разветвления – бифуркации, при которых рукава большой длины рассматриваются как самостоятельные потоки. Судя по приведенным характеристикам, этот тип русла объединяет пойменно-русловые разветвления и разбросанные русла.

В англоязычной литературе пойменно-русловым разветвлениям соответствует термин *anabranching channels*, которому дается такая характеристика: острова стабильные, их ширина гораздо больше ширины рукавов; потоки в рукавах не объединяются даже в условиях высоких вод; в рукавах возможно меандрирование, появление осередковых и островных разветвлений [Chalov, Alabyan, 1997].

Сам термин «пойменно-русловое разветвление» и его определение появились недавно, и тогда же этот тип русла был включен в морфодинамическую классификацию МГУ [Чалов, 1999] как разновидность русловых (островных) разветвлений, хотя подчеркивалось его отличие от них, связанное с формой островных массивов, длиной рукавов и развитием в них своих типов русла. Позднее было обосновано отнесение его к более высокому структурному уровню русловых процессов [Чалов, 2011; Чалов, Чалов, 2020].

Такое положение пойменно-русловых разветвлений – следствие недостаточной изученности разветвленных русел вообще, а их встречаемость на меан-

дрирующих реках – как некий феномен извилистых русел. Отсюда задача статьи – дать оценку условий, которые определяют формирование пойменно-русловых разветвлений, их генезиса, морфологических и морфометрических особенностей, отличающих от разветвлений других типов, влияния рассредоточения стока по рукавам на развитие в них излучин и разветвлений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

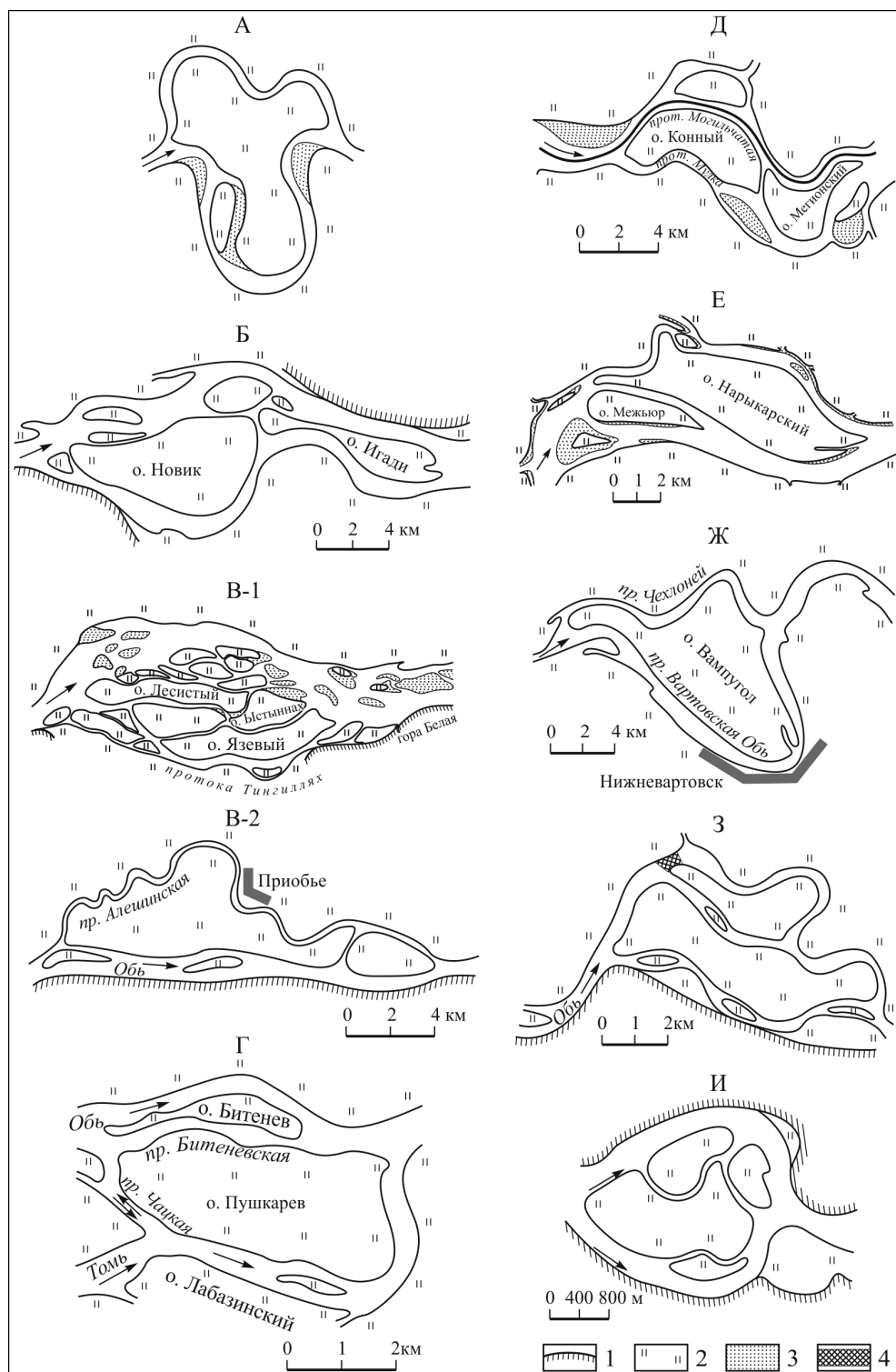
В основу руслового анализа при решении поставленной задачи положены материалы многолетних исследований (более 60 лет) на реках, характеризующихся различными условиями развития русел и имеющих разветвленное на рукава русло. В соответствии с разработанной в МГУ методологией изучения русловых процессов были определены структурные уровни формирования разветвлений, морфодинамические типы русел рукавов, выполнен ретроспективный анализ переформирований. В состав исследований входили съемки и промеры русел, измерения стока воды и наносов в рукавах, в том числе с применением современной аппаратуры и приборов, определение состава и распределения руслообразующих наносов, оценка затопляемости поймы и рассредоточения стока воды и наносов. Широко использовались космические снимки, карты и планы русел за разные временные интервалы. Объектами исследований были Обь, Иртыш, Томь, Лена и ее основные притоки, Амур, Северная Двина и Вычегда, Енисей, Печора, нижняя Волга, другие реки России и сопредельных стран, Янцзы и Хуанхэ, для которых был выполнен ретроспективный анализ, разработаны прогнозные оценки переформирования русел. Были выполнены обобщение и критический анализ литературных источников, в том числе зарубежных [Чалов и др., 2021], обзор космических снимков по крупнейшим рекам мира и лоцманских карт на реки России.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Пойменно-русловые разветвления формируются: а) на реках со свободно меандрирующим руслом (Ока, Вычегда, средняя Обь между устьями Томи и Ваха), где их русла по диагонали пересекают пойму при ее глубоком затоплении в половодье (рис. 1, А); б) на широкопойменных реках с разветвленным руслом (Северная Двина, Печора, Обь, Киренга); связаны с образованием островных массивов тоже на перевале реки от одного борта долины к другому (рис. 1, Б); в) ниже выступов и мысов коренных берегов (верхняя и нижняя Обь, Лена между устьями Алдана и Вилюя, нижняя Волга), оказывающих на поток направляющее воздействие, и изгибов долины реки (рис. 1, В); г) в узлах слияния больших рек (Обь

и Томь), в которых при различном сочетании уровней воды на главной реке и притоке один из рукавов характеризуется переменным направлением течения (рис. 1, Г); д) при трансформации меандрирующих рукавов раздвоенных русел, их спрямлении, размыве пойменных межукавий – участков поймы между ними [Смирнова, 2002] и образовании сложных многоорукавных разветвлений с крутыми и прорванными излучинами (рис. 1, Д); е) вследствие размыва пойменного перешейка между основным руслом (или

рукавами раздвоенного русла) и пойменной протокой (средняя Обь, левый рукав раздвоенного русла нижней Оби – Малая Обь, Енисей в Минусинской котловине) и увеличения водности последней из-за отвлечения в нее части стока из основного русла и превращения ее в рукав реки (рис. 1, Е); ж) при образовании прорванных излучин, спрямлении смежных излучин (средняя и нижняя Обь) и рассредоточении стока между старым руслом и спрямляющим рукавом, русло которого меандрирует или разветвляется



на рукава (рис. 1, Ж); 3) трех-четырёхрукавные пойменно-русловые разветвления при комбинации рукавов различного генезиса – на перевале реки между бортами долины и размыве пойменного перешейка, разделяющего один из рукавов от пойменной протоки (рис. 1, З); и) во врезанном русле в его крупных местных расширениях (рис. 1, И).

На *меандрирующих реках* пойменно-русловые разветвления располагаются на перевалах реки от одного борта долины к другому, имея диагональное направление к ее оси. Это обуславливает несовпадение во время половодья пойменного и руслового потоков и периодическое изменение водности рукавов в многоводные и маловодные половодья: в первом случае развивается рукав, соответствующий более прямому направлению потока (длинный перевал), во втором – более искривленному (короткий перевал). На это накладываются русловые деформации, приводящие к изменениям угла захода в рукава при надвижении побочной на узлы разветвления, длин рукавов, развитие и спрямление излучин. Многолетние колебания водности рукавов сопровождаются изменениями параметров их излучин, вследствие чего они постоянно перестраиваются, приспосабливаясь к новым гидравлическим характеристикам потока. Поэтому закономерные соотношения между показателями водности и параметрами излучин рукавов разветвлений не устанавливаются; в более многоводном рукаве они отражают частично трансформировавшиеся размеры излучин, установившиеся в предшествующий период, когда рукав был маловодным, и наоборот (в этом случае несоответствие параметров водности компенсируется формированием в рукаве побочной и осередков).

При многолетней стабилизации распределения расходов воды параметры излучин рукавов соответствуют их водности, но меньше, чем на смежных

участках неразветвленного русла (излучин самого русла) из-за рассредоточения стока. В то же время по длине меандрирующих рек (верхняя Вытегда, Кеть, средняя Обь) параметры излучин растут вниз по течению (с увеличением стока). Зависимость параметров излучин русла и излучин рукавов пойменно-русловых разветвлений от характерных расходов воды единая, но точки на графиках связи r , $L \sim Q_{\text{ср}}$, $Q_{\text{ср. max}}$, относящиеся к рукавам разветвлений, занимают крайнее нижнее положение (рис. 2).

На р. Кети имеется два пойменно-русловых разветвления, водность которых находится в соотношении 1:1–1:1,15, т. е. различается на 20–30%. На средней Оби от устья р. Томи до устья р. Вах такие разветвления (их 12) составляют 18% от общей длины участка. Их рукава меандрируют, но при подходе одного из них к коренному берегу русло становится прямолинейным, неразветвленным, занимая до половины длины рукава; иногда встречаются одиночные разветвления. В основном пойменно-русловые разветвления [Чалов и др., 2018] встречаются ниже слияния с р. Кетью: 33% до устья Васюгана, 86% – между устьями Васюгана и Тыма. Выше устья р. Кети имеется одно такое разветвление – Кривошеинское, составляющее 18% длины участка устье Томи – устье Чулыма (между устьями Чулыма и Кети их нет); его рукава образуют излучины – шесть левый и четыре правый. Также одно пойменно-русловое разветвление – Тымское – есть между устьями Васюгана и Тыма, составляя 25% его длины. Это – участки с относительно суженной поймой, что, очевидно, препятствует развитию пойменно-русловых разветвлений.

Ниже устья Тыма, где пойма расширяется, вновь преобладают пойменно-русловые разветвления (их 4), но размеры каждого из них уменьшаются почти в два раза. Если выше по течению их длина

Рис. 1. Пойменно-русловые разветвления:

А – на реке с меандрирующим руслом (р. Обь, Кривошеинское разветвление); Б – на реке с разветвленным руслом (р. Печора); В – ниже выступов коренных ведущих берегов или изгибов долины (В-1 – нижняя Обь, Аleshkinsкое разветвление; В-2 – нижняя Лена, Белогорское разветвление); Г – в узле слияния рек (Обь – Томь); Д – сложное трехрукавное, с развитыми, крутыми и прорванными излучинами рукавов (средняя Обь, Сытоминско-Салымское разветвление); Е – образовавшееся при размыве перешейка между основным руслом и пойменной протокой (нижняя Обь, Нарыкарское разветвление Малой Оби); Ж – следствие спрямления излучин – порванная излучина (средняя Обь, Нижневартовское разветвление); З – трехрукавное с рукавами разного генезиса (верхняя Обь, ниже Тарадановской излучины); И – в местном расширении врезанного русла (верхняя Лена, ниже устья р. Киренги): 1 – коренные берега; 2 – пойма; 3 – прирусловые отмели; 4 – проран в пойменном перешейке

Fig. 1. Floodplain-channel braided reaches:

A – on a river with meandering channel (the Ob' River, Krivosheinskoe braided reach); Б – on a river with braided channel (the Pechora River); В – downstream of the headlands of bedrock banks or river valley bends (B-1 – the Lower Ob' River, Aleshkinskoe braided reach; B-2 – the Lower Lena River, Belogorskoe braided reach); Г – at a river confluence (Ob' – Tom' rivers); Д – a complex three-branch reach with developed, steep and cut-off bends of branches (the Middle Ob' River, Sytominsko-Salymskoe braided reach); Е – formed due to erosion of the neck between the main river channel and the floodplain branch (the Lower Ob' River, Narykarskoe braided reach of the Malaya Ob' River); Ж – a consequence of meander straightening – a cut-off bend (the Middle Ob' River, the Nizhnevartovskoe braided reach); З – a three-arm braided reach with branches of different genesis (the Upper Ob' River, below the Taradanovskaya bend); И – in the local extension of the incised channel (the Upper Lena River, below the mouth of the Kirenga River): 1 – bedrock banks; 2 – floodplain; 3 – side-bars; 4 – washout in the floodplain neck

20–26 км, то здесь – 10–12 км, рукава их образуют две-три излучины. Это следствие растекания потока половодья по расширяющейся пойме.

Среди пойменно-руслowych разветвлений Оби выделяется Нарымское. Оно располагается ниже устья Кети Копыловской – правого рукава раздвоенного русла Оби, по которому проходит большая часть стока Кети (остальная уходит в Тогурскую Кеть, сливающуюся с правым рукавом Канеровского пойменно-руслowego разветвления Оби у г. Колпашево), или весь ее сток, когда по Тогурской Кети направляются в Кеть воды из Оби. Смещение излучины Оби у с. Нарыма привело к размытию поймы между Кетью Копыловской и Обью, вследствие чего ее сток стал частично направляться в нижнюю часть Кети Копыловской, превратив ее в рукав пойменно-руслowego разветвления – Нарымскую луку.

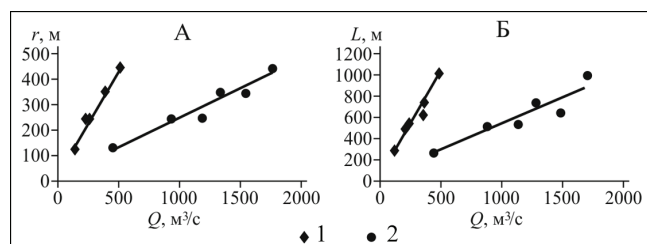


Рис. 2. Зависимость модальных значений радиусов кривизны r (А) и шагов L (Б) излучин р. Кети от среднемаксимального расхода воды: 1 – излучины русла; 2 – излучины рукавов пойменно-руслowych разветвлений [Ермакова, 2004]

Fig. 2. Dependence of modal values of curvature radii r (А) and steps L (Б) of the Ket' River meanders from the average maximum water discharge: 1 – channel bends; 2 – bends of branches of floodplain-channel braided reaches [Ermakova, 2004]

За исключением Нарымского пойменно-руслowego разветвления, все остальные приурочены к перевалам реки от одного борта долины к другому.

В пойменно-руслowych разветвлениях общее количество излучин рукавов практически одинаково (в судоходных, более водных – 28, в несудоходных – 31), причем их больше в два раза в рукавах разветвлений, чем на всем остальном протяжении Оби от устья Томи до устья Ваха. Среди излучин рукавов преобладают сегментные, в большинстве своем крутые, со степенью развитости $l/L > 1,7$ (l – длина, L – шаг излучины), петлеобразных излучин всего две. Вынужденные излучины встречаются при подходе рукав к коренному берегу.

На меандрирующих реках оба рукава пойменно-руслowych разветвлений образуют серии излучин (до 5–7) и только тот, который подходит к коренному берегу, имеет в нижней своей части прямолинейное неразветвленное русло. На реках с другими

типами русла возможны различные комбинации: оба рукава – с разветвленным руслом, либо один рукав – разветвленный, второй – меандрирующий.

На средней Вычегде (выше слияния с Сысолой) несколько пойменно-руслowych разветвлений приурочены к местным расширениям днища долины и перемещениям реки от одного борта долины к другому. Одно из них – Подъяльское, в котором ширина поймы 5–7 км, высота – 2–3 м над меженным уровнем, что ниже, чем на смежных участках. На протяжении XVIII–XX вв. происходило периодическое перераспределение стока воды между правым и левым рукавами и активизация меандрирования их русел. В XVIII в. большая часть расхода воды сосредоточивалась в правом рукаве, приближающемся к коренному берегу, возле которого он создавал серию вынужденных и адаптированных излучин (рис. 3). Левый рукав – полый Бакты – активно развивается, меандрирует, располагаясь в центральной части поймы. Переход в него основного стока реки произошел в середине XX в., после чего правый рукав стал относительно маловодным. Ныне более многоводный левый рукав образует шесть крутых излучин ($r = 500–700$ м, $l/L = 1,5–2$), вогнутые берега которых размываются со скоростью 3–5 м/год.

В нижнем течении Вычегды имеются три пойменно-руслowych разветвления. В верхнем до середины XX в. правый – Лука-полой, меандрируя, образовывал шесть излучин на перевале реки к левому коренному берегу. При ширине русла 150–200 м он забирал до 40% расхода воды; левый рукав с большой водностью образует три излучины, после чего располагается у левого коренного берега до слияния с Лука-полоем. Русло правого рукава – Луки-полюя становится со временем более длинным, создавая условия для перераспределения стока в левый, более короткий рукав на перевале к левому коренному берегу. В настоящее время Лука-полой забирает 20–30% расхода воды в реке.

Ниже по течению два пойменно-руслowych разветвления, активных в прошлом (до XVIII в. – Иртовский и Ленские полои и до середины XX в. – полый Прось) трансформировались в пойменные протоки – ответвления. Полый Прось еще в конце 1950-х гг. забирал около 30% расхода воды и рассматривался, будучи более коротким, как основной конкурирующий рукав в разветвлении. Переформирования излучин русла выше по течению привели к тому, что его водность сократилась до менее 10% в начале 2000-х гг., и он превратился в пойменную протоку [Русловые процессы..., 2012].

На средней Оби переформирования пойменно-руслowych разветвлений связаны с перераспределением стока между рукавами, вызванным периодическим продвижением лево- и правобережных побочней

на их истоки, развитием смежной излучины и изменением направления потока в узле разветвлений, бóльшим удлинением одного из рукавов из-за его меандрирования. При этом такие изменения происходят очень редко, фиксируясь по данным картографических материалов за XX в. не более одного-двух раз. В рукавах разветвлений отмечено продольно-поперечное смещение излучин, периодическое развитие проток в одиночных разветвлениях, спрямление

крутых сегментных излучин при достижении ими степени развитости $l/L > 1,7$. Таково спрямление нижней излучины в правом рукаве Канеровского пойменно-руслового разветвления. В этом же разветвлении, находящимся непосредственно ниже Колпашевской крутой излучины, произошло развитие спрямляющего рукава за плечом правого коренного берега – Колпашевской протоки, так как излучина на заходе в него превышала критическое соотношение l/L .

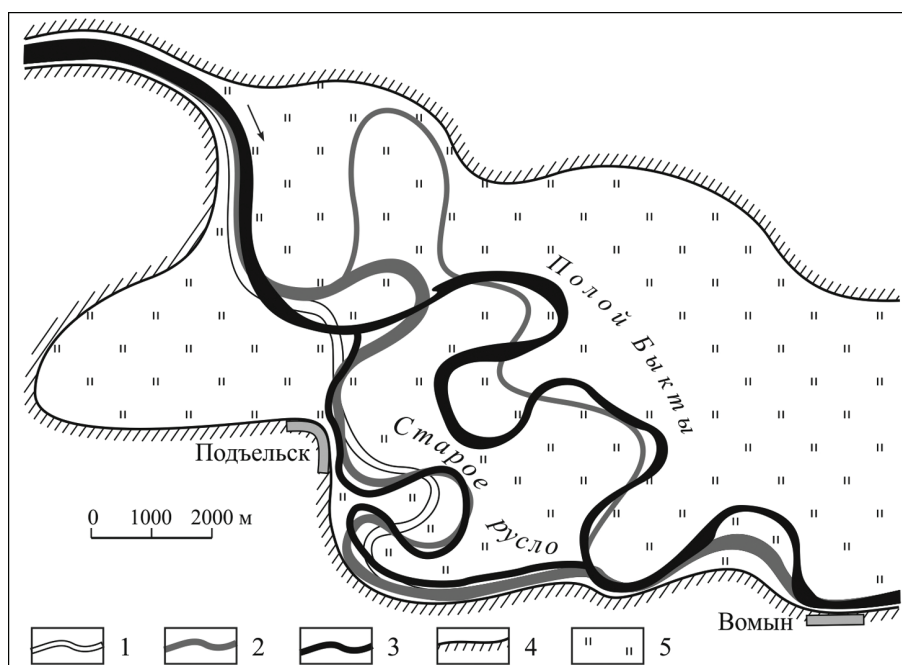


Рис. 3. Эволюция пойменно-руслового разветвления р. Вычегды в районе с. Подельска с конца XVIII до начала XXI в. Положение русла: 1 – в 1780-е гг.; 2 – в 1909 г.; 3 – в 2001 г.; 4 – коренные берега; 5 – пойма

Fig. 3. Evolution of the floodplain-channel braided reach of the Vychegda River in the area of Podielsk settlement from the end of the 18th to the beginning of the 21st century.

Channel position: 1 – in the 1780s; 2 – in 1909; 3 – in 2001; 4 – bedrock banks; 5 – floodplain

На верхней Оби (выше г. Барнаула), русло которой слабо устойчивое, пойменно-русловое разветвление за XX в. претерпело существенные изменения в связи со спрямлением излучин и перераспределением стока между рукавами, развитием поперечных проток между ними.

Изменения параметров излучин рукавов пойменно-русловых разветвлений определяются перераспределением водности между рукавами. В Кривошенском разветвлении на средней Оби заметно возросло соотношение l/L излучин левого рукава, вследствие чего его водность за 1986–2011 гг. сократилась с 53 до 30%, и он перестал быть судоходным. Увеличение водности правого рукава сопровождалось увеличением l/L при возрастании радиусов кривизны излучин. Перераспределение расходов воды между рукавами произошло в Басмановском

и Лукашкинском разветвлениях, сопровождаясь изменением параметров излучин.

На реках с широкопойменным разветвленным руслом пойменно-русловые разветвления также формируются на перевалах реки от одного борта долины к другому. Подход одного рукава к коренному берегу сопровождается выклиниванием поймы и расширением ее у другого. В результате один из рукавов оказывается под влиянием осветленного потока, стекающего с поймы, тогда как другой располагался в зоне перелива вод половодья из русла в пойму. Для этих разветвлений характерно образование либо разветвлений русла обоих рукавов, либо меандрирование одного из них, по которому осуществляется короткий перевал потока (см. рис. 1, Б). Примером первой разновидности (оба рукава разветвляются) является Щучье развет-

вление на р. Киренге (рис. 4), сформировавшееся на перевале реки от левого к правому коренному берегу; разветвления рукавов приурочены к их верхней и средней частям; в нижних частях рукавов русло прямолинейное у правого коренного берега (протока Быстрая) или образующее пологие излучины в пойменных берегах (протока Щучья). Разветвления левого рукава в верхней его половине наиболее сложные, правого рукава – более простые, сопряженные, состоящие из двух звеньев. Водность Щучьей и Быстрой протока составляет соответственно 53 и 47% в межень и 40 и 60% в половодье [Белый и др., 1979].

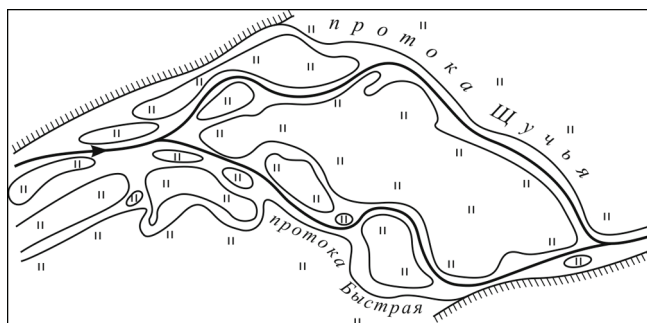


Рис. 4. Переформирования рукавов Щучьего пойменно-руслового разветвления р. Киренги

Fig. 4. Reorganization of channels of the Schuchyey floodplain-channel braided reach of the Kirenga River

Генетически разветвления на перевалах реки между бортами долины связаны с образованием элементарных островов, их эволюцией, меандрированием или разветвлением рукавов, что приводит к нарушению оптимального соотношения их длины L_0 и ширины B_0 в отношении гидравлических сопротивлений ($L_0/B_0 = 3-4$) [Baker, 1977; Komar, 1983] и превращению в островные массивы сложной формы, у которых $L_0/B_0 < 2$.

Другая разновидность пойменно-русловых разветвлений широкопойменных русел связана с крупными островными массивами или группами (архипелагами) островов, разделенными межостровными протоками, по которым осуществляется гидравлическая связь между обоими основными рукавами. Их шаг превышает ширину неразветвленного русла в 8–10 раз, ширину островов русловых разветвлений – в 3–4 раза, соответствуя их оптимальной форме. Находятся они ниже выступов и мысов коренных берегов, оказывающих на поток направляющее воздействие; рукав, проходящий вдоль него, относительно прямолинейный или осложненный разветвлениями. Второй рукав, огибая островной массив или «архипелаг» островов, имеет вид большой излучины сундучной (трапецевидной) формы, размеры

которой (шаг, радиус) превышают размеры излучин, свойственные данной реке; на крыльях или в вершинной части таких излучин могут быть одиночные разветвления, по размерам соответствующие водности рукавов. Такие разветвления, образованные большими островами (островными массивами), встречаются на Оби выше устья Томи (Умревинское, Барковское) и в среднем течении (Санинское), «архипелаги» островов образуют такое разветвление на нижней Лене (Белогорское) (см. рис. 1, В-1). При незначительности отклоняющего воздействия выступов коренного берега, отходящий от него рукав относительно маловоден, меандрирует (как на рис. 1, В-2); в других случаях основным по водности является рукав в пойменных берегах, тогда как рукав вдоль коренного берега характеризуется сложной разветвленностью и меньшей водностью.

Рассмотренные разновидности пойменно-русловых разветвлений – прерогатива в основном крупнейших рек с очень широкой поймой. Они распространены на средней Оби (ниже устья р. Томи), где при длине русла 950 км 12 участков с такими разветвлениями занимают 18% длины. Их нет на средней и нижней Лене, где ширина поймы $B_n \approx 3-4b_p$ (на Оби это соотношение >10), но встречается в виде отдельных, очень морфологически сложных участков (Белогорское разветвление). В то же время пойменно-русловые разветвления с меандрирующими рукавами встречаются на средних реках с очень широкой поймой (Ока, Вычегда).

Пойменно-русловые разветвления, формирующиеся *при слиянии рек*, отличаются рядом специфических особенностей, связанных с взаимодействием потоков главной реки и притока (слияние Оби и Томи, Амура и Буреи) и представляющих собой разновидности «дельтовых» разветвлений.

На широтном участке средней Оби (между устьями Ваха и Иртыша) находится три сходных по морфологии и переформированиям сложных трехрукавных пойменно-русловых разветвления с меандрирующими рукавами (см. рис. 1, Д). Они приурочены к истокам или устьям крупных пойменных протоков и рукавов раздвоенного русла. В их пределах берут начало пойменные протоки: Кирьяс (доля расхода 18%), которая в прошлом была левым рукавом бывшего здесь пойменно-руслового разветвления, Покомас, являющаяся по существу верхним истоком Юганской Оби – левого рукава раздвоенного русла, и Большого Салымская протока – левый рукав второго участка средней Оби с раздвоенным руслом (доля расхода – 30%).

Причина образования этих пойменно-русловых разветвлений – размыв ее меандрирующими рукавами пойменных перешейков между основным руслом и пойменными протоками или вторым рукавом

раздвоенного русла. Размывы берегов на реках с пойменной многорукавностью и раздвоенным руслом вызывают наиболее масштабные перестройки русловой сети, особенно при активном меандрировании рукавов, приводят к образованию сложных трехрукавных пойменно-русловых разветвлений с извилистыми рукавами и прорванными излучинами. Образующиеся прораны вызывают перераспределение стока, происходит развитие ранее маловодных рукавов или пойменных протоков при одновременном обмелении и снижении водности бывшего основного рукава, активизации меандрирования и размывов берегов во вновь повышающих свою водность рукавах.

Эволюция форм русел рукавов раздвоенного русла и размывы поймы между ними (пойменные межукавья), расчленение раздвоенных русел на части с превращением одного из рукавов в пойменную протоку на примере средней Оби (широтный участок) подробно рассмотрены в статье [Чалов и др., 2022]. Аналогичные последствия перестройки русловой сети происходят при размыве поймы между основным руслом и пойменными протоками, которые, принимая часть стока из него, превращаются во второй основной рукав, создавая пойменно-русловое разветвление. Таково происхождение разветвлений на Малой Оби – левого рукава раздвоенного русла в нижнем течении р. Оби: Межьюрского – Нарыкарского (см. рис. 1, Е) и Лапорского – Новинского.

Разновидность пойменно-русловых разветвлений – *прорванные излучины* на больших реках. Они образуются при достижении излучинами русла критических значений степени развитости $I/L > 1,7$, но их образование происходит, если руслоформирующий расход проходит при затопленной пойме (см. рис. 1, Ж). В зависимости от местных условий большая часть стока перемещается в спрямляющий излучину рукав, но спрямленный (старое русло) сохраняет большую водность; в этом случае спрямляющий рукав меандрирует, образуя две-три излучины, либо в нем формируются разветвления, параметры которых соответствуют его водности. Иногда спрямляющий излучину рукав забирает не более 20–30% расхода воды, консервируется в своем развитии, образует несколько излучин, слабо изменяющихся во времени (нижний Иртыш, Горная Обь – правый рукав раздвоенного русла нижней Оби). Такие рукава обычно располагаются ниже крупных изгибов коренных берегов, направляющих поток в старое русло.

Развитие прорванных излучин рукавов разветвленных русел иногда приводит к образованию морфологически сложных пойменно-русловых разветвлений и их регулярным перестройкам. В Саралевском разветвлении нижней Волги (рис. 5) за последние 100 лет такая излучина (она образовалась в конце XIX в.) из-за экстремально высоких ско-

ростей размыва вогнутых берегов (до 40–60 м/год [Попов, 1974]) дважды спрямлялась. Это привело к смещению захода в рукав на 6 км вверх по течению, и «назревает» очередное спрямление; если оно произойдет, заход в воложку Коршевитую сместится еще на 4 км вверх по течению.

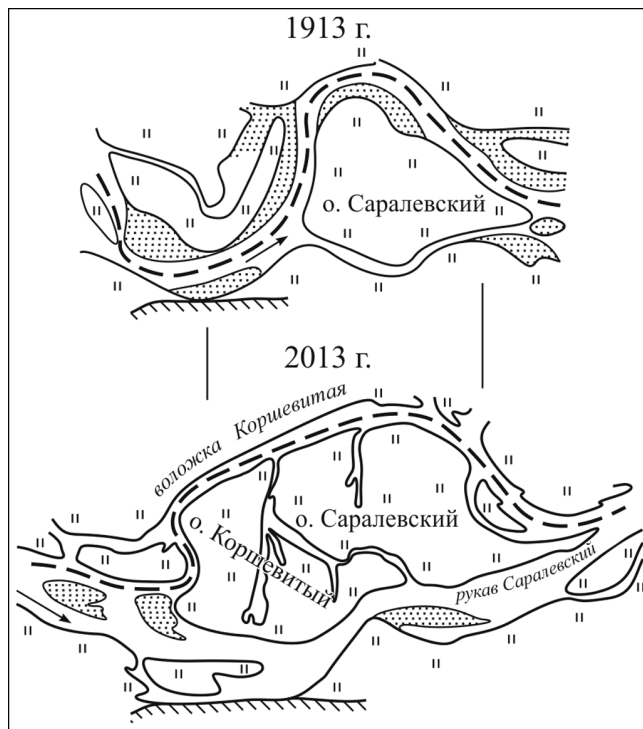


Рис. 5. Переформирования Саралевского узла разветвления с 1913 по 2013 г. (по [Попов, 1974; Атлас..., 2009])

Fig. 5. Reorganization of the Saralevskiy braided reach form 1913 to 2013 (according to [Popov, 1974; Atlas..., 2009])

В ряде случаев пойменно-русловые разветвления имеют *полигенетическое происхождение*. Таково описанное Нарымское разветвление на средней Оби, где разделение реки на три близких по водности рукава связано как с поперечным к оси днища долины расположением реки, так и с размывом пойменного перешейка между основным руслом и правым рукавом раздвоенного русла (Кетью Копыльвской). На верхней Оби (см. рис. 1, 3) ниже крутой Тарадановской излучины существовало двурукавное пойменно-русловое разветвление, в котором один рукав отходит от русла реки под прямым углом, располагаясь вдоль правого коренного берега, а второй, огибая островной массив, образовал сегментную развитую и несколько пологих излучин. Интенсивный размыв вогнутого берега излучины привел к размыву пойменного перешейка между руслом и пойменной протокой Старая Обь, нижняя часть которой превратилась, из-за отвлечения в нее значительной доли расхода воды, в третий основной рукав разветвления.

Подобные комбинированные пойменно-русловые разветвления встречаются на верхнем Енисее, нижней Лене, нижнем Иртыше. Во многих случаях они, как сложные трехрукавные образования, существуют в течение некоторого времени (десятки лет), после чего упрощаются из-за обмеления одного из рукавов, превращения его в пойменную протоку или причленения острова к пойме.

Во врезанном русле пойменно-русловые разветвления встречаются редко, будучи приуроченными к местным крупным расширениям, обычно, структурно-геологического происхождения. В Киренском расширении верхней Лены (см. рис. 1, И) ширина русла между коренными берегами увеличивается почти в 9 раз, причем длина заполняющего островного массива всего в 1,2 раза превышает ширину, а оба основных рукава образуют большие излучины. Образование таких разветвлений – следствие резкого растекания потока и его стеснение ниже по течению. Это происходит на фоне врезания реки рукавами, благодаря которому островные массивы имеют коренной цоколь, образующий иногда незатопляемые в половодье ядра таких островов.

ВЫВОДЫ

Пойменно-русловые разветвления – структурный уровень русловых процессов между русловыми (островными) разветвлениями и раздвоенными руслами. Они формируются в виде единичных образований, не создающих морфологически однородных участков, характеризующиеся в несколько раз большими размерами (по длине и ширине) русловых (островных) разветвлений и пойменных массивов (или архипелагов островов) между основными рукавами, имеющими сложную конфигурацию и отличающимися в каждом из них своим набором морфодинамических типов русла (до 3–5 излучин, разветвлений, прямолинейных участков). Соотношение длины L_0 и ширины B_0 островных массивов ($L_0/B_0 < 2$) меньше оптимального ($L_0/B_0 = 3–4$), типичного для островов, образующих русловые (островные) разветвления, и отвечающего минимуму гидравлических сопро-

тивлений. Характеризуясь квазиравноценным расщеплением стока по рукавам, параметры форм русел рукавов (излучин, разветвлений) зависят от их водности и различаются, соответственно, в обоих рукавах и от типа русла вне разветвлений.

На реках с меандрирующим руслом пойменно-русловые разветвления встречаются на средних и больших реках, в рукавах раздвоенных русел крупнейших рек при условии прохождения руслоформирующих расходов воды при затопленной пойме, там, где река перемещается от одного борта долины к другому. Это связано с несовпадением направлений руслового и пойменного потоков, неодинаковым при различной глубине разливов воды по пойме. При этом оба рукава сохраняют морфодинамический тип самого русла – они меандрируют. Такой же генезис имеют пойменно-русловые разветвления на реках с разветвленным руслом, но встречаются только на больших и крупнейших реках.

Пойменно-русловые разветвления формируются также ниже крупных мысов коренных берегов и изгибов долин вследствие их направляющего воздействия на поток в сторону затопленной поймы, расчлененной пойменными протоками, которые в этом случае трансформируются в многоводные рукава. Причиной их образования являются: внутрипойменные перехваты стока из-за размыва участков поймы и образования проранов между рукавами раздвоенного русла, руслом и пойменными протоками; развитие островов в узлах слияния рек; формирование прорванных излучин. Иногда сложные трех-четырёхрукавные разветвления имеют полигенетическое происхождение. На реках с врезанным руслом они встречаются редко, в больших местных расширениях русла (при соизмеримости ширины и шага островных массивов).

Наличие на реках пойменно-русловых разветвлений является важным фактором рассредоточения стока и русловых деформаций, который необходимо учитывать при транспортном освоении рек, прокладке коммуникаций через реки и других видах освоения речных ресурсов.

Благодарности. Выполнено по планам НИР (ГЗ) кафедры гидрологии суши и научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева МГУ имени М.В. Ломоносова (исходные данные) при финансовой поддержке РФФИ (проект 18-17-00086 П – натурные исследования, русловой анализ, типизация).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреев О.В., Ярославцев И.А. Русловые процессы на участках рек с мостовыми переходами // Русловые процессы. М.: Изд-во АН СССР. 1958. С. 352–372.
Атлас русловой морфодинамики нижней Волги (Волгоград – Астрахань). М.: Изд-во Моск. ун-та. 2009. 232 с.
Белый Б.В., Беркович К.М., Борсук О.А., Зайцев А.А., Лодина Р.В., Чалов Р.С., Чернов А.В. Морфология, ди-

намика и регулирование русла р. Киренги в связи с транспортным освоением зоны БАМ // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 7. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. С. 119–175.
Гришанин К.В. Теория руслового процесса. М.: Транспорт. 1972. 216 с.

- Ермакова А.С. Гидролого-морфологические характеристики и многолетние переформирования меандрирующего русла р. Кети // Эрозионные, русловые процессы и проблемы гидроэкологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. С. 77–82.
- Карасев И.Ф. Русловые процессы при переброске стока. Л.: Гидрометеиздат. 1975. 288 с.
- Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Сущенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат. 1982. 272 с.
- Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР. 1955. 347 с.
- Маккавеев Н.И. Сток и русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1971. 116 с.
- Попов И.В. Методические основы исследований руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат. 1961. 208 с.
- Попов И.В. Прогноз русловых деформаций Волги на участке Саралевского водного узла в связи с проектированием улучшения условий судоходства // Тр. ГГИ. Вып. 216. 1974. С. 65–93.
- Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеиздат. 1965. 328 с.
- Ржаницын Н.А. Руслоформирующие процессы рек. Л.: Гидрометеиздат. 1985. 264 с.
- Росинский К.И., Кузьмин И.А. Некоторые вопросы прикладной теории формирования речных русел // Проблемы регулирования речного стока. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1947. С. 88–129.
- Русловые процессы и водные пути на реках бассейна Северной Двины. М.: Журнал «РТ», 2012. 492 с.
- Смирнова В.Г. Гидролого-морфологический анализ разветвленных русел рек Алтайского региона: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Иркутск: ИГ СО РАН, 2002. 20 с.
- Цянь Нин, Чжан Жень, Чжоу Цзыдэ. Русловой процесс. 1987. 584 с. (на китайском языке)
- Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1979. 232 с.
- Чалов Р.С. Пойменно-русловые разветвления и особенности их формирования // Четырнадцатое пленарное межвуз. совещ. по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Уфа: БашГУ, 1999. С. 215–217.
- Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел. М.: КРАСАНД. 2011. 960 с.
- Чалов Р.С., Куракова А.А., Михайлова Н.М., Рулева С.Н. Размывы пойменных берегов и эволюция форм русел рек как факторы перестройки русловой сети // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2022. № 5. С. 29–40.
- Чалов Р.С., Рулева С.Н., Камышев А.А., Беркович К.М., Завадский А.С., Михайлова Н.М. Верхняя и средняя Обь: русловые процессы и оценка условий управления ими // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 20. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2018. С. 140–195.
- Чалов Р.С., Чалов С.Р. Структурные уровни и морфодинамическая классификация русловых разветвлений // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 3. С. 259–271.
- Чалов Р.С., Чалова А.С., Голубцов Г.Б. О терминологии и классификации разветвлений русел равнинных рек // Геоморфология. 2021. Т. 52. № 3. С. 48–63.
- Шэнь Юйчан, Гун Гоюань. Речная геоморфология. Пекин: Наука. 1986. 207 с. (на китайском языке)
- Baker V.R. Stream-channel response to floods, with examples from Central Texas, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 1977, vol. 88, no. 8, p. 1057–1974.
- Chalov R.S., Aladyan A.M. Channel processes and tier role in river ecosystems. Study of erosion, river bed deformation and sediment transport in river basis as related to natural and man-made changes, *IHP. Technical Documents in Hydrology*, 1997, no. 10, UNESCO, Paris, p. 216–226.
- Komar P.D. Shaper of streamlined Island on the Earth and Mars: Experiments and analyses of the minimum-drag form, *Geology*, 1983, no. 11, p. 651–654.
- Leopold L.B., Wolman M.G. River channel patterns – braided, meandering and straight, *US Geol. Surv. Prof. Pap.*, 282-B, 1957, p. 1–85.
- Richards K.S. The formation of ripples and dunes in an erodible bed, *J. Fluid Mech.*, 1980, vol. 99, no. 3, p. 597–618.
- Rust B.R. Sedimentation in arid zone anastomosing fluvial system: Cooper creek. Central Australia, *J. Petrol*, 1981, vol. 51, no. 3, p. 745–755.
- Schumm S.A. The fluvial system, 1977, 338 p.

Поступила в редакцию 18.03.2022

После доработки 15.08.2022

Принята к публикации 22.09.2022

FLOODPLAIN-CHANNEL BRAIDED REACHES: FORMING CONDITIONS AND HYDROLOGICAL-MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS

R.S. Chalov

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology,
Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Channel Processes
Professor, Chief Scientific Researcher, D.Sc. in Geography; e-mail: rschalov@mail.ru*

For the first time, the conditions for floodplain-channel braided reaches formation are analyzed, the criteria for their identification as a structural level of channel processes are justified, and their connection with river water content, channel regime, flooding of floodplains during high water periods and morphology of valleys is discussed. This type of braided reaches is characteristic of wide-floodplain channels, being a specific form of meandering processes of medium and large rivers, such as the Upper and Middle Ob', Vychegda, and Oka rivers. They are less common for rivers with braided channel and could be found only on large and largest ones

(the Severnaya Dvina, the Lower Lena rivers) and in meandering channel branches of split channels (Yuganskaya, Malaya, and Gornaya Ob' rivers). Such floodplain-channel braided reaches are the result of evolution of meanders or island-braided channels; they are formed as the river passes from one side of the valley to another due to the mismatch between channel and floodplain water flows during seasonal and flash flood periods. They could be formed if the effective water discharge occurs when the floodplain is inundated. They also arise: downstream large headlands of bedrock banks or bends of the valley, which have a directing effect on the flow, deflecting it towards the floodplain and contributing to higher water content in the floodplain channel branches and turning them into river channel branches; as a result of intra-floodplain interceptions of channel branches of split channel and floodplain channel branches; during the formation and evolution of cut-off bends; at confluences of large rivers due to the development of "delta" branches (Ob' and Tom' rivers, Amur and Bureya rivers). In floodplain-channel braided reaches with three or four branches they have a polygenetic character. They are rare in incised channels, being associated with large local expansions of channels (the Yenisey River, the Upper Lena River) as a result of water stream spreading and its rising because of the downstream narrowing by bedrock banks.

Between channel branches of the floodplain-channel braided reaches there are large island massifs of complicated shape, with much less ratio of their length (branching step) and width than the optimal one, i.e. 3–4, characteristic of island-braided channels of a drop-shaped or spindle-shaped form. The branches of floodplain-channel braided reaches have their own series of morphodynamic channel types (up to 3–5 bends or island-braided reaches), the parameters of which depend on the water content of channel branches.

Keywords: channel processes, floodplain-channel braided reaches, structural levels, meandering, islands, channel branches, runoff dispersal

Acknowledgements. The study was completed according to the plans of research work (GZ) of the Department of Land Hydrology and the Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Channel Processes, Lomonosov Moscow State University (initial data) and financially supported by the Russian Science Foundation (project 18-17-00086 P – field studies, channel analysis, typification)

REFERENCES

- Andreev O.V., Yaroslavcev I.A. [Channel processes on river reaches with bridge crossings], *Ruslovye processy* [Channel processes], Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1958, p. 352–372. (In Russian)
- Atlas ruslovoi morfodinamiki nizhnei Volgi (Volgograd – Astrahan)* [Atlas of channel morphodynamics of the Lower Volga River (Volgograd – Astrahan)], Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 2009, 232 p. (In Russian)
- Baker V.R. Stream-channel response to floods, with examples from Central Texas, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 1977, vol. 88, no. 8, p. 1057–1974.
- Belyj B.V., Berkovich K.M., Borsuk O.A., Zaicev A.A., Lodina R.V., Chalov R.S., Chernov A.V. [Morphology, dynamics and regulation of the Kirenga River channel in connection with the transport development of the BAM railway zone], *Eroziya pochv i ruslovye processy* [Soil erosion and channel processes], vyp. 7, Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 1979, p. 119–175. (In Russian)
- Chalov R.S. *Geograficheskie issledovaniya ruslovykh processov* [Geographical studies of channel processes], Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 1979, 232 p. (In Russian)
- Chalov R.S. Poimennno-ruslovye razvetvleniya i osobennosti ih formirovaniya [Floodplain-channel braided reaches and features of their formation], *Chetyrnadcatoe plenarnoe mezhevuz. sovesch. po probleme erozionnykh, ruslovykh i usnevnykh processov*, Ufa, BaschGU, 1999, p. 215–217. (In Russian)
- Chalov R.S. *Ruslovedenie: teoriya, geografiya, praktika*, t. 2, *Morfodinamika rechnykh rusel* [River channel science: theory, geography, practice, vol. 2, Morphodynamics of river channels], Moscow, KRASAND Publ., 2011, 960 p. (In Russian)
- Chalov R.S., Aladyan A.M. Channel processes and tier role in river ecosystems, *Study of erosion, river bed deformation and sediment transport in river basis as related to natural and man-made changes*, *IHP. Technical Documents in Hydrology*, 1997, no. 10, UNESCO, Paris, p. 216–226.
- Chalov R.S., Chalov S.R. Structural levels and morphodynamic classification of channel braiding, *Water resources*, 2020, vol. 47, no. 3, p. 374–386.
- Chalov R.S., Chalova A.S., Golubcov G.B. O terminologii i klassifikatsii razvetvlenii rusel ravninnykh rek [To the classification of braided channels of plain rivers], *Geomorfologiya*, 2021, vol. 52, no. 3, p. 48–63. (In Russian)
- Chalov R.S., Kurakova A.A., Mihailova N.M., Ruleva S.N. Razmyvy poimennykh beregov i evoluciya form rusel rek kak factory perestroiki ruslovoi seti [Riverbank erosion and evolution of channel forms as factors of river channel network transformation], *Vest. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2022, no. 5, p. 29–40 (In Russian)
- Chalov R.S., Ruleva S.N., Kamyshev A.A., Berkovich K.M., Zavadskij A.S., Mihajlova N.M. [The upper and middle Ob' River: channel processes and assessment of the conditions for their management], *Eroziya pochv i ruslovye processy* [Soil erosion and channel processes], vyp. 20, Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 2018, p. 140–195. (In Russian)
- Cuan Nin, Chzhan Zhen, Chzhou Czyde, *Ruslovoi process* [Channel process], 1987, 584 p. (In Chinese)
- Ermakova A.S. [Hydrological and morphological characteristics and long-term dynamics of the Ket' River meandering channel], *Eroziionnye, ruslovye processy i problemy gidroekologii* [Erosion and channel processes and the problems of hydroecology], Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 2004, p. 77–82. (In Russian)
- Grishanin K.V. *Teoriya ruslovogo processa* [The theory of channel processes], Moscow, Transport Publ., 1972, 216 p. (In Russian)

- Karasev I.F. Ruslovye processy pri perebroske stoka [Channel processes during runoff diversion], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1975, 288 p. (In Russian)
- Komar P.D. Shaper of streamlined Island on the Earth and Mars: Experiments and analyses of the minimum-drag form, *Geology*, 1983, no. 11, p. 651–654.
- Kondratyev N.E., Popov I.V., Snishchenko B.F. *Osnovy gidromorfologicheskoi teorii ruslovogo processa* [Fundamentals of the hydromorphological theory of channel process], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1982, 272 p. (In Russian)
- Leopold L.B., Wolman M.G. River channel patterns – braided, meandering and straight, *US Geol. Surv. Prof. Pap.*, 282-B, 1957, p. 1–85.
- Makkaveev N.I. *Ruslo reki i eroziya v yeye basseine* [River channel and erosion in its basin], Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1955, 347 p. (In Russian)
- Makkaveev N.I. *Stok i ruslovye processy* [Water flow and channel processes], Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 1971, 116 p. (In Russian)
- Popov I.V. *Deformacii rechnykh rusel i gidrotehnicheskoe stroitelstvo* [River channel changes and hydraulic engineering], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1965, 328 p. (In Russian)
- Popov I.V. *Metodicheskie osnovy issledovaniy ruslovogo processa* [Methodological basis of research in channel processes], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1961, 208 p. (In Russian)
- Popov I.V. Prognoz ruslovykh deformatsii Volgi na uchastke Saralevskogo vodnogo uzla v svyazi s proektirovaniem uluchsheniya uslovij sudohodstva [The forecast of channel changes of the Volga River at the Saralevsky water section in connection with the design of improving navigation conditions], *Trudy GGI*, vyp. 216, 1974, p. 65–93. (In Russian)
- Richards K.S. The formation of ripples and dunes in an erodible bed, *J. Fluid Mech.*, 1980, vol. 99, no. 3, p. 597–618.
- Rossinskij K.I., Kuzmin I.A. [Some questions of the applied theory of river channels formation], *Problemy regulirovaniya rechnogo stoka* [Problems of river flow regulation], Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1947, p. 88–129. (In Russian)
- Ruslovye processy i vodnye puti na rekah basseina Severnoi Dviny* [Channel processes and waterways on the rivers of the Severnaya Dvina River basin], Moscow, Zhurnal “RT” Publ., 2012, 492 p. (In Russian)
- Rust B.R. Sedimentation in arid zone anastomosing fluvial system: Cooper creek. Central Australia, *J. Petrol*, 1981, vol. 51, no. 3, p. 745–755.
- Rzhanitsyn N.A. *Rusloformiruyushchie processy rek* [River channel forming processes], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1985, 264 p. (In Russian)
- Schen Yuichan, Gun Goyuan. *Rechnaya geomorfologiya* [River geomorphology], Pekin, Nauka Publ., 1986, 207 p. (In Chinese)
- Schumm S.A. *The fluvial system*, 1977, 338 p.
- Smirnova V.G. *Gidrologo-morfologicheskij analiz razvetvlenykh rusel rek Altaiskogo regiona* [Hydrologic-morphologic analysis of braided channels of the Altay region rivers], avtoref. dis. ... kan. geogaf. nauk, Irkutsk, IG SO RAN Publ., 2002, 20 p. (In Russian)

Received 18.03.2022

Revised 15.08.2022

Accepted 22.09.2022

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА МАЛЫХ ГОРОДОВ: ПОДХОДЫ К ТИПОЛОГИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ)

И.П. Смирнов

*ФГБОУ ВО Тверской государственный университет, кафедра социально-экономической географии
и территориального планирования, доц., канд. геогр. наук; e-mail: Smirnov.ip@tversu.ru*

Статья посвящена изучению пространственной структуры малых городов Центральной России. Информационной базой исследования служат космические снимки 190 малых городов. В работе предлагается понятие «морфологическая структура города», которое определяется характером (формой) внешних границ, наличием существенных внутренних барьеров, ведущих к фрагментарности пространства, и обособленных городских территорий. В статье предложена методика оценки сложности городского пространства. В ее основе лежит балльная оценка влияния различных географических барьеров на городскую среду. К наиболее значимым барьерам отнесены реки и железные дороги, также рассматриваются особенности рельефа, размещение промышленных предприятий и наличие территорий с охранным статусом. Особое внимание уделено обособленным от основной застройки городским территориям – эксклавам. Выделено пять классов сложности городского пространства – от очень простого до очень сложного. Самым сложным пространством обладают пять малых городов, которые изначально развивались как скопления рабочих поселков. Совмещение данных о морфологической структуре и сложности пространства позволило выделить шесть итоговых вариантов пространственной структуры города. Чаще других встречаются города с рассеченной морфологической структурой в сочетании с пространством средней сложности. Такой характеристикой обладает треть рассматриваемых городов. Наименьшее количество городов имеет рассеченное сложное пространство. В процессе развития города стремятся к усложнению своего пространства. Исследование показало, что несмотря на небольшую численность жителей, малые города имеют весьма сложную пространственную структуру.

Ключевые слова: морфологическая структура города, сложность городского пространства, географические барьеры, городское сжатие, конфигурация территории

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.3

ВВЕДЕНИЕ

Малые российские города являются популярным объектом научных исследований. Эти населенные пункты играют роль важных узловых элементов довольно разреженного российского пространства, как бы сшивая его в единое целое. Значимость малых городов (МГ) подтверждают статистические данные, на их долю приходится более 70% от общего числа городов. При этом в постсоветское время многие из них столкнулись с серьезными экономическими и демографическими проблемами.

В работе [Лебедев и др., 2022] на примере малых городов Тверской области были рассмотрены особенности их постсоветской трансформации. Была использована концепция социально-географического пространства. Согласно этой концепции такое пространство образуется территорией города, объектами городской среды и системой реализуемых в этой среде социально-пространственных связей [Ткаченко, 2002]. На наш взгляд, исследование социально-географического пространства логич-

нее всего начинать с изучения территории города. В данной статье речь пойдет о пространственной структуре, которая рассмотрена через такие свойства территории, как морфология и сложность пространства.

Городское пространство как научная категория довольно сложно, дискуссия о его природе и свойствах, о взаимовлиянии городской среды и населения в большей степени затрагивает умы социологов, социальных философов. Первым, кто уделил внимание взаимосвязи физического и социального аспектов городского пространства был П. Бурдьё. В.С. Вахштайн в своей работе «Воображая город» приводит его слова: «Физическое пространство есть социальная конструкция и проекция социального пространства...» [Вахштайн, 2022, с. 25]. Территория играет важную роль в понимании города, социолог Ю.М. Плюснин, также интерпретируя идеи П. Бурдьё, говорит о том, что «территория есть наиболее зримое воплощение социальных отношений» [Плюснин, 2022, с. 54].

Для городского пространства характерна двойственность его природы. С одной стороны, городское пространство во многом определяет поведение жителей. С другой стороны, это есть производная от населения, поскольку на протяжении длительного временного периода оно создается и эволюционирует благодаря деятельности жителей. Поэтому мы рассматриваем городское пространство одновременно и как условие, и как результат жизнедеятельности населения.

Несмотря на свои небольшие размеры, пространство малых городов неоднородно. Исследователи чаще всего пренебрегают рассмотрением пространственных особенностей малых городов, а типы пространственных структур преимущественно выделяются на примере больших городов. Г.М. Лаппо [1997] утверждал, что для малых городов характерна компактная структура. Стоит отметить, что в советское время были изданы специальные работы, посвященные особенностям устройства малых городов, и рекомендации по их пространственному развитию [Планировка и застройка малых..., 1975; Руководство по проектированию малых..., 1979]. В современной отечественной литературе крайне редко встречаются работы о пространственных особенностях малых городов [Растворцева, Манаева, 2022; Овчинникова, Савельева, 2022], чаще исследователей интересуют отдельные компоненты городской среды [Гельфонд, Лисицына, 2018; Кривова, 2013], архитектурный облик [Кубецкая, Кудрявцева, 2021], вопросы городского сжатия [Гуныко и др., 2020], процессы изменения городской среды [Гуныко и др., 2019; Секушина, 2020; Смирнов, Смирнова, 2021; Машковский, 2021] и территориального брендинга [Чумиков и др., 2021; Лебедев и др., 2020].

Внутреннее устройство МГ, безусловно, проще, чем крупных, больших и даже средних городов. Но и они имеют свои особенности устройства пространства, которые влияют на повседневную жизнь. Зачастую сложность пространства и небольшой выбор способов ее преодоления ведут к серьезным проблемам функционирования города. Под действием природных или антропогенных факторов связанность отдельных элементов городского пространства уменьшается, что лишает малые города их важнейших преимуществ – проницаемости и соразмерности человеку.

В данной статье предлагается понятие морфологической структуры города, которая определяется характером (формой) внешних границ, наличием существенных внутренних барьеров, ведущих к фрагментарности пространства, и обособленных городских территорий. При этом, в отличие от иностранных традиций изучения морфологии [Bentley et al., 1990; Sanders, 2008; Noor et al., 2014; Oliveira,

2016; Çalışkan, Marshall, 2011; Chiaradia, 2019], не затрагиваются вопросы качественного наполнения и трансформации различных частей города. По нашему мнению, морфология является одной из базовых характеристик пространственной структуры города. Этот термин тесно связан с представлением В.А. Бутягина [1974] о форме плана города. На основе его представлений выделены три основных варианта морфологической структуры: компактный, рассеченный, рассредоточенный (рис. 1). В городах с компактной структурой формируется единое пространство без значимых географических барьеров [Камкин, 2020]. В пространстве рассеченных городов барьеры создаются крупными линейными объектами. Пространство рассредоточенных городов характеризуется наличием нескольких отдельных планировочных районов, разделенных «незастроенными» территориями и связанными между собой только транспортными путями. Наличие различных барьеров и их разнообразные сочетания усложняют морфологическую структуру города. Отсюда вытекает еще одно свойство – сложность городского пространства.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Всего было рассмотрено 190 малых городов (по численности в 2020 г.) Центрального федерального округа. В связи с сильным агломерационным влиянием Москвы в анализе не участвовали города Московской области. Исследование проводилось с помощью открытых данных сервисов Google Maps, Яндекс.Карты, Open street maps и Wikimapia. В некоторых случаях использовались официальные документы территориального планирования – основные чертежи генеральных планов и правила землепользования и застройки.

Анализ пространственной структуры города проводился в несколько этапов. Сначала все города были разделены на три группы – компактные, рассеченные и рассредоточенные – в зависимости от типа морфологической структуры. Затем по авторской методике на основе собранных данных о географических барьерах для каждого города был рассчитан индекс сложности городского пространства, который позволил детализировать представление о морфологической структуре. На финальном этапе путем сопоставления типа морфологической структуры и индекса сложности пространства были получены итоговые варианты пространственной структуры городов.

Типы морфологической структуры определялись визуально, на основе космических снимков, для определения сложности пространства проводились расчеты. Индекс сложности представляет собой оценку барьерности среды по основным

компонентам: речная сеть, особенности рельефа, железнодорожная инфраструктура, площадки крупных промышленных предприятий и территории с особым режимом природопользования. С помощью

дистанционных методов для каждого города была проведена оценка влияния этих компонентов. Каждому параметру в зависимости от степени влияния были присвоены балльные значения (табл. 1).

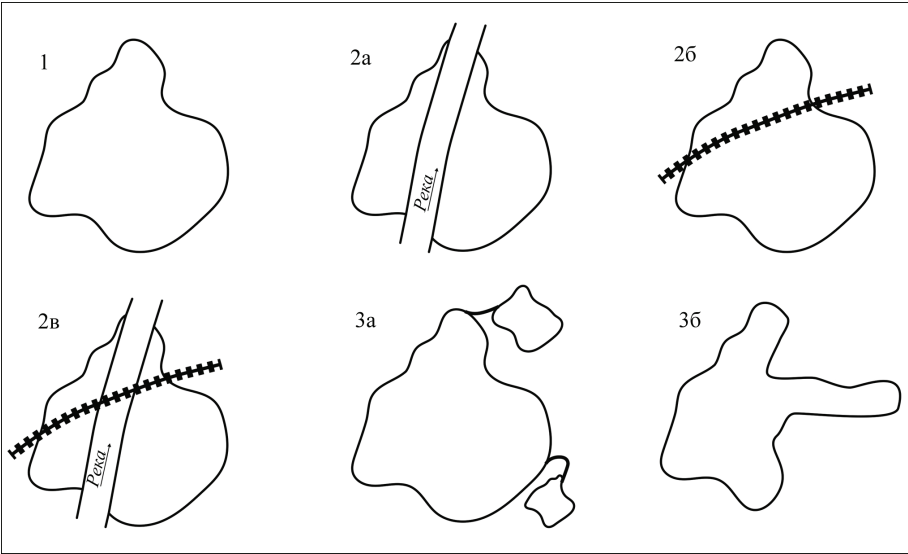


Рис. 1. Типы морфологической структуры малых городов Центральной России:
1 – компактные; 2 – рассеченные: а – рекой; б – железной дорогой; в – рекой и железной дорогой;
3 – рассредоточенные: а – с эксклавами; б – с протуберанцами (составлено автором)

Fig. 1. Types of morphological structure of small cities in Central Russia
1 – compact; 2 – dissected: а – by a river; б – by a railway; в – both river and railway;
3 –dispersed: а – with exclaves; б – with prominences (compiled by the author)

Таблица 1

Критерии оценки сложности городского пространства

Критерий сложности	Степень влияния		
	Незначительное	Среднее	Сильное
Речная сеть	0,3	0,5	1
Железнодорожная инфраструктура	0,3	0,5	1
Сложная конфигурация территории	–	0,5	1
Промышленные предприятия	–	0,5	–
Сложный рельеф	0,3	0,5	–
Земли с особым охранным статусом			

Источник: экспертная оценка автора.

Систематизация факторов сложности проведена на основе частоты встречаемости различных географических барьеров на территории города. Чаще других встречаются реки и железные дороги, которые создают наиболее существенные барьеры в городе. Их влияние на пространство оценено в 0,3, 0,5 или в 1 балл. Если по территории города протекало несколько рек, то баллы суммировались.

Оценка влияния гидрографической сети:
– 0,3 балла – река протекает на окраине города и отделяет от основной части застройки лишь небольшую его часть;
– 0,5 балла – река делит город не на равные части;
– 1 балл – река делит город примерно на равные части.
Оценка влияния железнодорожной сети выполнена по аналогии с реками. Если город является

железнодорожным узлом и по его территории проходит несколько линий железных дорог, то баллы также суммировались. Влияние гидрографической сети на пространство малых городов существеннее, чем железнодорожной инфраструктуры. В 55 городах влияние рек оценено в 1 балл, а в 67 городах реки не усложняют пространство. Железных дорог нет в 83 городах. В 21 городе Центральной России железные дороги проходят по центральной части, разделяя город примерно на равные части.

Сложность конфигурации территории определялась экспертным путем в зависимости от наличия обособленных от основной застройки районов города (эксклавов) и непропорционально вытянутых частей города («языков», или «протуберанцев»). О протуберанцах Москвы писала Т.Г. Нефедова [2001], но применительно к малым городам эти понятия раньше не использовались. Протуберанцы являются вытянутым вдоль автомобильной дороги продолжением города, они с трех сторон окружены негородскими территориями. Эксклавы отделены со всех сторон от основного города лесными массивами или землями других поселений. Количество эксклавов у малых городов невелико, как правило, один или два, исключением являются города с шахтерским прошлым. Данный критерий был использован для 47 городов.

Крупные промышленные площадки или их скопление, особенно в центре города, повышают барьерность городской среды. Всего наличие таких барьеров зафиксировано в 24 городах, самыми яркими примерами из которых являются Родники, Фурманов, Гаврилов-Ям, города с текстильным прошлым.

Элементы рельефа также создают барьеры, например овраги, балки в городах ЦЧЭР (Калач, Обоянь) и моренные холмы (Юрьевец, Плес, Галич) в городах ЦЭР. Если такие объекты ярко проявлялись

в городском пространстве, то города получали от 0,3 до 0,5 балла. Интересным примером являются Спас-Клепики, где на окраине расположено большое болото. За его наличие город получил дополнительные 0,3 балла сложности.

Еще одним пространственным барьером являются большие по площади территории с особым статусом природопользования, в первую очередь, особо охраняемые природные территории (заказники, памятники природы), памятники археологии и земли лесного фонда. Встречаемость таких элементов крайне редка, они были обнаружены в девяти городах. Лишь в одном городе – Льгове – ООПТ и зеленые массивы занимают довольно большую площадь, поэтому город по этому параметру получил 1 балл. В остальных восьми случаях влияние подобных объектов оценено в 0,5 или 0,3 балла.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Большинство исследуемых малых городов (118 из 190) имеют на своей территории различные естественные и/или искусственные барьеры и обладают рассеченным типом морфологической структуры. Остальные типы представлены практически равным числом, 30 городов имеют компактную структуру, 42 – рассредоточенную (табл. 2). Большое влияние на морфологическую структуру оказывает размер города, городов с рассредоточенной структурой значительно больше среди субсредних (20–50 тыс. чел.), чем среди городов до 10 тыс. чел. Несмотря на общую тенденцию усложнения морфологической структуры с увеличением численности населения, встречаются и исключения. Например, шесть субсредних городов – Десногорск, Курчатов, Строитель, Павловск, Котовск и Родники – имеют компактную морфологическую структуру.

Таблица 2

Людность городов с различной морфологической структурой

Тип морфологической структуры	Малые до 10 тыс. чел.	Малые 10–20 тыс. чел.	Субсредние 20–50 тыс. чел.	Количество городов
Компактный	17	7	6	30
Рассеченный	35	45	38	118
Рассредоточенный	11	13	18	42
<i>Всего</i>	63	65	62	190

Источник: экспертная оценка автора.

Географическое положение также оказывает определенное влияние на морфологическую структуру. Города Центрального района в целом имеют более сложную структуру, чем города Черноземья

(табл. 3). Во многом это связано с большим числом рек и более развитой сетью железных дорог. В Центре доля компактных городов в общей структуре составляет лишь 15%, тогда как в Черноземье каждый

четвертый город отнесен к компактным. В регионах к югу от Москвы земля (в силу высокой продуктивности) является главным ресурсом развития экономики, здесь малые города выполняют в первую очередь роль центров переработки продукции сельского хозяйства, имеют в основном небольшую

площадь и компактную структуру (рис. 2). При этом здесь встречаются два интересных случая – Суджа и Рыльск. В городском пространстве этих городов выделяются по два соизмеримых района, разделенных рекой и заболоченной поймой. Причем расположены они на расстоянии более километра друг от друга.

Таблица 3

Распределение городов Центральной России по типам морфологической структуры

Тип морфологической структуры	Количество городов			Доля городов, %		
	ЦЭР	ЦЧР	ЦФО	ЦЭР	ЦЧР	ЦФО
Компактный	20	10	30	15,2	25,7	15,8
Рассеченный	94	24	118	61,7	61,5	62,1
Рассредоточенный	37	5	42	23,1	12,8	22,1
Всего	151	39	190	100	100	100

Источник: экспертная оценка автора.

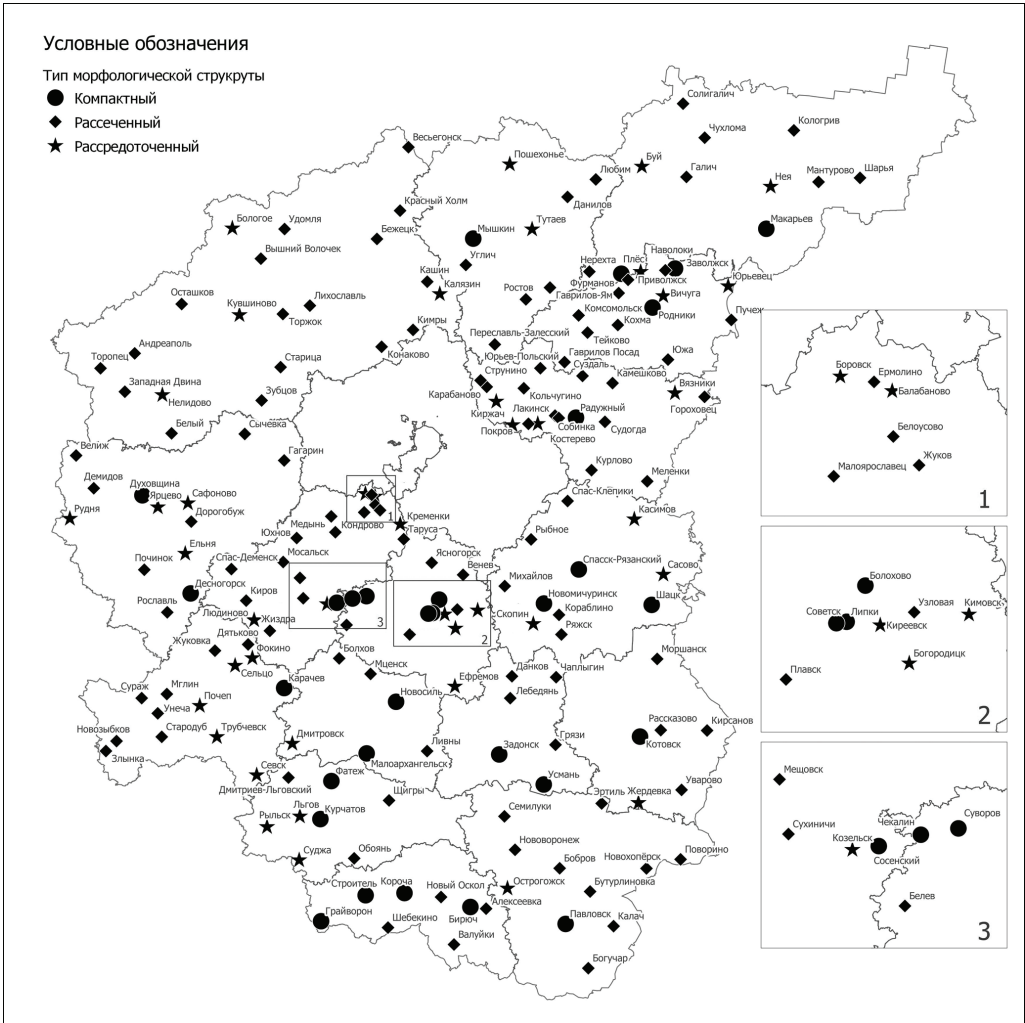


Рис. 2. Типы морфологической структуры малых городов нестоличных областей Центральной России (составлено автором)

Fig. 2. Types of morphological structure of small cities of non-capital regions of Central Russia (compiled by the author)

Причин рассредоточенности городского пространства довольно много, где-то на это повлияли физико-географические факторы, в первую очередь – гидрографическая сеть, где-то строительство железных дорог и добыча полезных ископаемых, где-то фрагментарность создана искусственно в результате административных преобразований. К характерным примерам, когда реки становятся причиной сильной разобщенности города, можно отнести Касимов, Севск, Рыльский, Козельск, Тутаев и др. Интересным примером данной категории городов можно считать Калязин. В 1776 г. в уездный город были объединены три слободы, расположенные на разных берегах Волги и Жабни. Город развивался, и его части срастались, но в 1939 г. при строительстве Угличского водохранилища почти $\frac{2}{3}$ территории города были затоплены. Так, Калязин вновь превратился в рассредоточенный город, части которого находятся на удалении друга от друга.

Строительство железных дорог не только приводило к созданию барьеров внутри городов, но и являлось причиной появления новых отдаленных от центра районов. К примерам подобных преобразований городского пространства можно отнести случаи, когда железнодорожная линия прошла не по территории города, а в нескольких километрах от него, что привело к появлению одноименной станции и развитию поселка вокруг нее с последующим слиянием с основной застройкой. Таковы, например, Острогжск и Почеп.

Интересным примером влияния железнодорожной инфраструктуры на городское пространство является Бологое – один из крупнейших железнодорожных узлов, насчитывающий пять направлений. В его пригороде в начале XX в. стали развиваться рабочие поселки при станции (Бологое II), при депо в д. Медведево, при шпалопропиточном заводе, при Бушевецком механическом заводе, которые позже были включены в городскую черту. Сегодня данные поселки и деревни, расположенные далеко

от основного массива жилой застройки, включены в состав города. Эти районы, как правило, не имеют ни социальной инфраструктуры, ни нужного количества рабочих мест. Бологое является одним из немногих городов, где существенное влияние на пространственное развитие оказывает озеро. Город исторически развивался на северном берегу одноименного озера, но в советское время на южном берегу был построен отдельный микрорайон для работников совхоза, который получил название Заозерный.

Наиболее рассредоточенным пространством среди малых городов обладают шахтерские города. В Центральной России они появились в результате разработки Московского бурого угольного бассейна в Тульской (Киреевск, Кимовск, Богородицк), Смоленской (Сафоново) и Тверской (Нелидово) областях. Сегодня большинство поселков при шахтах официально вошли в состав городов. Например, на прилегающей к Нелидово территории раньше располагалось более десяти поселков у шахт. Сегодня все они вошли в состав Нелидово, в некоторых из них дома были признаны аварийными, а их жители переселены в центральную часть города. Однако часть поселков продолжают функционировать и требуют средств на поддержание социальной и транспортной инфраструктуры.

Зачастую фрагментарность приобретает город за счет включения в его черту соседних сельских населенных пунктов и поселков городского типа. В результате этого решения город административно прирастает новыми территориями и населением (Киржач, Балабаново, Кувшиново).

Итоговые значения индекса сложности пространства получены путем суммирования баллов по каждому из шести критериев. Показатели индекса варьируют от 0 (Мышкин, Сосенский, Новосиль и др.) до 3,8 (Льгов). В зависимости от значений индекса города были разделены на пять классов (табл. 4).

Таблица 4

Распределение городов в зависимости от индекса сложности пространства

Количество баллов	Класс сложности	Количество городов	Доля от общего числа городов, %
0	Очень простое	20	10,5
0,1–0,9	Простое	49	25,8
1–1,7	Средней сложности	82	43,1
1,8–2,8	Сложное	34	17,9
2,9–3,8	Очень сложное	5	2,7
<i>Всего</i>		190	100,0

Источник: экспертная оценка автора.

Рассчитанный индекс сложности городского пространства подтверждает тезис о неоднородности пространства малых городов. Несмотря на свои небольшие размеры довольно часто в малых городах встречаются разные барьеры. Из 190 городов 81 имеют пространство средней сложности (рис. 3). Простое пространство, в котором барье-

ры незначительны, характерно примерно для четверти городов. «Безбарьерной» городской средой отличается каждый десятый город. Городов со сложным и очень сложным пространством немного, всего 34 и 5 соответственно, в сумме города этих типов составляют 20% рассмотренной совокупности.

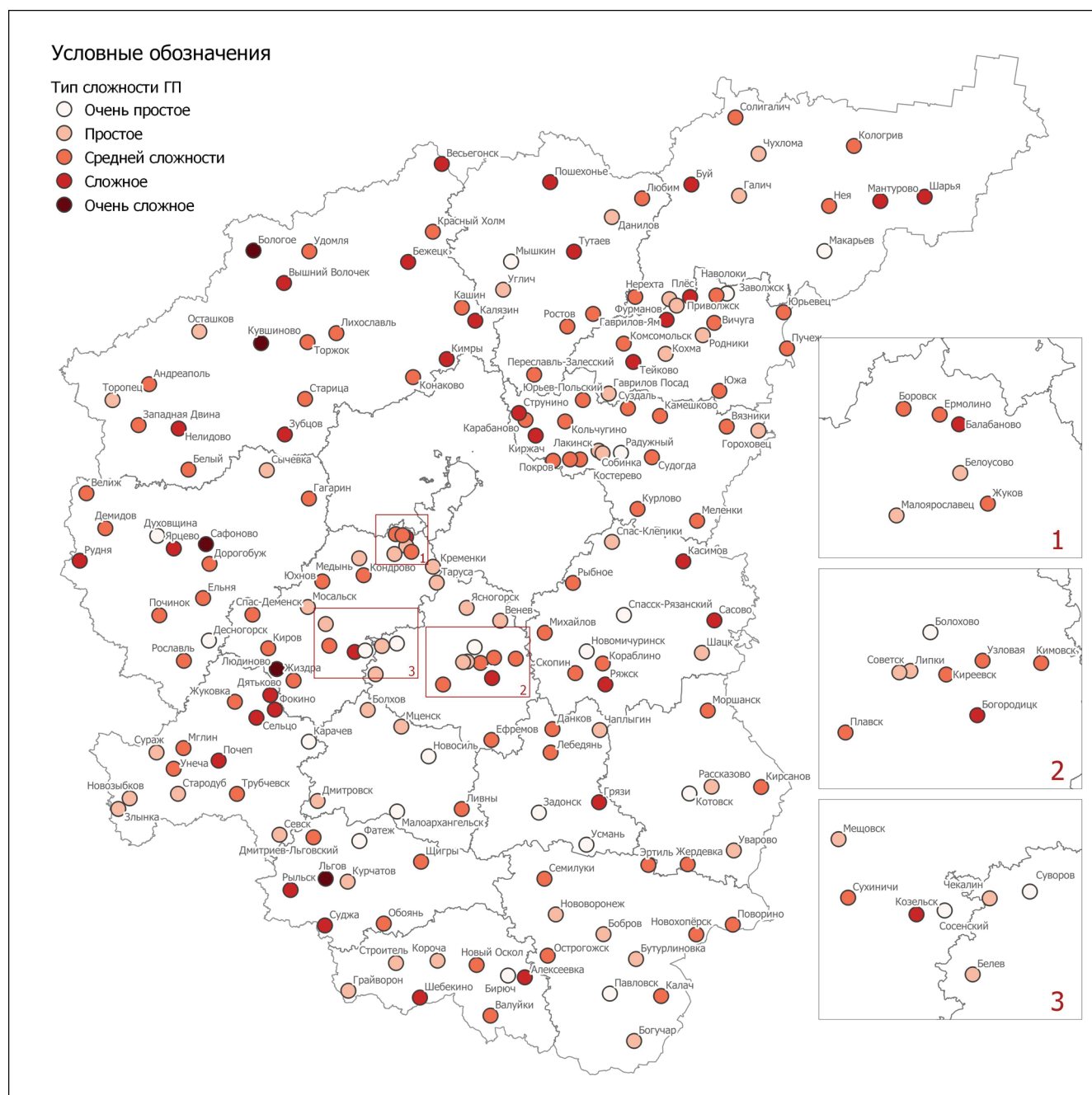


Рис. 3. Города разных типов сложности (составлено автором)

Fig. 3. Cities of different types of complexity (compiled by the author)

Сложным пространством обладают города, которые появились в результате срастания поселков при различных предприятиях (Киржач, Козельск, Рудня и др.), а также города, которые испытывают сильное влияние крупных агломераций, например

Балабаново. Сложное пространство характерно для ресурсных городов с уже не действующими угольными шахтами (Сафонов, Нелидово, Богородицк и др.) и карьерами по добыче строительного сырья, например мергеля в Фокино.

Самое сложное пространство имеют пять городов: Льгов, Кувшиново, Бологое, Сафонов и Людиново. Среди них выделяются два железнодорожных узла – Льгов и Бологое. Несмотря на то что их транспортное значение в последнее время снижается (особенно у Льгова), железнодорожная инфраструктура остается серьезным барьером. Отметим, что не только железнодорожный фактор усложняет пространство этих городов. Во Льгове существенную роль играют реки и ООПТ, в Бологом – озеро и река.

Пространство Людиново получило такую оценку из-за действия сразу нескольких факторов. Первое – ограничения, связанные с крупными промышленными предприятиями (Тепловозостроительный завод и завод «Ремпуть»), второе – влияние физико-географических факторов (город расположен на озере Ломпадь), третье – присоединение во второй половине XX в. крупного промышленного поселка Сукремль с его чугунолитейным и агрегатным заводами и водохранилищем. В итоге город разделен несколькими линиями железнодорожных путей,

гидрографическими объектами и промышленными предприятиями. Схожий пример представляет Сафонов, в пространстве которого ключевую роль играют поселки при бывших шахтах, железные дороги и площадки нескольких крупных промышленных предприятий.

Очевидно, что сложность пространства увеличивается с ростом людности городов (табл. 5). Среди малых городов до 10 тыс. чел. почти для половины характерно очень простое или простое пространство. Единственный город этой группы людности, который отличается очень сложным пространством – Кувшиново. Он появился в начале XX в. путем слияния трех населенных пунктов – села, рабочего поселка при фабрике, поселка при железнодорожной станции. Позднее в его состав были включены соседние деревни. Доля городов с людностью от 10 до 20 тыс. чел. с очень простым и простым пространством выше, чем в субсредних, в которых наблюдается самая высокая доля городов со сложным пространством (30,6%).

Таблица 5

Сложность пространства городов различной людности

Класс сложности	Количество городов			Доля городов, %		
	Малые до 10 тыс. чел.	Малые 10–20 тыс. чел.	Субсредние 20–50 тыс. чел.	Малые до 10 тыс. чел.	Малые 10–20 тыс. чел.	Субсредние 20–50 тыс. чел.
Очень простое	11	6	3	17,5	9,2	4,8
Простое	17	20	12	27	30,8	19,6
Средней сложности	28	29	25	44,4	44,6	40,2
Сложное	6	9	19	9,5	13,8	30,6
Очень сложное	1	1	3	1,6	1,5	4,8
Всего	63	65	62	100	100	100

Источник: экспертная оценка автора.

Время возникновения города также оказывает влияние на сложность его пространства. На основе информации о первом упоминании города и о времени получения городского статуса все города были разбиты на пять групп. Для каждой группы были рассчитаны средние значения индекса сложности. Самые высокие значения индекса имеют города советского времени, наиболее низкие – у новых российских городов. Среди рассредоточенных городов почти половина появилась в советское время (17 из 35). Как правило, они были образованы из нескольких ранее отдельных рабочих поселков при шахтах, промышленных предприятиях или при железнодорожной станции (Вичуга, Кув-

шиново, Ярцево). Отметим, что города, возникшие раньше, в советское время, также усложнили пространство. Например, в Богородицке, Скопине и Буге – древних русских городах – территория была увеличена за счет включения бывших поселков при шахтах и военных объектов.

Сопоставление данных об истории города и полученного индекса позволяет утверждать, что города в ходе своего развития стремятся к усложнению пространства (табл. 6). В определенный период времени жители принимают решение перейти на противоположный берег реки (Старица, Торжок и др.) или на другую сторону железной дороги (Лихославль, Рыбное и др.). Самым простым про-

странством обладают города, появившиеся в конце советского периода или в новой России. Среди них особенно выделяются города энергетиков (Курчатов, Десногорск, Волгореченск и др.), которые строились директивно и с нуля, поэтому обладают очень простым компактным пространством.

На современном этапе важным фактором пространственного развития малых городов становится освоение пригородных территорий. Местные

жители, в первую очередь состоятельные, стремятся создать для себя комфортные условия проживания (большие дома и участки). Для этого они, как правило, выбирают незастроенные территории на окраинах городов. Такая пространственная сегрегация приводит к росту площади города за счет пригородов и территорий, имеющих дополнительные привлекательные черты (бор, берег реки, искусственный водоем и др.).

Таблица 6

Индекс сложности городов разного периода возникновения

Период возникновения и получения статуса города	Количество городов	Среднее значение индекса
Киевская Русь и феодальная раздробленность	28	1,00
Период Московского государства	8	1,15
Период Российской империи	65	1,01
Советский период	83	1,27
Постсоветский период	6	0,40
<i>Всего</i>	190	1,14

Источник: экспертная оценка автора.

На основе средних значений индексов городов можно выделить регионы, в которых преобладают города той или иной сложности. Простых городов больше в Черноземье и близких к нему регионах: Орловской (0,43), Тульской (0,72), Тамбовской (0,90), Липецкой (0,90) и Воронежской (0,91) областях. В этих регионах среднее значение индекса не превышает единицы. Города со сложным пространством характерны для Тверской (1,68) и Курской областей (1,54). В целом, пространство городов Центральной России усложняется при движении с юга на север. Высокие показатели Курской области связаны с несколькими особенностями. Во-первых, это небольшое число самих городов и осреднение за счет высокого значения индекса у Льгова. Во-вторых, сложный рельеф, обусловленный разработанными долинами двух рек – Сейма и Суджи.

Совмещение данных о морфологической структуре и сложности пространства позволило выделить варианты пространственной структуры города (табл. 7). Морфология является фундаментальным и легко уловимым фактором. Индекс сложности носит более субъективный характер, поэтому ключевое значение в классификации отведено морфологической структуре. В итоговой матрице хорошо просматривается зависимость между двумя характеристиками. Компактные города не бывают сложными и не имеют даже средней сложности. Рассеченные города не могут быть ни очень простыми, ни очень сложными. Рассредоточенные редко быва-

ют простыми и в основном имеют сложную структуру. Всего выделено шесть вариантов пространственной структуры городов:

- 1) с компактным простым пространством – 30 городов;
- 2) с рассеченным простым пространством – 36 городов;
- 3) с рассеченным пространством средней сложности – 67 городов;
- 4) с рассеченным сложным пространством – 15 городов;
- 5) с рассредоточенным пространством средней сложности – 18 городов;
- 6) с рассредоточенным сложным и очень сложным пространством – 24 города.

Количество городов с разными вариантами увеличивается от крайних ячеек матрицы к средним. Наиболее часто встречаемыми являются города с рассеченной морфологической структурой в сочетании с пространством средней сложности. Такой характеристикой обладает треть рассматриваемых городов. Наименьшее количество городов имеет рассеченное сложное пространство. Три города с рассредоточенной морфологической структурой имеют довольно простое пространство – это Севск, Кременки, Дмитровск. Это связано с присоединением к ним небольших по размерам соседних населенных пунктов, выполняющих в основном селитебную функцию. Из-за небольшого количества таких случаев они были отнесены к пятому варианту.

Для половины регионов характерно преобладание городов с третьим вариантом пространственной структуры (рис. 4). В двух областях – Белгородской и Тульской – большая часть городов относится к первому варианту. Есть определенная географическая закономерность в размещении городов с разными вариантами пространственной структуры. В южных регионах Центральной России чаще встречаются города с компактным простым про-

странством. Города с рассредоточенным сложным и очень сложным пространством в два раза больше в областях Центрального экономического района. Встречаемость разных вариантов городов увеличивается с юга на север. Пять регионов, на территории которых есть города со всеми вариантами пространственных структур, расположены в Нечерноземье. К регионам с наименьшим разнообразием вариантов относятся Белгородская и Курская области.

Таблица 7

Варианты пространственной структура малых городов Центральной России

Класс сложности	Типы морфологической структуры			Всего
	Компактные	Рассеченные	Рассредоточенные	
Очень простое	20	–	–	20
Простое	10	36	3	49
Средней сложности	–	67	15	82
Сложное	–	15	19	34
Очень сложное	–	–	5	5
<i>Всего</i>	30	118	42	190

Источник: экспертная оценка автора.

ВЫВОДЫ

Малые города обладают неоднородным пространством. Морфологическая структура и сложность территории являются базисными характеристиками при оценке их пространственной структуры. На наш взгляд, с анализа этих свойств должно начинаться исследование социально-географического пространства города.

Наличие различных барьеров влияет на качество городского управления, чем сложнее пространство, тем сложнее им управлять. Наиболее серьезными барьерами в городском пространстве выступают объекты гидрографической сети, линии железных дорог, крупные промышленные предприятия, формы рельефа и территории с особыми условиями использования. Рассчитанный на основе анализа космоснимков индекс сложности городского пространства показал, что лишь 30 городов из 190 обладают простой компактной пространственной структурой. Самым сложным пространством выделяются пять городов, которые изначально развивались как агломерации рабочих поселков. В региональном разрезе прослеживается тенденция упрощения городского пространства с севера на юг.

В процессе развития города стремятся к усложнению своего пространства. В настоящее время

наиболее явные пространственные преобразования происходят за счет включения в состав города соседних населенных пунктов (городских или сельских). Этот процесс приводит к обычно несвойственной малым городам фрагментации пространства.

Сложность пространственной структуры должна учитываться властями и проектировщиками при разработке документов территориального планирования. По нашему мнению, компактным городам в пространственном развитии нужно фокусироваться на узловых элементах (местах предоставления услуг, общественных пространствах). Пространство в этих городах имеет максимальную проницаемость и не требует дополнительных затрат для преодоления. При такой конфигурации развитие узловых элементов позволяет достичь максимального охвата пользователей. В городах с рассеченным пространством, напротив, в силу наличия барьеров, стоит концентрировать внимание на линейных объектах (магистральных улицах, набережных), которые повышают связность городского пространства. В пространственном развитии рассредоточенных городов приоритетной должна быть политика, направленная на формирование субцентров в отдаленных районах.



Fig. 4. Variants of the spatial structure of small cities in non-capital regions of Central Russia (compiled by the author)

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бутягин В.А. Планировка и благоустройство городов: учебник для вузов. М., 1974. 381 с.
- Вахитайн В.С. Воображая город: Введение в теорию концептуализации. М., 2022. 680 с.
- 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. DOI: 10.22337/2077-9038-2018-1-17-27.

- 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. DOI: 10.31857/S2587-55662019518-31.
- Гулько М.С., Еременко Ю.А., Батунова Е.Ю. Стратегии планирования в условиях городского сжатия в России: исследование малых и средних городов // Мир России. Социология. Этнология. 2020. № 3. С. 121–141. DOI: 10.17323/1811-038X-2020-29-3-121-141.
- Камкин Г.Г. Барьерность городской среды и ее количественная оценка (на примере Москвы) // Известия РАН. Серия географическая. 2020. № 1. С. 27–36. DOI: 10.31857/S2587556620010094.
- Кривова Д.А. Значение социальной инфраструктуры для социально-экономического развития малых городов // Социум и власть. 2013. № 2. С. 26–32.
- Кубецкая Л.И., Кудрявцева Н.О. Торопец: градостроительная структура как летопись, запечатленная в генетических частях // Academia. Архитектура и строительство, 2021. № 1. С. 74–84. DOI: 10.22337/2077-9038-2021-1-74-84.
- Лаппо Г.М. География городов: учеб. пособие. 1997. 480 с.
- Лебедев П.С., Смирнов И.П., Смирнова А.А. Разработка концепции бренда малого города (на примере Бежецка Тверской области) // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования: труды XV Международной научно-практической конференции (г. Тверь, 9–11 апреля 2020 г.) / под общ. ред. В.И. Кружалина. Тверь: Тверской государственный университет, 2020. С. 252–260.
- Лебедев П.С., Смирнов И.П., Смирнова А.А., Ткаченко А.А. Социально-географическое пространство малых городов Тверской области // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2022. № 2. С. 86–100.
- Машковский В.В. Фрагментация малого города как барьер для ревитализационной деятельности // Инновации и инвестиции. 2021. № 2. С. 156–158.
- Овчинникова Е.А., Савельева Е.О. Пространственный анализ и оптимизация планировочной структуры малого города на примере г. Горнозаводск // Архитектура и современные архитектурные технологии. 2022. № 2(59). С. 245–257. DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-245-257.
- Планировка и застройка малых городов (пособие по проектированию) / под общ. ред. Е.М. Маркова и В.С. Рязанова. М., 1975. 200 с.
- Плюснин Ю.М. Социальная структура провинциального общества. М.: Common Place; Фонд социальных исследований «Хамовники», 2022. 448 с.
- Руководство по проектированию малых городов в системах расселения / ЦНИИП градостроительства. М., 1979. 129 с.
- Растворцева С.Н., Манаева И.В. Тенденции и факторы современного развития малых и средних городов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15. № 1. С. 110–127.
- Секушина И.А. Состояние жилищной сферы и качество городской среды в малых и средних городах (на примере Вологодской области) // Вопросы территориального развития. 2020. Т. 8. № 2. DOI: 10.15838/tdi.2020.2.52.2.
- Смирнов И.П., Смирнова А.А. Благоустройство в малых городах Тверской области: территориальные и институциональные аспекты // Вестник ТвГУ. Серия: география и геоэкология. 2021. № 4. С. 57–64.
- Ткаченко А.А. Социально-географическое пространство крупного города: концептуальные основы исследования // Городское пространство: социально-географические подходы: сб. науч. трудов / Научная серия «География и региональное развитие». Вып. 2. Тверь, 2002. С. 3–16.
- Чумиков А.Н., Чумикова С.Ю., Проценко Ю.В. Брендинг малых городов как развитие туристских возможностей территории // Вестник РМАТ. 2021. № 4. С. 106–110.
- Bentley I., Butina G., Gleave S. Urban design, *Architects Journal*, 1990, vol. 192, no. 17, p. 61–71.
- Chiaradia A.J.F. Urban Morphology, Urban Form, The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies, A. Orum (ed.), 2019, New York, USA, p. 1–6, DOI: 10.1002/9781118568446.eurs0382.
- Çalışkan O., Marshall S. Urban morphology and design: introduction, *Built Environment*, 2011, vol. 37, p. 381–392.
- Noor N.M., Nor M.M., Abdullah A., Zahari R.K. Geospatial technology approaches in urban morphology for resilient urban governance, *Planning Malaysia Journal*, 2014, vol. 3, p. 1–14, DOI: 10.21837/pm.v12i3.128.
- Oliveira V. Urban Morphology an Introduction to the Study of the physical form of cities, Switzerland, Springer, 2016, 192 p., DOI: 10.1007/978-3-319-32083-0.
- Sanders P. Presenting the past: the impact of urban morphology in shaping the form of the city, *Conference papers ACSP-AESOP Fourth Joint Congress Bridging the divide: Celebrating the city*, University of Illinois, United States of America, Illinois, Chicago, 2008, p. 1–8.
- Электронный ресурс*
Нефедова Т.Г. Пространственный анализ. Периферия Москвы: градиенты, пороги, барьеры, границы // География. URL: <http://geo.1september.ru/2001/11/1.Htm> (дата обращения 15.10.2021).

Поступила в редакцию 12.08.2022

После доработки 15.09.2022

Принята к публикации 22.09.2022

SPATIAL STRUCTURE OF SMALL CITIES: THE APPROACHES TO TYPOLOGY (BASED ON THE MATERIALS FROM CENTRAL RUSSIA)

I.P. Smirnov

*Tver State University, Department of Socio-Economic Geography and Territorial Planning,
Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: Smirnov.ip@tversu.ru*

The article examines the spatial structure of small towns in Central Russia. The information base of the study covers satellite images of 190 small towns. The paper proposes a concept of morphological structure of the city, which is determined by the nature (shape) of external boundaries, the presence of significant internal barriers leading to the fragmentation of space, and isolated urban areas. A methodology for assessing the complexity of urban space is suggested. It is based on the scoring of the impact of various geographical barriers on the urban environment. The most significant barriers include rivers and railways; the relief features, the location of industrial enterprises and the presence of protected areas were also considered. Special emphasis was given to urban areas isolated from the main built-up territories, i. e. exclaves. Five classes of urban space complexity have been identified, from very simple to very complex. The most complex space is typical of five small towns, which were initially clusters of workers' settlements. The combination of data on the morphological structure and complexity of space made it possible to identify six final forms of the spatial structure of the city. More often than others, there are cities with a dissected morphological structure in combination with a medium-complex space. One third of the cities under consideration have such parameters. The smallest number of cities has a dissected complex space. The cities tend to increase the complexity of their space in the process of development. The study showed that despite small population, the towns under consideration have very complex spatial structure.

Keywords: small town, urban space, spatial structure of the city, morphological structure of a city, complexity of urban space, geographical barriers, urban contraction, configuration of territories

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

REFERENCES

- Bentley I., Butina G., Gleave S. Urban design, *Architects Journal*, 1990, vol. 192, no. 17, p. 61–71.
- Butyagin V.A. *Planirovka i blagoustrojstvo gorodov, ucheb. dlya vuzov* [Planning and improvement of cities, textbook for high schools], Moscow, 1974, 381 p. (In Russian)
- Çalışkan O., Marshall S. Urban morphology and design: introduction, *Built Environment*, 2011, vol. 37, p. 381–392.
- Chiaradia A.J.F. Urban Morphology, Urban Form, *The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies*, A. Orum (ed.), 2019, New York, USA, p. 1–6, DOI: 10.1002/9781118568446.eurs0382.
- Chumikov A.N., Chumikova S.Yu., Protsenko Yu.V. Branding mal'kh gorodov kak razvitie turistskih vozmozhnostej territorii [Branding of small towns as a development of tourist potential of the territory], *Vestnik RMA*, 2021, no. 4, p. 106–110. (In Russian)
- Gelfond A.L., Lisitsyna A.V. A Torgovaya ulitsa malogo goroda kak obshchestvennoe prostranstvo (na primere Nizhegorodskoj oblasti) [Trade Street of a Small Town as a Public Space (by the Example of Nizhny Novgorod Region)], *Academia, Arhitektura i stroitel'stvo*, 2018, no. 1, p. 17–27. (In Russian)
- Gunko M., Eremenko Yu., Batunova E. Strategii planirovaniya v usloviyah gorodskogo szhatiya v Rossii: issledovanie mal'kh i srednih gorodov [Planning Strategies in the Context of Urban Shrinkage in Russia: Evidence from Small and Medium-sized Cities], *Mir Rossii*, vol. 29, no. 3, p. 121–141. (In Russian)
- Gunko M.S., Pivovarov G.A., Averkieva K.V. Revitalizatsiya v mal'kh gorodakh 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. Geograficheskaya*, 2019, no. 5, p. 18–31. (In Russian)
- Kamkin G.G. Bar'ernost' gorodskoj sredy i ee kolichestvennaya ocenka (na primere Moskvy) [Barrier Function of the Urban Environment and Its Quantitative Assessment (Case of Moscow)], *Izvestiya Rossijskoj Akademii Nauk, Ser. Geograficheskaya*, 2020, no. 1, p. 27–36. (In Russian)
- Krivova D.A. Znachenie social'noj infrastruktury dlya social'no-ekonomicheskogo razvitiya mal'kh gorodov [The significance of social infrastructure for socio-economic development of small towns], *Socium i vlast'*, 2013, no. 2, p. 26–32. (In Russian)
- Kubetskaya L.I., Kudryavtseva N.O. Toropets: gradostroitel'naya struktura kak letopis', zapechatlennaya v geneticheskikh chastyah [Toropets: Urban Structure as a Chronicle Depicted in Genetic Parts], *Academia, Arhitektura i stroitel'stvo*, 2021, no. 1, p. 74–84. (In Russian)
- Lappo G.M. *Geografiya gorodov, ucheb. posobie* [Geography of cities. Tutorial], Moscow, 1997, 480 p. (In Russian)
- Lebedev P.S., Smirnov I.P., Smirnova A.A. Development of a small city brand concept (the example of Bezhet'sk, the Tver region), *Turizm i rekreaciya: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya* [Tourism and recreation: fundamental and applied studies], Trudy XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (g. Tver', 9–11 aprelya 2020 g.), V.I. Kruzhalin (ed.), Tver', Tverskoj gos-

- sudarstvennyj universitet, 2020, p. 252–260. (In Russian)
- Lebedev P.S., Smirnov I.P., Smirnova A.A., Tkachenko A.A. Social'no-geograficheskoe prostranstvo malyh gorodov Tverskoj oblasti [Socio-geographical space of small towns in the Tver region], *Vestn. Mosk. Un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2022, no. 2, p. 86–100. (In Russian)
- Mashkovskiy V.V. Fragmentaciya malogo goroda kak bar'er dlya revitalizacionnoj deyatel'nosti [Fragmentation of a small town as a barrier to revitalization activities], *Innovation and investments*, 2021, no. 2, p. 156–158. (In Russian)
- Noor N.M., Nor M.M., Abdullah A., Zahari R.K. Geospatial technology approaches in urban morphology for resilient urban governance, *Planning Malaysia Journal*, 2014, vol. 3, p. 1–14, DOI: 10.21837/pm.v12i3.128.
- Oliveira V. *Urban Morphology an Introduction to the Study of the physical form of cities*, Switzerland, Springer, 2016, 192 p., DOI: 10.1007/978-3-319-32083-0.
- Ovchinnikova E.A., Saveleva E.O. Prostranstvennyj analiz i optimizaciya planirovochnoj struktury malogo goroda na primere g. Gornozavodsk [Spatial analysis and optimization of the urban structure in small towns. Case study of Gornozavodsk], *Architecture and Modern Information Technologies*, 2022, no. 2(59), p. 245–257. (In Russian)
- Planirovka i zastrojka malyh gorodov (posobie po proektirovaniyu) [Planning and development of small towns (design guide)], E.M. Markov and V.S. Ryazanova (eds.), Moscow, 1975, 200 p. (In Russian).
- Plyusnin Yu.M. *Social'naya struktura provincial'nogo obshchestva* [The social structure of provincial society], Moscow, 2022, 448 p. (In Russian).
- Rastvortseva S.N., Manaeva I.V. Tendencii i faktory sovremennogo razvitiya malyh i srednih gorodov [Modern development of small and medium-sized cities: Trends and drivers], *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2022, vol. 15(1), p. 110–127. (In Russian)
- Rukovodstvo po proektirovaniyu malyh gorodov v sistemah rasseleniya [Guidelines for the design of small towns in settlement systems], TsNIIP urban planning, Moscow, 1979, 129 p. (In Russian)
- Sanders P. Presenting the past: the impact of urban morphology in shaping the form of the city, *Conference papers ACSP-AESOP Fourth Joint Congress Bridging the divide: Celebrating the city*, University of Illinois, United States of America, Illinois, Chicago, 2008, p. 1–8.
- Sekushina I.A. Sostoyanie zhilishchnoj sfery i kachestvo gorodskoj sredy v malyh i srednih gorodah (na primere Vologodskoj oblasti) [State of the Housing Sector and Quality of Urban Environment in Small and Medium Cities (Case Study of the Vologda Oblast)], *Territorial development issues*, 2020, vol. 8, no. 2(52), DOI: 10.15838/tidi.2020.2.52.2. (In Russian)
- Smirnov I.P., Smirnova A.A. Blagoustrojstvo v malyh gorodah Tverskoj oblasti: territorial'nye i institucional'nye aspekty [Improvement of public spaces in small cities of the Tver region: territorial and institutional aspects], *Vestn. Tver. gos. un-ta, Ser. Geografija i geojekologija*, 2021, no. 4, p. 18–29. (In Russian)
- Tkachenko A.A. [Socio-geographical space of a large city: conceptual foundations of the study], *Gorodskoe prostranstvo: social'no-geograficheskie podhody* [Urban space: socio-geographical approaches], Sbornik nauchnyh trudov Nauchnaja serija "Geografija i regional'noe razvitiye", Tver', 2002, iss. 2, p. 3–16. (In Russian)
- Vakhstein V.S. *Voobrazhaya goroda: Vvedenie v teoriyu konceptualizacii* [Imagining Cities: An Introduction to Conceptualization Theory], Moscow, 2022, 680 p. (In Russian)
- Web source*
- Nefedova T.G. Prostranstvennyj analiz. Periferiya Moskvy: gradienty, porogi, bar'ery, granicy [Spatial analysis. Periphery of Moscow: gradients, thresholds, barriers, boundaries], *Geografiya* [Geography], URL: <http://geo.1september.ru/2001/11/1.Htm> (access date 15.10.2021). (In Russian)

Received 12.08.2022

Revised 15.09.2022

Accepted 22.09.2022

РЕСУРСНАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕТЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ СТАНЦИЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ В РЕГИОНАХ РОССИИ

А.И. Скафарик¹, С.В. Киселева²

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

¹ Кафедра рационального природопользования, аспирант; e-mail: skafarik@mail.ru

² НИЛ ВИЭ, вед. науч. сотр., канд. физ.-мат. наук; e-mail: k_sophia_v@mail.ru

В связи с введением в Российской Федерации мер поддержки генерации электроэнергии на станциях малой мощности, работающих в том числе с использованием возобновляемых источников энергии, актуальным является задача оценки эффективности этих законодательных инициатив. В работе представлена и апробирована методика оценки производительности и экономической эффективности использования сетевых фотоэлектрических станций в зависимости от физико-географических и социально-экономических факторов. Представлены результаты оценки потенциальной производительности станций в различных регионах России, полученные на основе архивов данных о приходящей солнечной радиации за период с 2010 по 2020 г. с часовым разрешением. Показано, что экономическая эффективность ССМ в выбранных районах исследования варьирует в широких пределах в зависимости от сочетания таких факторов, как уровень солнечной радиации, розничный и оптовые тарифы на электроэнергию и график собственного потребления электроэнергии владельцем станции. Несмотря на значительные ресурсы солнечной энергии, срок окупаемости фотоэлектрических станций в районах Южной Сибири (Иркутск, Улан-Удэ) оказался максимальным среди всех районов исследований в связи с принятыми тарифами на продажу-покупку электроэнергии. Оптимальными условиями для эксплуатации таких станций характеризуются лишь регионы России, относящиеся к неценовым зонам и территориально-изолированным энергосистемам оптового рынка (Магаданская, Калининградская области, Камчатский, Приморский края), где может быть достигнута окупаемость в пределах гарантированного срока эксплуатации оборудования станций (20 лет) вследствие высоких оптовых цен на электроэнергию.

Ключевые слова: солнечная энергетика, микрогенерация, производительность станции, тарифы на электроэнергию, графики нагрузки потребителей

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.4

ВВЕДЕНИЕ

Развитие возобновляемой энергетики является одним из ведущих инструментов декарбонизации мировой экономики в соответствии с актуальной повесткой устойчивого развития. Однако важен реалистичный подход к оценкам возможностей и необходимости развивать возобновляемую энергетику, особенно в странах со значительными запасами углеводородных ресурсов. Вклад солнечной энергетики в мировое производство электроэнергии в 2020 г. составил 3,2% (855 ТВтч), причем годовой прирост по отношению к 2019 г. достиг 20% [BP Statistical Review..., 2021]. Возобновляемая энергетика в РФ как отрасль находится на этапе становления, в том числе и с точки зрения нормативно-правовых механизмов поддержки. Доля солнечных электростанций (СЭС) в общем производстве электрической энергии в России является незначительной, хотя характеризуется приростом за последние годы. По данным Системного оператора Единой

энергетической системы России (СО ЕЭС России), в 2021 г. выработка электроэнергии на СЭС составила 0,20% при доле установленной мощности 0,79% [Отчет о функционировании ЕЭС России..., 2022].

Помимо крупных сетевых станций, в ряде стран широко распространено использование СЭС малой мощности для частных домовладений [Renewables..., 2020]. К несомненным плюсам такого рода станций относятся: простота эксплуатации, безопасность для окружающей среды, полная или частичная независимость от централизованных источников электроснабжения и возможность продавать избыток электроэнергии, вырабатываемой СЭС, в случае присоединения такой станции к сети. К сдерживающим факторам использования малых СЭС относятся достаточно высокая стоимость приобретения и установки оборудования, неравномерность выработки электроэнергии в зависимости от погодных условий. Развитию энергообеспечения с использованием ВИЭ в Российской Федерации дол-

жен способствовать Федеральным законам № 471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон „Об электроэнергетике“ в части развития микрогенерации» от 27 декабря 2019 г.» [Федеральный закон № 471-ФЗ..., 2019]. Объект микрогенерации определяется в нем как объект по производству электрической энергии, в том числе на основе использования возобновляемых источников энергии, мощностью не более 15 кВт, принадлежащий на праве собственности или ином законном основании потребителю электрической энергии. Объект микрогенерации используется для производства электрической энергии для собственных нужд, а также в целях продажи в порядке, установленном основными положениями функционирования розничных рынков. Таким образом, с принятием этого закона владельцы объектов микрогенерации, которые одновременно являются потребителями и производителями электроэнергии (просьюмеры, от англ. production и consume), получили возможность продавать гарантирующим поставщикам и иным энергосбытовым компаниям не потребленные на собственные нужды излишки электроэнергии. Гарантирующие поставщики, в свою очередь, обязаны такие излишки покупать по ценам, не превышающим цены на электрическую энергию и мощность, приобретаемые гарантирующими поставщиками на оптовом рынке. Покупка электроэнергии просьюмером из сети проводится по ценам розничного рынка.

Введение новых инструментов стимулирования возобновляемой энергетики в части объектов микрогенерации требует анализа результативности тех мер поддержки, которые в настоящее время предложены государством. Экономическая эффективность и целесообразность использования солнечной энергетики в частных домохозяйствах определяется рядом факторов, в том числе потенциальной производительностью станций (в среднем по году и в различные сезоны), экономическими факторами (ценой продажи электроэнергии на оптовом рынке, тарифами на электроэнергию для населения, особенностями потребления энергии домохозяйствами просьюмеров), а также стоимостными и техническими характеристиками современных фотоэлектрических установок.

Основой оценок производительности солнечных фотоэлектрических станций и установок малой мощности являются данные о приходящей суммарной солнечной радиации в точке локализации объекта, причем следует учитывать угол наклона приемной поверхности. До недавнего времени источником информации для такого рода исследований на территории России являлись климатические справочники [Справочник по климату СССР..., 1966; Научно-прикладной справочник по климату

СССР..., 1990], которые содержат обобщение многолетних наблюдений на сети актинометрических станций России. Незначительное количество актинометрических станций усложняет территориальные оценки гелиоэнергетических климатических ресурсов, однако в 1990-х гг. такое обобщающее исследование было проведено ГГО им. А.И. Воейкова и представлено в виде Атласов ветрового и солнечного климатов России, которые содержат карты компонентов приходящей солнечной радиации (средние за год, по месяцам и сезонам), а также карты ряда практически востребованных характеристик (производительность фотоэлектростанций и солнечных коллекторов, уровень технического совершенства которых соответствовал периоду подготовки Атласа) [Борисенко, Стадник, 1997]. Важным для оценки потенциала солнечной энергии и прогноза его изменения является изучение трендов актинометрических величин. Такого рода исследования для Московского региона были предприняты в работах [Климатические ресурсы..., 2012; Gorbarenko, 2019]. На основании многолетних актинометрических наблюдений (1954–2012) метеообсерваторией МГУ были выявлены периоды наиболее эффективного использования гелиоэнергетических ресурсов в Московском регионе [Горбаренко, Шиловцева, 2013]. Необходимость оценки приходящей радиации в регионах, не охваченных наземными наблюдениями, определяет в последние годы широкое использование в расчетах ресурсов и потенциалов солнечной энергии – как в России, так и в мире в целом – реанализов (ERA5, MERRA-2), тематических баз данных, включающих данные реанализов и расчетные характеристики, соответствующие задачам солнечной энергетики (METEONORM, NASAPOWER, RETScreen и др.). На основе реанализов и тематических баз данных для территории Российской Федерации в ряде работ были проведены оценки как ресурсов, так и потенциальной производительности типовых солнечных фотоэлектрических установок и станций единичной мощности в регулярной пространственной сетке (так называемый технический потенциал солнечной энергии в точке) [Атлас ресурсов солнечной..., 2010]. Для целей региональных оценок были проведены расчеты суммарного технического потенциала административно-территориальных единиц Российской Федерации при различных допущениях относительно ограничивающих территориальных факторов [Справочник по ресурсам..., 2007; Атлас ресурсов возобновляемой энергии..., 2015].

Для решения задач расчета производительности и оптимизации фотоэлектрических солнечных станций и установок в настоящее время используется целый ряд различных программных

средств (TRNSYS, MATLAB, HOMER, PVSyst и др.), причем как отдельно, так и в комбинации друг с другом. Программные средства отличаются степенью детализации математических моделей, широтой охвата конфигураций систем, гибкостью, стоимостью и сложностью освоения [Rashad et al., 2022; Kumar et al., 2021; Navamani et al., 2019]. Для частных исследовательских задач отдельными научными группами разрабатываются собственные программные продукты. Обзоры характеристик и анализ применения различных расчетных инструментов для климатических условий России приведены в работах [Tarasenko et al., 2020; Габдерахманова, 2019].

В связи с принятым законом РФ о поддержке микрогенерации [Федеральный закон № 471-ФЗ..., 2019], актуальной является не только задача определения годовой производительности фотоэлектрической станции заданной мощности, но и оценка экономической эффективности этих станций, что определяет перспективы внедрения в России данного направления возобновляемой энергетики. Для решения этой задачи в представленной работе предложена методика оценки ресурсной обеспеченности и экономической эффективности использования станций солнечной микрогенерации (ССМ) с учетом комплекса физико-географических и экономических факторов, в том числе типовых графиков нагрузки потребителей и тарифов на покупку-продажу электроэнергии в сеть. Проведены расчеты для ряда регионов РФ, находящихся в различных природно-климатических условиях и ценовых зонах оптового рынка электроэнергии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методика оценки ресурсной обеспеченности и расчета производительности станций солнечной микрогенерации. Для решения поставленной задачи необходимо с учетом типовых графиков нагрузки потребителей рассчитать балансы производства энергии станциями солнечной микрогенерации и потребления ее хозяйствами просьюмеров в выбранных регионах. Производительность солнечных фотоэлектрических модулей (ФЭМ), входящих в состав ССМ, определяется величинами приходящей солнечной радиации и температурой окружающей среды. Для оценки производительности (выработки электроэнергии) в качестве базового объекта микрогенерации в данной работе была выбрана солнечная сетевая электростанция мощностью 15 кВт. Предполагалось, что станции расположены в ячейках пространственной сетки $1 \times 1^\circ$, в которых находятся следующие населенные пункты: Москва, Санкт-Петербург, Краснодар, Дербент, Астрахань, Оренбург, Новокузнецк, Иркутск, Улан-Удэ, Чита,

Калининград, Усинск, Владивосток, Якутск, Магадан, Петропавловск-Камчатский.

Расчеты средней многолетней производительности ССМ с часовым временным разрешением были проведены на основе специализированной базы данных NASA [The Power Project, 2022]. В ней представлена широкая номенклатура данных, адаптированных для нужд солнечной энергетики, с территориальным разрешением 1° , в том числе часовые суммы суммарной солнечной радиации, приходящей на горизонтальную поверхность, температура воздуха на высоте 2 м над уровнем земли за период с 1983 г. по настоящее время и другие метеорологические характеристики. Верификация базы данных NASA на основе наземных актинометрических измерений на территории России была проведена в наших ранних работах, в том числе для Московского региона, например [Коломиец и др., 2016]. Для получения статистически обоснованных результатов и оценки вариаций производительности ССМ, связанных с изменчивостью природных факторов, для каждого района исследования были проведены расчеты на основе данных базы за 2010–2020 гг. Поскольку для увеличения производительности фотоэлектрические модули в абсолютном большинстве случаев располагают наклонно к горизонту, в наших исследованиях был проведен пересчет часовых сумм суммарной солнечной радиации с горизонтальной плоскости на угол, равный широте места, в предположении изотропного рассеяния на основе методики, приведенной в [Даффи, Бекман, 2013, с. 112–118]. Расчеты производительности ССМ с почасовым разрешением проводились с учетом средних технических характеристик современных ССМ, в том числе КПД модулей, температурной зависимости мощности фотоэлектрического модуля, количества инверторов в составе электрической станции и др. Мощность единичного фотоэлектрического модуля P_{mod} (Вт) при температуре воздуха T ($^\circ\text{C}$) и потоке приходящей солнечной радиации A ($\text{Вт}/\text{м}^2$) определялась как:

$$P_{mod} = P_{STC}(A/1000)(1 - g(T_{op} - 25)), \quad (1)$$

где P_{STC} – номинальная мощность модуля, Вт, g – температурный коэффициент мощности модуля, $^\circ\text{C}^{-1}$, $T_{op} = T + (A/800)(N_{oct} - 20)$ – рабочая температура фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) в составе модуля, N_{oct} – равновесная температура ФЭП (паспортная характеристика). Алгоритм расчета был верифицирован на основе фактической производительности солнечных сетевых станций РФ в работе [Tarasenko et al., 2020].

Для верификации результатов расчета были использованы данные о выработке энергии на экс-

периментальной сетевой фотоэлектрической установке малой мощности (3 кВт), расположенной на площадке НИЛ ВИЭ географического факультета, за период с 01.04.2019 по 31.03.2020 г. Сравнение результатов расчетов на основе часовых данных базы [The Power Project, 2022] и фактической производительности установки за единый период времени демонстрирует хорошую сходимость и идентичную динамику суммарной месячной производительности: в апреле – мае достигались максимальные значения производительности, а с ноября по февраль – минимальные значения (рис. 1). Наблюдаемое систематическое завышение расчетных значений (от 14 до 108 кВтч/месяц) относительно фактической производительности установки, особенно в зимний и весенне-осенний периоды, объясняются существенным влиянием на производительность установки затенения, которое особенно возрастает в указанные сезоны. Сравнение

результатов измерения приходящей солнечной радиации в плоскости приемной поверхности фотоэлектрических модулей (пиранометр QMS101 фирмы Kipp&Zonen) с данными базы NASA с часовой детализацией подтвердили это предположение, а также правомерность использования этих данных для оценки производительности ССМ в различных регионах РФ.

Методика оценки экономической эффективности использования ССМ с учетом уровня потребления и тарифов на электроэнергию. Под экономической эффективностью понимают величину, характеризующую соотношение между приобретенными результатами деятельности (доход) и затратами на их производство (расход средств, труда и т. д.) [Современная экономическая теория..., 2022]. В данной работе экономическая эффективность ССМ характеризуется годовым доходом от использования станции и сроком ее окупаемости.

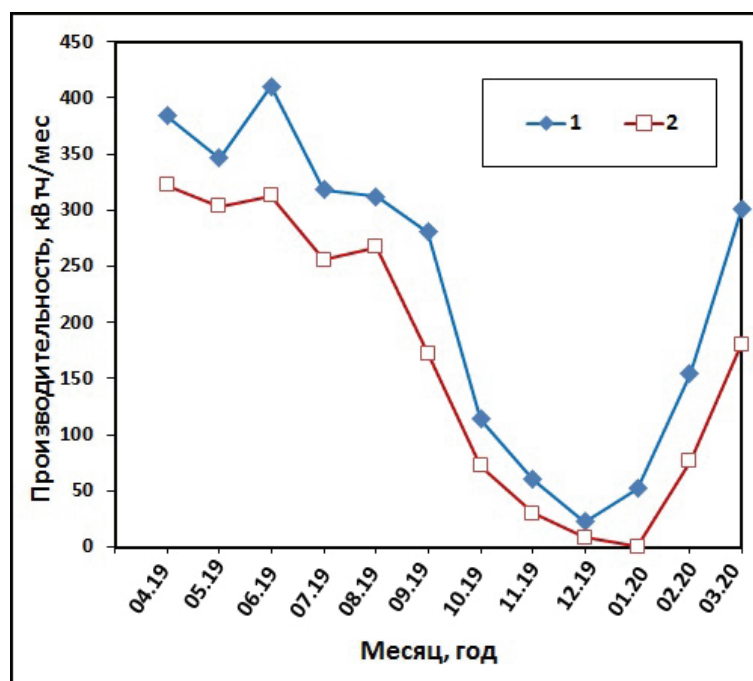


Рис. 1. Производительность экспериментальной сетевой фотоэлектрической установки:
1 – расчетная; 2 – фактическая

Fig. 1. Performance of the experimental network photovoltaic installation: 1 – calculated; 2 – actual

Для расчетов этих характеристик в регионах РФ использовались следующие параметры:

А (руб.) – капитальные затраты на создание ССМ принимались равными 500 тыс. руб., согласно предложений наиболее крупных отечественных производителей и поставщиков фотоэлектрических модулей [Сетевая солнечная..., 2022; Мосэнергосбыт..., 2022]. Комплектация базовой ССМ включала в себя набор ФЭМ общей мощностью 15 кВт и инвертор.

Такая комплектация может быть обеспечена, например, 50 гетероструктурными фотоэлектрическими модулями HVL-300/HJT с заявленной эффективностью 19,0% (производство компании Хевел, <https://www.hevelsolar.com/catalog/solnechnye-moduli/>) и сетевым солнечным инвертором SOFAR 15000TL-G2 (3-фазный, мощностью 15 кВт) (<https://gws-energy.ru/setevoy-solnechnyy-invertor-sofar-15000tl-g2-3-fazy/>). Установка ССМ возможна как на крыше

частного дома, так и на прилегающей территории. Стоимость ССМ может варьировать в зависимости от экономической ситуации в стране, поэтому сроки окупаемости, приведенные в настоящей работе, могут корректироваться введением дополнительного коэффициента, отражающего изменения в стоимости комплекствующих на момент оценки.

T (руб./кВтч) – тариф на электроэнергию (ЭЭ) для населения, значение которого варьирует между регионами (табл. 1). В настоящее время в РФ существуют разные виды тарификации электроэнергии на розничном рынке для населения: одноставочные тарифы с постоянной ценой на ЭЭ в течение суток и тариф, дифференцированный по зонам суток. Расчеты были проведены для двух вариантов: одноставочный тариф (T_1) и двухтарифная система (T_2) с разделением на пиковую (с 7.00 до 23.00) и ночную (с 23.00 до 7.00) зоны суток. Были выбраны значения тарифов в городских населенных пунктах в домах, оборудованных газовыми плитами [Тарифы..., 2022].

R (руб./кВтч) – цена (тариф) на электроэнергию, выработанную с использованием объекта микрогенерации (ССМ), которую просьюмер может продать гарантирующему поставщику. Этот тариф не должен превышать цену на электрическую энергию и мощность, приобретаемые гарантирующими поставщиками на оптовом рынке. В соответствии с законодательством, механизм расчета стоимости поставленной электроэнергии зависит от принадлежности к ценовой или неценовой зоне оптового рынка, от ценовой категории осуществления расчетов за электроэнергию (от первой до шестой), а также от тарифа на электроэнергию (одноставочный или дифференцируемый в течение суток), используемых владельцем объекта микрогенерации [Постановление..., 2022].

В данной работе в расчетах для населенных пунктов, относящихся к ценовым зонам оптового рынка энергии и мощности (ОРЭМ), использовалась дифференцированная по часам расчетного периода нерегулируемая цена на ЭЭ на оптовом рынке, определяемая по результатам конкурентного отбора ценовых заявок на сутки вперед и конкурентного отбора заявок для балансирования энергосистемы по данным [Составляющие..., 2022]. Для населенных пунктов, относящихся к неценовым зонам, использовались фиксированные значения оптовых цен на электроэнергию, устанавливаемые приказами Федеральной антимонопольной службы (ФАС) для конкретных генерирующих компаний. Средние годовые значения оптовых цен на электроэнергию, используемые в расчетах, приведены в таблице 1.

C (кВтч) – уровень потребления электроэнергии объектом (в расчетах рассматривались жилой дом и офис) в заданный промежуток времени. Почасовые

значения потребления электроэнергии (C_i) определяются графиком нагрузки потребителя и могут варьировать в зависимости от природно-климатических условий (длина светового дня, температура окружающей среды) и социальных условий (время нахождения людей на территории объекта, время подъема, отхода ко сну, ухода на работу и возвращения с нее). В данном исследовании использовались два типа графиков нагрузки, построенные на основании статистических исследований, приведенных, в частности, в [Габдерахманова, 2019] (рис. 2):

«ДОМ» – типовой график нагрузки для жилых помещений с небольшим пиком потребления в утренние часы и вторым, более значительным пиком потребления в вечернее время, с достижением пиковой нагрузки в 18 часов. В работе учтено различие величины нагрузки (потребления ЭЭ) между зимним (октябрь – март) и летним (апрель – сентябрь) сезонами;

«ОФИС» – график нагрузки имеет растянутый однородный пик с 8.00 до 19.00 ч, одинаковый во все сезоны года.

Было принято, что суммарное годовое потребление электроэнергии объектом каждого типа (просьюмером) составляет 5,5 МВтч, что соответствует оценкам годового потребления среднего домохозяйства [Габдерахманова, 2019].

P (кВтч) – производительность (выработка) электроэнергии ССМ в заданный промежуток времени, рассчитанная исходя из технических характеристик ССМ, часовых сумм приходящей суммарной солнечной радиации и температуры воздуха для выбранного района исследования (P_i – производительность ССМ за 1 ч).

Δ_i (кВтч) – баланс между производительностью ССМ (P) и уровнем потребления электроэнергии домохозяйством (C) за 1 ч.

Экономическая эффективность использования ССМ определяется суммой за год часовых значений дохода (D_i , руб.), который рассчитывается как разность между суммами, полученными от продажи электроэнергии (S_2) и экономии на покупке ЭЭ (S_1 или S_3) у сетевых поставщиков, с одной стороны, и расходами на покупку недостающей ЭЭ у сетевых поставщиков (S_4), с другой, за каждый час в течение года. При $\Delta > 0$ вся требуемая энергия в данный час вырабатывается солнечной станцией, и экономия на покупке ЭЭ рассчитывается по формуле $S_1 = C_i T$. Кроме того, при $\Delta > 0$ может быть получен дополнительный доход (S_2) от использования ССМ за счет продажи излишка ЭЭ гарантирующему поставщику по цене R : $S_2 = \Delta_i R$. Тогда суммарный доход равен $S_1 + S_2$ (руб.). При $\Delta_i < 0$ в данный час только часть ЭЭ выработана ССМ, и экономия на покупке ЭЭ рассчитывается по формуле $S_3 = P_i T$.

Таблица 1

Физико-географические и экономические характеристики, определяющие эффективность использования ССМ в районах РФ, выбранных для исследования

Город	Широта (град. с. ш.)	Долгота (град. в. д.)	Угол наклона панели ССМ, ис-пользуемый в расчетах (град.)	Среднегодовая приходящая солнечная энергия при оптимальном угле наклона приемной поверхности (кВтч/(м ² ×день))	Принадлежность к ценовой зоне оптового рынка электроэнергии РФ	Среднегодовая цена закупки электроэнергии на оптовом рынке ЕЭС РФ (руб./кВтч)	Однотарифный тариф для населения (цена с НДС, руб./кВтч)		Многотарифный учет с применением тарифа, дифференцированного по зонам суток (цена с НДС, руб./кВтч)			
							С 01.01.2020 г.	С 01.07.2020 г.	Пиковая зона «День»	Ночная зона «Ночь»	Пиковая зона «День»	Ночная зона «Ночь»
Москва	55,8	37,6	55	3,57	I	1,28	5,47	5,66	6,29	2,13	6,51	2,32
Санкт-Петербург	59,9	30,3	59	3,4	I	1,14	4,75	4,82	5,13	2,96	5,42	3,12
Астрахань	46,3	48,0	46	4,21	I	1,14	4,84	5,01	5,52	3,56	5,76	3,67
Дербент	42,1	48,3	42	4,37	I	0,96	2,58	2,70	2,97	2,06	3,11	2,16
Краснодар	45,0	39,0	45	4,02	I	1,37	4,81	5,02	5,38	2,89	5,62	3,02
Оренбург	51,8	55,1	51	3,98	I	1,19	3,08	3,19	3,54	2,21	3,67	2,28
Улан-Удэ	51,8	107,6	51	3,99	II	0,43	4,04	4,21	4,65	2,42	4,84	2,53
Чита	52,0	113,5	52	4,3	II	0,85	3,08	3,22	3,54	2,31	3,70	2,41
Иркутск	52,3	104,3	52	3,75	II	0,81	1,11	1,17	1,28	0,74	1,35	0,78
Новокузнецк	53,8	87,1	53	3,84	II	0,91	3,43	3,59	3,94	2,23	4,13	2,33
Калининград	54,7	20,5	54	3,28	A	2,87	4,20	4,36	4,83	3,36	5,01	3,49
Усинск	66,0	57,6	65	2,84	B	2,41	4,72	4,90	5,43	2,84	5,64	2,94
Владивосток	43,1	131,9	43	4,47	B	1,43	3,80	3,97	4,37	1,64	4,57	1,71
Якутск	62,0	129,7	62	3,38	B	1,08	6,19	6,50	6,23	4,03	6,54	4,23
Магадан	59,6	150,8	59	3,5	ТИЭС	3,71	7,62	7,46	8,25	5,74	8,58	5,97
Петропавловск-Камчатский	53,0	158,6	53	3,57	ТИЭС	3,37	6,80	6,69	7,69	5,35	7,69	5,35

Примечание: А – неценовая зона Калининградской области; Б – неценовая зона Республики Коми; В – неценовая зона Дальнего Востока; ТИЭС – технологически изолированная энергосистема.

Однако в этом случае выработка ЭЭ ниже заданного уровня потребления, следовательно, необходимо покупать ЭЭ у гарантирующего поставщика по тарифу T , что приводит к появлению расхода $S4_i = \Delta_i T$ (руб.). В итоге в случае $\Delta_i > 0$, доход за час рассчитывается как $(S1_i + S2_i)$, а при $\Delta_i < 0$ – как $(S3_i - S4_i)$.

Суммарный годовой доход (D) рассчитывается как сумма почасовых значений D_i за 8760 часов года.

Срок окупаемости ССМ (N , лет) рассчитывается как делением капитальных затрат при строительстве

объекта микрогенерации (A) на суммарный годовой доход (D). Принимается, что операционные затраты равны нулю.

Для каждого района исследования были выполнены четыре варианта расчетов: для каждого из двух типов потребления «ДОМ» и «ОФИС» по одноставочному ($T1$) и двухставочному ($T2$) розничному тарифам на электроэнергию для населения. Алгоритм расчета экономической эффективности приведен на рис. 3.

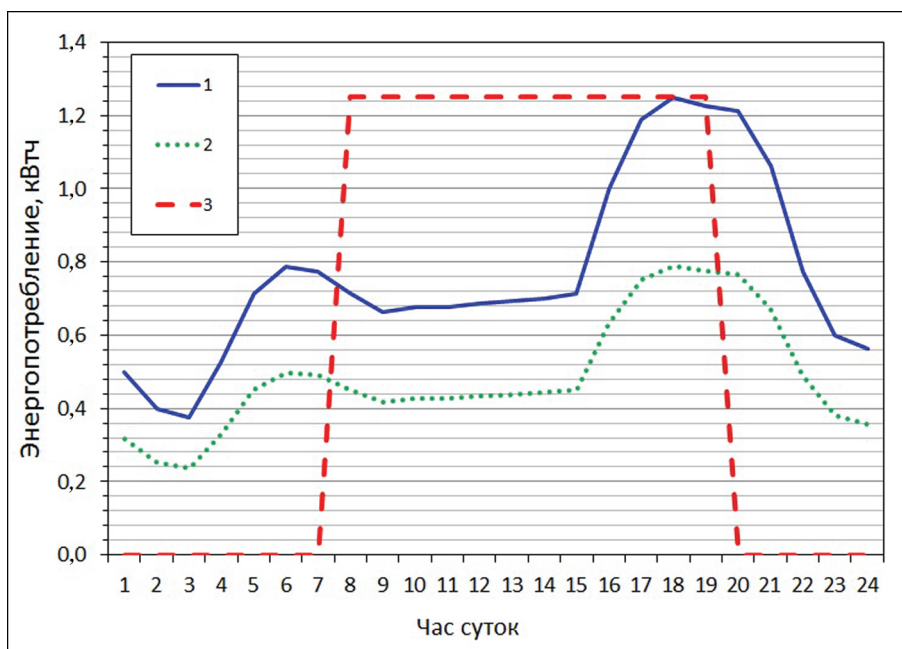


Рис. 2. Графики нагрузки потребителей электроэнергии, используемые для расчетов (построены на основе статистических исследований [Габдерахманова, 2019]): 1 – дом (зима); 2 – дом (лето); 3 – офис

Fig. 2. Graphs of the load of electricity consumers, used for calculations (based on statistical studies in [Gabderakhmanova, 2019]): 1 – house (winter); 2 – house (summer); 3 – office

Выбор регионов для исследования. Экономическая эффективность использования ССМ в частных домохозяйствах может значительно варьировать между разными регионами страны – даже при условии использования станций одинаковой мощности и стоимости – в зависимости от природных и социально-экономических факторов.

Для проведения анализа факторов, влияющих на эффективность использования объектов солнечной микрогенерации на территории РФ, как указано выше, был выбран ряд районов вблизи населенных пунктов (обычно центров административных образований РФ), различающихся по физико-географическим и экономическим характеристикам (см. табл. 1). Термин «район» в данном случае означает ячейку пространственной сетки размером $(1 \times 1^\circ)$. Такой подход связан с использованием в качестве

источника необходимой для расчетов метеорологической и актинометрической информации базы данных NASA, имеющей пространственную детализацию до градуса. Безусловно, в пределах территории района могут наблюдаться локальные вариации в приходе солнечной радиации, которые на данном уровне исследований не учитываются. Ранее проведенные оценки [Tarasenko et al., 2020] показывают, что пространственные вариации производительности станций в указанных границах ячейки сетки не превышают 10%.

При выборе районов ставилась задача рассмотреть влияние на экономическую эффективность ССМ следующих факторов (см. табл. 1):

Экономических:

– принадлежность к «ценовой» / «неценовой» зоне ОПЭМ РФ;

– цена закупки электроэнергии на оптовом рынке ЕЭС РФ;
– розничные тарифы на электроэнергию.
Физико-географических:

– уровень приходящей солнечной радиации и характер ее распределения в течение года;
– температура воздуха в течение расчетного периода (год) с почасовой детализацией.

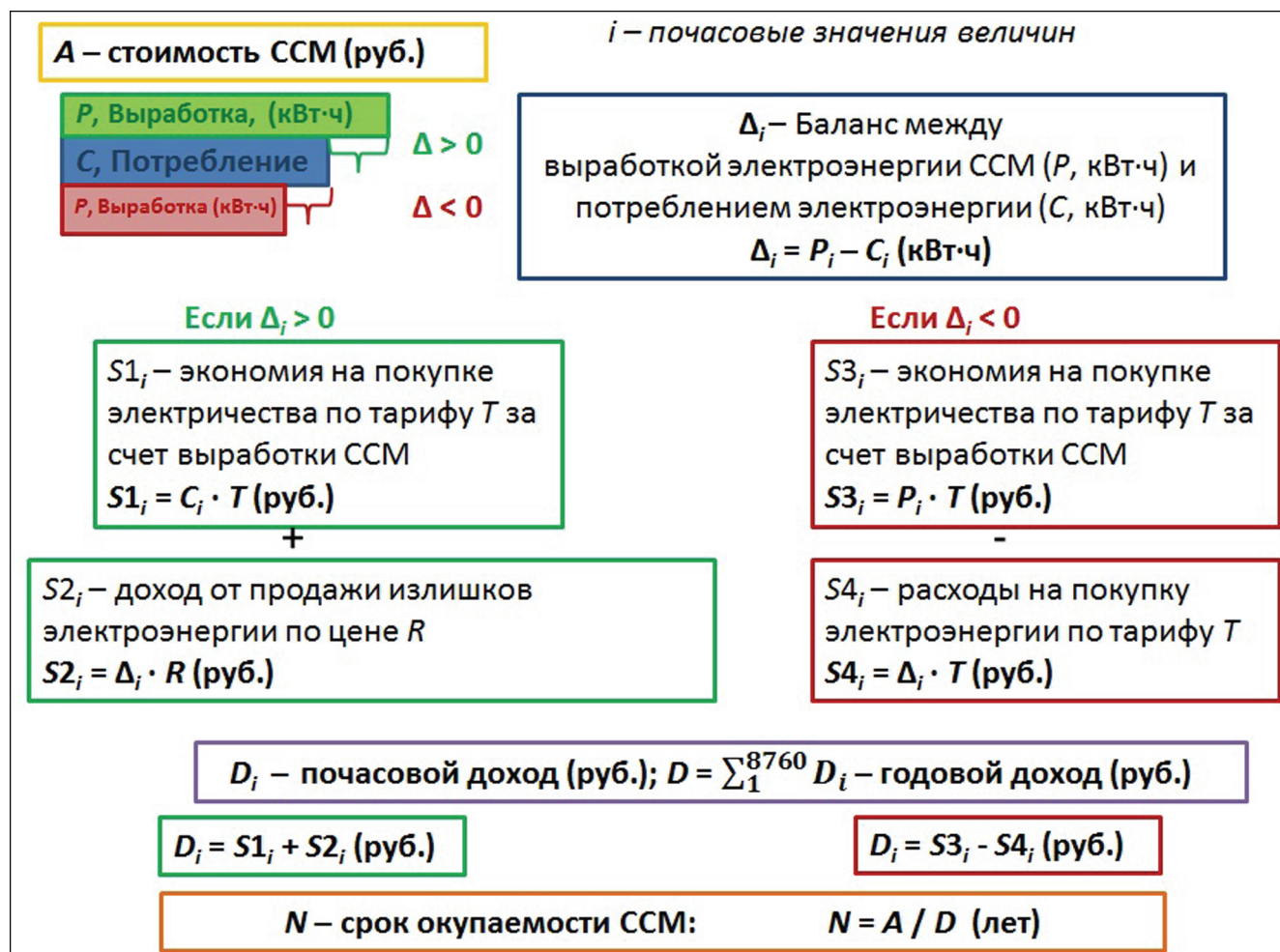


Рис. 3. Алгоритм расчета экономической эффективности использования ССМ.

Параметры Δ , P , C , $S1$, $S2$, $S3$, $S4$ и D_i рассчитываются для каждого часа и далее могут суммироваться для необходимого отрезка времени; D – годовой доход (руб.) рассчитывается как сумма почасовых значений D_i за 8760 часов года

Fig. 3. Algorithm for calculating the economic efficiency of using SMS.

Parameters Δ , P , C , $S1$, $S2$, $S3$, $S4$ and D_i are calculated for each hour and could be summed up for the required period of time; D – annual income (rubles) is calculated as a sum of hourly D_i values for 8760 hours of the year

Принадлежность к разным зонам оптового рынка электрической энергии и мощности РФ [Оптовый рынок..., 2022], неценовым зонам и технически изолированным энергорайонам (ТИЭС) определяет вариации тарифов на продажу электроэнергии для населения. Значения среднего годового уровня приходящей солнечной радиации (суточных сумм суммарной солнечной радиации, поверхность с углом наклона к горизонту, равном широте) для выбранных районов варьируют от $\sim 4,5$ кВтч/м² в сутки (Туапсе/Сочи, Дербент/Махачкала, Владивосток) до менее 3 кВтч/м² в сутки (Архангельск, Усинск/Сыктывкар) [Атлас ресурсов солнечной...,

2010; The Power Project, 2022] (см. табл. 1). Помимо суммарной годовой производительности большое влияние на эффективность использования ССМ оказывают вариации выработки ЭЭ в течение года. В большинстве выбранных регионов приход радиации (и, следовательно, производительность ССМ) имеет значительную сезонную амплитуду вариаций. Стоит отметить, что ряд районов исследования со сходными физико-географическими условиями значительно отличаются по величинам тарифов на ЭЭ для населения. В результате удалось подобрать районы, которые, имея сходную среднюю годовую приходящую радиацию, существенно отличаются

по экономическим факторам (например, Москва – Якутск; Иркутск – Улан-Удэ – Чита).

Таким образом, выбор районов для проведения оценок и сравнительного анализа достаточно полно отражает картину возможных диапазонов эффективности использования ССМ на территории РФ с точки зрения сочетания физико-географических и экономических факторов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных расчетов производительности ССМ мощностью 15 кВт для периода с

2010 по 2020 г. в выбранных районах Российской Федерации представлены в таблице 2. Значения годовой выработки электроэнергии варьируют в среднем от 12 750 кВтч/год в Усинске до 23 076 кВтч/год в Чите. Коэффициент использования установленной мощности (Киум, %) – параметр, который характеризует эффективность работы оборудования, – изменяется соответственно от 10 до 17%. Относительные отклонения годовых значений производительности от среднего значения за 2010–2020 гг. составили от 4 до 12%. Эти величины могут рассматриваться в качестве погрешности проведенных оценок годового дохода и периода окупаемости ССМ.

Таблица 2

Суммарная годовая выработка электроэнергии (производительность, МВтч/год) ССМ мощностью 15 кВт в районах исследований по данным за 2010–2020 гг.

Район исследований	Среднее за 2010–2020 гг.	Относительное отклонение от среднего за 2010–2020 гг. (%)	КИУМ, среднее за 2010–2020 гг. (%)
Москва	14,7	11,3	11
Санкт-Петербург	13,5	9	10
Астрахань	20,4	5,1	15
Дербент	18,7	9,2	14
Краснодар	18,8	4	14
Оренбург	20,5	8,4	16
Улан-Удэ	22,2	5	17
Чита	23,1	5,2	17
Иркутск	22,6	4,1	17
Новокузнецк	20,6	7,2	16
Калининград	15,2	7,7	12
Усинск	12,8	12,2	10
Владивосток	22,4	5,1	17
Якутск	18,0	4,3	14
Магадан	17,1	6,6	13
Петропавловск-Камчатский	21,2	6,1	16

Были выявлены существенные различия в вариациях суммарной ежемесячной выработки электроэнергии ССМ в течение года для разных районов, которые определяются комплексом локальных физико-географических условий (в первую очередь, приходом солнечной радиации и внутригодовой динамикой температуры воздуха). Можно выделить два типа вариаций:

1. Высокая и относительно стабильная производительность ССМ в течение летнего периода со значительным снижением производительности в остальные сезоны года. Данный тип распределения

производительности характерен для районов европейской части России (Москва, Санкт-Петербург, Краснодар, Калининград, Астрахань, Дербент и др.).

2. Значительный максимум производительности ССМ в феврале – апреле с последующим снижением значений выработки в течение летнего периода (май – сентябрь) и дальнейшим снижением в осенне-зимний период (октябрь – январь). Такое распределение производительности отмечается для Владивостока, Иркутска, Читы, Улан-Удэ, Петропавловска-Камчатского, Новокузнецка, Магадана и Оренбурга.

Результаты, полученные в настоящей работе, согласуются с предыдущими исследованиями распределения солнечных ресурсов на территории России [Пивоварова, Стадник, 1988; Атлас ресурсов солнечной..., 2010]. В частности, характерная внутrigодовая динамика выработки электроэнергии, наблюдаемая в Приморье и Петропавловске-Камчатском с пиком производительности в феврале – апреле по сравнению с летними месяцами также объясняется погодно-климатическими особенностями: в весенний период в этих регионах устанавливаются антициклоны, способствующие солнечной, малооблачной погоде. Но в летне-осенний период в результате прохождения циклонов и повышенной облачности закономерно снижается уровень приходящей солнечной радиации.

Оценка экономической эффективности, выраженная в виде сроков окупаемости ССМ мощностью 15 кВт для районов исследования с учетом тарифов на электроэнергию за 2020 г., представлена на рисунке 4. Рассчитанные сроки окупаемости значительно варьируют между регионами и зависят – помимо физико-географических условий – от типа тарификации ЭЭ и графиков потребления энергии просьюмерами. В результате годовой доход может составить от 7300 руб. (в Улан-Удэ для потребителей типа «ДОМ-Т1») до 84 600 руб. (в Петропавловске-Камчатском для потребителей типа «ОФИС-Т2»). При этом сроки окупаемости объектов составляют от 68 до 6 лет соответственно.

Было бы логично предположить, что использование ССМ наиболее эффективно в районах с наибольшей выработкой электроэнергии, связанной с обеспеченностью солнечными ресурсами. Однако относительно короткие сроки окупаемости (6–15 лет) наблюдаются в районах с не самой высокой производительностью ССМ, но при этом с высокими ценами на продажу излишков электроэнергии (например, Калининград, Магадан, Петропавловск-Камчатский). Значимость влияния экономических факторов подтверждается более высоким коэффициентом корреляции годового дохода и периода окупаемости со значениями среднегодовых оптовых цен на электроэнергию в районах исследования ($R^2 = 0,79$).

Иркутск, Улан-Удэ и Чита характеризуются близкими значениями производительности солнечной станции (около 22 000 кВтч/год). Однако величины экономической эффективности и срока окупаемости значительно различаются (более 65 лет для Улан-Удэ и около 30 лет для Иркутска и Читы). Данный факт объясняется вариациями и соотношением розничных и оптовых цен на электроэнергию в этих соседних регионах.

Что касается влияния графиков нагрузки потребителей на экономическую эффективность, то

наиболее высокий годовой доход и приемлемый срок окупаемости ССМ могут быть достигнуты в помещениях с преимущественным потреблением электроэнергии в дневное время (тип «ОФИС») при использовании двухставочного тарифа на электроэнергию. Остальные типы потребителей имеют более низкие показатели экономической эффективности.

Для анализа вклада в величину экономической эффективности использования ССМ основных используемых в расчетах физико-географических и экономических факторов было проведено ранжирование и разделение на группы районов по значениям следующих параметров: среднегодовой приход солнечной радиации на наклонную поверхность с углом наклона, равным широте ($<3,5$; $3,5-4,0$; $>4,0$ кВтч/(м²·день)), одноставочный тариф покупки энергии из сети для населения ($2,5-4,0$; $4,0-5,0$; $>5,0$ руб./кВтч, отдельно выделен Иркутск с тарифом 1,1 руб./кВтч), среднегодовая цена закупки электроэнергии на оптовом рынке ЕЭС РФ ($<1,0$; $1,0-2,0$; $>2,0$ руб./кВтч).

На рисунке 4 показано распределение сроков окупаемости ССМ для четырех видов графиков нагрузки в зависимости от указанных выше параметров для исследованных районов. Не наблюдается явной взаимосвязи между значениями сроков окупаемости, с одной стороны, уровнем инсоляции (см. рис. 4А) и розничным тарифом на энергию для населения, с другой (см. рис. 4Б). В то же время группа районов с наибольшими значениями оптовой цены на электроэнергию ($>2,0$ руб./кВтч) выделяется наименьшими сроками окупаемости ССМ (см. рис. 4В).

В течение года отдельные сезоны (месяцы) являются наиболее продуктивными с точки зрения экономической эффективности в соответствии с динамикой производительности ССМ по месяцам года в данных районах. При этом в зимние и осенние месяцы в некоторых регионах отмечаются отрицательные величины дохода. Это связано с недостатком выработки электроэнергии на ССМ для компенсации собственного потребления и преобладанием закупки электроэнергии из сети над продажей излишков.

Наибольший доход от использования ССМ в летние месяцы отмечается в районах с относительно низким уровнем инсоляции, в которых, однако, установлены наиболее высокие оптовые цены на электроэнергию: Магадан, Петропавловск-Камчатский, Калининград, Усинск, относящиеся к неценовым и территориально-изолированным зонам на рынке ОРЭМ РФ.

На основании данных, полученных для 16 районов методом множественного регрессионного анализа, было получено уравнение зависимости

годового дохода использования ССМ от основных физико-географических и экономических факторов для графика нагрузки «ДОМ-Т1»:

$$Y = -48,9 + 12X_1 + 15,9X_2 + 0,01X_3, \quad (1)$$

где Y – годовой доход от использования ССМ (тыс. руб.); X_1 – среднегодовая инсоляция (кВтч/(м²·день)) при оптимальном угле наклона панели; X_2 – среднегодовая цена закупки электроэнергии на оптовом рынке ЕЭС РФ (руб./кВтч); X_3 – одноставочный тариф для населения (цена с НДС, руб./кВтч).

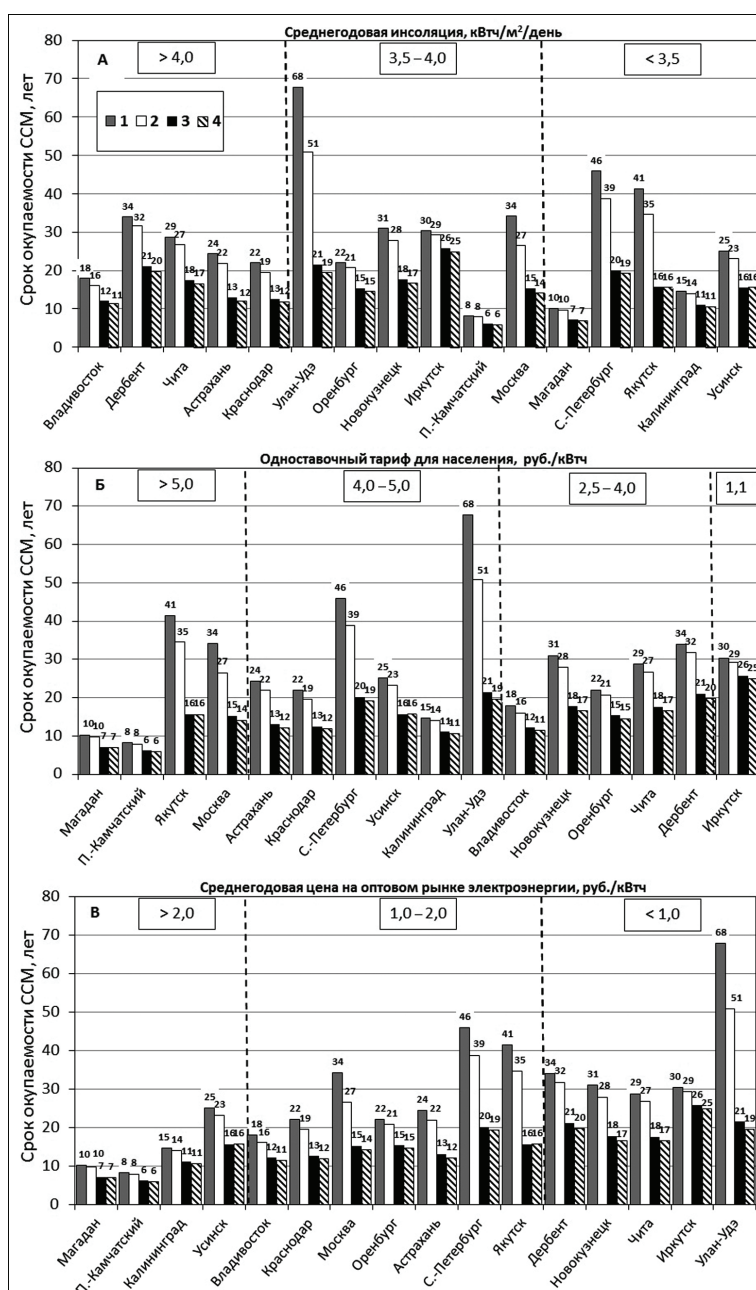


Рис. 4. Сводные диаграммы срока окупаемости ССМ в районах исследований для четырех вариантов расчетов: 1 – ДОМ-Т1; 2 – ДОМ-Т2; 3 – ОФИС-Т1; 4 – ОФИС-Т2. Районы исследований ранжированы и разделены на группы по значениям следующих параметров: А – среднегодовая инсоляция при оптимальном угле наклона панели; Б – одноставочный тариф на покупку электроэнергии населением; В – среднегодовая цена закупки электроэнергии на оптовом рынке ЕЭС РФ, равная цене продажи излишков энергии от ССМ

Fig. 4. Summary diagrams of the payback period of the SMS in the study areas for four calculation options: 1 – HOUSE-T1; 2 – HOUSE-T2; 3 – OFFICE-T1; 4 – OFFICE-T2. The study areas are ranked and divided into groups according to the values of the following parameters: А – average annual insolation at the optimal panel tilt angle; Б – single-rate tariff for the purchase of electricity by population; В – average annual purchase price of electricity at the wholesale market of the UES of the Russian Federation, equal to the price of selling excess energy from the SMS

Для большинства рассмотренных в работе районов отклонение результатов расчета годового дохода по предложенной методике от регрессионного уравнения находится в пределах 15 отн. %.

С помощью уравнения (1) можно провести быструю количественную оценку годового дохода от использования ССМ при заданных параметрах, характеризующих конкретный населенный пункт. Однако для получения более надежных количественных оценок и анализа возможного годового дохода необходимо проведение расчетов по методике, использующей не усредненные, а почасовые значения вводных параметров, варьирующих в течение года, предложенной выше в нашей работе.

ВЫВОДЫ

При проведении расчетов, сравнительного анализа и моделирования в целях предложений более адекватных тарифов для солнечных станций микрогенерации может быть использована методика, основанная на почасовых данных о приходящей солнечной радиации, температуре воздуха, текущих тарифах на покупку и продажу электроэнергии на оптовом и розничном рынках, а также графиках нагрузки потребителей для различных районов России.

Экономическая эффективность использования ССМ в районах исследований (годовой доход и срок окупаемости станции) варьирует в широких пределах и определяется комплексом факторов: ресурсами солнечной энергии, тарифами на электро-

энергию, а также графиком нагрузки потребителей. Последний фактор требует управления потреблением и/или объединения просьюмеров в локальную сеть для преимущественного потребления всей выработанной энергии в пределах этого объединения.

Несмотря на значительные ресурсы солнечной энергии в районах Южной Сибири (Иркутск, Улан-Удэ), срок окупаемости ССМ здесь является максимальным: неоптимальные с точки зрения микрогенерации тарифы нивелируют значение физико-географических условий.

В принятых в настоящее время тарифных условиях лишь районы, относящиеся к неценовым зонам и ТИЭС оптового рынка (Магаданская и Калининградская области, Камчатский и Приморский края), могут рассматриваться как перспективные и привлекательные для потенциальных владельцев солнечных станций микрогенерации, поскольку обеспечивают их окупаемость в пределах гарантированного срока эксплуатации (20 лет). Также потенциально перспективными являются южные регионы европейской части России.

Для проведения более точных оценок возможности и целесообразности использования станций солнечной микрогенерации в разных регионах РФ требуется более детальное исследование влияния на их производительность ряда физико-географических факторов: характеристик твердых осадков (уровень снежного покрова), запыленность атмосферы, приводящих к сезонному снижению производительности ССМ, и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России / Т.И. Андреев, Т.С. Габдрахманова, О.В. Данилова и др. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 160 с.
- Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России / О.С. Попель и др. М.: Изд-во МФТИ, 2010. 83 с.
- Борисенко М.М., Стадник В.В. Атласы ветрового и солнечного климатов России. СПб.: Изд-во ГГО им. А.И. Воейкова, 1997. 60 с.
- Габдрахманова Т.С. Исследование энергетической и экономической эффективности фотоэлектрических систем микрогенерации в условиях Российской Федерации: дис. ... канд. техн. наук. М., 2019. 152 с.
- Горбаренко Е.В., Шиловцева О.А. Гелиоэнергетические ресурсы Москвы // *Альтернативная энергетика и экология*. 2013. № 6-2(128). С. 28–35.
- Даффи Д., Бекман У. Основы солнечной теплоэнергетики: учебно-справочное руководство / пер. с англ. Долгопрудный: Интеллект, 2013. С. 112–118.
- Климатические ресурсы солнечной энергии московского региона / Г.М. Абакумова и др. М.: Либроком, 2012. 310 с.
- Коломиец Ю.Г., Горбаренко Е.В., Киселева С.В., Мордынский А.В., Фрид С.Е., Шиловцева О.А. Актинометрические данные для проектирования солнечных энергоустановок в Московском регионе // *Альтернативная энергетика и экология (ISJAE)*. 2016. № 21–22. С. 12–24.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 13. Серия 3: Многолетние данные. Л.: Гидрометеопиздат, 1990. Ч. 1. С. 70–135.
- Пивоварова З.И., Стадник В.В. Климатические характеристики солнечной радиации как источника энергии на территории СССР. Л.: Гидрометеопиздат, 1988. 291 с.
- Справочник по климату СССР. Вып. 8. Л.: Гидрометеопиздат, 1966. Ч. 1. 79 с.
- Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям) / под ред. П.П. Безруких. М.: ИАЦ «Энергия», 2007. 270 с.
- Gorbarenko E.V. Sunshine Variability in Moscow in 1955–2017, *Russian Meteorology and Hydrology*, 2019, no. 44, p. 384–393, DOI: 10.3103/S1068373919060037.
- Kumar R., Rajoria C.S., Sharma A., Suhag S. Design and simulation of standalone solar PV system using PVsyst Software: A case study, *Materials Today: Pro-*

- ceedings, 2021, no. 46, p. 5322–5328, DOI: 10.1016/j.matpr.2020.08.785.
- Navamani J.D., Lavanya A., Prahadheeshwar C.M., Riyazudeen S.M. Hybrid power system design using Homer Pro, *Int. J. Recent Technol. Eng. (IJRTE)*, 2019, vol. 8, no. 1S4, p. 605–609.
- Rashad M., Zabnienska-Gora A., Norman L., Jouhara H. Analysis of energy demand in a residential building using TRNSYS, *Energy*, 2022, vol. 254, p. 124357, DOI: 10.1016/j.energy.2022.124357.
- Tarasenko A.B., Kiseleva S.V., Popel O.S., Frid S.E., Gabderakhmanova T.S., Avezova N.R., Simonov V.M., Suleimanov M.Zh. Comparative analysis of simulation models for network photovoltaic power plants, *Applied Solar Energy*, 2020, vol. 56, no. 3, p. 212–218.
- Электронные ресурсы**
- Мосэнергосбыт. Акционерное общество. URL: <https://mes-elektrik.ru/catalog/197/setevaya-ses-komplekt-rasshirennyu/> (дата обращения 10.07.2022).
- Оптовый рынок электрической энергии и мощности. Ассоциация «НП Совет рынка». URL: <https://www.npsr.ru/ru/market/wholesale/index.htm> (дата обращения 10.02.2022).
- Отчет о функционировании ЕЭС России в 2021 году // Системный оператор Единой энергетической системы. URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2022/ups_rep2021.pdf (дата обращения 17.02.2022).
- Постановление Правительства РФ от 2 марта 2021 года № 299 «О внесении изменений в некоторые акты правительства Российской Федерации в части определения особенностей правового регулирования отношений по функционированию объектов микрогенерации». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103060015> (дата обращения 17.02.2022).
- Сетевая солнечная электростанция С5, Хевел. Группа компаний. URL: <https://www.hevelsolar.com/catalog/network/setevaya-solnechnaya-elektrostanciya-s5/> (дата обращения 10.07.2022).
- Современная экономическая теория. URL: <http://modern-econ.ru/vvedenie/problemu/potrebnosti-i-resursy/effektivnost.html> (дата обращения 16.02.2022).
- Составляющие предельных уровней нерегулируемых цен. Администратор торговой системы. URL: <http://www.atsenergo.ru/results/market/svnc> (дата обращения 10.02.2022).
- Тарифы на электроэнергию для населения. URL: <https://energovopros.ru/issledovaniya/2322/2323/34883/#tarif> (дата обращения 16.02.2022).
- Федеральный закон № 471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон „Об электроэнергетике“ в части развития микрогенерации» от 27 декабря 2019 года. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912280019> (дата обращения 17.02.2022).
- BP Statistical Review of World Energy 2021. 70th edition, URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения 10.02.2022).
- The Power Project, *NASA Prediction of Worldwide Energy Resources*, URL: <https://power.larc.nasa.gov/> (дата обращения 16.02.2022).
- Renewables 2020. Analysis and forecast to 2025, International Energy Agency (IEA), 2020, URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2020> (дата обращения 12.02.2022).

Поступила в редакцию 02.03.2022

После доработки 16.08.2022

Принята к публикации 22.09.2022

RESOURCES AVAILABILITY FOR SOLAR MICROGENERATION AND ITS ECONOMIC EFFICIENCY IN THE REGIONS OF RUSSIA

A.I. Skafarik¹, S.V. Kiseleva²

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

¹ *Department of Environmental Management, postgraduate student; e-mail: skafarik@mail.ru*

² *Research Laboratory of Renewable Energy Sources, Leading Scientific Researcher, Ph.D. in Physics and Mathematics; e-mail: k_sophia_v@mail.ru*

Measures to support electricity generation at low-power plants using the renewable energy sources as well, which were introduced in the Russian Federation, actualized the task of assessing the effectiveness of such legislative initiatives. The paper presents and tests a methodology for assessing the performance and economic efficiency of network photovoltaic stations, depending on physical-geographical and socio-economic factors. The results of assessing the potential performance of stations in various regions of Russia, obtained on the basis of archives of data on incoming solar radiation for the period from 2010 to 2020, are presented with one hour resolution. It is shown that economic efficiency of Solar Microgeneration Stations (SMS) in the study areas varies widely depending on the combination of such factors as the amount of solar radiation, retail and wholesale electricity tariffs, and the regime of electricity consumption by SMS owners. Despite significant solar energy resources, the payback period of photovoltaic stations in the regions of Southern Siberia (Irkutsk, Ulan-Ude) turned out to be the longest among all areas under study because of the established tariffs for elec-

tricity sale and purchase. Optimal conditions for the operation of such stations are characteristic only for the regions of Russia that belong to non-price zones and territorially isolated energy systems of the wholesale market (Magadan and Kaliningrad regions, Kamchatka, Primorsky Krai), where high wholesale electricity prices make the payback expectable within the guaranteed life of the station equipment (20 years).

Keywords: solar energy, microgeneration, power plant productivity, electricity tariffs, consumer load curves

REFERENCES

- Atlas resursov solnechnoi energii na territorii Rossii* [Atlas of solar energy resources in Russia], O.S. Popel', S.E. Frid, Yu.G. Kolomiets, S.V. Kiseleva, E.N. Terekhova, Moscow, Moscow Institute of Physics and Technology Publ., 2010, 83 p. (In Russian)
- Atlas resursov vozobnovlyaemoi energii na territorii Rossii* [Atlas of Renewable Energy Resources in Russia], T.I. Andreenko, T.S. Gabderakhmanova, O.V. Danilova et al., Moscow, Higher School of Economics Publ., 2015, 160 p. (In Russian)
- Borisenko M.M., Stadnik V.V. *Atlasy vetrovogo i solnechnogo klimatov Rossii* [Atlas of wind and solar climates of Russia], Saint-Petersburg, GGO im. A.I. Voikova Publ., 1997, 60 p. (In Russian)
- Daffi D., Bekman U. *Osnovy solnechnoi teploenergetiki. Uchebno-spravochnoe rukovodstvo* [Fundamentals of Solar Thermal Energy: A Training and Reference Guide], Dolgoprudny, Intellect Publishing House, 2013, 885 p. (In Russian)
- Gabderakhmanova T.S. *Issledovanie energeticheskoi i ekonomicheskoi effektivnosti fotoelektricheskikh sistem mikrogeneratsii v usloviyakh Rossiiskoi Federatsii* [Study of the energy and economic efficiency of photovoltaic systems of microgeneration in the Russian Federation], Ph.D. Thesis in Technics, Moscow, 2019, 152 p. (In Russian)
- Gorbarenko E.V. Sunshine Variability in Moscow in 1955–2017, *Russian Meteorology and Hydrology*, 2019, no. 44, p. 384–393, DOI: 10.3103/S1068373919060037.
- Gorbarenko E.V., Shilovtseva O.A. Gelioenergeticheskie resursy Moskvy [Solar power resources of Moscow], *Al'ternativnaya energetika i ekologiya*, 2013, no. 6-2(128), p. 28–35, (In Russian)
- Klimaticheskie resursy solnechnoi energii moskovskogo regiona* [Climatic solar energy resources of the Moscow region], G.M. Abakumova et al., Moscow, Librokom Publ., 2012, 310 p. (In Russian)
- Kolomiets Yu.G., Gorbarenko E.V., Kiseleva S.V., Mordynskii A.V., Frid S.E., Shilovtseva O.A. Aktinometricheskie dannye dlya proektirovaniya solnechnykh energoustanovok v Moskovskom regione [Actinometric data for the design of solar power plants in the Moscow region], *Al'ternativnaya energetika i ekologiya* (ISJAE), 2016, no. 21–22, p. 12–24. (In Russian)
- Kumar R., Rajoria C.S., Sharma A., Suhag S. Design and simulation of standalone solar PV system using PVsyst Software: A case study, *Materials Today: Proceedings*, 2021, no. 46, p. 5322–5328, DOI: 10.1016/j.matpr.2020.08.785.
- Nauchno-prikladnoi spravochnik po klimatu SSSR, vyp. 13, seriya 3, Mnogoletnie dannye* [Scientific and applied reference book on the climate of the USSR, is. 13, series 3, Long-term data, part 1], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1990, ch. 1, p. 70–135. (In Russian)
- Navamani J.D., Lavanya A., Prahadheeshwar C.M., Riyazudeen S.M. Hybrid power system design using Homer Pro, *Int. J. Recent Technol. Eng. (IJRTE)*, 2019, vol. 8, no. 1S4, p. 605–609.
- Pivovarova Z.I., Stadnik V.V. *Klimaticheskie kharakteristiki solnechnoi radiatsii kak istochnika energii na territorii SSSR* [Climatic characteristics of solar radiation as an energy source on the territory of the USSR], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1988, 291 p. (In Russian)
- Rashad M., Zabnienska-Gora A., Norman L., Jouhara H. Analysis of energy demand in a residential building using TRNSYS, *Energy*, 2022, vol. 254, p. 124357, DOI: 10.1016/j.energy.2022.124357.
- Spravochnik po klimatu SSSR, vyp. 8* [Reference book on the climate of the USSR, iss. 8, part 1], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1967, ch. 1, p. 70–135. (In Russian)
- Spravochnik po resursam vozobnovlyaemykh istochnikov energii Rossii i mestnym vidam topliva (pokazateli po territoriyam)* [Handbook on Renewable Energy Resources in Russia and Local Fuels (Indicators by Territories)], P.P. Bezrukikh (ed.), Moscow, IATs Energiya Publ., 2007, 270 p. (In Russian)
- Tarasenko A.B., Kiseleva S.V., Popel O.S., Frid S.E., Gabderakhmanova T.S., Avezova N.R., Simonov V.M., Suleimanov M.Zh. Comparative analysis of simulation models for network photovoltaic power plants, *Applied Solar Energy*, 2020, vol. 56, no. 3, p. 212–218.
- Web-sources*
- BP Statistical Review of World Energy 2021, 70th edition, URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (access date 10.02.2022).
- Federal'nyi zakon no. 471-FZ "O vnesenii izmenenii v Federal'nyi zakon "Ob elektroenergetike" v chasti razvitiya mikrogeneratsii" ot 27 dekabrya 2019 goda [Federal Law no. 471-FZ "On Amendments to the Federal Law "On the Electric Power Industry" in Part of the Development of Microgeneration" of December 27, 2019], URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912280019> (access date 17.02.2022).
- Mosenergosbyt. Aktsionernoe obshchestvo [Mosenergosbyt. Official website], URL: https://mes-elektrik.ru/catalog/197/?utm_source=email_0521&utm_medium=mes&utm_campaign=hevel_sale_fl (access date 16.02.2022).
- Optovyi rynek elektricheskoi energii i moshchnosti [Wholesale market of electric energy and power], Ofitsial'nyi sait Assotsiatsii "NP Sovetrynka" [Official website of the Association "NP Market Council"], URL: <https://www.np-sr.ru/ru/market/wholesale/index.htm> (access date 10.02.2022).
- Otchet o funktsionirovanii EES Rossii v 2021 godu [Report on the functioning of the UES of Russia in 2021],

- Ofitsial'nyi sait Sistemnogo operatora Edinoi energeticheskoi sistemy [Official website of the System Operator of the Unified Energy System], URL: https://www.soups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2022/ups_rep2021.pdf (access date 17.02.2022).
- Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 2 marta 2021 goda no. 299 "O vnesenii izmenenii v nekotorye akty pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii v chasti opredeleniya osobennostei pravovogo regulirovaniya otnoshenii po funktsionirovaniyu ob"ektov mikrogeneratsii" [Decree of the Government of the Russian Federation of March 2, 2021 no. 299 "On Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation in Part of Determining the Peculiarities of Legal Regulation in Relation to the Operation of Microgeneration Facilities"], URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103060015> (access date 17.02.2022).
- Renewables 2020. Analysis and forecast to 2025, International Energy Agency (IEA), 2020, URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2020> (access date 12.02.2022).
- Setevaya solnechnaya elektrostancia C5, Hevel Group, URL: <https://www.hevelsolar.com/catalog/network/setevaya-solnechnaya-elektrostanciya-s5/> (access date 10.07.2022).
- Sostavlyayushchie predel'nykh urovnei nereguliruemyykh tsen [Components of marginal levels of unregulated prices], Ofitsial'nyi sait Administratora trgovoi sistemy [Official website of the Administrator of the trading system.], URL: <http://www.atsenergo.ru/results/market/svnc> (access date 10.02.2022).
- Sovremennaya ekonomicheskaya teoriya [Modern economic theory], URL: <http://modern-econ.ru/vvedenie/problemy/potrebnosti-i-resursy/effektivnost.html> (access date 16.02.2022).
- Tarify na elektroenergiyu dlya naseleniya [Electricity tariffs for the population], URL: <https://energovopros.ru/issledovania/2322/2323/34883/#tarif> (access date 16.02.2022).
- The Power Project, NASA Prediction of Worldwide Energy Resources, URL: <https://power.larc.nasa.gov/> (access date 16.02.2022).

Received 02.03.2022

Revised 16.08.2022

Accepted 22.09.2022

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 574

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ В РАСПРОСТРАНЕНИИ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

С.М. Малхазова¹, Н.В. Шартова², С.В. Зелихина³, Д.С. Орлов⁴

^{1–4} *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет*

¹ *Кафедра биогеографии, зав. каф., проф., д-р геогр. наук; e-mail: sveta_geo@mail.ru*

² *Кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, ст. науч. сотр., канд. геогр. наук;
e-mail: shartova@yandex.ru*

³ *Кафедра биогеографии, аспирант; e-mail: svetlana_2304@list.ru*

⁴ *Кафедра биогеографии, ст. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: orlovds@list.ru*

Представлен медико-географический анализ пространственной неоднородности в распространении клещевых инфекций на юге Дальнего Востока. На основе литературных материалов и статистических данных Роспотребнадзора по заболеваемости населения болезнями, возбудители которых передаются иксодовыми клещами, проведен картографический анализ распространения инфекций. Выявлены статистически значимые пространственные кластеры с высоким уровнем заболеваемости, имеющие различную локальную приуроченность. По сибирскому клещевому тифу они выявлены на юге Хабаровского края и Еврейской АО, клещевым боррелиозам – в центральной части Хабаровского края, клещевому энцефалиту – на юго-западе Забайкальского края.

Ключевые слова: клещевые инфекции, клещевой энцефалит, иксодовые клещевые боррелиозы, сибирский клещевой тиф, медико-географическое картографирование, Дальний Восток, Россия

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.5

ВВЕДЕНИЕ

Клещевые трансмиссивные инфекции в мире все чаще относят к группе инфекций, значение которой недооценивается [Lipri et al., 2021]. Многие вспышки этих болезней не всегда регистрируются, а их распространение и бремя в мире остается недооцененным [Schiffman et al., 2009; Малхазова и др., 2016; Eisen, Paddock, 2021]. В то же время клещевые инфекции являются актуальным примером болезней в парадигме One Health¹, когда понять пространственное распределение рисков для здоровья человека невозможно без синтеза информации о взаимоотношениях населения с естественной средой и влиянии хозяйственной деятельности [Lipri et al., 2021]. Остается актуальным вопрос о возможном сдвиге границ ареалов клещевых инфекций, что может быть обусловлено действием различных факторов: от глобальных климатических изменений [Попов и др., 2021] до локальной и региональной антропогенной трансформации территорий.

Клещевые инфекции являются важной составляющей в структуре природноочаговых болезней России и представляют серьезную проблему здравоохранения для регионов умеренного климата, особенно в весенне-летний сезон – период наибольшей активности клещей. Для поддержания эпидемиологического благополучия территорий необходима непрерывная инвентаризация имеющейся информации, анализ факторов, определяющих распространение болезней, моделирование эпидемиологической ситуации и прогноз ее развития в связи с изменениями природной среды.

Регионом исследования является юг Дальнего Востока (Забайкальский, Приморский, Хабаровский края, Амурская область и Еврейская автономная область (АО)), территория которого отличается как наличием различных клещевых инфекций, так и по физико-географической структуре, разнообразию растительного покрова и животного населения, плотности проживающего населения и социально-экономическим условиям. Выбор региона исследования обусловлен также наличием протяженной государственной границы между Россией и Китаем,

¹ One Health – концепция, согласно которой здоровье людей тесно связано со здоровьем животных и состоянием окружающей среды.

тесными экономическими и миграционными связями и регистрацией очагов клещевых инфекций в приграничных регионах обеих стран.

На юге Дальнего Востока отмечается циркуляция риккетсий, вызывающих клещевые риккетсиозы, боррелий (иксодовые клещевые боррелиозы) и вируса клещевого энцефалита [Медико-географический..., 2017]. В последнее десятилетие регистрируются случаи заболевания моноцитарным эрлихиозом человека (МЭЧ) и гранулоцитарным анаплазмозом человека (ГАЧ) [Шутикова и др., 2019]. Следует отметить, что на фоне изученности распространения клещевых инфекций в Приморском крае [Болотин, 2002; Леонова и др., 2015; Шутикова и др., 2019; Лубова и др., 2020], практически отсутствует медико-географическая информация по соседним административным территориям, входящим в регион исследования.

В связи с этим целью статьи является медико-географический анализ неоднородности распространения клещевых инфекций на юге Дальнего Востока для определения первичных пространственных закономерностей их современной территориальной приуроченности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве материалов исследования использованы статистические данные о заболеваемости населения клещевыми риккетсиозами, клещевыми боррелиозами и клещевым энцефалитом по пяти субъектам РФ, граничащим с Китаем (региональный уровень), за 2000–2020 гг. На муниципальном уровне данные за аналогичный период были получены по 86 административно-территориальным единицам Забайкальского и Хабаровского краев, Еврейской АО, Амурской области. Из анализа на муниципальном уровне исключен Приморский край в связи с отсутствием статистических данных. Информация была предоставлена региональными управлениями Роспотребнадзора.

На первом этапе составлены карты структуры и динамики заболеваемости для анализа ситуации по заболеваемости на региональном уровне. Далее на основе полученных статистических данных по муниципальным районам проведен расчет среднескользящих показателей заболеваемости, частоты регистрации инфекций и картографирование результатов. Для анализа географической неоднородности распространения клещевых инфекций выделены пространственные кластеры с использованием метода пространственной автокорреляции – локального индекса Морана [Anselin, 1995]. Все расчеты и построение карт проводились в ArcGIS Professional 2.9.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В период с 2000 по 2020 г. в рассматриваемых регионах юга Дальнего Востока среди 18 тыс. зарегистрированных случаев природноочаговых инфекций подавляющее большинство пришлось на болезни, передаваемые клещами, – более 15 тыс. случаев. При этом в структуре заболеваемости клещевыми инфекциями почти половину всех случаев составили риккетсиозы – 48%, далее боррелиозы – 36%, энцефалит – 16%. ГАЧ и МЭЧ были зарегистрированы в виде единичных случаев и не включены в дальнейший анализ.

Клещевые риккетсиозы относятся к наиболее значимым инфекциям по количеству зарегистрированных случаев на исследуемой территории. Впервые как самостоятельное заболевание клещевой риккетсиоз определен в 1938 г. в Красноярском крае [Яцимирская-Кронтовская, 1939]. На Дальнем Востоке описана одновременная циркуляция двух возбудителей: *Rickettsia sibirica* (*R. sibirica* subsp. *sibirica*), вызывающего сибирский клещевой тиф, и *R. heilongjiangensis* – дальневосточный клещевой риккетсиоз со сходными клиническими проявлениями [Mediannikov et al., 2004, 2009; Злобин и др., 2015; Рудаков и др., 2011; Рудаков и др., 2019]. Циркуляция риккетсий происходит в популяциях диких млекопитающих из отрядов Rodentia и Lagomorpha и паразитиформных клещей (роды *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Ixodes*). Из-за отсутствия возможности молекулярной и серологической дифференциации все случаи клещевых риккетсиозов в Сибири и на Дальнем Востоке, вызываемые различными видами риккетсий, регистрируют под названием «сибирский клещевой тиф» [Рудаков и др., 2019].

Возбудителями иксодовых клещевых боррелиозов являются боррелии, входящие в комплекс *Borrelia burgdorferi sensu lato*. В России наиболее распространены и имеют основное эпидемиологическое значение два вида боррелий из этого комплекса – *B. afzelii* и *B. garinii* [Wang, 2015]. Они могут встречаться одновременно в одном клеще, соответственно заражение может произойти различными видами боррелий [Коренберг, 1996; Манзенюк, 2005]. В России случаи болезни впервые были серологически верифицированы в 1985 г. [Коренберг и др., 1986]. Резервуарными хозяевами боррелий в природе являются главным образом мелкие млекопитающие и птицы, при этом роль последних недостаточно изучена [Коренберг и др., 2013]. Клещи рода *Ixodes*, главным образом таежный (*I. persulcatus*) и гораздо в меньшей степени *I. pavlovskyi* [Никитин и др., 2021], являются основными переносчиками и долговременными хранителями боррелий на территории Дальнего Востока.

Изучение природных очагов клещевых боррелиозов в России началось практически одновременно на северо-западе и на Дальнем Востоке [Коренберг и др., 1987]. Было установлено, что наиболее напряженные очаги связаны с широколиственными, хвойно-широколиственными и южнотаежными лесами [Коренберг и др., 2002].

Клещевой энцефалит связан с вирусом *Tick-borne encephalitis virus*. Распространение и основные черты эпидемиологии клещевого энцефалита в России во многом сходны с клещевыми боррелиозами [Коренберг и др., 2002]. Переносчиками являются те же виды клещей *I. persulcatus* и *I. pavlovskyi*, хотя роль последнего в передаче инфекции изучена недостаточно. Природные очаги клещевого энцефалита приурочены к ландшафтам тайги и хвойно-широколиственных лесов [Коренберг и др., 2013]. Отмечено, что на Дальнем Востоке клиническая форма клещевого энцефалита протекает особенно

тяжело с большим количеством неблагоприятных исходов, что связано с высокой вирулентностью дальневосточного подтипа вируса [Андаев и др., 2021].

На региональном уровне пространственные различия в распространении клещевых инфекций на исследуемой территории заметны прежде всего в структуре регистрируемых болезней.

На территории всех пяти исследуемых субъектов РФ зарегистрированы основные клещевые инфекции ДВ – сибирский клещевой тиф, иксодовые клещевые боррелиозы, клещевой энцефалит (рис. 1). Больше всего случаев клещевых инфекций за период с 2000 по 2020 г. отмечено в Приморском крае – 6726, меньше всего в Еврейской АО – 389. В структуре заболеваемости населения клещевыми инфекциями в Приморском и Хабаровском краях, Еврейской АО и Амурской области преобладает сибирский клещевой тиф, в Забайкальском крае – клещевой энцефалит.

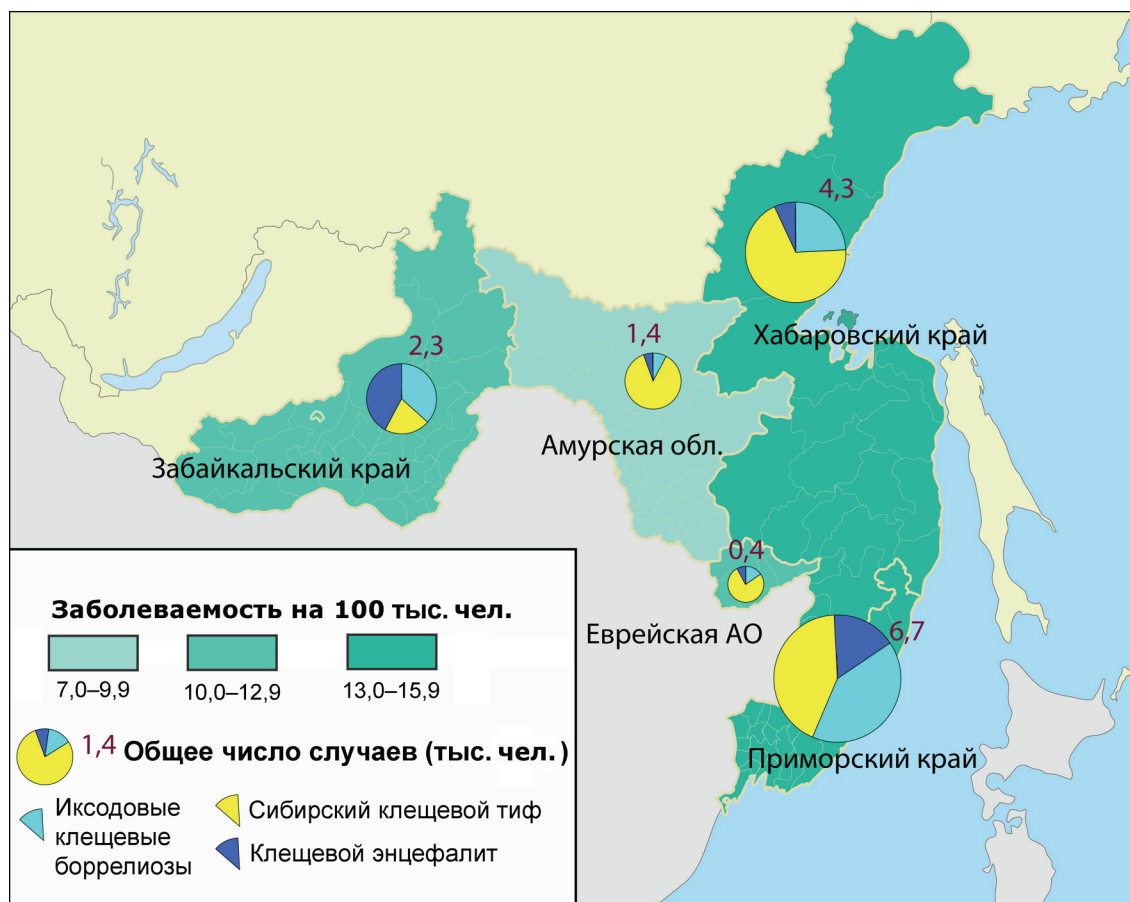


Рис. 1. Структура заболеваемости основными клещевыми инфекциями по анализируемым субъектам РФ (региональный уровень)

Fig. 1. Structure of tick-borne infection incidence in the analyzed subjects of the Russian Federation (regional level)

В Приморском, Хабаровском и Забайкальском краях все три инфекции за анализируемый период регистрируются практически ежегодно (рис. 2).

В Амурской области последние три года не выявляется клещевой энцефалит и два последних года из рассматриваемого периода – иксодовые клещевые

боррелиозы. В Еврейской АО клещевые боррелиозы и сибирский клещевой тиф отмечаются почти ежегодно, случаи клещевого энцефалита были зарегистрированы в течение девяти лет.

Повышенные показатели заболеваемости сибирского клещевого тифа (от 10 до 20 случаев на 100 тыс. чел.) характерны для Хабаровского края, Амурской области и Еврейской АО. Самые низкие

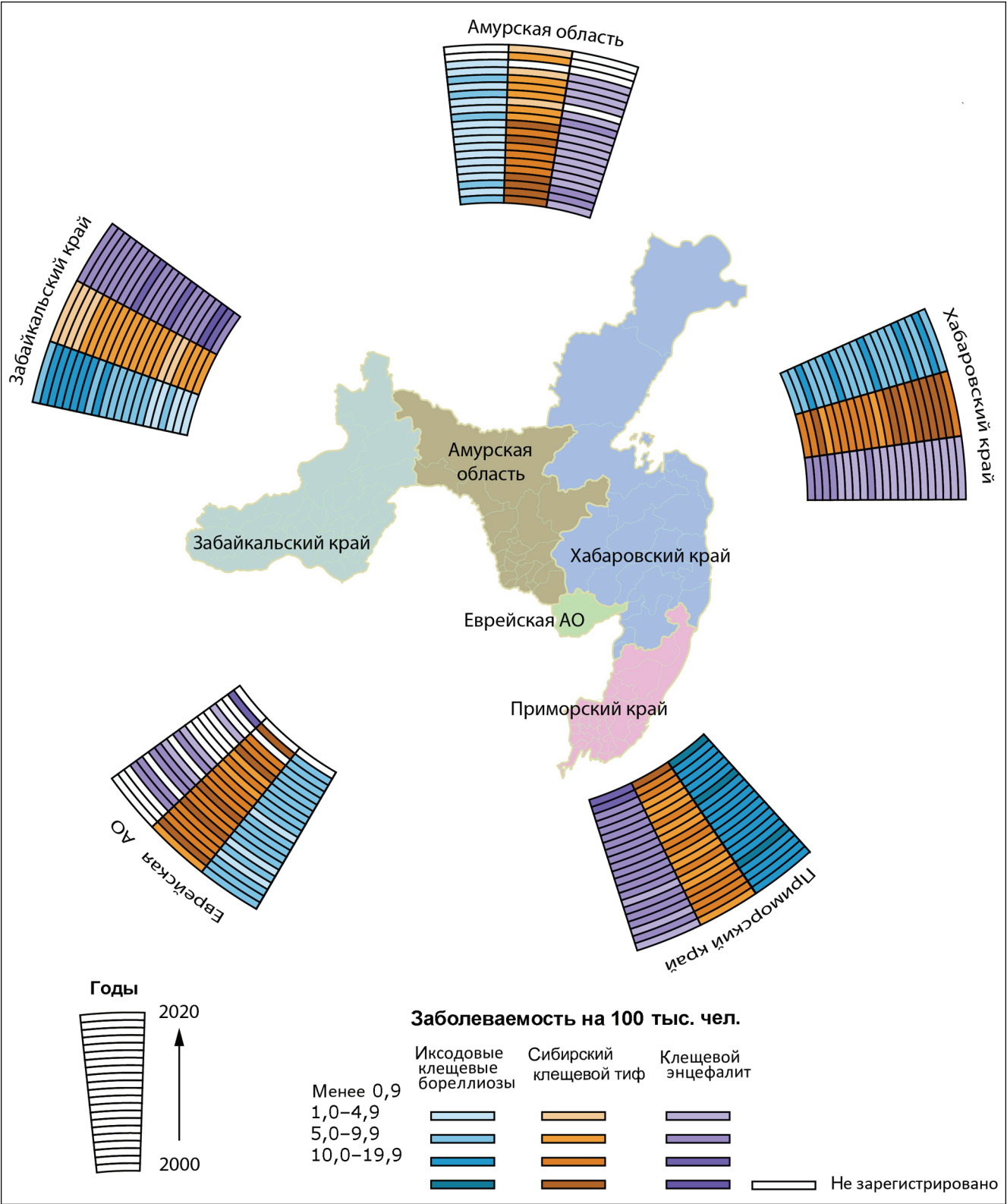


Рис. 2. Динамика заболеваемости клещевыми инфекциями по анализируемым субъектам РФ (региональный уровень)

Fig. 2. Dynamics of tick-borne infection incidence in the analyzed subjects of the Russian Federation (regional level)

показатели отмечены в Забайкальском крае – менее одного случая на 100 тыс. чел. Повышенная заболеваемость (от 10 до 20 случаев на 100 тыс. чел.) клещевыми боррелиозами регистрируется в Приморском крае. В остальных четырех субъектах заболеваемость составляет менее пяти случаев на 100 тыс. чел. Повышенный уровень заболеваемости клещевым энцефалитом (от 10 до 20 случаев

на 100 тыс. чел.) отмечен в Приморском и Забайкальском краях, в то время как в Хабаровском крае ежегодный уровень заболеваемости от одного до 10 случаев, а в Амурской области и Еврейской АО заболеваемость регистрируется не каждый год.

Особенно заметна значительная территориальная дифференциация в распространении клещевых инфекций на муниципальном уровне (рис. 3–5).

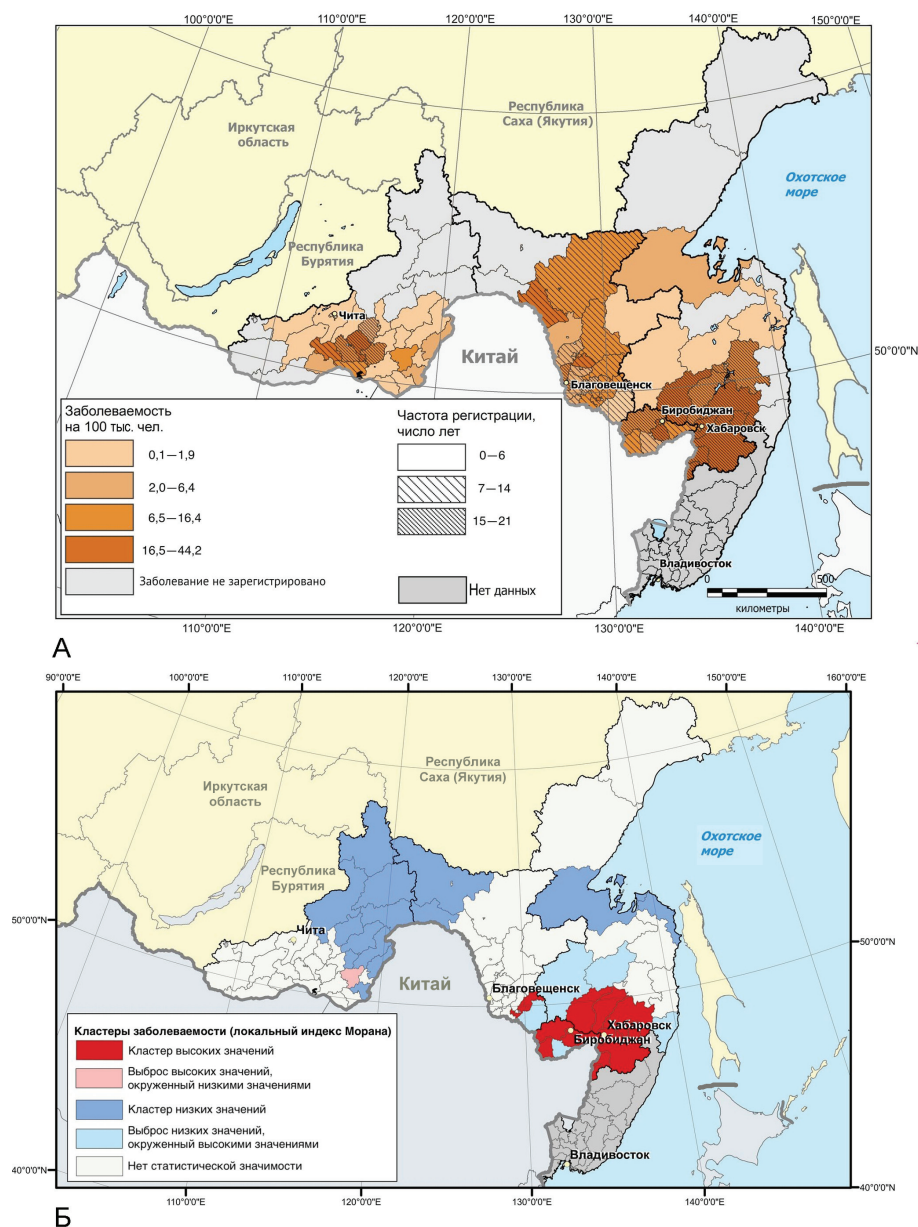


Рис. 3. Сибирский клещевой тиф на юге Дальнего Востока, 2000–2020:

А – заболеваемость сибирским клещевым тифом по муниципальным районам; Б – пространственные кластеры заболеваемости сибирским клещевым тифом.

На рис. 3Б, 4Б и 5Б оба типа кластеров обозначают положительную пространственную автокорреляцию окрестностей с высокими или низкими значениями заболеваемости. Пространственными выбросами являются районы с высокими значениями заболеваемости, окруженные районами с низкими значениями заболеваемости, или наоборот

Fig. 3. Siberian tick-borne typhus in the south of the Far East, 2000–2020: A – Siberian tick-borne typhus incidence by municipal districts; Б – Spatial clusters of Siberian tick-borne typhus incidence. On fig. 3Б, 4Б and 5Б both types of clusters indicate positive spatial autocorrelation of neighborhoods with high or low incidence values. Spatial outliers are areas with high incidence values surrounded by areas with low incidence values, or vice versa

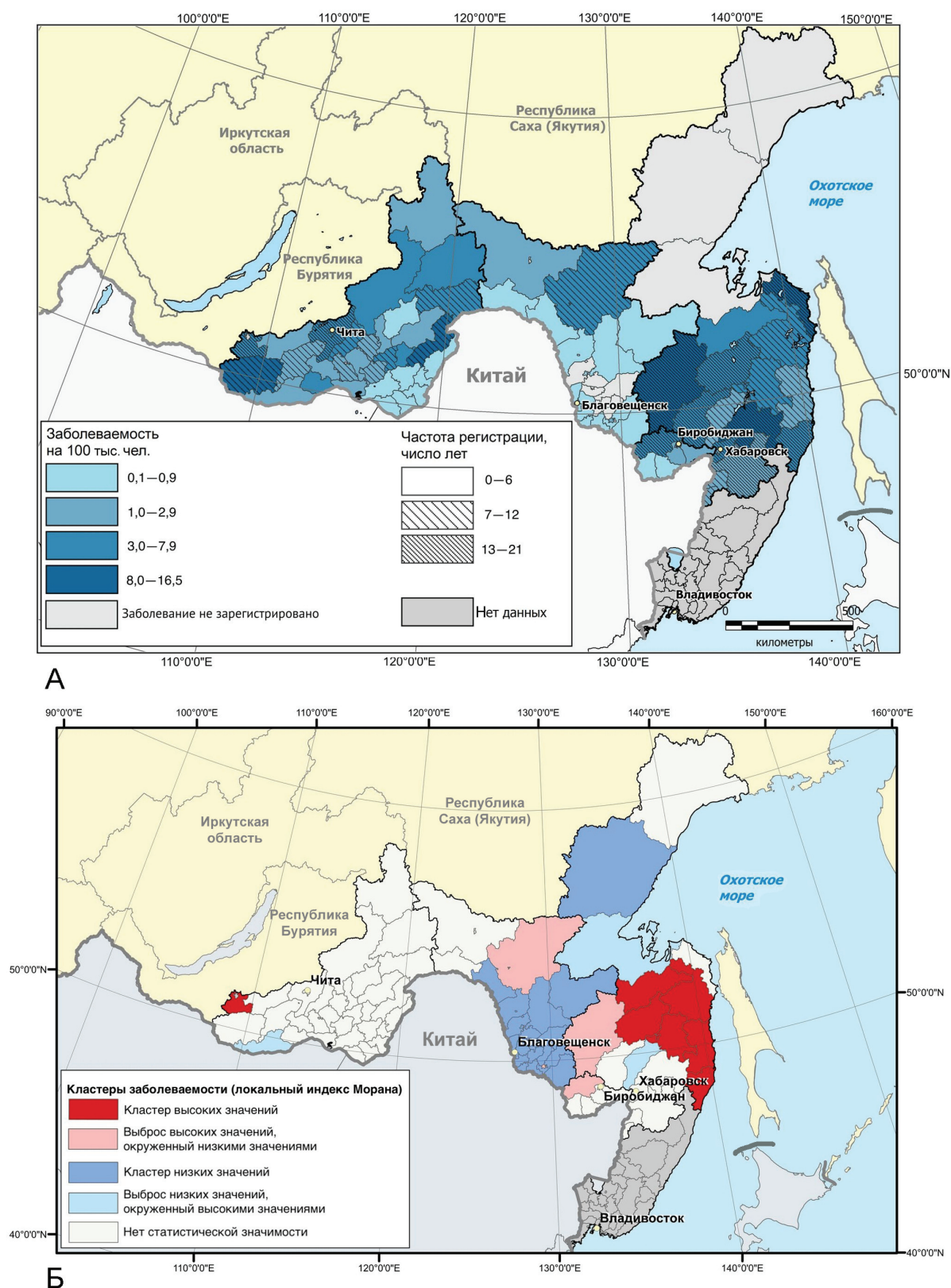


Рис. 4. Иксодовые клещевые боррелиозы на юге Дальнего Востока, 2000–2020:

А – заболеваемость клещевыми боррелиозами по муниципальным районам; Б – пространственные кластеры заболеваемости клещевыми боррелиозами

Fig. 4. Tick-borne borreliosis in the south of the Far East, 2000–2020: A – Tick-borne borreliosis incidence by municipal districts; Б – Spatial clusters of tick-borne borreliosis incidence

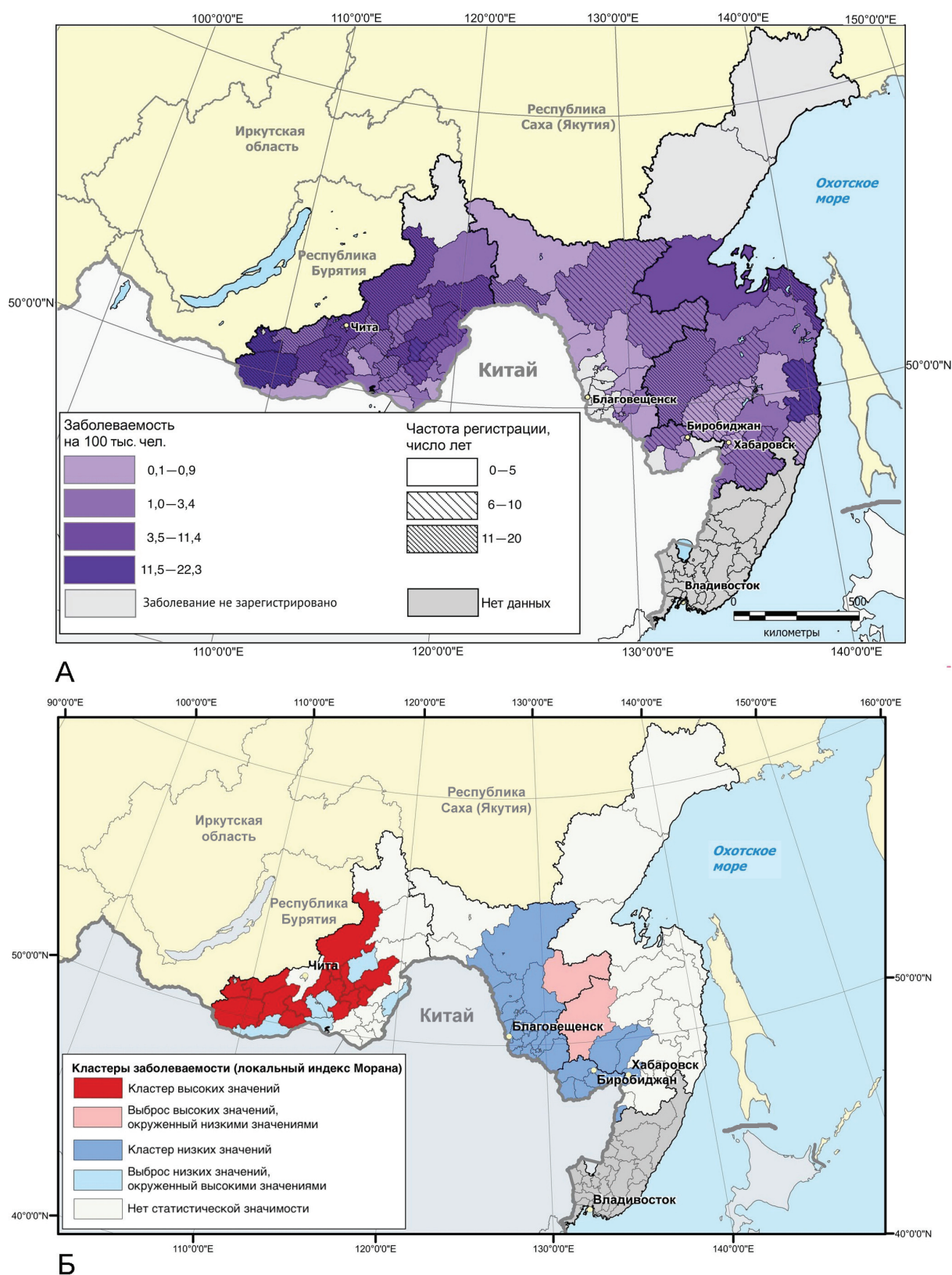


Рис. 5. Клешевой энцефалит на юге Дальнего Востока, 2000–2020:

А – заболеваемость клещевым энцефалитом по муниципальным районам; Б – пространственные кластеры заболеваемости клещевым энцефалитом

Fig. 5. Tick-borne encephalitis in the south of the Far East, 2000–2020:

А – Tick-borne encephalitis incidence by municipal districts; Б – Spatial clusters of tick-borne encephalitis incidence

Для сибирского клещевого тифа можно выделить две области с повышенным уровнем заболеваемости и частотой регистрации (см. рис. 3А). Первая относится к территории Забайкальского края, а именно к южным Агинскому, Могоутуйскому, Оловянинскому и окружающим их районам. Вторая область приурочена к югу Хабаровского края и Еврейской АО. Именно эта территория определена как статистически значимый кластер высоких значений заболеваемости (см. рис. 3Б). При этом северные и юго-западные районы Забайкальского края, пограничные с ним районы Амурской области и северные районы Хабаровского края являются свободными от инфекции.

Заболеваемость клещевыми боррелиозами распределена по исследуемой территории более равномерно (см. рис. 4Б). Тем не менее можно выделить районы с повышенным уровнем и наиболее частой регистрацией болезни в центральной части Забайкальского края, а также на юге Хабаровского края. При этом районы юга Хабаровского края образуют статистически значимый кластер повышенной заболеваемости (см. рис. 4Б). Отсутствует регистрация заболеваемости на севере Хабаровского края и в юго-восточной части Амурской области, а именно в Магдагачинском, Сковородинском, Тамбовском, Благовещенском, Шимановском районах и Бурейском округе.

Пространственная картина заболеваемости и частоты регистрации клещевого энцефалита во многом сходна с клещевыми боррелиозами (см.

рис. 5А). Так, аналогично выделяются области на юго-востоке Амурской области и севере Хабаровского края, свободные от инфекции. Однако, можно сделать вывод о более интенсивной циркуляции и передаче инфекции человеку в Забайкальском крае, в первую очередь в районах, протянувшихся с северо-востока на юго-запад, а также в отдельных районах Хабаровского края. Анализ пространственных кластеров подтверждает наличие кластера высокой заболеваемости, охватывающего значительную часть Забайкальского края (см. рис. 5Б).

ВЫВОДЫ

Все три основные клещевые инфекции – сибирский клещевой тиф, клещевые боррелиозы и клещевой энцефалит присутствуют в исследуемом регионе юга Дальнего Востока, однако выявлена значительная внутрирегиональная дифференциация по уровню и частоте заболеваемости. Статистически значимые кластеры высокой заболеваемости по сибирскому клещевому тифу выявлены на юге Хабаровского края и Еврейской АО, клещевыми боррелиозами – в центральной части Хабаровского края и клещевым энцефалитом – на юго-западе Забайкальского края. Проведенный предварительный анализ пространственной неоднородности в распространении инфекций является основой для дальнейшего изучения их пространственно-временных трендов и определения факторов, обуславливающих выявленную географическую гетерогенность.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) проект № 21-47-00016 «Новые и возвращающиеся природнообусловленные инфекционные заболевания в Китае и России: пространственно-временной анализ и оценка трансграничных рисков». Исследование проведено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андаев Е.И., Никитин А.Я., Яценко Е.В., Веригина Е.В., Толмачева М.И., Аюгин Н.И., Матвеева В.А., Балахонов С.В. Тенденции развития эпидемического процесса клещевого вирусного энцефалита в Российской Федерации, лабораторная диагностика, профилактика и прогноз на 2021 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 1. С. 6–16.
- Болотин Е.И. Функциональная организация природных очагов зоонозных инфекций (на примере очагов клещевого энцефалита юга российского Дальнего Востока). Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2002. 150 с.
- Злобин В.И., Рудаков Н.В., Малов И.В. Клещевые трансмиссивные инфекции. Новосибирск: Наука, 2015. 224 с.
- Коренберг Э.И. Таксономия, филогенетические связи и области формообразования спирохет рода *Borrelia*, передающихся иксодовыми клещами // Успехи современной биологии. 1996. № 116(4). С. 389–406.
- Коренберг Э.И., Крючечнико В.Н., Деконенк Е.П. и др. Серологическое выявление болезни Лайма в СССР // Журн. микробиол., эпидемиол., иммунобиол. 1986. № 6. С. 111–113.
- Коренберг Э.И., Крючечнико В.Н., Ковалевский Ю.В. и др. Клещ *Ixodes persulcatus* Schulze – новый переносчик *Borrelia burgdorferi* // Доклады АН СССР. 1987. Т. 297. С. 1268–1270.
- Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. Природноочаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами / под ред. А.Л. Гинцбурга, В.Н. Злобина. М.: Наука, 2013. 463 с.
- Коренберг Э.И., Горелова Н.Б., Ковалевский Ю.В. Основные черты природной очаговости иксодовых кле-

- щевых боррелиозов в России // *Паразитология*. 2002. Т. 36. № 3. С. 177–191.
- Леонова Г.Н., Бондаренко Е.И., Хворостянюк А.А., Курловская А.В. Изучение распространенности на юге Дальнего Востока возбудителей инфекций, передаваемых иксодовыми клещами // *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2015. Т. 14. № 1(80). С. 31–35.
- Лубова В.А., Леонова Г.Н., Шутикова А.Л. Роль иксодовых клещей в циркуляции возбудителей клещевых инфекций на юге Дальнего Востока // *Экология человека*. 2020. № 2. С. 58–64.
- Малхазова С.М., Миронова В.А., Пестина П.В., Орлов Д.С. Новые и возвращающиеся инфекции в России: медико-географический аспект // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр.* 2016. № 5. С. 24–32.
- Манзенюк И.Н., Манзенюк О.Ю. Клещевые боррелиозы (болезнь Лайма). Кольцово, 2005. 86 с.
- Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни» / под ред. С.М. Малхазовой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Географический факультет МГУ, 2017. 216 с.
- Никитин А.Я., Сабитова Ю.В., Рап В.А., Морозов И.М., Гордейко Н.С., Алленов А.В., Каверина Г.Б., Бабкин И.В., Тикунова Н.В., Андаев Е.И. Роль *Ixodes pavlovskyi* (Asari, Ixodidae) в боррелиозном эпизоотическом процессе на острове Русском // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021. № 1. С. 116–121.
- Попов И.О., Семенова С.М., Попова Е.Н. Оценка климатогенной угрозы распространения таежного клеща *Ixodes persulcatus* на территории России и соседних стран в начале XXI века // *Известия РАН. Серия географическая*. 2021. Т. 85. № 2. С. 231–237.
- Рудаков Н.В., Шнынов С.Н., Самойленко И.Е., Оберт А.С. Клещевой риккетсиоз и риккетсии группы клещевой пятнистой лихорадки в России. Омск: ИЦ «Омский научный вестник», 2011. 131 с.
- Рудаков Н.В., Шнынов С.Н., Транквилевский Д.В. и др. Особенности эпидемической ситуации по сибирскому клещевому тифу и другим клещевым риккетсиозам в Российской Федерации, прогноз на 2019 г. // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2019. № 1. С. 89–97.
- Шутикова А.Л., Леонова Г.Н., Лубова В.А. Эпизоотологическая ситуация по клещевым инфекциям в 2018 году на юге Дальнего Востока // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2019. № 1. С. 11–18.
- Яцимирская-Кронтовская М.К. Клещевой сыпной тиф // Всесоюз. конф. эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов: тез. докл. М., 1939. С. 114–118.
- Anselin L. Local Indicators of Spatial Association – LISA, *Geographic Analysis*, 1995, no. 27, p. 93–115.
- Eisen R.J., Paddock C.D. Tick and tickborne pathogen surveillance as a public health tool in the United States, *Journal of Medical Entomology*, 2021, vol. 58, iss. 4, p. 1490–1502.
- Lippi C.A., Ryan S.J., White A.L., Gaff H.D., Carlson C.J. Trends and Opportunities in Tick-Borne Disease Geography, *Journal of Medical Entomology*, 2021, vol. 58, iss. 6, p. 2021–2029.
- Mediannikov O., Makarova V., Tarasevich I., Sidelnikov Y., Raoult D. Isolation of Rickettsia heilongjiangensis strains from humans and ticks and its multispacer typing, *Clin. Microbiol. Infect.*, 2009, vol. 15, suppl. 2, p. 288–289.
- Mediannikov O.Y., Sidelnikov Y., Ivanov L., Mokretsova E., Fournier P.E., Tarasevich I., Raoult D. Acute tick-borne rickettsiosis caused by Rickettsia heilongjiangensis in Russian Far East, *Emerg. Infect. Dis.*, 2004, vol. 10, no. 5, p. 810–817.
- Schiffman E.K., McLaughlin C., Ray J.A.E., Kemperman M.M., Hinckley A.F., Friedlander H.G., Neitzel D.F. Underreporting of lyme and other tick-borne diseases in residents of a high-incidence county, Minnesota, 2009, *Zoonoses Public Health*, 2016, vol. 65, p. 230–237.
- Wang G. Borrelia burgdorferi and Other Borrelia Species, *Molecular Medical Microbiology* (Second Edition), Yi-Wei Tang, M. Sussman, D. Liu, I. Poxton, J. Schwartzman (eds.), Boston, Academic Press, 2015, vol. 3, p. 1867–1909.

Поступила в редакцию 24.06.2022

После доработки 15.08.2022

Принята к публикации 22.09.2022

SPATIALLY HETEROGENEOUS DISTRIBUTION OF TICK-BORNE INFECTIONS IN THE SOUTH OF THE FAR EAST

S.M. Malkhazova¹, N.V. Shartova², S.V. Zelikhina³, D.S. Orlov⁴

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

¹ Department of Biogeography, Head of Department, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: sveta_geo@mail.ru

² Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Senior Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: shartova@yandex.ru

³ Department of Biogeography, Ph.D. student; e-mail: svetlana_2304@list.ru

⁴ Department of Biogeography, Senior Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: orlovds@list.ru

The medical-geographical analysis of spatially heterogeneous distribution of tick-borne infections in the south of the Far East was provided. The cartographic analysis of the spread of infections was carried out on the basis of literary materials and statistical data of Rosпотребнадзор on the incidence of tick-borne diseases. Statistically significant spatial clusters with a high level of morbidity with different local confinement

were identified. The high levels of morbidity were found in the south of the Khabarovsk Krai and the Jewish Autonomous Oblast for Siberian tick typhus, in the central part of the Khabarovsk Krai for tick-borne borreliosis, and in the southwest of the Zabaykalsky Krai for tick-borne encephalitis.

Keywords: tick-borne infections, tick-borne encephalitis, tick-borne borreliosis, Siberian tick typhus, medical-geographical mapping, Far East, Russia

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project no. 21-47-00016 New and re-emerging nature-induced infections in China and Russia: spatio-temporal analysis and assessment of trans-boundary risks).

The study was carried out under the Development Program of the Interdisciplinary Scientific and Education School of the Lomonosov Moscow State University “Future of the planet and global changes of the environment”.

REFERENCES

- Andaev E.I., Nikitin A.Ya., Yatsmenko E.V., Verigina E.V., Tolmacheva M.I., Ayugin N.I., Matveeva V.A., Balakhonov S.V. Tendentsii razvitiya epidemicheskogo protsessa kleshchevogo virusnogo entsefalita v Rossiiskoi Federatsii, laboratornaya diagnostika, profilaktika i prognoz na 2021 g. [Trends in the epidemic process of tick-borne viral encephalitis in the Russian Federation, laboratory diagnostics, prevention and forecast for 2021], *Problemy osobo opasnykh infektsii*, 2021, no. 1, p. 6–16. (In Russian)
- Anselin L. Local Indicators of Spatial Association – LISA, *Geographic Analysis*, 1995, no. 27, p. 93–115.
- Bolotin E.I. Funktsional'naya organizatsiya prirodnkh ochagov zoonoznykh infektsii (na primere ochagov kleshchevogo entsefalita yuga rossiiskogo Dal'nego Vostoka) [Functional organization of natural foci of zoonotic infections (case study of foci of tick-borne encephalitis in the south of the Russian Far East)], Vladivostok, DVGUTU Publ., 2002, 150 p. (In Russian)
- Eisen R.J., Paddock C.D. Tick and tickborne pathogen surveillance as a public health tool in the United States, *Journal of Medical Entomology*, 2021, vol. 58, iss. 4, p. 1490–1502.
- Korenberg E.I. Taksonomiya, filogeneticheskie svyazi i oblasti formoobrazovaniya spirokhet roda Borrelia, peredayushchikhsya iksodovymi kleshchami [Taxonomy, phylogenetic relationships and areas of morphogenesis of spirochetes of the genus Borrelia transmitted by ixodid ticks], *Uspekhi sovremennoi biologii*, 1996, 116(4), p. 389–406. (In Russian)
- Korenberg E.I., Gorelova N.B., Kovalevskii Yu.V. Osnovnye cherty prirodnoi ochagovosti iksodovykh kleshchevykh borreliozov v Rossii [Main features of the natural foci of ixodid tick-borne borreliosis in Russia], *Parazitologiya*, 2002, vol. 36, no. 3, p. 177–191. (In Russian)
- Korenberg E.I., Kryuchchniko V.N., Dekonenk E.P. et al. Serologicheskoe vyyavlenie bolezni Laima v SSSR [Serological detection of Lyme disease in the USSR], *Zhurn. mikrobiol., epidemiol., immunobiol.*, 1986, no. 6, p. 111–113. (In Russian)
- Korenberg E.I., Kryuchchniko V.N., Kovalevskii Yu.V. et al. Kleshch *Ixodes persulcatus* Schulze – novyi perenoschik *Borrelia burgdorferi* [The *Ixodes persulcatus* Schulze tick as a new vector of *Borrelia burgdorferi*], DAN SSSR, 1987, vol. 297, p. 1268–1270. (In Russian)
- Korenberg E.I., Pomelova V.G., Osin N.S. Prirodnnoochagovye infektsii, peredayushchiesya iksodovymi kleshchami [Natural focal infections transmitted by ixodid ticks], A.L. Gintsburga, V.N. Zlobina (eds.), Moscow, Nauka Publ., 2013, 463 p. (In Russian)
- Leonova G.N., Bondarenko E.I., Khvorostyanko A.A., Kurlovskaya A.V. Izuchenie rasprostranennosti na yuge Dal'nego Vostoka vozbuditelei infektsii, peredavaemykh iksodovymi kleshchami [The study of the occurrence of vectors of infections transmitted by ixodid ticks in the south of the Far East], *Epidemiologiya i vaksino profilaktika*, 2015, vol. 14, no. 1(80), p. 31–35. (In Russian)
- Lippi C.A., Ryan S.J., White A.L., Gaff H.D., Carlson C.J. Trends and Opportunities in Tick-Borne Disease Geography, *Journal of Medical Entomology*, 2021, vol. 58, iss. 6, p. 2021–2029.
- Lubova V.A., Leonova G.N., Shutikova A.L. Rol' iksodovykh kleshchei v tsirkulyatsii vozbuditelei kleshchevykh infektsii na yuge Dal'nego Vostoka [The role of ixodid ticks in the circulation of pathogens of tick-borne infections in the south of the Far East], *Ekologiya cheloveka*, 2020, no. 2, p. 58–64. (In Russian)
- Malkhazova S.M., Mironova V.A., Pestina P.V., Orlov D.S. Emerging and re-emerging infections in Russia: a medico-geographical aspect, *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2016, no. 5, p. 24–32. (In Russian)
- Manzenyuk I.N., Manzenyuk O.Yu. Kleshchevye borreliozy (bolezni Laima) [Tick-borne borreliosis (Lyme disease)], Kol'tsovo, 2005. (In Russian)
- Mediannikov O., Makarova V., Tarasevich I., Sidelnikov Y., Raoult D. Isolation of Rickettsia heilongjiangensis strains from humans and ticks and its multispacer typing, *Clin. Microbiol. Infect.*, 2009, vol. 15, suppl. 2, p. 288–289.
- Mediannikov O.Y., Sidelnikov Y., Ivanov L., Mokretsova E., Fournier P.E., Tarasevich I., Raoult D. Acute tick-borne rickettsiosis caused by Rickettsia heilongjiangensis in Russian Far East, *Emerg. Infect. Dis.*, 2004, vol. 10, no. 5, p. 810–817.
- Mediko-geograficheskii atlas Rossii “Prirodnnoochagovye bolezni” [Natural Focal Diseases. Medico-geographical Atlas of Russia], S.M. Malkhazova (ed.), 2nd revised edition, Moscow, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 2017, 216 p. (In Russian)
- Nikitin A.Ya., Sabitova Yu.V., Rar V.A., Morozov I.M., Gordeiko N.S., Allenov A.V., Kaverina G.B., Babkin I.V., Tikunova N.V., Andaev E.I. Rol' *Ixodes pavlovskiyi* (Acari, Ixodidae) v borrelioznom epizooticheskom protsesse na ostrove Russkom [The role of *Ixodes pavlovskiyi* (Acari, Ixodidae) in the borreliosis epizootic process on

- the Russky Island], *Problemy osobo opasnykh infektsii*, 2021, no. 1, p. 116–121. (In Russian)
- Popov I.O., Semenova S.M., Popova E.N. Ocenka klimatogennoj ugrozy rasprostraneniya taezhnogo kleshha *Ixodes persulcatus* na territorii Rossii i sosednih stran v nachale XXI veka [Assessment of climatogenic hazard of the taiga tick *Ixodes persulcatus* distribution in Russia and neighboring countries at the beginning of the 21st century], *Izvestija RAN, Seriya geograficheskaja*, 2021, vol. 85, no. 2, p. 231–237. (In Russian)
- Rudakov N.V., Shpynov S.N., Samoilenko I.E., Obert A.S. *Kleshchevoi rikketsioz i rikketsii gruppy kleshchevoi pyatnistoi likhoradki v Rossii* [Tick-borne rickettsiosis and rickettsia of the tick-borne spotted fever group in Russia], Omsk, Omskii nauchnyi vestnik Publ., 2011, 131 p. (In Russian)
- Rudakov N.V., Shpynov S.N., Trankvilevskii D.V. at el. Osobennosti epidemicheskoi situatsii po sibirskomu kleshchevomu tifu i drugim kleshchevym rikketsiozam v Rossiiskoi Federatsii, prognoz na 2019 g. [Features of the epidemic situation for Siberian tick-borne typhus and other tick-borne rickettsiosis in the Russian Federation, forecast for 2019], *Problemy osobo opasnykh infektsii*, 2019, no. 1, p. 89–97.
- Schiffman E.K., McLaughlin C., Ray J.A.E., Kemperman M.M., Hinckley A.F., Friedlander H.G., Neitzel D.F. Underreporting of lyme and other tick-borne diseases in residents of a high-incidence county, Minnesota, 2009, *Zoonoses Public Health*, 2016, vol. 65, p. 230–237.
- Shutikova A.L., Leonova G.N., Lubova V.A. Epizootologicheskaya situatsiya po kleshchevym infektsiyam v 2018 godu na yuge Dal'nego Vostoka [Epizootological situation of tick-borne infections in 2018 in the south of the Far East], *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya*. Nauka Publ., 2019, no. 1, p. 11–18. (In Russian)
- Wang G. *Borrelia burgdorferi and Other Borrelia Species, Molecular Medical Microbiology* (Second Edition), Yi-Wei Tang, M. Sussman, D. Liu, I. Poxton, J. Schwartzman (eds.), Boston, Academic Press, 2015, vol. 3, p. 1867–1909.
- Yatsimirskaya-Krontovskaya M.K. *Kleshchevoi sypnoi tif* [Tick-borne typhus], All-Union. conf. epidemiologists, microbiologists and infectious disease specialists, proc. report, Moscow, 1939, p. 114–118. (In Russian)
- Zlobin V.I., Rudakov N.V., Malov I.V. *Kleshchevye transmissivnye infektsii* [Tick-borne infections], Novosibirsk, Nauka Publ., 2015, 224 p. (In Russian)

Received 24.06.2022

Revised 15.08.2022

Accepted 22.09.2022

СТРУКТУРА ЗИМНЕЙ ФАУНЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В МОРЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА ПАЛЕАРКТИКИ

А.А. Романов¹, Н.Д. Васеха²

^{1,2} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, кафедра биогеографии

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

² Студент; e-mail: natashavasekha@yandex.ru

Проанализированы экологические закономерности формирования структуры и пространственной дифференциации зимней фауны млекопитающих морей северо-востока Палеарктики. Использован метод авиационных маршрутных учетов в полосе шириной 1 км. Авиачетами в конце зимнего периода 1987–1988 гг. охвачены Берингово, Чукотское, Восточно-Сибирское моря, восточная часть моря Лаптевых. Зарегистрированные виды млекопитающих ($n = 7$) экологически связаны с открытыми морскими акваториями, морскими льдами, материковыми и островными побережьями, материковой тундрой. Зимняя фауна млекопитающих в морях северо-востока Палеарктики, в которой по числу видов преобладают ластоногие и китообразные, составляет 23% общей фауны млекопитающих этого региона. Общность зимней фауны млекопитающих Северного Ледовитого океана и Северной Пацифики – 36%. Большинство млекопитающих наблюдалось на разводьях в зонах контакта различных типов льдов или в полыньях среди льдов осеннего образования. Белые медведи наиболее часто наблюдались вблизи о. Врангеля, белухи – к востоку и северо-востоку от мыса Наварин, моржи – к югу от бухты Провидения. Средняя плотность зимнего населения млекопитающих в обследованных морях северо-востока Палеарктики 6,2 особи/100 км². В населении численно доминировали морж, белуха, кольчатая нерпа, суммарно составлявшие 94%.

Ключевые слова: зимняя фауна, млекопитающие, распространение, видовое разнообразие, акватория, морские льды, полынья, Северный Ледовитый океан, Берингово море

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.6

ВВЕДЕНИЕ

Итоги представленных исследований лежат в сфере изучения экологических аспектов пространственной организации морских фаунистических комплексов и направлены на развитие мониторинга биоразнообразия в морских акваториях северо-востока Палеарктики. Несмотря на то что за последние 30 лет опубликован целый ряд исследований, посвященных фауне морей северо-востока Палеарктики [Артюхин, Бурканов, 1999; Красная книга..., 2001; Boltunov, Belikov, 2002; Крюкова и др., 2010; Беликов, 2011; Глазов и др., 2013; Черноок и др., 2018], эколого-географическая изученность зимней фауны млекопитающих этой области Мирового океана до сих пор остается неполной. Мониторинг и общую оценку сравнительной динамики зимней фауны морей северо-востока Палеарктики в настоящее время в определенной мере затрудняет недостаток сведений второй половины XX века [Успенский, Шильников, 1969], в частности 1980–1990-х гг. [Беликов и др., 1984; Belikov et al., 1984; Горбунов и др., 1987; Успенский и др., 1991; Belikov et al., 1991]. Специальных комплексных обзоров по структуре и пространственной дифференциации зимней фауны млекопитающих в морях Северо-Восточной

Палеарктики нет. Существующие обзорные работы слишком генерализованы [Chester, 2016; Морские млекопитающие..., 2017]. Формирование объективной ретроспективной оценки зимней морской фауны этого региона до сих пор затруднялось еще и тем, что не проведено целенаправленного обобщения и анализа итогов масштабных авиационных учетов млекопитающих 1987–1988 гг.: частично опубликованы лишь сведения о белом медведе (*Ursus maritimus* Phipps, 1774) [Успенский и др., 1991; Belikov et al., 1991]. При этом Берингов пролив обеспечивает непосредственный экологический контакт приполярной части Северной Пацифики с Северным Ледовитым океаном [Добровольский, Залогин, 1982]. Оба региона связывают миграционные пути многих видов животных. В силу этого в этом регионе формируется уникальное сочетание природных комплексов, не имеющих абсолютных аналогов в других морских акваториях Голарктики и весьма значимых для сохранения глобального биоразнообразия. В морях северо-востока Палеарктики многие широко распространенные высокоспециализированные морские виды пребывают в условиях своего экологического оптимума, зачастую находя здесь сезонные пределы своего распространения

и образуя при этом крупные скопления в период размножения, зимовок или сезонных миграций [Беликов и др., 1984; Мымрин, 2007; Платонов и др., 2014]. Определенная экологическая разобщенность рассматриваемых морей и, следовательно, обособленность фаун бассейнов Северного Ледовитого и Тихого океанов в зимний период предопределила региональные отличия в видовом составе морских млекопитающих. В нашей работе предпринята попытка представить ретроспективные данные по зимнему распространению морских млекопитающих Северо-Восточной Палеарктики для повышения объективности результатов мониторинга и разработки мер сохранения биологического разнообразия. Основная цель настоящей работы – комплексный анализ зимней фауны млекопитающих морей северо-востока Палеарктики в свете эколого-географических закономерностей ее формирования. В соответствии с этим решались четыре основные задачи: 1) выявление видового состава и структуры фауны; 2) выявление и систематизация данных по распространению, обилию и численности видов в условиях различной ледовой обстановки; 3) установление пространственной дифференциации фауны и населения; 4) проведение сравнительного анализа фауны обследованных акваторий, выявление пунктов концентрации видов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена на основе анализа данных авиаучетов, проведенных в морях северо-востока Палеарктики в 1987–1988 гг. в одни и те же сроки: с 20 марта по 10 апреля, что соответствует концу зимнего фенологического периода. Авиаучетами охвачены Берингово, Чукотское, Восточно-Сибирское моря, восточная часть моря Лаптевых. Конфигурация и координаты учетных авиамаршрутов, равномерно покрывавших акватории этих морей, в оба года почти полностью совпадали (рис. 1). Для анализа привлечены результаты авиаучетов млекопитающих в полосе шириной 1 км (по одному борту), проведенных на самолете ИЛ-14 на высоте 200 м при скорости до 250 км/ч. Суммарная протяженность учетных авиамаршрутов составила 52 200 км: 33 000 км – в 1987 г., 19 200 км – в 1988 г. Характеристики льдов и ледовой обстановки, которые присущи данным районам в период наблюдений, а также методика, положенная в основу проведения авиаучетов животных в Арктике, к началу работ 1987–1988 гг. достаточно полно представлены в ряде публикаций [Успенский, Шильников, 1969; Горбунов и др., 1987]. В 1987–1988 гг. в условиях ледовой обстановки, соответствующей средней многолетней, обследованы следующие типы льдов: 1) лед начального образования – нилас; 2) серые и серо-белые молодые льды; 3) тонкие, средние

и толстые однолетние льды осеннего образования; 4) двухлетние и многолетние старые льды; 5) неподвижный лед вдоль побережья – припай. Показатель сплоченности льда в работе выражен в десятых долях и описывает общую площадь морской поверхности, покрытую льдом, как часть всей рассматриваемой площади [Номенклатура..., 2022]. В 1987–1988 гг., используя 8- и 12-кратный бинокли, были подсчитаны все визуально зарегистрированные особи в пределах полосы учета. Сходство фаун обследованных акваторий определялось по коэффициенту фаунистической общности Серенсена [Песенко, 1982]. Фауна млекопитающих проанализирована по принадлежности видов к эколого-географическим группам. Под эколого-географической группой понимается совокупность видов со сходными экологическими условиями местообитаний, очертаниями ареалов, характером географического распространения. Физико-географическая характеристика морей северо-востока Палеарктики содержится в ряде публикаций [Добровольский, Залогин, 1982; Криволуцкий и др., 2013; Морские млекопитающие..., 2017].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Млекопитающие в 1987–1988 гг. регулярно регистрировались как в обследованных морях Северного Ледовитого океана, так и в тихоокеанском секторе исследований – Беринговом море (рис. 2–7).

Зимняя фауна млекопитающих в морях северо-востока Палеарктики по данным авиаучетов 1987–1988 гг. представлена семью видами.

Ее таксономическая структура соответствует экологическим особенностям морских акваторий Северного Ледовитого океана и Северной Пацифики, омывающих северо-восточные окраины Северной Евразии, и включает в себя виды шести семейств (медвежьих (Ursidae), моржовых (Odobenidae), настоящих тюленей (Phocidae), нарваловых (Monodontidae), полосатиковых (Balaenopteridae), псовых (Canidae)) из двух отрядов – хищных (Carnivora) и китообразных (Cetacea).

По числу представленных видов ($n = 5$) преобладают ластоногие и китообразные, весьма характерные для фауны приполярных морских акваторий Голарктики.

Видовой состав млекопитающих, зарегистрированных в каждом из двух экспедиционных сезонов, несколько отличался. Одновременно в 1987 и 1988 гг. отмечены пять видов, что составляет 71% общего видового списка. Песца (*Vulpes lagopus* (Linnaeus, 1758)) и белуху (*Delphinapterus leucas* (Pallas, 1776)) наблюдали только в 1988 г. Общность фаунистических списков 1987 и 1988 гг. по коэффициенту Серенсена [Песенко, 1982] – 83%.

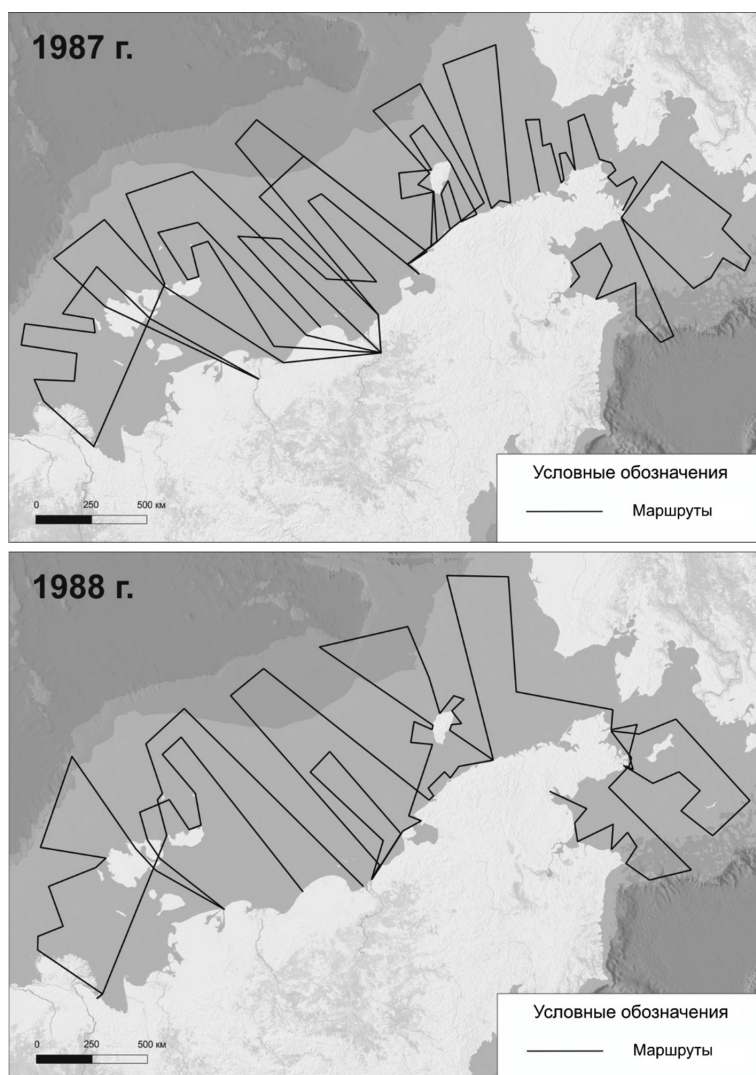


Рис. 1. Маршруты зимних авиаучетов в морях северо-востока Палеарктики в 1987–1988 гг.

Fig. 1. Routes of winter aerial surveys in the seas of the northeast Palearctic in 1987–1988

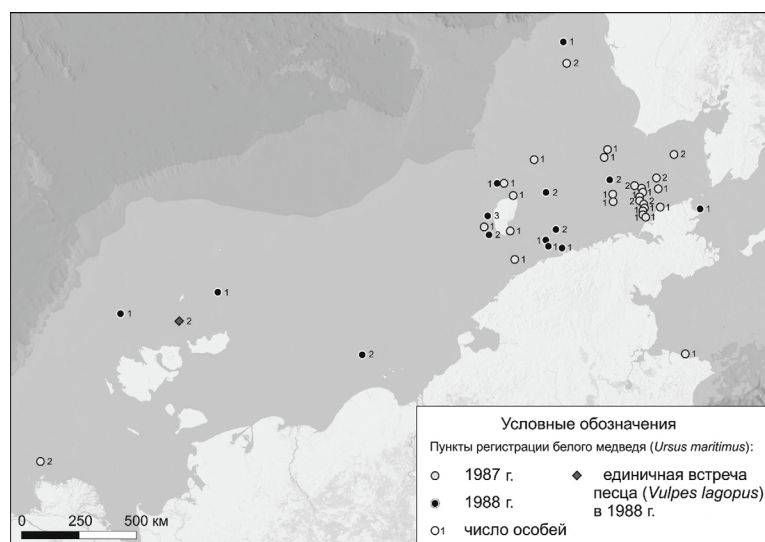


Рис. 2. Пункты регистрации белого медведя в 1987–1988 гг.

Fig. 2. Sites of registration of the polar bear in 1987–1988

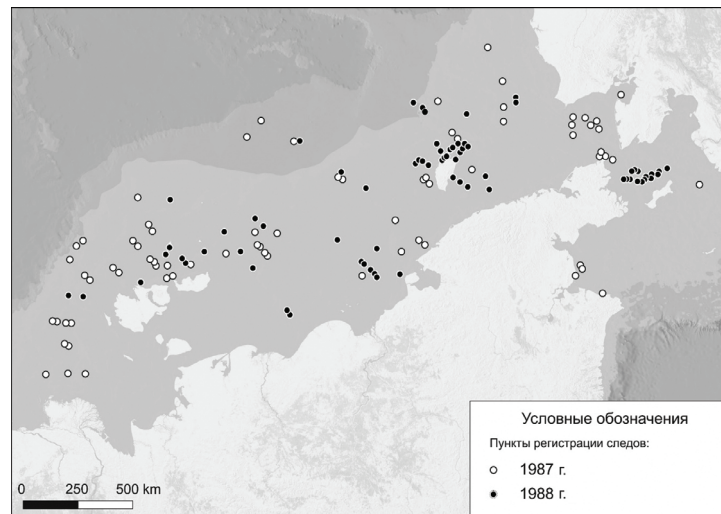


Рис. 3. Пункты регистрации следов лап белого медведя в 1987–1988 гг.

Fig. 3. Sites of registration of polar bear traces in 1987–1988

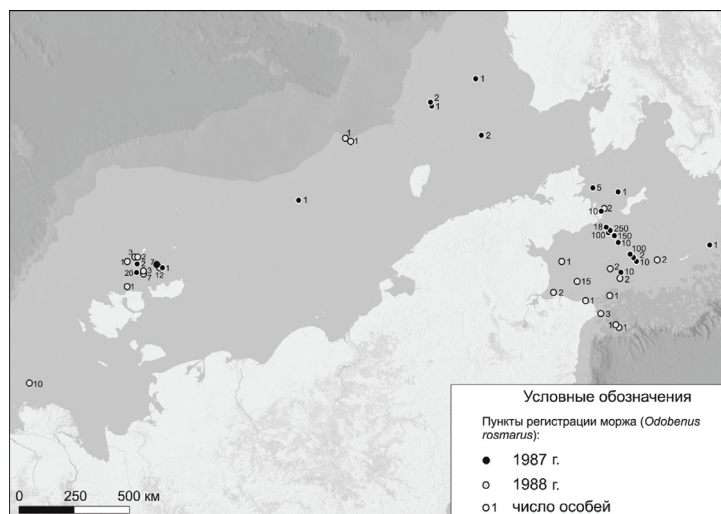


Рис. 4. Пункты регистрации моржа в 1987–1988 гг.

Fig. 4. Walrus registration sites in 1987–1988

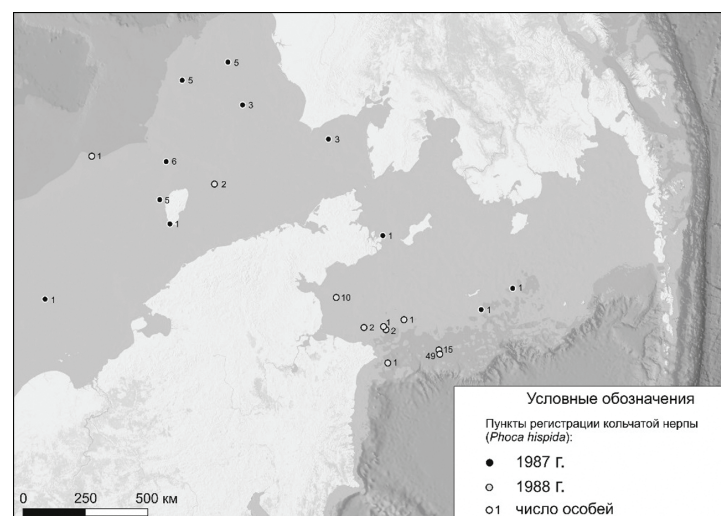


Рис. 5. Пункты регистрации кольчатой нерпы в 1987–1988 гг.

Fig. 5. Sites of registration of the ringed seal in 1987–1988

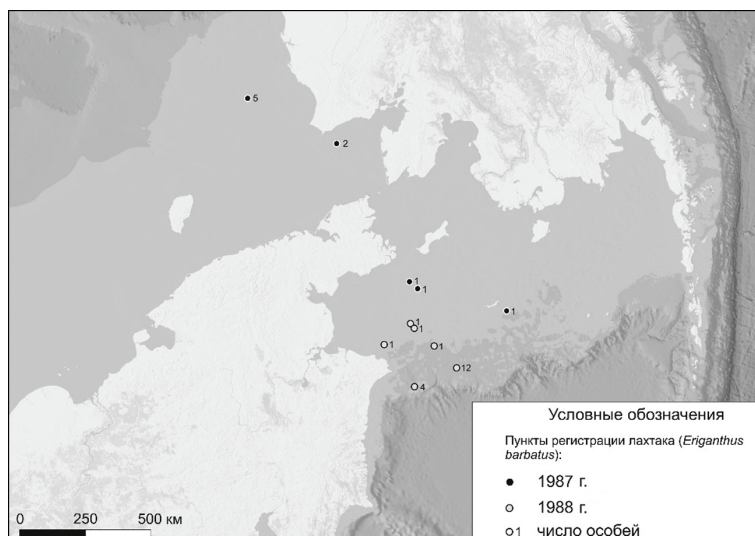


Рис. 6. Пункты регистрации лахтак в 1987–1988 гг.

Fig. 6. Sites of registration of bearded seal in 1987–1988

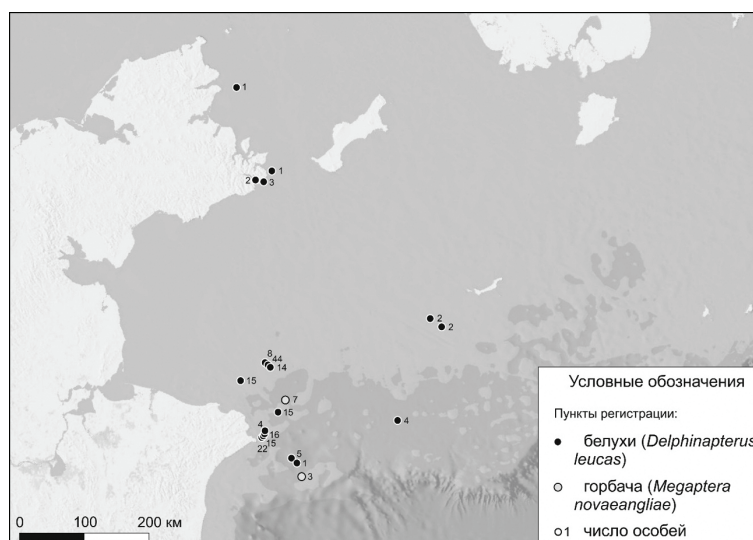


Рис. 7. Пункты регистрации китообразных в 1987–1988 гг.

Fig. 7. Sites of registration of cetaceans in 1987–1988

В фауне морей северо-востока Палеарктики 29 видов морских млекопитающих [Криволуцкий и др., 2013; Морские млекопитающие..., 2017]. С учетом наблюдений 1988 г., подтверждающих зимние кочевки песцов среди морских льдов [Chester, 2016], этот список может быть расширен до 30 видов. Комплекс видов млекопитающих ($n = 7$), зарегистрированных в конце зимнего периода 1987–1988 гг., составляет 23% от этого общего списка.

Всего на обследованной акватории Северного Ледовитого океана в конце зимнего периода отмечено 172 особи пяти видов млекопитающих, в том числе в 1987 г. – 99 особей четырех видов, в 1988 г. – 73 особи четырех видов. Всего на обследованной акватории Берингова моря в конце зимнего

периода отмечено 994 особи шести видов млекопитающих, в том числе в 1987 г. – 675 особей пяти видов, в 1988 г. – 319 особей шести видов (табл. 1).

Среди визуально отмеченных в 1987 г. млекопитающих большинство в Северном Ледовитом океане составили белые медведи ($n = 33$, 33%), в Беринговом море – моржи (*Odobenus rosmarus* Linnaeus, 1758) ($n = 667$, 99%). Среди визуально отмеченных в 1988 г. млекопитающих большинство в Северном Ледовитом океане составили моржи ($n = 48$, 66%), в Беринговом море – белухи ($n = 174$, 55%) (см. табл. 1).

Обследованный регион находится на северо-восточной окраине Палеарктического фаунистического подцарства [Абдурахманов и др., 2014]. Поэтому закономерно, что в зоогеографическом отношении

оригинальность местной зимней фауны состоит в сочетании элементов четырех эколого-географических групп. Экологически эти виды неразрывно связаны со льдами и частично островными побережьями Северного Ледовитого океана (белый медведь), открытыми морскими акваториями (горбач (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1781), белуха), морскими акваториями, а также морскими льдами в период щенки (кольчатая нерпа (*Phoca hispida* Schreber, 1775), лахтак (*Erignathus barbatus* Erxleben, 1777)), морскими акваториями, а также материковыми и островными побережьями Север-

ной Пацифики и Северного Ледовитого океана в летний период (морж), с зоной тундры материковой части Голарктики (песец). Фауна млекопитающих в конце зимнего периода формируется видами, почти все из которых держатся в акваториях морей северо-востока Азии и северо-запада Северной Америки и в летний период [Артюхин, Бурканов, 1999; Chester, 2016; Морские млекопитающие..., 2017].

Установлено, что обилие отдельных видов, а также общая плотность населения млекопитающих зимнего периода в морях северо-востока Палеарктики существенно варьирует (табл. 2).

Таблица 1

Число визуально зарегистрированных особей млекопитающих

Виды	Северный Ледовитый океан, 1987 г.		Северный Ледовитый океан, 1988 г.		Север Тихого океана, 1987 г.		Север Тихого океана, 1988 г.	
	Число особей	%	Число особей	%	Число особей	%	Число особей	%
Песец	—	—	2	2,7	—	—	—	—
Белый медведь	33	33,3	20	27,4	1	0,2	1	0,3
Морж	30	30,3	48	65,8	667	98,8	33	10,3
Лактак	7	7,1	—	—	3	0,4	20	6,3
Кольчатая нерпа	29	29,3	3	4,1	3	0,4	81	25,4
Белуха	—	—	—	—	—	—	174	54,6
Горбач	—	—	—	—	1	0,2	10	3,1
Всего	99	100	73	100	675	100	319	100

Таблица 2

Население млекопитающих обследованных акваторий (особей/100 км²)

Виды	Северный Ледовитый океан, 1987 г.	Северный Ледовитый океан, 1988 г.	Север Тихого океана, 1987 г.	Север Тихого океана, 1988 г.
Песец	—	0,01	—	—
Белый медведь	0,1	0,1	0,02	0,02
Морж	0,1	0,3	16,5	0,8
Лактак	0,02	—	0,07	0,5
Кольчатая нерпа	0,1	0,02	0,07	1,9
Белуха	—	—	—	4,1
Горбач	—	—	0,02	0,2
Всего	0,32	0,43	16,68	7,52

Подавляющее большинство млекопитающих в зимних условиях морей северо-востока Палеарктики экологически тесно связаны, главным образом с полыньями и разводьями, мозаично формирующимися в зонах контакта различных типов льдов или в полыньях льдов осеннего образования. Почти вовсе

не наблюдались млекопитающие в пределах припая и многолетних старых льдов.

Характером ледовой обстановки, в частности типом господствующего льда и его сплоченностью, обусловлены разные показатели зимней численности млекопитающих как на всей обследованной

акватории морей северо-востока Палеарктики вообще, так и в выявленных районах концентрации.

Подавляющее большинство млекопитающих предпочитает разводья и полыньи в зонах контакта различных типов льдов, в том числе и заприпайные полыньи на стыке припая и дрейфующих льдов. В зонах контакта зарегистрировано 92% особей всех видов. В этих узких зонах лед толщиной 10–30 см обычно постоянно находится в переходной стадии между его начальным видом и однолетним льдом. Он весьма динамичен: ломается на волне, при сжатии наплаивается или торосится [Номенклатура..., 2022]. Восприимчивость к внешним воздействиям, и прежде всего к сильным течениям и ветрам, предопределила невысокую его сплоченность (3/10–6/10) и как следствие – локальное распространение в узких зонах контакта разреженных (4/10–6/10) льдов, в пределах которых обычно и формируются временные или стационарные полыньи, привлекающие млекопитающих. Морж, лахтак и кольчатая нерпа встречаются у полыней самой различной конфигурации, в том числе имеющих вид широких каналов различной протяженности. Белуха и горбач держатся на обширных полыньях или разводьях, представляющих собой значительные по площади участки открытой воды.

Менее привлекательны для млекопитающих участки акватории с многолетним паковым льдом толщиной до 3 м или неподвижным льдом – припаем, формирующимся вдоль побережья. Большая мощность льда увеличивает его прочность и обеспечивает высокую сплоченность: обычно паковый лед и припай очень сплоченные (9/10–10/10), смерзшиеся (10/10) и сжатые (10/10) [Номенклатура..., 2022]. При подобных параметрах этих льдов процесс образования полыней здесь, даже при наличии сильных течений, весьма затруднен и трещины с открытой водой крайне редки и невелики по протяженности. Предположительно именно этим можно объяснить, что внутри обширных пространств паковых льдов и припая млекопитающие в 1987–1988 гг. почти не наблюдались: на значительных пространствах, занятых этими льдами за весь период наблюдений отмечены лишь единичные следы белого медведя. При этом необходимо уточнить, что отсутствие визуальной регистрации на припае кольчатой нерпы не может служить подтверждением реального отсутствия здесь этого вида. Известно, что во второй половине марта и первой половине апреля кольчатые нерпы размножаются преимущественно на припайном льду, но увидеть их в это время практически невозможно, так как они скрываются от низких температур и белых медведей в родовых логовищах [Беликов, 2011; Морские млекопитающие..., 2017].

Данные авиаучетов свидетельствуют об относительной стабильности в годы наших наблюдений зимних пространственных группировок белого медведя, населяющих обследованные акватории Северного Ледовитого океана и Берингова моря. Для большинства остальных видов выявлено неравномерное распределение в пространстве и существенные флюктуации их численности по годам, что, вероятно, обусловлено повышенной зависимостью от различных параметров ледовой обстановки, в частности от степени сплоченности льда. При этом несомненно, что, например, зимнее пребывание лахтака, кольчатой нерпы, моржа не ограничивается участками акваторий, где они зарегистрированы в 1987–1988 гг. Но, вероятно, повышенная требовательность к экологическим параметрам предпочитаемых местообитаний, в частности низкому уровню сомкнутости ледовых полей при наличии среди них кормных участков с открытой водой, предопределяет в целом локальное и ежегодно пространственно изменчивое распространение перечисленных видов в зимних условиях Северного Ледовитого океана и Берингова моря.

У ряда видов млекопитающих выявлены области концентрации в зимний период. Лахтаки и кольчатые нерпы образуют дисперсные скопления в Чукотском и Беринговом морях. Белые медведи, судя по визуальным наблюдениям за зверями, концентрируются к северу от мыса Дежнева и вблизи о. Врангеля – районов, входящих в область распространения чукотско-аляскинской популяции вида [Беликов, 2011]. При этом анализ регистрации цепочек их следов свидетельствует о том, что перемещения белых медведей существенно более интенсивны и охватывают почти повсеместно обширные пространства Чукотского, Восточно-Сибирского морей, восточной части моря Лаптевых и самой северной части Берингова моря (см. рис. 3). Белухи образуют относительно компактные скопления группами по 15–20 особей к востоку и северо-востоку от мыса Наварин. Самые многочисленные скопления ($n = 600$) формируют моржи, концентрируясь в 100–300 км к югу от бухты Провидения (юго-восток Чукотского п-ова). Небольшие по численности скопления ежегодно формирует также севернее Новосибирских островов лаптевский подвид моржа (*Odobenus rosmarus laptevi* Tchapski, 1940). Это подтверждает наличие зимовок этого подвида в Великой Сибирской Полынье [Красная книга..., 2001].

В целом млекопитающие в конце зимы 1987–1988 гг. встречались в обследованных областях Северного Ледовитого и Тихого океанов в обширном широтном диапазоне. Максимально высокоширотные встречи в 1987–1988 гг. зарегистрированы для белого медведя, наблюдавшегося в период авиаучетов вплоть до 77°18' с. ш., а также для песца, прони-

кающего в поисках остатков трапез белого медведя до $76^{\circ}12'$ с. ш. Самые северные точки встреч настоящих тюленей в период исследований 1987–1988 гг. отмечены у $77^{\circ}24'$ с. ш., белухи – $65^{\circ}18'$ с. ш., горбача – $64^{\circ}18'$ с. ш., моржа – $74^{\circ}18'$ с. ш.

Общность по коэффициенту Серенсена [Песенко, 1982] зимней фауны млекопитающих обследованных частей Северного Ледовитого океана и Северной Пацифики – 36%. Относительно невысокий показатель взаимной общности локальных фаун свидетельствует о неоднородности зимней фауны млекопитающих морей северо-востока Палеарктики. Вероятно, это предопределено существенными пространственными отличиями зимних экологических условий Северного Ледовитого океана и Берингова моря. Главные из них – ледовая обстановка и ее динамика, наличие участков открытой воды, свободной ото льда, кормовой потенциал акватории. Пространственная дифференциация зимней фауны млекопитающих в морях северо-востока Палеарктики проявляется прежде всего в специфике распространения трех видов. Белуха и горбач не встречались севернее Берингова пролива, а белый медведь почти не встречался за пределами Северного Ледовитого океана. Единичная и самая южная встреча белого медведя в 1987–1988 гг. зарегистрирована в юго-западной части Анадырского залива Берингова моря в районе лагуны Кэингыпильгын (на широте $63^{\circ}20'$ с. ш.). В целом такие заходы в Анадырский залив южнее основного ареала, охватывающего Северный Ледовитый океан, не редки, так как, по данным С.Е. Беликова [2011], регистрируются регулярно.

Суммарная плотность населения млекопитающих в обследованных частях Северного Ледовитого океана 0,32–0,43, в среднем – 0,37 особи/100 км². Суммарная плотность населения млекопитающих в обследованной акватории Берингова моря 7,52–16,68, в среднем – 12,1 особи/100 км² (см. табл. 2).

ВЫВОДЫ

Получена, обобщена и проанализирована информация о структуре фауны и характере пространственного размещения млекопитающих в морях северо-востока Палеарктики в зимний период 1987–1988 гг.

Млекопитающие в 1987–1988 гг. регулярно ре-

гистрировались как в Северном Ледовитом океане, так и в тихоокеанском секторе исследований – Беринговом море. Общность зимней фауны млекопитающих Северного Ледовитого океана и Северной Пацифики – 36%.

В зимней фауне млекопитающих морей северо-востока Палеарктики семь видов – 23% всей фауны млекопитающих региона. По числу представленных видов ($n = 5$) преобладают ластоногие и китообразные.

Подавляющее большинство морских млекопитающих экологически связано с полыньями в зонах контакта различных типов льдов или полыньями во льдах осеннего образования.

Пространственная дифференциация зимней фауны млекопитающих в морях северо-востока Палеарктики проявляется в специфике распространения трех видов: белуха и горбач не встречались севернее Берингова пролива, а белый медведь почти не встречался за пределами Северного Ледовитого океана.

Значительное число белых медведей в зимний период в 1987–1988 гг. концентрировалось к северу от мыса Дежнева и в районе о. Врангеля, белухи – к востоку и северо-востоку от мыса Наварин, моржи – к югу от бухты Провидения. Лаптевский подвид моржа образует небольшие зимовочные скопления в Великой Сибирской Полынье севернее Новосибирских островов.

Полученные данные подтверждают относительную стабильность численности и характера сезонного распространения белого медведя в зимний период 1987–1988 гг. в обследованных акваториях Северного Ледовитого океана и Берингова моря.

Суммарная плотность зимнего населения млекопитающих в Беринговом море в 32 раза превышает соответствующий показатель в Северном Ледовитом океане, составляя в среднем в обследованных морях северо-востока Палеарктики 6,2 особи/100 км².

В населении млекопитающих морей северо-востока Палеарктики в 1987–1988 гг. численно доминировали морж (70%), белуха (15%), кольчатая нерпа (9%), суммарно составлявшие абсолютное большинство (94%).

Благодарность. 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

Абдурахманов Г.М., Мяло Е.Г., Огуреева Г.Н. Биogeография: учебник для студентов учреждений высшего образования. М.: Академия, 2014. 448 с.

Артюхин Ю.Б., Бурканов В.Н. Морские птицы и млекопитающие Дальнего Востока России: полевой определитель. М.: АСТ, 1999. 224 с.

- Беликов С.Е. Белый медведь Российской Арктики // Наземные и морские экосистемы. М.; СПб.: Паулсен, 2011. С. 263–291.
- Беликов С.Е., Горбунов Ю.А., Шильников В.И. Распространение и миграция некоторых ластоногих, китообразных и белого медведя в морях восточного района Арктики // Морские млекопитающие. М.: Наука, 1984. С. 233–254.
- Глазов Д.М., Шпак О.В., Кузнецова Д.М., Соловьев Б.А., Удовик Д.А., Платонов Н.Г., Мордвинцев И.Н., Иванов Д.И., Рожнов В.В. Наблюдения моржей (*Odobenus rosmarus*) в морях Баренцевом, Карском и море Лаптевых в 2010 и 2012 гг. // Зоологический журнал. 2013. Т. 92. № 7. С. 841–848.
- Горбунов Ю.А., Беликов С.Е., Шильников В.И. Влияние ледовых условий на распределение и численность белого медведя в морях Советской Арктики // Бюл. МОИП. Отделение биол. 1987. Т. 116. Вып. 5. С. 354–372.
- Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. М.: Изд-во МГУ. 1982. 192 с.
- Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: АСТ; Астрель, 2001. 862 с.
- Кривоуцкий Д.А., Матекин П.В., Солдатов М.С. Введение в биогеографию морей России. Региональные аспекты биогеографии Мирового океана. М.: Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2013. 194 с.
- Крюкова Н.В., Переверзев А.А., Кочнев А.А., Иванов Д.И. Морские млекопитающие в прибрежных водах северной части Анадырского залива (Берингово море) в летне-осенний период 2007–2008 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: сб. науч. тр. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2010. Вып. 19. С. 127–132.
- Морские млекопитающие Российской Арктики и Дальнего Востока: атлас. М., 2017. 311 с.
- Мырнин Н.И. Особенности миграций ластоногих в северной части Берингова моря // Известия ТИНРО. 2007. Т. 150. С. 155–162.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
- Платонов Н.Г., Рожнов В.В., Алтацкий И.В., Мордвинцев И.Н., Иванов Е.А., Найденов С.В. Оценка перемещений белого медведя с учетом дрейфа льда // Доклады РАН. 2014. Т. 456. № 3. С. 366–369. DOI: 10.7868/S0869565214150249.
- Успенский С.М., Шильников В.И. Распределение и численность белых медведей в Арктике по данным авианаблюдений ледовой разведки // Белый медведь и его охрана в Советской Арктике. Л.: Гидрометеиздат, 1969. С. 35–37.
- Успенский С.М., Романов А.А., Челинцев Н.Г., Шильников В.И. Авиачеты белых медведей как обоснование к управлению их популяциями // Медведи СССР – состояние популяций. М., 1991. С. 57–69.
- Черноок В.Н., Труханова И.С., Васильев А.Н., Грачев А.И., Литовка Д.И., Бурканов В.Н., Загребельный С.В. Численность и распределение настоящих тюленей на льдах в западной части Берингова моря весной 2012–2013 гг. // Известия ТИНРО. 2018. Т. 192. С. 74–88.
- Belikov S.E., Chelintsev N.G., Kalakin V.N., Romanov A.A., Uspensky S.M. Results of aerial counts of Polar Bear in the Soviet Arctic in 1988, *Proceeding of the Tenth Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group*, 1991, no. 7, p. 74–86.
- Belikov S.E., Gorbunov Yu.A., Shilnikov V.I. Observation of Cetaceans in the Seas of the Soviet Arctic, *Rep. Int. Whal. COMMN* 34, 1984, p. 629–632.
- Boltunov A.N., Belikov S.E. Belugas (*Delphinapterus leucas*) of the Barents, Kara and Laptev seas, *NAMMCO Sci. Publ.*, 2000, p. 149–168.
- Chester S. *The Arctic guide. Wildlife of the Far North*, Princeton, Princeton University Press, 2016, 542 p.
- Электронный ресурс
Номенклатура морских льдов. URL: <http://www.aari.ru/gdsidb/glossary/r1.htm> (дата обращения 17.02.2022).

Поступила в редакцию 28.03.2022

После доработки 25.08.2022

Принята к публикации 22.09.2022

STRUCTURE OF THE WINTER FAUNA OF MAMMALS IN THE SEAS OF NORTHEASTERN PALEARCTIC OF RUSSIA

A.A. Romanov¹, N.D. Vasekha²

¹⁻² *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography*

¹ *Professor, D.Sc. in Biology; e-mail: putorana05@mail.ru*

² *Student; e-mail: natashavasekha@yandex.ru*

The ecological patterns of structure formation and spatial differentiation of the winter fauna of mammals in the seas of the northeastern Palearctic are analyzed. The method of aviation route surveys in a 1 km wide zone was applied. Aerial surveys in the end of 1987–1988 winter period covered the Bering, Chukchi, East Siberian Seas, and the eastern part of the Laptev Sea. The recorded species of mammals ($n = 7$) are ecologically associated with open sea areas, sea ice, continental and island coasts, and continental tundra. The winter fauna of mammals in the seas of the northeastern Palearctic accounts for 23% of the total mammalian fauna of the

region; pinnipeds and cetaceans predominate in terms of the number of species. The similarity of the winter fauna of mammals in the Arctic Ocean and the Northern Pacific is 36%. Most of the mammals were observed on the leads in the contact zones between different types of ice or in ice-holes among the ice of autumn formation. Polar bears were most often observed near the Wrangel Island, beluga whales – to the east and northeast of the Navarin Cape, walruses – to the south of the Providence Bay. The average density of the winter population of mammals in the surveyed seas of the Northeastern Palearctic is 6.2 individuals/100 km². Walruses, beluga whales, and ringed seals predominate in the population, totaling 94% of the animal numbers.

Keywords: winter fauna, mammals, distribution, species diversity, water area, sea ice, ice-hole, Arctic Ocean, Bering Sea

Acknowledgements. The study was performed according to the Development Program of the Interdisciplinary Scientific and Educational School of Lomonosov Moscow State University “Future Planet and Global Environmental Change”.

REFERENCES

- Abdurakhmanov G.M., Myalo E.G., Ogureeva G.N. *Biogeografiya: uchebnik dlya studentov uchrezhdenii vysshego obrazovaniya* [Biogeography: a textbook for students of higher education institutions], Moscow, Akademiya Publ., 2014, 448 p. (In Russian)
- Artyukhin Yu.B., Burkanov V.N. *Morskie ptitsy i mlekopitayushchie Dal'nego Vostoka Rossii: polevoi opredelitel'* [Seabirds and mammals of the Russian Far East: field guide], Moscow, AST Publ., 1999, 224 p. (In Russian)
- Belikov S.E. [Polar bear of the Russian Arctic], *Nazemnye i morskije ekosistemy* [Terrestrial and marine ecosystems], Moscow, Saint Petersburg, Paulsen Publ., 2011, p. 263–291. (In Russian)
- Belikov S.E., Chelintsev N.G., Kalakin V.N., Romanov A.A., Uspenskiy S.M. Results of aerial counts of Polar Bear in the Soviet Arctic in 1988, *Proceeding of the Tenth Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group* № 7, 1991, p. 74–86.
- Belikov S.E., Gorbunov Ju.A., Shil'nikov V.I. [Distribution and migration of some pinnipeds, cetaceans and polar bears in the seas of the eastern region of the Arctic], *Morskie mlekopitayushhie* [Marine mammals], Moscow, Nauka Publ., 1984, p. 233–254. (In Russian)
- Belikov S.E., Gorbunov Yu.A., Shilnikov V.I. Observation of Cetaceans in the Seas of the Soviet Arctic, *Rep. Int. Whal. COMM*, no. 34, 1984, p. 629–632.
- Boltunov A.N., Belikov S.E. Belugas (*Delphinapterus leucas*) of the Barents, Kara and Laptev seas, *NAMMCO Sci. Publ.*, 2000, p. 149–168.
- Chernook V.N., Truhanova I.S., Vasil'ev A.N., Grachev A.I., Litovka D.I., Burkanov V.N., Zagrebel'nyy S.V. Chislennost' i raspredelenie nastojashhih tjulenej na l'dah v zapadnoj chasti Beringova morja vesnoj 2012–2013 gg. [Number and distribution of true seals on ice in the western part of the Bering Sea in spring 2012–2013], *Izvestija TINRO* (Tihookeanskogo nauchno-issledovatel'skogo rybohozhajstvennogo centra), iss. 192, 2018, p. 74–88. (In Russian)
- Chester S. *The Arctic guide. Wildlife of the Far North*, Princeton, Princeton University Press., 2016, 542 p.
- Dobrovol'skij A.D., Zalagin B.S. *Morja SSSR* [Seas of the USSR], Moscow, MGU Publ., 1982, 192 p. (In Russian)
- Glazov D.M., Shpak O.V., Kuznecova D.M., Solov'ev B.A., Udovik D.A., Platonov N.G., Mordvincev I.N., Ivanov D.I., Rozhnov V.V. Nabljudeniya morzhej (*Odobenus rosmarus*) v morjah Barentsevom, Karskom i more Laptevych v 2010 i 2012 gg. [Observations of walruses (*Odobenus rosmarus*) in the Barents, Kara and Laptev Seas in 2010 and 2012], *Zoologicheskij zhurnal*, 2013, vol. 92, no. 7, p. 841–848. (In Russian)
- Gorbunov Ju.A., Belikov S.E., Shil'nikov V.I. Vlijanie ledovykh uslovij na raspredelenie i chislennost' belogo medvedja v morjah Sovetskoj Arktiki [Impact of ice conditions on the distribution and abundance of polar bears in the seas of the Soviet Arctic], *Byul. MOIP. Otdelenie biol.*, Moscow, 1987, vol. 116, no. 5, p. 354–372. (In Russian)
- Krasnaja kniga Rossijskoj Federacii, *Zhivotnye* [Red Data Book of the Russian Federation. Animals], Moscow, AST Publ., Astrel' Publ., 2001, 862 p. (In Russian)
- Krivoluckij D.A., Matekin P.V., Soldatov M.S. *Vvedenie v biogeografiju morej Rossii. Regional'nye aspekty biogeografii Mirovogo Okeana* [Introduction to the biogeography of the seas of Russia. Regional aspects of biogeography of the World Ocean], Moscow, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow St. Un-ty Publ., 2013, 194 p. (In Russian)
- Krjukova N.V., Pereverzev A.A., Kochnev A.A., Ivanov D.I. [Marine mammals in the coastal waters of the northern part of the Gulf of Anadyr (Bering Sea) in the summer-autumn period 2007–2008], *Issled. vodn. biol. resursov Kamchatki i sev.-zap. chasti Tihogo okeana* [Study of water biological resources of Kamchatka Peninsula and north-western part of the Pacific Ocean], Sb. nauch. tr. Petropavlovsk-Kamchatskij, KamchatNIRO, 2010, iss. 19, p. 127–132. (In Russian)
- Morskie mlekopitayushhie Rossijskoj Arktiki i Dal'nego Vostoka: atlas* [Marine Mammals of the Russian Arctic and the Far East, Atlas], Moscow, 2017, 311 p. (In Russian)
- Mymrin N.I. Osobennosti migracij lastonogih v severnoj chasti Beringova morja [Peculiarities of pinniped migrations in the northern part of the Bering Sea], *Izvestija TINRO* (Pacific Research Fisheries Center), 2007, vol. 150, p. 155–162. (In Russian)
- Pesenko Yu.A. *Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh* [Principles and methods of quantitative analysis in faunal studies], Moscow, Nauka Publ., 1982, 287 p. (In Russian)
- Platonov N.G., Rozhnov V.V., Alpackij I.V., Mordvincev I.N., Ivanov E.A., Najdenko S.V. Ocenka peremeshhenij belogo medvedja s uchetom drejfa l'da [Estimation of Polar Bear Movements Taking into Account Ice Drift], *Doklady Akademii nauk*, 2014, vol. 456, no. 3, p. 366–369, DOI: 10.7868/S0869565214150249. (In Russian)
- Uspenskij S.M., Romanov A.A., Chelincev N.G., Shil'nikov V.I. [Aerial surveys of polar bears as a rationale for managing

- their populations], *Medvedi SSSR – sostojanie populjacij* [Bears in the USSR – the state of populations], Moscow, 1991, p. 57–69. (in Russian)
- Uspenskij S.M., Shil'nikov V.I. [Distribution and abundance of polar bears in the Arctic according to ice survey aerial observations], *Belyj medved' i ego ohrana v Sovetskoj Arktike* [Polar bear and its protection in the Soviet Arctic], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1969, p. 35–37. (In Russian)
- Web source*
Nomenklatura morskikh l'dov [Sea ice nomenclature], URL: <http://www.aari.ru/gdsidb/glossary/r1.htm> (access date 11.01.2021). (In Russian)

Received 28.03.2022

Revised 25.08.2022

Accepted 22.09.2022

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 656.02+571.6

БОЛЬШОЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ КОЛЬЦО: СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАЗВИТИИ РЕГИОНА

П.Я. Бакланов¹, А.В. Мошков², Г.Г. Ткаченко³, В.Г. Шведов⁴

¹⁻⁴ Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН, Лаборатория территориально-хозяйственных структур

¹ Академик РАН, проф., д-р геогр. наук; e-mail: pbaklanov@tigdvo.ru

² Д-р геогр. наук; e-mail: mavr@tigdvo.ru

³ Канд. геогр. наук; e-mail: tkatchenko-gri@mail.ru

⁴ Д-р геогр. наук; e-mail: i-svg@yandex.ru

По периметру Дальневосточного региона России выделена сформировавшаяся замкнутая транспортно-экономическая структура. Ее можно охарактеризовать как Большое дальневосточное транспортно-экономическое кольцо (БДТЭК). В его составе выделены и рассмотрены четыре крупных сегмента: широтные Южный и Арктический морской, а также меридиональные Западный и Тихоокеанский морской. Они являются крупными взаимодействующими частями общей территориальной и акваториальной транспортно-экономической структуры, которая состоит из линейных звеньев, представленных путями сообщения, узлов – населенных пунктов, выполняющих те или иные транспортные и другие функции, территориальных и акваториальных зон тяготения к этим структурным элементам. Проведен анализ современного состояния пространственной структуры БДТЭК. Это образование обслуживает важнейшие пассажиро- и грузоперевозки – от внутрирегиональных до межрегиональных и транзитных, обеспечивает различные формы пространственного развития Дальневосточного региона.

Показана транспортная специализация элементов этой пространственной структуры БДТЭК. Линейные элементы сегментов БДТЭК выполняют транспортные функции. Транспортные узлы в целом выполняют более разнообразные функции, определяемые действием совокупности факторов: экономико-географического и транспортно-географического положения, геодемографического, научно-технического и природно-ресурсного потенциалов, природно-климатических условий. Выделены основные функции транспортных узлов БДТЭК. Особое место в их ряду занимает Владивостокский агломерационный узел. Значение БДТЭК для Дальнего Востока обусловлено тем, что его сегменты включают территории и акватории, где осваиваются крупные природные ресурсы. В долгосрочной перспективе возможны различные формы пространственного развития этой структуры, в том числе строительство арктической железнодорожной магистрали и железной дороги вдоль р. Лены. Целесообразно строить и различных транспортных звеньев по Тихоокеанскому побережью. Все это будет инициировать новые формы пространственного развития Дальневосточного региона в целом.

Развитие транспортного периметра в форме БДТЭК значительно расширяет перспективы долгосрочного комплексного развития региона, улучшает координацию и взаимодействие различных видов транспорта, повышает степень его регулярности и надежности. Это особенно актуально в связи с огромными расстояниями и растущими объемами перевозок. Заложенный в БДТЭК логистический потенциал способен существенно усилить позиции России в международных транспортных перевозках и сотрудничестве.

Ключевые слова: Дальневосточный регион, грузоперевозки, транспортно-экономическая кольцевая структура, транспортно-экономические сегменты, функции, транспортные узлы, поселения

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.7

ВВЕДЕНИЕ

Транспортная сеть Дальневосточного региона является базисной составляющей социально-экономического пространства. При освоении новых территорий в качестве первых элементов этого про-

странства появляются транспортные звенья, группы населения и объекты инфраструктуры, поселения. Затем транспорт обеспечивает устойчивые материальные связи между пространственно разобшенными звеньями производства и одновременно сам

является звеном в цепочках создания добавленной стоимости. Велика роль транспорта в обеспечении мобильности населения. Особое значение транспорт имеет при формировании надежной связанности пространства, в том числе поддержания и развития связей между отдельными регионами, между центром и периферией, что актуально для стран со значительной территорией. Все эти задачи весьма важны для России в целом, а на региональном уровне – для ее самой крупной и удаленной от центра страны части – Дальнего Востока – особенно. Например, ближайшее расстояние по прямой от Москвы до западной границы Якутии составляет 3700 км, а до острова Итуруп 7100 км. Территория Дальнего Востока в границах одноименного федерального округа равна почти 7 млн км² (40,6% площади страны), т. е. лишь на 10% меньше континента Австралия. К региону примыкает акватория исключительной морской 200-мильной зоны России в Тихом и Северном Ледовитом океанах площадью 5,5 млн км². В этом пространстве имеется большой по объему и разнообразный природно-ресурсный потенциал, а также это перспективная зона создания трансконтинентальных и межокеанических коммуникаций.

На всех этапах освоения Дальнего Востока транспорт играл исключительно важную роль. Проблемы его регионального развития рассматривали ученые разных направлений: В.Л. Бабурин, М.К. Бандман и В.Ю. Малов, А.Б. Бардаль, А.В. Лаврентьев, С.А. Тархов и др. [Бабурин, 2018; Бандман, Малов, 2001; Лаврентьев, 2014; Тархов, 2005].

Более значимая роль транспорта в экономике Дальнего Востока отражается в том, что его доля в региональном ВРП составляет 13,4%, превышая аналогичный среднероссийский показатель 9,8% [Беляков, 2018]. Как отмечал в свое время И.М. Майергойз, специфика географического положения этого региона такова, что его транспортная система «ответственна» за обеспечение доступа всей страны к Тихому океану и реализацию международного транзитного потенциала ее территории [Маергойз, 1986]. Как показывают программные документы, в дальнейшем роль транспорта в регионе будет лишь возрастать [Социально-экономическое развитие..., 2021]. Особую роль транспорт играет в пространственном социально-экономическом развитии. Так, отдельные звенья транспортной сети, с одной стороны, сами являются элементами пространственного развития, а с другой – обеспечивают формирование многих других звеньев пространственной социально-экономической структуры Дальневосточного региона.

В этой связи повышается важность научных исследований по проблемам оценки эффективности функционирования, путей развития и взаимодей-

ствия всех видов транспорта на Дальнем Востоке. Рассмотрению этой тематики посвящен ряд работ [Леонтьев, 2008; Бардаль, 2019; Холоша, 2022 и др.]. Но в них недостаточно внимания уделено вопросу взаимосвязи транспортной сети с географическим положением региона, комбинированию взаимодействия крупных звеньев транспортных коммуникаций, их разнообразной роли в пространственном развитии. На основе проведенного анализа авторы пришли к выводу о том, что по периметру региона в последние годы сложилось дальневосточное транспортно-экономическое кольцо. В настоящее время оно представлено рядом различных взаимосвязанных звеньев: речными путями по Амуру и Лене, железными дорогами Транссиб и БАМ, федеральными автомобильными трассами (Амур, Уссури), морскими путями (широтный Северный морской и меридиональный тихоокеанский), а также большим сочетанием транспортно-экономических узлов и зон их влияния.

Ранее формирование подобной пространственной транспортно-экономической структуры в масштабах всего региона в целом не выделялось и не изучалось. В тоже время ее звенья обслуживают важнейшие пассажиро- и грузоперевозки – от внутрирегиональных до международных и транзитных, выполняют многие другие функции. Задача статьи – рассмотреть современное состояние дальневосточного транспортно-экономического кольца, выделить его основные структурные звенья и их функции в пространственном развитии Дальневосточного территориально-акваториального региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При подготовке статьи использовались тематические монографии и публикации в периодических научных изданиях, сети Интернет, картографические материалы, отдельные статистические данные. Использовались некоторые зарубежные источники. Применялись следующие методы: сравнительно-географический, картографический, расчетно-статистический, системного анализа, позволившие выделить и оценить взаимосвязанные транспортные звенья, представленные различными видами транспорта, по периметру Дальневосточного региона, транспортно-экономические узлы, территориальные и прибрежно-морские зоны их влияния и функции в пространственном развитии. Выделенная нами интегральная территориально-акваториальная структура названа Большим дальневосточным транспортно-экономическим кольцом (БДТЭК).

Последняя не только обеспечивает межрегиональную связанность в направлениях север-юг-север и запад-восток-запад, но и составляет базис пространственного развития региона.

Различные звенья этой транспортной структуры – железные дороги, автомобильные трассы, речные и морские пути – формируют зоны своего влияния. Их выделение с использованием картографических методов позволяет определить четыре крупных сегмента: два широтных – Южный и Арктический морской и два меридиональных – Западный и Тихоокеанский морской. С помощью отраслевого метода анализа и статистических данных показана транспортная специализация узловых элементов этой пространственной структуры (транспортных узлов БДТЭК). На основе геосистемного подхода выделены основные транспортные функции сегментов, проявляющиеся под воздействием совокупности географических факторов. Представление транспортного периметра в форме БДТЭК позволяет комплексно и всесторонне рассматривать и оценивать базисные предпосылки пространственного развития Дальневосточного региона России.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дальневосточный регион включает в себя огромные пространства территории от арктических побережий до Амура и южного Приморья, а также прилегающих акваторий арктических и тихоокеанских морей в пределах 200-мильной морской экономической зоны. В этом пространстве на транспорт возложены важные функции как в освоении территории, так и в функционировании всех звеньев экономики. В то же время транспорт выполняет базисную роль в обеспечении связанности разных частей региона и одновременно в его пространственном развитии. На первых этапах освоения все эти функции выполнял морской и речной транспорт, затем подключились железнодорожный и автомобильный, авиационный и трубопроводный. В настоящее время основные транспортно-логистические функции выполняются за счет взаимодействия различных видов транспорта.

В пространственном развитии транспорт в начале закладывает линейные элементы территориальных структур хозяйства, а затем обеспечивает формирование линейно-узловых и сетевых структур на территории и сети центров с портовой инфраструктурой на морских побережьях. Большая часть суши Дальнего Востока занята труднодоступной горной территорией, рельеф которой не благоприятен для сооружения и эксплуатации наземных путей сообщения, а природно-климатические условия требуют повышенных затрат на использование транспортных средств. Дальневосточные моря и реки имеют в большинстве своем сложные условия навигации. По этой причине транспортное освоение региона в ряде случаев запаздывает, остается недостаточным. На Дальний Восток, занимающий поч-

ти половину территории страны, приходится 13,8% общероссийской протяженности железных дорог и 9,5% автодорог с твердым покрытием. Плотность железнодорожных путей на 100 км² здесь в 3,8 раза, а благоустроенных автомобильных трасс – в 5,9 раз ниже, чем в среднем по России [Щербанин, 2009]. При этом в развитии наземного транспорта сохраняются большие диспропорции между северной и южной частями региона. Одновременно во всем этом видятся и предпосылки большой роли транспорта в перспективном развитии региона.

После распада СССР в ходе радикальных экономических реформ основные транспортные магистрали Дальнего Востока (Северный морской путь, судоходные артерии Лены и Амура, Транссиб, БАМ) к началу XXI в. практически исчерпали свои пропускные возможности, что заметно снизило эффективность работы транспорта в регионе [Tolley et al., 1995; Liliopoulou et al., 2005]. Однако транспортная система в целом сохранила свой потенциал и предпосылки для дальнейшего развития. Основные из них следующие:

- стратегические программные установки на опережающее социально-экономическое развитие Дальневосточного региона в целом, что требует значительного наращивания транспортно-логистического обслуживания. Кроме того, транспорт призван обеспечить различные формы пространственного развития как базисную составляющую опережающего развития;
- долгосрочная ориентация на освоение природных ресурсов Арктической зоны России и различных морских ресурсов акваторий тихоокеанского шельфа, что будет выражаться и в различных формах пространственного развития;
- необходимость сохранения и усиления транспортно-логистических связей дальневосточных регионов с остальной территорией РФ;
- компенсация логистических потерь, понесенных после распада СССР в связи с утратой ряда портов на Балтийском и Черном морях;
- увеличение объемов транзитных перевозок по сухопутным и морским путям между Восточной Азией и Европой. Более полная реализация трансконтинентального и меж океанического транзитного потенциала России. Ныне его реализация обеспечивает 1,1% мировых торговых перевозок. Но, согласно расчетам, этот показатель может быть увеличен как минимум в шесть раз (расчет по [Харламова, 2009, с. 219, 221]);
- усиление курса стратегического партнерства с Китаем, развитие экономических связей и взаимовыгодных отношений РФ с другими странами АТР, что требует надежного транспортного обеспечения.

Транспортная сеть Дальнего Востока формировалась как продолжение единой российской сети на восточном пространстве страны. С ней она связана железнодорожными станциями Выдрино на Транссибе (Бурятия) и Усть-Кут на БАМе (Иркутская область), портом Тикси на побережье моря Лаптевых. При этом Усть-Кут связан с Тикси меридиональной судоходной линией по реке Лене, а от Выдрино его отделяет разрыв в 500 км. Конечным узлом схождения основных сухопутных и морских коммуникаций региона на юго-востоке в общем плане является Владивосток. То есть периметр транспортной сети Дальнего Востока до недавнего времени имел вид незамкнутого кольца, 53% протяженности которого составлял морской путь от Тикси до Владивостока, 26% – речной участок Лены от Усть-Кута до Тикси, 21% – участок Транссиба от Выдрино до Владивостока.

В 2019 г. эта транспортная структура претерпела важную трансформацию. Сооружение Амуро-Якутской железнодорожной магистрали от станции Сковородино на Транссибе через Тынду на БАМе до пункта Нижний Бестях близ Якутска придало разнородной транспортной структуре вид замкнутого кольца. С учетом всех широтных и меридиональных транспортных звеньев, взаимосвязанных между собой, можно рассматривать его как большое дальневосточное транспортное кольцо. В тесном взаимодействии с транспортными звеньями вдоль них в виде разнообразных поселений сформированы многочисленные транспортно-экономические узлы и зоны их влияния. В этой связи подобную пространственную структуру можно именовать Большим дальневосточным транспортно-экономическим кольцом (БДТЭК) (рис.). По общему содержанию его можно отнести к пространственным структурным конструкциям, обозначенным Ю.Г. Саушкиным как линейно-узловой каркас [Саушкин, 1973]. Разумеется, в регионе сформировались и функционируют и другие транспортные звенья широтного и меридионального направлений, образующие сетевые пространственные структуры [Бакланов и др., 2018; Бакланов и др., 2020].

БДТЭК имеет замкнутую конфигурацию и протяженность более 10,5 тыс. км в разных географических зонах, что обусловило его большую структурную и функциональную неоднородность. Географический анализ позволяет выделить в нем четыре сегмента: Южный, Западный, Арктический морской и Тихоокеанский морской – как крупные взаимосвязанные части общей территориальной транспортно-экономической структуры, состоящие из:

- линейных звеньев, представленных разнородными транспортными путями сообщения;
- узлов – населенных пунктов, размещенных на этих путях и выполняющих те или иные транспорт-

ные функции, а многие узлы выполняют другие экономические функции;

- зон тяготения к этим структурным элементам, которые представлены соответствующими территориями и акваториями.

Основу Южного широтного сегмента составляют взаимосвязанные железнодорожные магистрали Транссиба и БАМа и речной путь по Амуру. Основу Западного меридионального – речной путь по Лене и железная дорога от Сковородино до Нижнего Бестяха. В основе широтного Арктического морского сегмента лежит морской путь от Тикси до Анадыря, а в основе меридионального Тихоокеанского морского – тихоокеанская морская линия Анадырь – Владивосток с ответвлением на Магадан.

Значимость этого транспортно-экономического каркаса обусловлена и тем, что его сегменты включают территории и акватории, в пределах которых осваиваются крупные минерально-сырьевые ресурсы. Здесь сформированы и функционируют центры добывающей промышленности, отсюда вывозятся большие объемы продукции из районов добычи природных ресурсов к местам их потребления или дальнейшей переработки (табл. 1). Например, в составе минерально-ресурсного потенциала Арктического сегмента имеется акваториальная составляющая, в том числе углеводороды шельфа. Кроме того, практически все сегменты имеют в своих пределах значительные земельные и водные ресурсы. Морские сегменты в пределах 200-мильной Российской экономической зоны имеют разнообразные биологические, прежде всего рыбные, ресурсы.

Наиболее диверсифицированы транспортные звенья Южного сегмента БДТЭК (табл. 2). В целом он включает в свой состав пять видов транспорта – речной, железнодорожный, автомобильный, трубопроводный и стык с морским, а также большое количество узлов, выполняющих функции их обслуживания. В обоих морских сегментах представлен в основном морской транспорт и обслуживающие его узлы – Тикси, Певек, Анадырь, Providения, Петропавловск-Камчатский, Магадан. Тикси является местом схождения Северного морского и Ленского речного путей, а Южно-Сахалинский узел обслуживает и морское, и островное железнодорожное звено на Сахалине. Западный сегмент сосредоточивает в себе речную, железнодорожную и автомобильную коммуникации. Особое место в структуре БДТЭК занимают стыковые узлы как ключевые пункты, в которых соединяются линейные элементы соседних сегментов. Через них осуществляется межсегментное движение транспортных средств и потоков грузов. Всего можно выделить пять таких узлов: Сковородино, Тында, Тикси, Providения и Владивостокский агломерационный узел.

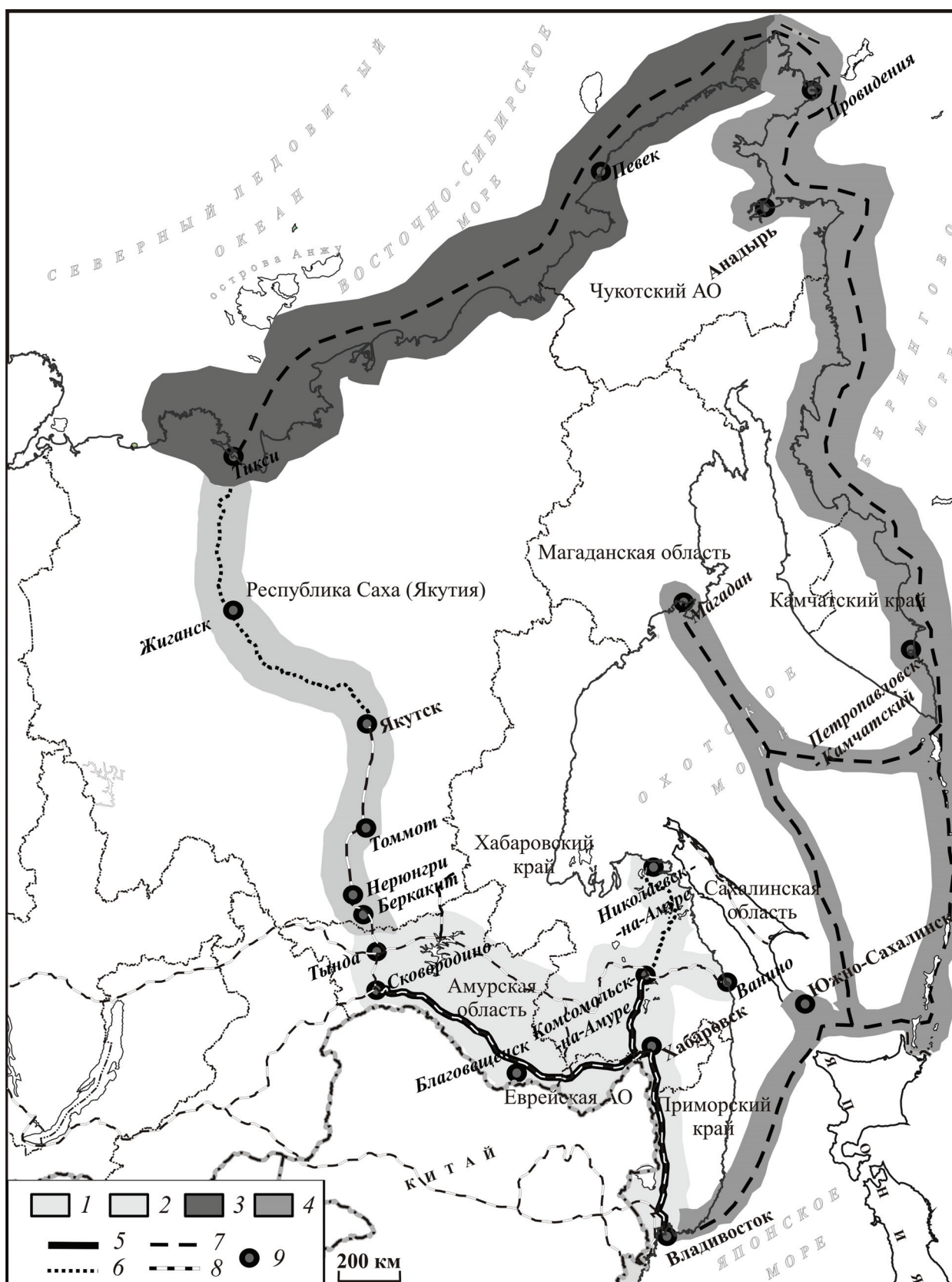


Рис. Схема БДТЭК. Сегменты: 1 – Южный широтный; 2 – Западный меридиональный; 3 – Арктический морской; 4 – Тихоокеанский морской; транспортные звенья: 5 – комбинированные; 6 – речные; 7 – морские; 8 – железнодорожные; 9 – основные транспортные узлы

Fig. Scheme GFETER. Segments: 1 – Southern latitudinal; 2 – Western meridional; 3 – Arctic marine; 4 – Pacific Marine; transport links: 5 – combined; 6 – river; 7 – sea; 8 – railway; 9 – main transport hubs

Таблица 1

Добыча основных видов минеральных ресурсов в сегментах БДТЭК (по состоянию на 2019 г.)

Минеральные ресурсы	Сегменты БДТЭК					Доля от уровня ДФО, %
	Южный	Западный	Арктический морской	Тихоокеанский морской	Всего по зоне влияния БДТЭК	
Ресурсы суши						
Алмазы, тыс. карат	—	—	440	—	440	1,2
Свинец, тыс. т	12,5	—	—	8,2	20,7	34,1
Цинк, тыс. т	22,1	—	—	4,8	26,9	40
Вольфрам, тыс. т	2,55	—	—	—	2,55	76,4
Медь, тыс. т	1,7	—	—	—	2,1	3,3
Борные руды, тыс. т	81,8	—	—	—	81,8	100
Золото, т	55,2	13	24,8	23,32	116,32	44,5
Серебро, т	97,9	—	101	555,2	754,1	48,1
Олово, т	4080	—	—	—	4080	100
Платина, кг	160	—	—	316	476	93,7
Железные руды, млн т	8,14	—	—	—	8,14	50
Уран, т	—	43	—	—	43	1,8
Уголь, млн т	10,84	9,5	—	18,16	38,5	53
Нефть, млн т	—	—	—	0,6	0,6	4
Газ, млрд м³	—	—	—	0,53	0,53	13,3
Ресурсы шельфа						
Нефть, млн т	—	—	—	17,2	17,2	100
Газ, млрд м³	—	—	—	31,2	31,2	100

Примечания. ДФО – Дальневосточный федеральный округ; «–» – добыча отсутствует. Здесь и далее расчеты по добыче минеральных ресурсов в зоне влияния БДТЭК выполнены по данным [Недра России, 2022].

Если линейные элементы сегментов БДТЭК несут на себе только транспортную нагрузку, то функции транспортных узлов более разнообразны. Они определяются действием совокупности экономико-географических факторов: транспортно-географическим положением, геодемографическим и природно-ресурсным потенциалом, природно-климатическими и навигационными условиями, а также достигнутым научно-техническим потенциалом. Кроме того, эти узлы являются центрами организации и управления движением транспорта, создания и ремонта транспортных средств, производства материалов для создания объектов транспортной инфраструктуры, подготовкой кадров для различных видов транспорта. Крупные узлы выполняют и другие различные социально-экономические функции.

Входящие в состав БДТЭК транспортно-экономические узлы в целом различаются по размеру (в т. ч. численности населения) и видам экономической деятельности (табл. 3).

Крупнейшие, крупные и большие узлы находятся в южных регионах Дальнего Востока, располага-

ющих наиболее благоприятными экономико-географическими факторами, условиями хозяйственной деятельности и проживания населения. В них представлено широкое сочетание транспортных функций, прежде всего обслуживание различных видов транспорта. Дополнительные функции они получают за счет развития отдельных обрабатывающих производств и сервиса. Для средних и малых транспортных узлов в БДТЭК, кроме обслуживания транспорта, также характерно выполнение и ряда других функций (прежде всего ремонтных предприятий и образовательных центров по подготовке кадров для обслуживания транспорта).

В целом данные узлы, связывая между собой линейные элементы БДТЭК, являются его опорными пунктами. Все они обеспечивают перевозку и хранение грузов, оптимизацию и перераспределение их потоков, погрузочно-разгрузочные операции, техническое обслуживание транспортных средств, информационно-управленческие функции. Все они формируют значительные зоны своего экономико-географического влияния.

Таблица 2

Коммуникационная специализация элементов БДТЭК

Линейные сегменты и транспортные узлы	Вид транспорта						Всего видов транспорта
	Авиационный	Автомобильный	Железнодорожный	Морской	Речной	Трубопроводный	
I. Южный сегмент, всего, в т. ч. основные транспортные узлы:	+	+	+	+	+	+	6
Благовещенск							
<i>Ванино – Советская Гавань</i>	+	+	+		+	+	5
<i>Комсомольск-на-Амуре</i>	+	+	+	+	+	+	3
<i>Николаевск-на-Амуре</i>		+		+			5
<i>Сковородино *</i>		+	+			+	3
<i>Тында</i>		+	+				3
<i>Хабаровск</i>	+	+	+		+	+	2
II. Западный сегмент, всего, в т. ч. основные транспортные узлы:	+	+	+		+		5
<i>Беркалит</i>							4
<i>Нерюнгри</i>		+	+		+		3
<i>Нижний Бестях – Якутск</i>	+	+	+		+		3
<i>Жиганск</i>	+	+	+		+		4
<i>Томмот</i>	+	+	+		+		3
III. Арктический морской сегмент, всего, в т. ч. основные транспортные узлы:	+			+			4
<i>Тикси *</i>	+						2
<i>Певек</i>	+			+			2
IV. Тихоокеанский морской сегмент, всего, в т. ч. основные транспортные узлы:	+	+	+	+		+	2
<i>Анадырь *</i>	+	+	+	+			5
Владивосток*	+	+	+	+		+	3
Магадан	+	+	+	+			5
<i>Провидения</i>	+	+	+	+			3
Петропавловск-Камчатский	+	+	+	+			2
Южно-Сахалинск**	+	+	+	+			3
							4

Примечания. * Стыковые узлы. ** В составе г. Южно-Сахалинск рассмотрены морские порты Корсаков и Холмск. Функции транспортных узлов: **Благовещенск** – транспортно-экономическая; **Тикси** – транспортная. Составлено авторами.

Таблица 3

Основные функции транспортных узлов БДТЭК

Транспортные узлы	Перевозки			Обслуживание транспорта	Прочие функции
	региональные	межрегиональные	международные		
1. Агломерационный (>1 млн чел.)					
Владивостокский узел (в составе Владивостока, Артема, Большого Камня, Зарубино, Находки, Партизанска, Посьета, Усурийска, Фокино и др.)	Приморский край	Между субъектами ДВФО и другими регионами страны	Транзит грузов в различные страны через морские порты	Судостроение и судоремонт, ремонт локомотивов, вагонов, строительство и ремонт дорог, причалов и других объектов, управление грузопотоками	Научно-проектная деятельность, подготовка кадров для морского и наземного транспорта, рыбная промышленность
2. Крупнейшие (1–0,5 млн чел.)					
Хабаровск	Хабаровский край	Между субъектами ДФО и другими регионами страны	Транзит грузов в различные страны через порт река – море	Ремонт локомотивов, вагонов, строительство и ремонт дорог, речных причалов и других объектов, управление грузопотоками	Научно-проектная деятельность, управление железнодорожным транспортом, подготовка кадров для железнодорожного и автомобильного транспорта
3. Крупные (250–500 тыс. чел.)					
Комсомольск-на-Амуре	Хабаровский край	Между субъектами ДФО и другими регионами страны	Транзит грузов в различные страны через порт река – море	Авиастроение, судостроение и судоремонт, строительство и ремонт дорог, речных причалов и других объектов	Производство металла и нефтепродуктов, подготовка кадров для речного флота
Якутск (включая Нижний Бестях)	Республика Саха (Якутия)	Между субъектами ДФО и другими регионами страны	Транзит грузов через морские порты юга Дальнего Востока и СМП	Строительство и ремонт дорог, речных причалов и других объектов	Подготовка кадров для речного флота
Сахалинский узел (в составе Южно-Сахалинска, Холмска, Корсакова)	Сахалинская область	Между субъектами ДФО и другими регионами страны	Транзит грузов в различные страны через морские порты	Строительство и ремонт дорог и других объектов	Подготовка кадров для железнодорожного транспорта
4. Большие (100–250 тыс. чел.)					
Благовещенск	Амурская область	Между субъектами ДФО и другими регионами страны	Транзит грузов по реке Амур, в т. ч. в морские порты Хабаровского края	Судостроение и судоремонт, строительство и ремонт дорог и других объектов	Подготовка кадров для речного флота
Петропавловск-Камчатский	Камчатский край	Между субъектами ДФО и другими регионами страны	Транзит грузов в различные страны через морской порт	Судоремонт, строительство и ремонт дорог, причальных сооружений и других объектов	Подготовка кадров для морского флота, рыбная промышленность

Окончание таблицы 3

Транспортные узлы	Перевозки			Обслуживание транспорта	Прочие функции
	региональные	межрегиональные	международные		
5. Средние (50–100 тыс. чел.)					
Магадан	Магаданская область	Между субъектами ДФО и регионами страны	Транзит грузов в различные страны через морской порт	Судостроение, строительство и ремонт дорог и других объектов	Подготовка кадров для морского транспорта, рыбная промышленность
6. Малые (<50 тыс. чел.)					
Анадырь	Чукотский автономный округ	Между субъектами ДФО и северными регионами страны	Транзит грузов в различные страны через морской порт	Строительство и ремонт дорог и других объектов	
Ванино – Советская Гавань	Хабаровский край	Между субъектами ДФО и северными регионами страны	Транзит грузов в различные страны через морской порт	Судоремонт, строительство и ремонт дорог и других объектов	Подготовка кадров для морского транспорта
Николаевск-на-Амуре	Хабаровский край	Между субъектами ДФО и северными регионами страны	Транзит грузов в различные страны через морской порт	Судоремонт, строительство и ремонт дорог и других объектов	Подготовка кадров для морского транспорта
Певек	Чукотский автономный округ	Между субъектами ДФО и северными регионами страны по СМП	Транзит грузов в различные страны через морской порт	Строительство и ремонт дорог других объектов	Работа плавающей атомной электростанции
Провидение	Чукотский автономный округ	Между субъектами ДФО и северными регионами страны по СМП	Транзит грузов в различные страны через морской порт	Строительство и ремонт дорог других объектов	
Сковородино	Амурская область	Между субъектами ДФО и другими регионами страны	Транзит грузов в различные страны	Ремонт железнодорожного транспорта, строительство и ремонт дорог и других объектов	Подготовка кадров для железнодорожного транспорта
Тикси	Республика Саха (Якутия)	Между субъектами ДФО и северными регионами страны по СМП	Транзит грузов в различные страны	Строительство и ремонт причалов и других объектов	
Тында	Амурская область	Между субъектами ДФО и другими регионами страны по Транссибу и БАМу	Транзит грузов в различные страны	Ремонт локомотивов, строительство и ремонт дорог и других объектов	Подготовка кадров для железнодорожного транспорта
Курильск	Сахалинская область	Между субъектами ДФО		Судоремонт	Рыбная промышленность

Примечание. Составлено авторами по [Бакланов и др., 2018; Бакланов и др., 2020; Социально-экономическое развитие..., 2021].

Особое место в их ряду занимает пространственно рассредоточенный транспортный Владивостокский узел¹, названный нами агломерационным, территориально соответствующий зоне портофранко «Свободный порт Владивосток». Здесь для хозяйствующих субъектов с 2015 г. установлены беспрошленный и безналоговый ввоз и хранение грузов, пятилетние каникулы на роялти, льготный налог на прибыль, сниженные тарифы отчислений во внебюджетные фонды, разрешение на привлечение иностранных специалистов. Все это обусловило положительную динамику «Свободного порта». Не меньшую роль сыграли факторы его географического положения, инфраструктурного обустройства, наличия научно-технического и образовательного, демографического потенциалов.

Базовая основа Владивостокского узла представлена пятью морскими портами: Владивосток, Восточный, Находка, Зарубино, Посыет. Все они работают в круглогодичном режиме; три из них (Владивосток, Восточный и Находка) глубоководные. В 2020 г. они обработали 142,89 млн т транзитных и не транзитных грузов (на 4,9% больше, чем в 2019 г.), что составило $\frac{2}{3}$ грузооборота всех морских портов Дальнего Востока (расчет по [Грузооборот портов..., 2021]).

Владивостокский агломерационный узел – место стыка Южного и Тихоокеанского морского сегментов БДТЭК, сосредоточение связанных с ними двусторонних экспортно-импортных и транзитных грузопотоков. Здесь на площади в 33,5 тыс. км² проживает почти 1,4 млн человек, расположено около 10 крупных и относительно крупных населенных пунктов, имеются специализированные НИИ, вузы, колледжи и профессиональные училища, позволяющие выполнять необходимые научно-технические разработки и осуществлять подготовку квалифицированных кадров для транспорта. Этот узел располагает крупным промышленным потенциалом в судостроении и судоремонте, ремонте железнодорожного состава, производстве инструментального и электротехнического оборудования, стройматериалов. Кроме того, здесь размещены крупные предприятия рыбной и пищевой промышленности. По существу, он представляет собой крупный территориально-производственный комплекс близко расположенных и связанных внутренней многозвенной коммуникационной сетью узловых элементов, функционирующих в тесных и разносторонних взаимосвязях.

Важные звенья Владивостокского агломерационного узла – международные китайско-российские

транспортные коридоры Приморье-1 (от Харбина через Суйфэньхэ и Уссурийск до Владивостока, Восточного и Находки) и Приморье-2 (от Чанчуня до Зарубино). С 2017 г. для них установлены дополнительные нормативно-организационные правила, ускоряющие движение грузов и таможенное регулирование. Сооружен ряд новых объектов путевого и технического обеспечения. Проходящее по ним железнодорожное полотно модернизировано под пропуск составов весом 3,6 тыс. т; планируется его перепрофилирование под эшелоны весом до 5,2 тыс. т. При отсутствии фактов нарушений грузы без дополнительного досмотра следуют с территории Китая в порты Владивостокского узла и оформляются для дальнейшей отправки морем. В 2019 г. их суммарный грузооборот составил 13,15 млн т (10,5 млн т – по Приморью-1 и 2,65 – по Приморью-2). В 2020 г., несмотря на связанные с пандемией проблемы, данный показатель был превышен в 1,8 раза [Объем грузоперевозок..., 2021]. К 2030 г. китайская сторона намерена нарастить объем транзита через них до 45 млн т [Дробышева, 2021]. Заинтересованность Китая в их развитии состоит в обеспечении кратчайшего доступа экспортных китайских грузов из северо-восточных провинций к морю через российские порты, которые имеют резервы и не исчерпали перспектив своего роста [Zhi-lun et al., 2017; Dong et al., 2018].

Южный сегмент выделен от станций Сковородино на Транссибе и Тында на БАМе до Николаевска-на-Амуре, Ванино и Владивостока – Находки. Он имеет в основном широтное направление, которое в Хабаровском узле делится на ветви, выходящие к Ванино – Советская гавань и к Владивостоку, что соответствует его главному назначению – выведению наземных коммуникаций к морским портам юга Дальнего Востока.

Основными линейными звеньями Южного сегмента являются почти параллельно проходящие железнодорожные магистрали Транссиб и БАМ. Их рассмотрение в качестве взаимодополняющих транспортных путей Южного сегмента обосновано тем, что они идут в одном, широтном направлении и выполняют схожие функции по обслуживанию внутрироссийских и международных перевозок: к морским портам и обратно. Их разделяет относительно небольшое, в среднем 250 км, пространство, трижды пересеченное меридиональными транспортными связями: Тында – Сковородино, Известковая – Новый Ургал и Хабаровск – Комсомольск-на-Амуре, что обеспечивает их надежное взаимодействие.

В настоящее время на эти две магистрали (именуемые Восточным полигоном в структуре РЖД) приходится 25% всех международных транзитных грузоперевозок через российскую территорию и

¹ В него с достаточной степенью условности включены близлежащие порты и железнодорожные станции в пределах Владивостокской агломерации.

36% отечественных экспортных перевозок наземным транспортом [Щербанин, 2009]. Имея соединение с российской и европейской железнодорожными сетями и обладая технической возможностью для перемещения больших объемов грузов, они способны конкурировать с важнейшей торговой трассой мира – морским путем Европа – Восточная Азия через Суэцкий канал и Сингапур. Так, если движение торгового судна по нему из Роттердама до Иокогамы занимает от 32 до 34 суток, то путь железнодорожного состава из Гамбурга до портов юга Дальнего Востока равен 14 суткам и далее от 1 до 3 суток доставки груза из них морем в порты Восточной Азии. Внедрение современных технологий движения и обработки товаропотоков в совокупности с режимом упрощенных таможенных процедур, могут сократить срок перевозки по территории России до 7 суток [Характеристика основных..., 2021].

В настоящее время Южный сегмент рассматривается как одно из ключевых звеньев формирования трансконтинентального транспортного коридора Европа – Восточная Азия. Предпосылками этого являются:

- непрерывность наземной евразийской транспортной сети от Глазго и Лиссабона до портов на юге российского Дальнего Востока;
- наличие транспортных сопряжений с коммуникациями Северо-Восточного Китая, КНДР, Республики Кореи и Японии;
- перспективы увеличения объемов и рационализации движения грузопотока, прежде всего контейнерного, из Европы в Восточную Азию и обратно.

Следует подчеркнуть, что именно в пределах Южного сегмента реализуются железнодорожные, автодорожные и морские стыки и сопряжения с транспортными сетями соседних стран.

На всем протяжении Южного сегмента в него входят федеральные автотрассы Амур (Чита – Хабаровск), Уссури (Хабаровск – Владивосток) и А376 (от Хабаровска до Николаевска-на-Амуре с ответвлением на Ванино). В настоящее время они заасфальтированы с наличием гравийного покрытия на небольших волнообразных прогонах, снабжены глубинной укрепляющей основой, системой дренажа грунтовых и ливневых вод. Это позволяет грузовым автомобилям развивать скорость до 110 км/ч. Трасса «Уссури» на всем протяжении имеет объезды населенных пунктов.

Но преимущества автотранспорта (маневренность, осуществление перевозок в 2,5 раза быстрее, чем по железной дороге) проявляются в основном на расстоянии до 500 км. При транспортировке грузов объемами в миллионы тонн на тысячи километров он не может составить альтернативу железнодорожному транспорту. Поэтому в Южном

сегменте БДТЭК грузовым автомобилям отведено в основном обслуживание внутрирайонных перевозок, обходных путей отдельных участков железных дорог, ускорение движения некоторых партий грузов, их перераспределение между Транссибом и БАМом.

Более серьезные ограничения в грузоперевозках имеет речной транспорт. Продолжительность навигации по Амуру составляет всего 5–6 месяцев в году (с конца апреля по октябрь). В теплый сезон при оптимальных условиях суда грузоподъемностью до 3 тыс. т могут проходить по нему до Благовещенска. Но в последнее время движение судов по Амуру осложнено периодическими заносами фарватера, неустойчивостью береговой линии и большими перепадами в объеме стока. В СССР эти проблемы сглаживались регулярными работами по углублению дна и укреплению берегов, мониторингом гидрологического режима. В настоящее время системное проведение этих мероприятий отсутствует. Кроме того, сооружение Зейской и Бурейской ГЭС и накопление воды в их водохранилищах привело к обмелению реки на отрезке от Благовещенска до села Нижнеленинское в ЕАО. Если в начале XXI в. ежегодный грузооборот по Амуру составлял 5 млн т, то теперь он сократился до 2,5 млн. Несмотря на пограничное положение этой реки, ее доля в экспортно-импортном грузообороте Дальнего Востока составляет всего 3,5% (расчет по [Годовой отчет..., 2018]). Его навигационные характеристики улучшаются лишь после впадения Сунгари и Усури: от Амурского лимана до Хабаровска могут проходить суда «река – море» водоизмещением до 6 тыс. т. На этом участке Амура речные перевозки сочетаются с морскими, выходящими на международные трассы.

Трубопроводный транспорт на Дальнем Востоке первоначально был представлен сооруженным в 40–60-е гг. XX в. нефтепроводом Оха – Комсомольск-на-Амуре. К началу 80-х гг. он из-за малой пропускной способности перестал справляться с потребностями Комсомольского-на-Амуре НПЗ, который более чем наполовину перешел на поставки сырья по железной дороге из Западной Сибири. В 2009-м вступил в строй нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий океан с мощностью до 80 млн т/год, а в 2019 г. – газопровод «Сила Сибири» с годовой прокачкой 55 млрд м³ газа.

Нефтепровод от Тайшета в Иркутской области следует через Южную Якутию, где к нему подключается еще ряд месторождений, подходит к Сквородино и далее через Хабаровск достигает порта Козьмино близ Находки. От Сквородино отходит ветвь в Китай мощностью около 20 млн т/год. Газопровод «Сила Сибири» от Чаяндинского место-

рождения на юго-западе Якутии протянут до приграничной газоперекачивающей станции вблизи Благовещенска и далее через Амур идет в Китай. Планируется его продолжение по территории России до Владивостока. Эти трубопроводы берут начало за пределами Южного сегмента БДТЭК, но затем полностью включены в него в качестве важных коммуникационных звеньев.

Территория Южного сегмента характеризуется наибольшей степенью геологической изученности. Здесь находится большое число разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, наиболее разнообразный видовой состав добываемых в пределах БДТЭК минеральных ресурсов (см. табл. 1). Важнейшими среди них являются борные и железные руды, уголь, золото, цветные металлы, цементное сырье, строительные камни, известняки. Кроме того, на территории Приморского края добываются такие редкие полезные ископаемые, как висмут – 46 т, индий – 2,5 т, германий – 0,2 т (данные на 2019 г.).

Перспективы пространственного развития в пределах Южного сегмента связаны в первую очередь с коренной модернизацией Транссиба и БАМа и превращением их в высокоскоростные железные дороги, а также развития российско-китайского экономического сотрудничества и наукоемких технологий в крупных транспортно-экономических узлах. Этот сегмент и в долгосрочной перспективе останется основным стержневым пространственным транспортно-экономическим поясом восточных районов России.

Западный сегмент окончательно сложился после сооружения железной дороги от Тынды на БАМе до поселка Нижний Бестях близ Якутска. Ее дополняет идущая параллельно от станции Невер федеральная автотрасса «Лена». В Нижнем Бестяхе эти пути выходят к реке Лене, образуя вместе с ней комбинированную меридиональную транспортную магистраль. Ленский речной путь в Тикси связывается с Северным морским, а в Нижнем Бестяхе – с железной и автомобильной дорогами и продолжается по ним до узлов в Тынде (БАМ) и Сковородино (Транссиб). Через эти транспортные звенья появляется возможность перенаправлять часть грузов на БАМ и Транссиб с Арктического морского сегмента, в том числе минуя его участок в обход Чукотки, что сокращает трансконтинентальные перевозки на 3–3,5 тыс. км.

Проблемным в данном случае является речной отрезок по Лене из-за его сезонности и относительной неустойчивости фарватера. Но регулярные гидротехнические мероприятия способны поддерживать на этой реке в теплый сезон бесперебойное судоходство, а его сезонность компенсируется

интенсивностью летней навигации. Таким образом, Западный сегмент БДТЭК может функционировать и как вспомогательная линия Арктического морского сегмента и по кратчайшему расстоянию соединять его с Южным сегментом, являясь «инструментом» их взаимного дополнения и перераспределения грузов.

Основу минерально-сырьевого комплекса Западного сегмента составляет добыча угля и золота (см. табл. 1). Уголь добывается в Нерюнгринском районе Якутии на Кангаласском, Джебарики-Хая, Чульмаканском, Нерюнгринском месторождениях. Золото в довольно большом объеме также добывается на юге Якутии в Алданском районе, где территориально компактно сосредоточен ряд месторождений. Основную добычу осуществляют АО «Полюс Алдан» и АО «Золото Селигдара». В небольших количествах на юге Якутии также ведется добыча урана, которая на месторождении Лунное в 2019 г. составила 43 т металла.

В долгосрочной перспективе в пределах Западного сегмента возможны различные формы пространственного развития. Прежде всего они связаны с освоением различных природных ресурсов, полезных ископаемых. Новым значительным этапом пространственного развития может стать сооружение меридиональной железнодорожной магистрали от Амура (с выходом к китайскому городу Мохэ) до Транссиба, а далее от Якутска (станции Нижний Бестях) вдоль Лены до Тикси. Эта магистраль на порядок увеличит надежность круглогодичных перевозок грузов и пассажиров и одновременно создаст предпосылки развития новых звеньев пространственных структур как в зоне сегмента, так и за его пределами.

Арктический морской сегмент выделен в виде сочетания морских путей, портов, поселений, арктических приморских территорий, прилегающих к морям Северного Ледовитого океана на протяжении более 3,5 тыс. км от Тикси до Анадыря и прилегающих к ним морских акваторий. Его линейные звенья представлены восточным отрезком Северного морского пути с последующим тихоокеанским продолжением Анадырь – Владивосток. Эта трасса сложилась в 1930-е гг., но после распада СССР начала стагнировать. Ситуация изменилась в начале текущего столетия. Согласно принятой в 2008 г. Стратегии развития Арктической зоны РФ и ее последующих дополнений, одной из основ реализации национальных интересов страны на этом пространстве стало восстановление и развитие Северного морского пути. В первую очередь это необходимо для обеспечения населения Северо-Востока страны жизненно необходимыми продовольственными, потребительскими и другими товарами. Но его совре-

менное и перспективное значение гораздо шире.

В условиях глобального потепления климата становится более доступным освоение разнообразных минеральных ресурсов Арктического побережья и прилегающих к нему территорий и акваторий. Арктический морской сегмент обеспечивает транспортную доступность как разрабатываемых, так и перспективных месторождений полезных ископаемых, расположенных на шельфе морей и на прибрежной суше. Минерально-сырьевой комплекс суши Арктической зоны Якутии и Чукотского АО представлен в основном добычей золота и серебра. Основное месторождение – Купол (Чукотский АО), где добыча золота составила 11 599 кг, серебра – 100,8 т. В Булунском районе Якутии добываются алмазы (см. табл. 1).

В пространственном развитии Арктического сегмента большую роль может сыграть сооружение Арктической железнодорожной магистрали – от Анадыря по побережью до Тикси и далее на Норильск и Новый Уренгой. Во взаимодействии и Северным морским путем эта магистраль может обеспечить совершенно другой уровень связанности и взаимодействия прибрежных районов Арктической зоны. Кроме того, она послужит экономической осью освоения значительных прилегающих к ней территорий.

Тихоокеанский морской сегмент обеспечивает транспортные связи для добывающей промышленности прибрежной зоны Тихоокеанской России и для обеспечения нормальной жизнедеятельности населения многих прибрежных поселений. Важнейшими минеральными ресурсами, добываемыми здесь, являются золото и серебро (Чукотка, Магаданская область и северная часть Хабаровского края). Уголь добывается в основном на Чукотке, Сахалине и в Охотском районе Хабаровского края. Ведется добыча свинца, цинка, платины (см. табл. 1). На шельфе Охотского моря у северо-восточного побережья острова Сахалин с 1990-х гг. ведется добыча нефти и природного газа (проекты «Сахалин-1» и «Сахалин-2»).

В будущем Северный морской путь с его тихоокеанским продолжением может перейти в разряд важнейших трасс мировой морской торговли. Этому способствуют глобальное потепление климата и обусловленное им уменьшение площади и истончение ледового покрова арктических морей. В 2010 г. состоялся экспериментальный проход грузового судна в летний сезон без ледокольного сопровождения от Мурманска до Пусана. В 2018 г. в обратном направлении в аналогичных навигационных условиях прошел груженный рефрижератор. С 2020 г. начало летней навигации в сопровождении ледоколов серий «Арктика» и «Таймыр», способных вскрывать ледо-

вое поле толщиной до 3 м, смещено с июля на май. В результате объем перевозок по Северному морскому пути стабильно растет. В 2019 г. он составил 31,5 млн т, превысив план на 5,5 млн т, в 2020 г. – 33 млн т. Пока этот грузопоток в основном представлен каботажем и доставкой сжиженного газа с Ямала в страны Восточной Азии. Но возможность открытия устойчивого круглогодичного транзита по Северному морскому пути из Атлантического в Тихий океан на ближайшую перспективу вполне реальна. В настоящее время ведется тестирование продления срока навигации по нему до 10 месяцев (исключая январь и февраль). С 2027 г. Северный морской путь с большой вероятностью станет доступен для движения судов круглый год, поскольку на него выйдут атомные ледоколы серии ЛК-120Я «Лидер», способные ломать лед толщиной до 5 м.

С учетом более благоприятных природно-климатических условий в Тихоокеанском морском сегменте, здесь создается и более высокий потенциал пространственного развития. В его основе, во-первых, развитие меридиональных морских путей вдоль тихоокеанского побережья России и поселений – опорных, базисных центров транспортного обслуживания и переработки морских природных ресурсов. А, во-вторых, в долгосрочной перспективе здесь представляется важным строительство меридиональных звеньев железных и автомобильных дорог, которые создадут эффективные предпосылки многих других форм пространственного развития в прибрежно-морской Тихоокеанской зоне. Так, в перспективе представляется важным сооружение мостового железнодорожного перехода на о. Сахалин, соединение корейских железных дорог с Транссибом.

ВЫВОДЫ

Развитие транспортной системы Дальнего Востока – один из стратегических приоритетов Российской Федерации, имеющий как социально-экономическое, так и геополитическое значение.

К 2019 г. по периметру Дальневосточного региона сформировалась пространственная территориально-акваториальная структура в виде замкнутого транспортно-экономического кольца, состоящего из крупных разнородных транспортных звеньев, связанных между собой, обслуживающих их узлов – поселений и зон тяготения к ним. Это значительно расширяет перспективы пространственного развития региона, выход на новые локальные и региональные уровни.

При этом уже в настоящее время закладывается не только рост широтных (запад–восток–запад) перевозок и меридиональных (юг–север–юг), но и их взаимосвязка и взаимодополнение через различные

транспортные звенья, узловые стыки сегментов. В рамках этого инфраструктурного образования, с одной стороны, появилась возможность координации и взаимодействия нескольких видов транспорта, что весьма важно при огромных расстояниях и растущих объемах перевозок для обеспечения их регулярности и надежности. С другой – развитие диверсифицированной транспортной инфраструктуры, вовлекающей в зону своего влияния огромные пространства с наличием разнообразных природных ресурсов суши и моря, будет способствовать долгосрочному комплексному развитию региона.

Благодарность. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ «Потенциал приморских поселений для целей долгосрочного развития: содержание и методы оценки (на примере Тихоокеанской России)», проект № 22-17-00186.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бабурин В.Л. Подходы к оценке социально-экономической эффективности развития транспортно-коммуникационной инфраструктуры в Сибири и на Дальнем Востоке // Региональные исследования. 2018. № 2(60). С. 25–31.
- Бакланов П.Я., Мошков А.В., Романов М.Т., Ушаков Е.А. Подходы к транспортно-географическому районированию Дальневосточного макрорегиона // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-ресурсные, социальные и хозяйственные структуры территорий: сб. науч. тр. / под ред. К.С. Ганзея, П.Я. Бакланова. Владивосток: Изд-во ТИГ ДВО РАН. 2020. С. 6–9.
- Бакланов П.Я., Мошков А.В., Романов М.Т. Базисные структурные звенья в долгосрочном развитии транспортных систем Дальневосточного региона России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2018. № 4. С. 83–92.
- Бандман М.К., Малов В.Ю. Транспортный комплекс Азиатской России. Укрепление экономической безопасности // Современные проблемы географии и природопользования: сб. науч. тр. / под ред. М.К. Бандмана. Барнаул: Изд-во ИЭ и ОПП СО РАН, 2001. Вып. 5–6. С. 100–114.
- Бардадь А.Б. Транспортный комплекс Дальнего Востока: трансформация и интеграция. Хабаровск: Изд-во ИЭИ ДВО РАН, 2019. 336 с.
- Лаврентьев А.В. Развитие транспорта на Дальнем Востоке России (середина 1980-х гг. – начало XXI в.). Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2014. 232 с.
- Леонтьев Р.Г. Транспорт и логистика Дальнего Востока РФ: Транспортный комплекс и сухопутные сообщения. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. 259 с.
- Маергойз И.М. Территориальная структура хозяйства. Новосибирск: Наука, 1986. 303 с.
- Саушкин Ю.Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика. М.: Мысль, 1973. 559 с.
- Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Арктики как приоритет государственной политики Российской Федерации. М.: Изд-во Государственной Думы, 2021. 321 с.
- Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей. Смоленск; М.: Универсум, 2005. 382 с.
- Харламова Ю.А. Российский железнодорожный комплекс: геостратегическое измерение // Россия в современном мире. 2009. № 4. С. 217–225.
- Наконец, заложенный в БДТЭК логистический потенциал способен существенно усилить позиции России в международных транспортных перевозках, как в сухопутных, так и в морских звеньях, и через их взаимодействия. Кроме того, существуют реальные предпосылки пространственного развития в долгосрочной перспективе как транспортных звеньев, так и узловых и территориально-акваториальных структур. Подобное структурное развитие БДТЭК будет инициировать новые формы пространственного развития как во внутренних структурах, так и на их внешних сопряжениях.
- Щербанин Ю.В. Геополитика и транспорт: о возможностях проекта «Российская транспортная дипломатия» // Мир и политика. 2009. № 4(31). С. 68–80.
- Liliopoulou A., Roe M., Pasukeviciute I. Trans-Siberian Railway: from inception to transition, *European Transport*, 2005, no. 29, p. 36–56.
- Tolley R., Turlton D. Transport Systems, Policy and Planning: A Geopolitical Approach. N.Y., Wiley Publ., 1995, 799 p.
- Dong S., Yang Y., Li F. et al. An evaluation of the economic, social and ecological risks of China – Mongolia – Russia high-speed railway construction and policy suggestions, *Journal of Geographical Science*, 2018, vol. 28, no. 7, p. 900–918.
- Zhi-lun J., Shao-Ju L., Ling W., Bing-Lian L. Contemporary Logistics in China Reformation and Perpetuation, Singapore, SNS Publ., 2017, 543 p.
- Электронные ресурсы**
- Беляков Р.С. Текущее состояние и перспективы модернизации транспортной системы Дальнего Востока // Universum: экономика и юриспруденция № 6. 2018. URL: <https://7universum.com/ru/economy/archive/item/5980> (дата обращения 06.07.2021).
- Годовой отчет открытого акционерного общества «Амурское пароходство» // Gigabaza.ru. URL: <https://gigabaza.ru/doc/195544.html> (дата обращения 06.09.2018).
- Грузооборот портов Дальневосточного бассейна РФ в 2020 г. URL: <https://news.ati.su/news/2021/01/20/gruzooborot-portov-dalnevostochnogo-basseyna-rf-v-2020-godu-vyros-na-46-184200/> (дата обращения 29.07.2021).
- Дробышева И. Развитие международных транспортных коридоров «Приморье-1» и «Приморье-2» замедлила пандемия // RG.RU. URL: <https://rg.ru/2021/03/26/razvitie-mezhdunarodnyh-transportnyh-koridorov-zamedlila-pandemiia.html> (дата обращения 07.05.2021).
- Недра России. Минерально-сырьевая база субъектов Федерации и Федеральных округов: ГИС-атлас. URL: <https://vsegei.ru/ru/gisatlas/msb/> (дата обращения 09.02.2022).
- Объем грузоперевозок по МТК «Приморье-1» вырос почти в два раза. URL: <https://primorsky.ru/news/164469/?ysclid=lcpgsd1rt7311755126> (дата обращения 22.06.2021).

Характеристика основных логистических систем Дальневосточного федерального округа. URL: <https://www.kazedu.com/referat/169866/8> (дата обращения 07.05.2021).

Холоша М.В. Возможности развития международного транспортного пространства Северо-Востока Азии

с участием Приморского края. URL: <http://www.business-dialogy.ru/wp-content/uploads/2013/02/Возможности-развития-международного-транспортного-пространства-Северо-Востока-Азии-с-участием-Приморского-края.pdf> (дата обращения 15.01.2022).

Поступила в редакцию 28.03.2022

После доработки 13.07.2022

Принята к публикации 22.09.2022

THE GREAT FAR EASTERN TRANSPORT AND ECONOMIC RING: STRUCTURE AND FUNCTIONS IN THE SPATIAL DEVELOPMENT OF THE REGION

P.Ya. Baklanov¹, A.V. Moshkov², G.G. Tkachenko³, V.G. Shvedov⁴

¹⁻⁴ *Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Territorial and Economic of Structures*

¹ *Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: pbaklanov@tigdvo.ru*

² *D.Sc. in Geography; e-mail: mavr@tigdvo.ru*

³ *Ph.D. in Geography; e-mail: tkatchenko-gri@mail.ru*

⁴ *D.Sc. in Geography; e-mail: i-svg@yandex.ru*

Along the perimeter of the Far East region of Russia, a formed closed transport and economic structure has been identified. It can be described as the Great Far Eastern Transport and Economic Ring (GFETER). Four large segments are identified and considered in its composition: the latitudinal Southern and Arctic marine, as well as the meridional Western and Pacific marine. They are large interacting parts of the general territorial and aqua-territorial transport and economic structure, which consists of linear links represented by communication routes, nodes – settlements that perform certain transport and other functions, territorial and water zones of gravity to these structural elements. The analysis of the current state of the spatial structure of GFETER was carried out. This formation serves the most important passenger and cargo transportation – from intra-regional to inter-regional and transit, provides various forms of spatial development of the Far East region.

The transport specialization of the elements of this spatial structure of the GFETER is shown. The linear elements of the GFETER segments perform transport functions. Transport nodes in general perform more diverse functions determined by the action of a combination of factors: economic-geographical and transport-geographical position, geodemographic, scientific, technical and natural resource potentials, natural and climatic conditions. The main functions of the GFETER transport hubs are highlighted. The Vladivostok agglomeration hub occupies a special place among them. The significance of the GFETER for the Far East is due to the fact that its segments include territories and water areas where large natural resources are being developed. In the long term, various forms of spatial development of this structure are possible, including the construction of an Arctic railway line and a railway along the river. Lena. The construction of various transport links along the Pacific coast is also expedient. All this will initiate new forms of spatial development of the Far East region as a whole.

The development of a transport perimeter in the form of a GFETER significantly expands the prospects for the long-term integrated development of the region, improves the coordination and interaction of various modes of transport, and increases the degree of its regularity and reliability. This is especially true in view of the vast distances and growing volumes of traffic. The logistics potential inherent in GFETER can significantly strengthen Russia's position in international transportation and cooperation.

Keywords: Far Eastern region, cargo transportation, transport and economic ring structure, transport and economic segments, functions, transport hubs, settlements

Acknowledgement. The work was supported by the RSF grant “The potential of coastal settlements for long-term development: the content and methods of assessment (on the example of Pacific Russia)”, project No. 22-17-00186.

REFERENCES

Baburin V.L. Podkhody k otsenke sotsial'no-ekonomicheskoy effektivnosti razvitiya transportno-kommunikatsionnoj

infrastruktury v Sibiri i na Dal'nem Vostoke [Approaches to assessing the socio-economic efficiency of the deve-

- lopment of transport and communication infrastructure in Siberia and the Far East], *Regional'nye issledovaniya*, 2018, no. 2(60), p. 25–31. (In Russian)
- Baklanov P.Ya., Moshkov A.V., Romanov M.T., Ushakov E.A. Podkhody k transportno-geograficheskomu raionirovaniyu Dal'nevostochnogo makroregiona [Approaches to the transport-geographical regionalization the Far Eastern macroregion], *Geosystems Northeast Asia: natural, natural resourcenye, social and economic structures of the territory* Ray, K.S. Ganzeya, P.Ya. Baklanova (eds.), Vladivostok, TIG FEB RAS Publ., 2020, p. 6–9. (In Russian)
- Baklanov P.Ya., Moshkov A.V., Romanov M.T. Bazyisnye strukturnye zven'ya v dolgosrochnom razvitiitransportnykh sistem Dal'nevostochnogo regiona Rossii [Basic structural links in the long-term development of transport systems in the Far East region of Russia], *Vestn. Mosk. Un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2018, no. 4, p. 83–92. (In Russian)
- Bandman M.K., Malov V.Ju. [Transport complex of Asian Russia. Strengthening of economic security], *Sovremennye problemy geografii i prirodopol'zovaniya* [Proc. Of the IEI OPPP SB RAS “Modern problems of Geography and Nature Mastering”], 2001, no. 5–6, p. 100–114. (In Russian)
- Bardal' A.B. *Transportnyy kompleks Dal'nego Vostoka: transformatsiya i integratsiya* [Transport complex of the Far East: transformation and integration], Khabarovsk, IEI FEB RAS Publ., 2019, 336 p. (In Russian)
- Kharlamova Ju.A. Rossijskij zheleznodorozhnyy kompleks: geostrategicheskoe izmerenie [Russian Railway Complex: Geostrategic Dimension], *Rossiya v sovremennom mire*, 2009, no. 1, p. 217–225. (In Russian)
- Kholosha M.V. Vozmozhnosti razvitiya mezhdunarodnogo transportnogo prostranstva Severo-Vostoka Azii s uchastiem Primorskogo kraja [Opportunities for the development of the international transport space of the North-East of Asia with the participation of Primorsky Krai], URL: <http://www.business-dialogy.ru/wp-content/uploads/2013/02/> (access date 15.01.2022). (In Russian)
- Lavrent'ev A.V. *Razvitie transporta na Dal'nem Vostoke Rossii (seredina 1980kh gg. – nachalo XXI v.)* [Development of transport in the Russian Far East (mid 1980s – early 21st century)], Vladivostok, VSUES Publ., 2014, 232 p. (In Russian)
- Leont'ev R.G. *Transport i logistika Dal'nego Vostoka RF. Transportnyy kompleks i sukhoputnye soobshcheniya* [Transport and logistics of the Far East of RF. Transport complex and overland communications], Khabarovsk, FESTU Publ., 2008, 259 p. (In Russian)
- Maergojz I.M. *Territorial'naya struktura khozyajstva* [Territorial structure of the economy], Novosibirsk, Nauka Publ., 1986, 303 p. (In Russian)
- Saushkin Ju.G. *Ekonomicheskaya geografiya: istoriya, teoriya, metody, praktika* [Economic geography: history, theory, methods, practice], Moscow, Mysl' Publ., 1973, 559 p. (In Russian)
- Shcherbanin Ju.V. Geopolitika i transpot: o vozmozhnostyakh proekta “rossijskaya transportnaya diplomatiya” [Geopolitics and Transport: About the Opportunities of the “Russian Transport Diplomacy Project”], *Mir i politika*, 2009, no. 4(31), p. 68–80. (In Russian)
- Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Dal'nego Vostoka i Arktiki kak prioritet gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federatsii* [Socio-economic development of the Far East and the Arctic as a priority of the state policy of the Russian Federation], Moscow State Parliament Publ., 2021, 321 p. (In Russian)
- Tarkhov S.A. *Evoljutsionnaya morfologiya transportnykh setej* [Evolutionary morphology of transport networks], Smolensk, Moscow, Universum Publ., 2005, 382 p. (In Russian)
- Liliopoulou A., Roe M., Pasukeviciute I. Trans-Siberian Railway: from inception to transition, *European Transport*, 2005, no. 29, p. 36–56.
- Tolley R., Turton D. *Transport Systems, Policy and Planning, A Geopolitical Approach*, N.Y., Wiley Publ., 1995, 799 p.
- Dong S., Yang Y., Li F. et al. An evaluation of the economic, social and ecological risks of China – Mongolia – Russia high-speed railway construction and policy suggestions, *Journal of Geographical Science*, 2018, vol. 28, no. 7, p. 900–918.
- Zhi-lun J., Shao-Ju L., Ling W., Bing-Lian L. Contemporary Logistics in China Reformation and Perpetuation, Singapore, SNS Publ., 2017, 543 p.
- Web sources*
- Belyakov R.S. Tekushchee sostoyanie i perspektivy modernizatsii transportnoj sistemy Dal'nego Vostoka [Current status and prospects of modernization of the Far East transport system], *Universum: ekonomika i yurisprudenciya*, no. 6, 2018, URL: <https://universum.com/ru/economy/archive/item/5980> (access date 06.07.2021). (In Russian)
- GIS – Atlas Nedra Rossii, Mineral'no-syr'evaya baza Federatsii i Federal'nykh okrugov [Subsoil of Russia, Mineral-resource base of subjects of the Federation and Federal Districts], URL: <https://vsegei.ru/ru/gisatlas/msb/> (access date 09.02.2022). (In Russian)
- Godovoy otchet otkytogo aktsionernogo obshchestva “Amurskoe parokhodstvo” [Annual report of the open joint-stock company “Amur Shipping Company”], URL: <https://gigabaza.ru/doc/195544.html> (access date 06.09.2018). (In Russian)
- Gruzooborot portov Dal'nevostochnogo bassejna RF v 2020 g. [Cargo turnover of the ports of the Far Eastern Basin of the Russian Federation in 2020], URL: <https://news.ati.su/news/2021/01/20/gruzooborot-portov-dalnevostochnogo-bassejna-rf-v-2020-godu-vyros-na-46-184200/> (access date 29.07.2021). (In Russian)
- Kharakteristika osnovnykh logisticheskikh sistem Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga [Characteristics of the main logistics systems of the Far Eastern Federal District], URL: <https://www.kazedu.kz/referat/169866/9> (access date 07.05.2021). (In Russian)
- Ob'em gruzoperevozok po MTK “Primor'e-1” vyros pochti v 2 raza [The volume of cargo transportation on the ITC “Primor'e-1” has almost doubled], URL: <https://primorsky.ru/news/164469/?ysclid=lcpgsd1rt7311755126> (access date 22.06.2021). (In Russian)
- Razvitie mezhdunarodnykh transportnykh koridorov “Primor'e-1” i “Primor'e-2” zamedlila pandemiya [The development of international transport corridors “Primor'e-1” and “Primor'e-2” was slowed down by the pandemic], URL: <https://rg.ru/2021/03/26/razvitie-mezhdunarodnyh-transportnyh-koridorov-zamedlila-pandemiia.html> (access date 07.05.2021). (In Russian)

Received 28.03.2022

Revised 13.07.2022

Accepted 22.09.2022

Памяти первооткрывателя
Хибинских ледников
Вениамина Федоровича Перова
(1931–2017)

УДК 556.124.4

СТРОЕНИЕ И ДИНАМИКА СНЕЖНО-ЛЕДЯНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ХИБИНСКИХ ГОРАХ В XXI ВЕКЕ

М.А. Викулина¹, Ф.А. Романенко², М.В. Зимин³, Л.Е. Ефимова⁴, Б.Г. Покровский⁵

^{1–4} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет

⁵ Геологический институт РАН, лаборатория геохимии изотопов и геохронологии

¹ Кафедра криолитологии и гляциологии, науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: masanna2003@mail.ru

² Кафедра геоморфологии и палеогеографии, вед. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: faromanenko@mail.ru

³ Кафедра картографии и геоинформатики, лаборатория аэрокосмических методов,
вед. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: zimintv@mail.ru

⁴ Кафедра гидрологии суши, ст. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: ef_river@mail.ru

⁵ Зав. лабораторией, д-р геол.-минерал. наук; e-mail: pokrov@ginras.ru

В 1958 г. сотрудник Хибинской учебно-научной станции Географического факультета МГУ В.Ф. Перов описал в Хибинских горах четыре снежно-ледяных образования, которые посчитал малыми ледниками. До 2005 г., когда начались наши исследования, эти объекты детально не изучались. Для выяснения строения ледников и оценки изменения их площади за 60 лет авторы провели полевые наблюдения, использовали геоинформационные методы и дистанционное зондирование. Впервые снежно-ледяные образования были пробурены насквозь, отобраны керны льда и проведены геохимический и изотопно-кислородный анализы. Толщина ледяных ядер колебалась от 0,2 до 1,6 м. Оказалось, что, несмотря на некоторую тенденцию к деградации, площадь этих объектов с 1958 г. остается относительно стабильной. Анализ климатических изменений в Хибинах показал, что в начале 2000-х гг. годовое количество твердых осадков уменьшалось. Так, максимальная мощность снежного покрова на метеоплощадке Хибинской учебно-научной базы зимой 2002–2003 гг. не превышала 55 см. Возможно, именно поэтому в 2000–2010 гг. площади снежно-ледяных образований сократились более чем в два раза по сравнению с измерениями В.Ф. Перова. Но после 2007 г. количество выпадающего снега увеличилось: максимальная мощность снежного покрова на той же метеоплощадке в 2020 г. достигла 180 см. Это максимальная толщина снежного покрова за все время наблюдений (1984–2020). Хотя по литературным данным повышение среднегодовой температуры на равнинах Кольского полуострова достигает $2,3 \pm 1^\circ\text{C}$ за последние 50 лет, средние температуры теплого периода не увеличиваются. Мы полагаем, что именно это, как и увеличение количества твердых осадков в последние годы, обуславливает достаточно стабильное состояние снежно-ледяных образований в Хибинах, которые, как выяснилось, оказываются более устойчивыми к потеплению климата, чем горные ледники.

Ключевые слова: снежно-ледяные тела, Кольский полуостров, космические снимки, малые ледники, снежники

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.8

ВВЕДЕНИЕ

Одним из самых актуальных вопросов горной гляциологии в настоящее время остается проблема динамики разных форм оледенения при потеплении климата. Обусловленной им деградации ледников посвящено множество работ по самым разным регионам, в том числе по Арктике [Сарана, 2012; Ананичева, 2014; Носенко и др., 2020; Ananicheva et al., 2020]. Измерены величины линейного и объемного уменьшения ледников на Шпицбергене, Новой Земле, Земле Франца-Иосифа и островах Карского моря,

в Гренландии. Это десятки метров и тысячи кубометров в год. Но в горах Арктики и Субарктики существует также большое количество так называемых малых форм оледенения, в том числе многолетних снежников и снежно-фирново-ледяных образований (СФЛО). Несмотря на современные небольшие (до сотен метров в поперечнике) размеры, они играют или могли играть важную палеогеографическую роль [Большаинов, 2006]. Изучение таких объектов на станции «Ледник Абрамова» на Алайском хребте, в Японии, Канаде и в Европе показало, что они

существуют многие десятки, возможно, сотни лет, т. е. слабо или совсем не реагируют на изменения климата [Глазырин и др., 1993; Kuhn, 1995; Glazirin et al., 2004; Debeer, Sharp, 2009]. В отличие от более крупных ледников, у них нельзя выделить зоны накопления и абляции, они не двигаются, но содержат ледяные ядра и сохраняются длительное время, то увеличиваясь, то уменьшаясь в размерах.

До сих пор грань между многолетними снежниками и ледниками остается дискуссионной. Не существует устоявшегося мнения, что считать многолетним снежником, а что малым ледником. Под последними часто имеются в виду объекты размером менее 0,1 км² без каких-то других пояснений [Гляциологический..., 1984].

Полвека назад М.В. Тронов [1966] относил к малым формам оледенения ледники склонов, не спускающиеся в главные долины, и «устойчивые снежно-фирновые скопления», которые хотя бы в малой степени сохраняют облик и свойства ледниковых образований. При этом он указывал на то, что малые и самые малые ледники оказываются универсальной формой оледенения на земном шаре, обладая значительной устойчивостью.

Г.Е. Глазырин [Глазырин и др., 1993] предлагал называть малым ледником такой ледник (или многолетний снежник), перераспределение массы которого за счет его собственного движения мало по сравнению с другими процессами массообмена. По его наблюдениям, некоторые многолетние снежники почти без последствий переносят существенные изменения климата, в отличие от крупных ледников. Именно приспособленность к условиям рельефа позволяет выживать небольшим многолетним снежникам, лежащим на 1 км и более ниже средней для района снеговой границы.

В.А. Сарана [2012], изучавший малые ледники на плато Путорана, дает такое определение: *малый ледник* – это малоподвижное фирново-ледяное тело, которое лежит ниже снеговой границы, занимает одну форму рельефа и существует благодаря благоприятному сочетанию орографических и климатических факторов в условиях повышенного метелевого переноса и лавинной деятельности.

Многочисленные наблюдения в горах разных широт показывают, таким образом, что снежно-фирновые или фирново-ледяные скопления возникают из-за повышенной концентрации снега на небольших участках земной поверхности. СФЛО отличаются большим разнообразием размеров и мощности, могут быть остаточными и эмбриональными, могут залегать выше или ниже климатической снеговой границы, их ледяное ядро может значительно меняться по морфологии. В современных климатических условиях эти образования остаются

весьма многочисленными, что вызывает значительный интерес к вопросам их существования, строения и классификации, которые могут быть решены лишь путем детального изучения.

СФЛО есть и в Хибинских горах в центральной части Кольского полуострова. Более 60 лет назад, во время Международного геофизического года (1957–1959) сотрудник Хибинской географической станции (сейчас – Хибинская учебно-научная база, ХУНБ) [Vikulina et al., 2021] В.Ф. Перов (1931–2017) открыл в Хибирах четыре небольших ледника [Перов, 1958; 1968]. Их существование ранее предполагали известные исследователи А.Ф. Миддендорф, И.К. Тихомиров и Г.К. Тушинский. Ледники вошли в Каталог ледников СССР [1966] под номерами в соответствии с порядком обнаружения. До начала XXI в. они детально не изучались и вопрос об их современном состоянии стал особенно актуален в условиях климатического потепления.

По данным наблюдений равнинных метеостанций, среднегодовая температура в Мурманской области за последние 50 лет повысилась на $2,3 \pm 1^\circ\text{C}$ [Marshall et al., 2016]. Если в некоторых других регионах (Полярный Урал) площадь ледников уменьшилась на 22% лишь за 10 последних лет [Носенко и др., 2020], то повышение температуры должно было привести к полному исчезновению малых форм оледенения и в Хибирах. И в начале XXI в. некоторые исследователи прогнозировали, что ледники в Хибирах вскоре полностью исчезнут [Зюзин, 2006].

Но наши многолетние (с 1995 г.) наблюдения показывают, что это не так. И главной целью принятых нами в 2007–2021 гг. исследований стало выявление динамики снежно-фирново-ледяных образований в Хибинских горах и процессов преобразования вещества в них, установление механизма их устойчивости. Вслед за первооткрывателем хибинских ледников В.Ф. Перовым и составителями Каталога ледников СССР [1966], мы будем здесь продолжать называть их ледниками, считая, что в данном случае СФЛО – это синоним данного объекта.

Условия существования малых форм оледенения в Хибинских горах. Хибинские горы (максимальная высота 1200 м, г. Юдычвумчорр) расположены за Полярным кругом на Кольском полуострове и отличаются платообразным рельефом. Четыре выявленных В.Ф. Перовым ледника (рис. 1, 2) очень невелики по площади и толщине (табл. 1, 2) и располагаются на высотах 900–1000 м в благоприятных для повышенного снегонакопления условиях: № 1 – в верхней части склона северной экспозиции (см. рис. 2А); № 2 – у подножья склона северной экспозиции (см. рис. 2Б); № 3 и 4 – в узких скальных трещинах склона восточной экспозиции (см. рис. 1, 2В).

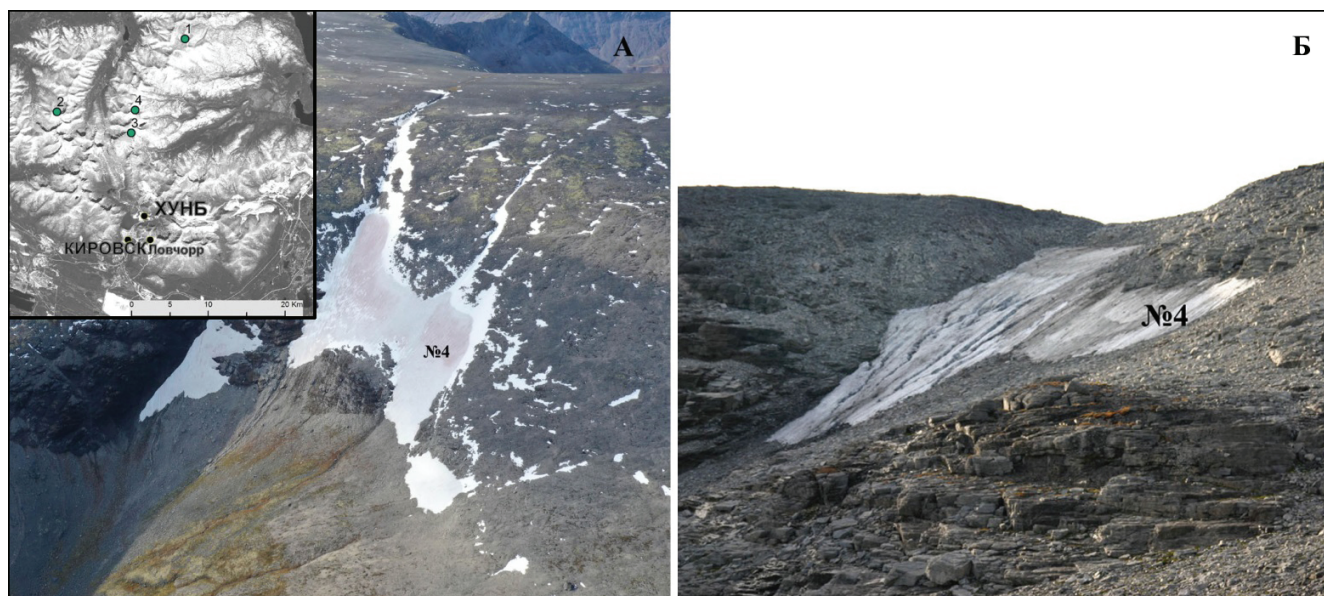


Рис. 1. Ледник № 4 в разные годы:

А – дата съемки 25.09.2020 (холодное лето, многоснежная зима) – длина и ширина ледника 230–250 м;
 Б – дата съемки 18.09.2006 (малоснежная зима) – ледник уменьшился до своих минимальных размеров (фото М.А. Викулиной).
 На врезке точками с цифрами показано расположение ледников в Хибинах. Черными точками показано местоположение:
 ХУНБ – Хибинской учебно-научной базы; Ловчорр – метеостанции на плато Ловчорр; г. Кировск

Fig. 1. Glacier No. 4 in different years:

А – September 25, 2020 (cold summer, snowy winter), the length and width of the glacier are 230–250 meters; Б – September 18, 2006 (winter with little snow), the glacier decreased to its minimum size (photo by M.A. Vikulina). The inset shows the location of glaciers in the Khibiny Mountains. Black points show the location: ХУНБ – Khibiny educational and scientific base;

Ловчорр – Lovchorr weather stations; Кировск – town Kirovsk

Таблица 1

Ледники Хибин

Номер ледника в [Каталог..., 1966]	Местоположение	Морфологический тип	Высотный диапазон, м
1	Верховья самого верхнего правого притока р. Кальйок, северо-восточный край плато Лявочорр	Карнизный ледник – навесный	1030–1100
2	Подножье плато Часначорр, кар в верховьях р. Часнайок	Лавинный ледник у подножия склона	890–980
3	Восточный край плато Кукисвумчорр, верховья р. Тульйок	Ледник кулуара – навесный	940–1070
4	Северо-восточный край плато Кукисвумчорр, верховья р. Южный Каскаснюйок	Ледник кулуара – навесный	910–1000

Все они лежат ниже теоретической снеговой границы на 800–1000 м. По расчетам Г.К. Тушинского [Тушинский, Малиновская, 1962], она проходит здесь на высотах 1600–1900 м, повышаясь в юго-восточном направлении. В связи с таким низким расположением ледники должны быть чувствительны к климатическим изменениям. Тем не менее, несмотря на повышение среднегодовой температуры, они продолжают существовать, значительно меняя свои размеры год от года и к концу периода абляции в конце сентября иногда почти исчезая.

Кольский полуостров находится в атлантико-арктической области умеренного пояса, и в Хибинах совмещаются черты регионального и местного горного климата. Переход среднесуточной температуры через 0°C на вершинных поверхностях плато (1000–1200 м) в среднем наблюдается 6 июля и 17 августа, т. е. продолжительность безморозного периода не превышает 41 день, а средняя температура летних месяцев не превышает +5,3°C [Мокров, 2008].

Устойчивый снежный покров на плато залегает с начала октября по начало июня. Осадки в виде снега могут выпадать в любое время года.

Характерная особенность Хибин – сильные ветры, которые сносят с плато на склоны большое количество снега. Скорость ветра закономерно растет с высотой и в зимний период усиливается при прохождении циклонов. Среднемесячная скорость ветра в зимние месяцы на плато достигает 6,5 м/с, а ветры свыше 15 м/с наблюдаются около 60 дней [Мокров, 2008].

Твердые осадки на плато составляют 70% от общего количества осадков. По многолетним данным в Хибинах в среднем выпадает около 700 мм твердых осадков в год [Зайка и др., 2012], что при пересчете дает высоту снежного покрова 296 см. Однако, реальные значения оказываются существенно меньше, так как 50–70% всего снега сносится с плато. Метели на плато отмечаются в среднем 154 дня в году [Мокров, 2008].

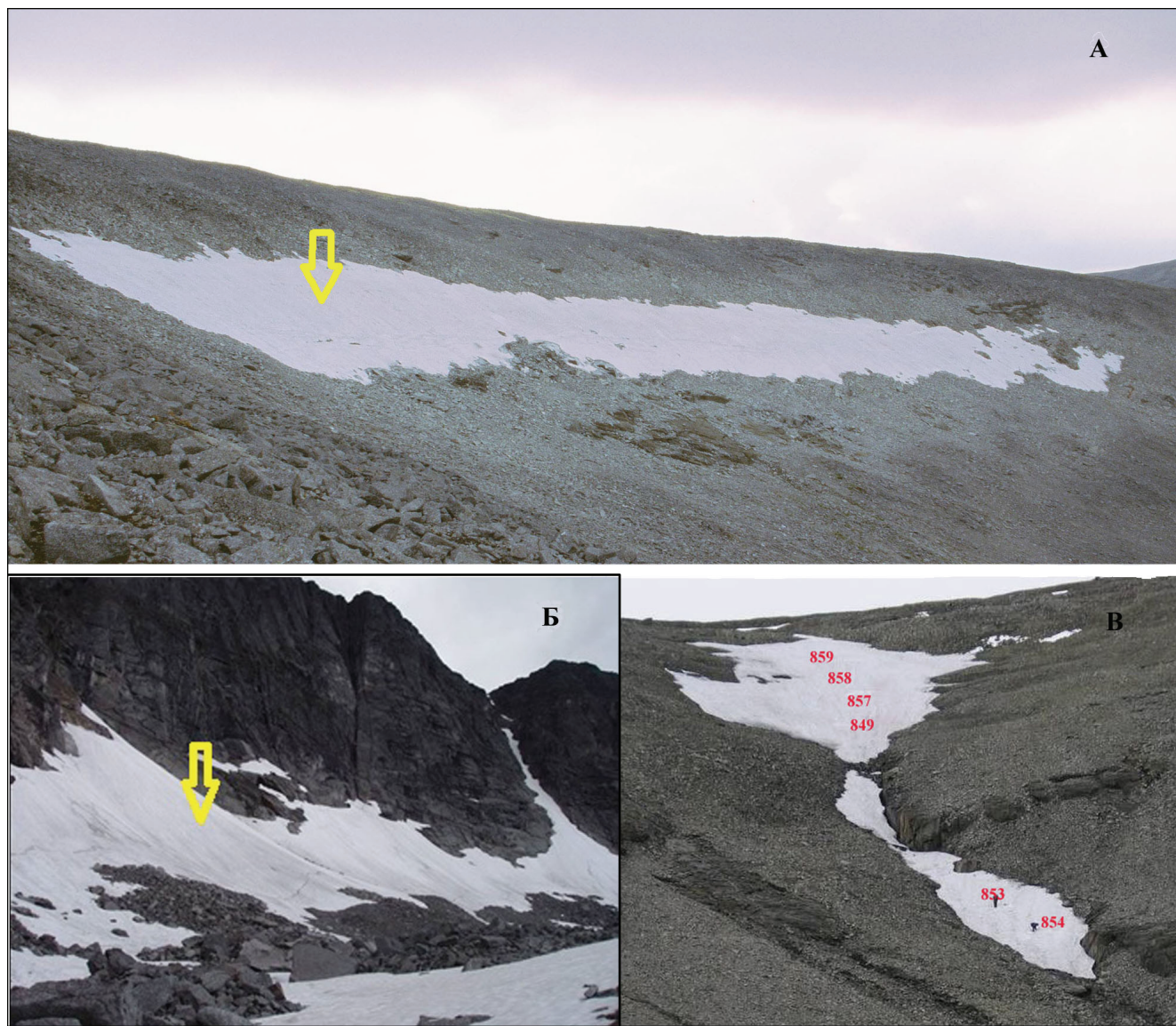


Рис. 2. Ледники Хибин:

А – ледник № 1, дата съемки 25.08.2005 г. (малоснежная зима, жаркое лето), толщина льда 5–10 см, стрелкой показано местоположение шурфа (фото М.А. Викулиной); Б – ледник № 2, дата съемки 3.07.2006 г. (малоснежная зима), стрелкой показано расположение шурфа, где проводилось бурение (фото Ф.А. Романенко); В – ледник № 3, дата съемки 28.09.2007 г. – лед найден в самой верхней и обширной части снежного тела, отделенного от нижележащих снежников скальным выступом. Цифрами обозначены номера шурфов (фото О.С. Олюниной)

Fig. 2. Khibiny glaciers:

А – glacier no. 1, August 25, 2005 (winter with little snow, hot summer), ice thickness is 5–10 cm, the arrow shows the location of the pit (photo by M.A. Vikulina); Б – glacier no. 2, July 3, 2006 (winter with little snow), the arrow shows the location of the borehole (photo by F.A. Romanenko); В – glacier no. 3, September 28, 2007, ice was found in the uppermost and most extensive part of the snow body, separated from the underlying snowfields by a rocky outcrop. Points indicate numbers of pits (photo by O.S. Olyunina)

Таблица 2

**Размеры ледников Хибин в конце периода абляции (конец августа – сентябрь)
и снежность предыдущей зимы**

	Sn	Ледник № 1			Ледник № 2			Ледник № 3			Ледник № 4		
		<i>L</i>	<i>W</i>	<i>S</i>	<i>L</i>	<i>W</i>	<i>S</i>	<i>L</i>	<i>W</i>	<i>S</i>	<i>L</i>	<i>W</i>	<i>S</i>
1958*		80	360	0,03	420	50–150	0,03	350	40–90	0,02	240	40–90	0,015
2004**	м							270	50		195		
2005	м	50	350	0,01				300	90	0,02	185	108	0,01
2006	м	22	55	0,0008				60	15	0,0009	90	70	0,003
2007	с							200	30	0,002	100	60	0,004
2009	с							325	133	0,05	194	207	0,18
2012	с	57	411	0,02	126	266	0,015	200	40	0,003	178	50	0,009
2016	с	43	351	0,015	36	157	0,009	191	20	0,005	136	36	0,005
2017	мн	56	432	0,02				702	438	0,11	693	277	0,06
2018	с	28	135	0,003	73	55	0,002				93	68	0,004
2019	с	21	232	0,004	115	221	0,014	257	74	0,01	151	104	0,009
S_{cp}				0,01			0,01			0,03			0,03

Примечания. * По данным [Перов, 1968]. ** По данным [Зюзин, 2006]. Sn – снежность зимы (м – малоснежная; с – средне-снежная; мн – многоснежная); *L* – длина (м); *W* – ширина (м); *S* – площадь (км²); S_{cp} – среднее значение площади за время исследования (2005–2019).

Анализируя динамику температур и количества твердых осадков в центре Кольского полуострова, мы использовали данные трех метеостанций с непрерывными с 1966 г. рядами наблюдений, расположенных на разном расстоянии от Хибин: Мурманск (142 км к северу), Кандалакша (86 км на юго-запад), Краснощелье (130 км восточнее) [Булыгина и др., 2021]. На всех трех станциях заметно повышение среднегодовых температур, что подтверждается и другими исследованиями [Marshall et al., 2016]. Но средние температуры теплого периода меняются незначительно (рис. 3А), а потепление отмечается главным образом зимой, весной и осенью (см. рис. 3Б). Это обычная картина в Арктике и Субарктике – лето остается прохладным, а холодный период теплеет [Shilovtseva et al., 2011]. Сравнение коэффициентов регрессии, отражающих тренд средних сезонных температур на метеостанциях, расположенных в Хибинских горах и на прилегающих равнинах, не выявило статистически значимых различий [Демин, Волков, 2017]. Это позволяет говорить об одинаковых тенденциях и скорости потепления в горах и на равнинах Кольского полуострова.

Анализ суммарного количества твердых осадков на трех равнинных метеостанциях за 1966–2015 гг. (за последние семь лет нет данных) показывает некоторое статистически незначимое снижение. Преобладают зимы средней снежности, многоснежные и малоснежные зимы случаются достаточно редко [Зайка и др., 2012]. Но в расчеты не попадают дан-

ные последних двух многоснежных 2017 и 2020 гг. Поэтому нами были использованы результаты измерений высоты снежного покрова на метеоплощадке ХУНБ с 1984 г. До 2010 г. не наблюдалось какого-то тренда понижения или повышения толщины снежного покрова, как и на метеостанции «Центральная» на плато Ловчорр [Зайка и др., 2012]. Но после 2010 г. высота снежного покрова увеличивается, что подтверждают многоснежные зимы последних лет (рис. 4). За период наблюдений на ХУНБ (1984–2021) устойчивый снежный покров лежит в среднем 190 дней (см. рис. 4), в отдельные сезоны – до 228 дней (2019–2020).

За последние 20 лет по данным, полученным на площадке ХУНБ, многоснежными можно считать зимы 2013–2014, 2016–2017 и 2019–2020 гг. (см. рис. 4). Начало 2000-х гг., наоборот, характеризовалось малоснежными зимами при минимуме в 2002–2003 и 2005–2006 гг.

Таким образом, несмотря на рост среднегодовых температур воздуха на Кольском полуострове, средние температуры теплого периода меняются слабо, а количество твердых осадков в Хибинах незначительно увеличивается.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2005–2020 гг. в ходе комплексного исследования Хибинских ледников на первом этапе в 2005–2009 гг. мы наблюдали за ними визуально в течение всего периода абляции, измеряли их размеры в период мак-

симального снеготаяния в конце августа – сентябре, проходили шурфы в снегу, льду и фирне, создавали цифровые модели рельефа [Викулина, 2008]. Летом 2006 и осенью 2007 и 2008 гг. мы впервые пробурили насквозь два ледника (№ 2, 3) при помощи кольцево-

го ледового бура Черепанова (известного также как ПИ-8), достигнув скального ложа. До этого толщина ледников оценивалась только по косвенным данным. Бурение ледника № 4 пришлось прекратить из-за большой мощности снега в 2008 г.

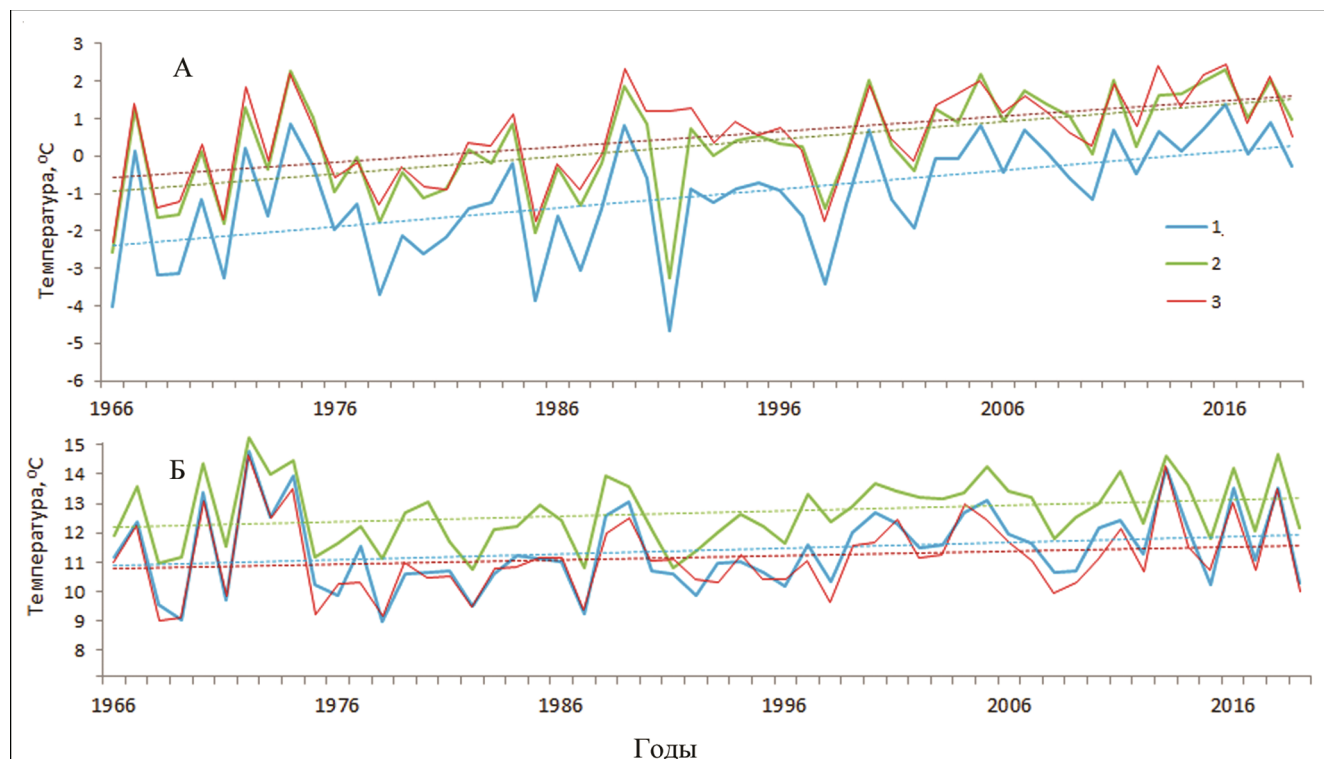


Рис. 3. Многолетнее изменение температуры воздуха на метеостанциях Мурманской области (по данным [Булыгина и др., 2021]):

А – средние годовые температуры; Б – средние летние температуры; станции: 1 – Мурманск; 2 – Кандалакша; 3 – Краснощелье. Пунктирными линиями показаны линии трендов, рассчитанные методом наименьших квадратов

Fig. 3. Long-term changes of air temperature at weather stations in the Murmansk region (according to [Bulygina et al., 2021]): А – average annual temperatures; Б – average summer temperatures; stations: 1 – Murmansk; 2 – Kandalaksha; 3 – Krasnoshchelye. The dotted lines show trend lines calculated by the least squares method

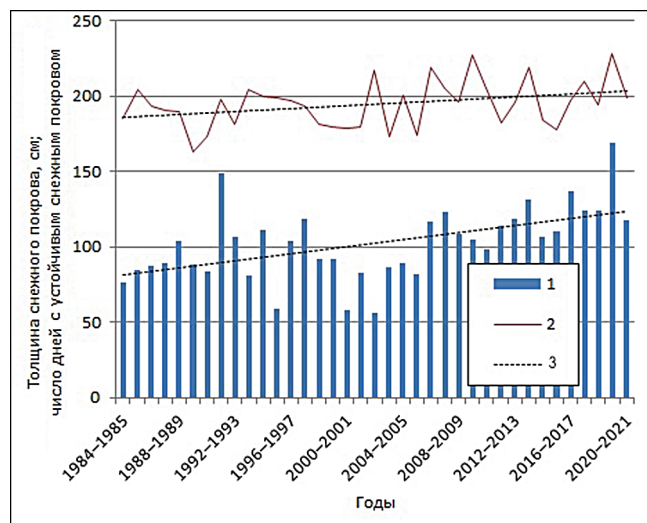


Рис. 4. Изменение максимальной толщины снежного покрова и продолжительности залегания устойчивого снежного покрова на метеоплощадке Хибинской учебно-научной базы:

1 – толщина снежного покрова; 2 – число дней с устойчивым снежным покровом; 3 – линии трендов, рассчитанные методом наименьших квадратов

Fig. 4. Change in the maximum thickness of the snow cover and the duration of stable snow cover at the meteorological site of the Khibiny Educational and Scientific station: 1 – thickness of the snow cover; 2 – number of days with stable snow cover; 3 – trend lines calculated by the least squares method

Всего на трех ледниках пройдено девять скважин (табл. 3), из которых скальное ложе достигнуто в шести. Как правило, бурение проводилось со дна предварительно выкопанных в снегу шурфов глубиной до 4,5 м, реже – с плотной поверхности фирнизированного снега. Снежно-фирновая толща, перекрывавшая лед, и сам лед опробовались по всей глубине. КERN разделялся на куски длиной 10–15 см, которые помещались в полиэтиленовые закрывающиеся пакеты. Снег и лед таяли при температуре окружающего воздуха, не превышавшей 10°C. После таяния вода переливалась в химически чистые банки и транспортировалась в лаборатории. Пробы воды были отфильтрованы через мембранный фильтр (0,45 мкм) и законсервированы для последующего определения в них микроэлементов. Лабораторный анализ содержания главных ионов в 2006 г. выполнен по стандартной методике [Комаров, Каменцев, 2006]. Пробы 2007–2008 гг. были проанализированы в лаборатории геологических явлений и процессов (*Laboratoire des Mécanismes et Transferts en Géologie (LMTG)*) Обсерватории *Midi-Pyrénées* (г. Тулуза, Франция). Содержание катионов определено на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой *Agilent 7700*, анионов – на

жидкостном хроматографе *Agilent 1290* производства фирмы *Agilent Technologies (Keysight)*. Изотопно-кислородный анализ проведен в лаборатории геохимии изотопов и геохронологии Геологического института РАН на измерительном комплексе *Finnigan Delta Advantage* с системой подготовки и ввода проб *Gas Bench II*.

В дальнейшем до 2020 г. мы анализировали динамику изменения площадей СФЛО с использованием космических снимков на период конца абляции. При выборе снимков мы руководствовались наличием безоблачных снимков на нужный период в разные по метеопараметрам годы: *GeoEye-1* (2009; 0,5 м), *WorldView-2* (2012; 0,5 м), *Spot7* (2016, 2019; 1,5 м), *Spot6* (2017, 2018; 1,5 м). В целях получения достоверных результатов измерений все материалы дистанционного зондирования были подвергнуты фотограмметрической обработке, направленной на устранение искажений, в большей степени связанных с условиями съемки, а также рельефом поверхности изучаемых объектов. В результате работ были получены разновременные ортофотопланы нужных участков, на основе которых с помощью методов экспертного дешифрирования средствами ГИС-технологий были выделены границы ледников.

Таблица 3

Сравнительная характеристика внутреннего строения и состава льда и снега ледников

Номер ледника	Номер шурфа	Абсолютная высота шурфа, м	Глубина шурфа, м	Толщина снега, м	Толщина льда, м	$\delta^{18}\text{O}$, ‰, SMOW	Содержание катионов, мг/л
2	2–2007	948	1,05	0,95	0,2	–12,0–13,1	Катионы 1,0–3,8
	1–2006	900	4,46	4–4,5	0,66	–	4–9
3	859	970	3,1	3,1	Нет	–	–
	858*	955	2,5	Более 2,5	Не вскрыт	–	–
	857*	953	2,5	2,05	Более 0,4	–	Катионы 0,9–1,5
	849	947	2,3	0,7	1,6	–11,3–14,0	Катионы 0,7–4,3
	853	898	1,9	1,9	Нет	–	–
	854	890	1,65	1,65	Нет	–	–
4	256*	950	2,22	Более 2,5	Не вскрыт	–	–

Примечание. * Шурфы и скважины не достигли ложа ледника.

2018 г. характеризовался аномально жарким летом, поэтому размеры ледников сравнивались с аналогичным жарким летом 2005 г. Анализировались снимки за 2012, 2017, 2019 гг. с холодным летом. 2017 г. был еще и многоснежным, снег в горах со-

хранялся до июля. 2009 и 2016 гг. были средними по значениям температур и количеству твердых осадков. Имевшиеся в нашем распоряжении аэрофотоснимки августа 1958 г. позволили сравнить распространение СФЛО за 60 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Внутреннее строение СФЛО по данным бурения 2006–2008 гг. Первым объектом бурения стал лежащий у подножья г. Часначорр ледник № 2, путь к которому лежал через перевал Южный Чоргорр. В июле 2006 г. шурф на ледниковой поверхности был заложен практически в его центральной выпуклой части, где толщина льда предполагалась близкой к максимальной. Глубина пройденного в снегу и фирне шурфа достигла 4 м, где вскрылась кровля ледяного тела. Проникновение вглубь него производилось кольцевым буром с полным отбором керна.

В шурфе 1-2006 (см. рис. 2Б) под поверхностным слоем снега толщиной 0,9 м вскрылся слой прозрачного льда толщиной 0,10–0,13 м, видимо, образовавшийся в результате интенсивного таяния и замерзания воды в один из предыдущих летних се-

зонов. Ниже залегала неясно слоистая толща крупнозернистого влагонасыщенного (бурение производилось 2–3 июля) снега толщиной до 3–3,3 м. Она подстилалась пройденным скважиной горизонтом льда толщиной 0,66 м, лежащем на скальном ложе (рис. 5А). Верхние слои льда – прозрачные, ниже – мутные, с темно-серыми прослойками рассеянной пыли, с прослоями гладкого льда практически без воздушных пузырьков. В основании ледяного тела находится маломощный (5–8 см) прослой прозрачного льда с небольшим количеством пузырьков. В подошву льда вморожены щебень и глыбы нефелиновых сиенитов, которые в результате процессов замерзания и таяния обогащают нижние слои льда натрием, алюминием и железом [Озера и ледники..., 2013]. По скальному ложу струится вода. Наклон слоев в керне соответствует уклону (до 20°) поверхности ледника.

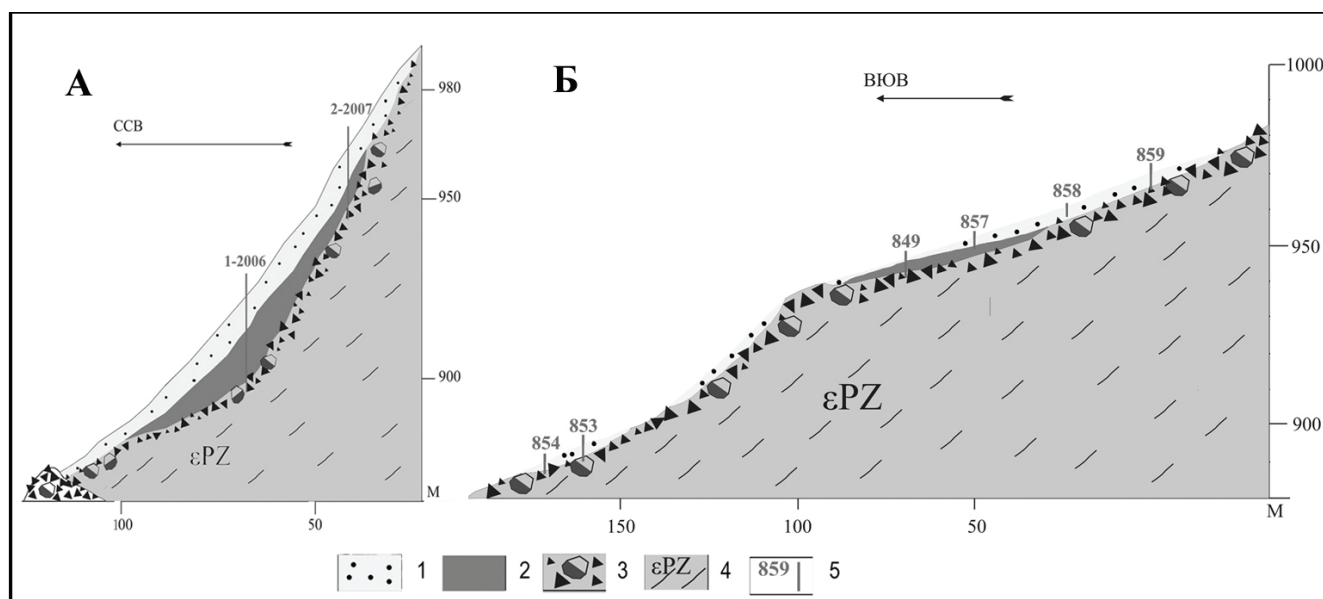


Рис. 5. Внутреннее строение ледников по результатам шурфования и бурения 2006–2007 гг.:

А – ледник № 2; Б – ледник № 3; 1 – снег; 2 – лед; 3 – щебень и глыбы; 4 – щелочные породы палеозоя; 5 – номера шурфов

Fig. 5. Internal structure of glaciers based on the results of pitting and drilling in 2006–2007:

А – glacier no. 2; Б – glacier no. 3; 1 – snow; 2 – ice; 3 – crushed stone and lumps; 4 – Paleozoic alkaline rocks; 5 – numbers of boreholes

В 50 м выше шурфа 1-2006 в сентябре 2007 г., когда толщина снега на поверхности ледника достигла минимума, мы пробурили скважину 2-2007. Под почти метровым слоем плотного фирнизированного крупнозернистого снега обнаружен маломощный (0,20 м) прослой слоистого льда, лежащий на скале. Прозрачные прослои с небольшим количеством воздушных включений перемежаются с мутными, содержащими большое количество воздушных включений, иногда загрязненными.

Результаты химических и изотопных анализов. Химические анализы льда ледника № 2 (скважина 2-2007) показали его крайне низкую минерализацию (4–9 мг/л) и хлоридно-натриево-кальциевый состав. Минерализация вышележащего снега меняется от 2 до 3,5 мг/л. В верхней части профиля снег имеет хлоридно-кальциево-натриевый состав. Ниже слоя прозрачного льда на глубине 0,9 м доля натрия увеличивается до 20% и более. В толще снега от 0,21 до 0,38 м вниз по профилю в 2–3 раза возрастает содержание гидрокарбонатов (см. табл. 3).

Сходным строением обладает и ледник № 3. В июле 2007 г. снежное поле, скрывавшее ледник, занимало практически весь восточный склон г. Кукисвумчорр, а сам он в период максимальной абляции в конце сентября 2007 г. состоял из трех изолированных частей, разделенных скальными выступами (см. рис. 2В). Две нижние части ледника образованы фирнизированным снегом толщиной до 1,9 м и только верхняя содержит ледяное тело толщиной 1,6 м. Такая морфология определена в первую очередь строением скального ложа. Лед перекрывает более пологую часть склона, выше и ниже которой уклоны увеличиваются, вода стекает, и лед не образуется. Таким образом, ледник лежит в пологой нивальной нише – характерной форме рельефа Хибинских гор.

В вертикальном профиле выделяются два слоя снега. Поверхностный слой снега обогащен тяжелыми металлами (Zn, Cu, Ni), нижележащий слой сильно запылен, содержит максимальное по профилю количество растворенных и взвешенных веществ (мутность составляет более 3 г/л). В запыленном слое снега повышена минерализация (13,7 мг/л) и концентрация гидрокарбонатных ионов (более чем в 5 раз превышает значения, характерные для всей толщи ледника). Между слоями запыленного снега и лежащим ниже слоем льда значительны градиенты концентраций большей части химических компонентов (рис. 6). В слое льда полностью отсутствуют гидрокарбонатные ионы, снижена величина pH (от 6,4 до 5,3) и общая минерализации (в 7,2 раза). Для снежно-ледяной толщи ледника характерно повышенное содержание цинка, причем в снеге оно сравнимо с содержанием магния (0,04–0,06 мг/л), во льду в среднем равно 0,02 мг/л.

Обобщая данные бурения, можно видеть, что в строении ледников № 2–4 под поверхностным слоем снега с ледяными прослоями и линзами толщиной 2–5 мм вскрывается слоистая толща крупнозернистого влагонасыщенного снега. Контакт с нижележащим льдом различен – иногда здесь находится маломощный (до 0,2–0,3 м) слой фирна, иногда снег непосредственно лежит на льду (см. рис. 5Б). В леднике № 3 верхние слои льда сильно загрязнены пылью, в леднике № 2 – прозрачные. Ниже лед в основном полосчатый, состоит из чередования более светлых прозрачных и более темных (мутных) прослоев, с наклонными темно-серыми прослоями рассеянной пыли и прозрачного льда практически без воздушных пузырьков (см. рис. 6).

Пытаясь выявить межгодовые температурные различия условий ледообразования мы провели изотопно-кислородный анализ. Выяснилось, что изотопный состав кислорода снега и льда закономерно облегчается вниз по профилю, что говорит о

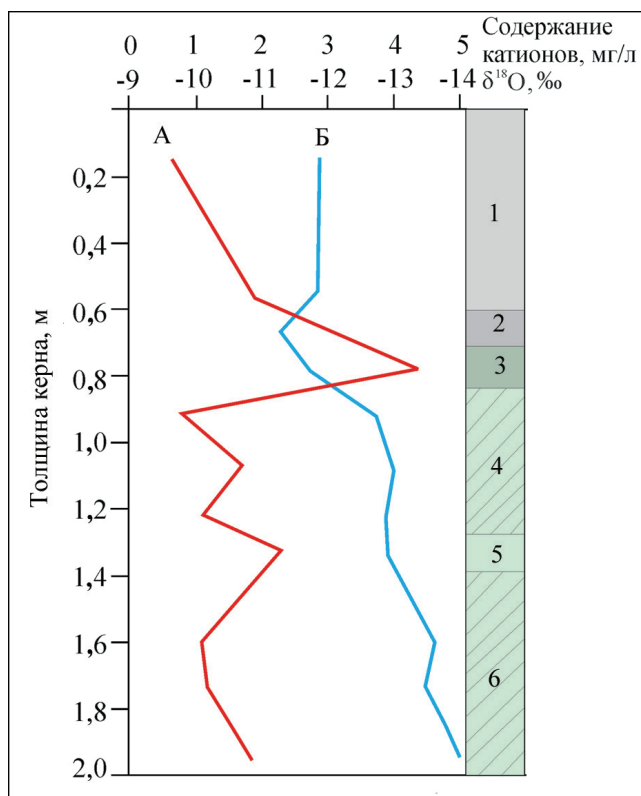


Рис. 6. Изотопный состав и суммарное содержание катионов (кальция, магния, натрия, калия) в снеге и льде ледника № 3, 28.09.2007: А – содержание катионов; Б – изотопный состав кислорода; 1 – снег с ледяными прослоями и линзами; 2 – снег сильно запыленный; 3 – лед мутный, серый; 4, 6 – лед с чередованием прозрачных и мутных прослоев; 5 – лед прозрачный

Fig. 6. Isotopic composition and the total content of cations in snow and ice of glacier no. 3 as of September 28, 2007: А – content of cations; Б – oxygen isotope composition. 1 – snow with ice layers and lenses; 2 – very dusty snow; 3 – muddy ice, gray; 4, 6 – ice with alternating transparent and muddy layers; 5 – transparent ice

том, что более глубокие слои льда формировались при более низких температурах, чем вышележащие. Значение $\delta^{18}\text{O}$ меняется от $-11,3$ до -14‰ , что говорит о заметных различиях температурных условий формирования льда. Согласно [Fricke, O'Neil, 1999], в арктических широтах значения $\delta^{18}\text{O}$ уменьшаются в среднем на $\sim 0,5\text{‰}$ с уменьшением среднегодовых температур поверхности Земли на 1°C . Из этого можно заключить, что подошва ледника формировалась при температуре на $\sim 4^\circ\text{C}$ ниже современной. Наиболее тяжелый изотопный состав имеет сильно загрязненный верхний прослой льда, где максимально содержание катионов, особенно калия, магния и натрия, наиболее легкий – донный лед, лежащий непосредственно на покрытом щебнем и глыбами ложе ледника. Значение $\delta^{18}\text{O}$ в свежем снеге ($-14,3\text{‰}$) заметно меньше, чем в слежавшемся

снеге, пережившем многочисленные преобразования в период абляции (см. рис. 6, табл. 3).

Толща снега обоих ледников насыщена водой, постепенно фильтрующейся вниз, т. е. в летний период идет постоянная миграция воды в снежной толще. Ледяное ядро подтаивает у подошвы, нарастая на кровле за счет намерзания фильтрующейся сверху воды. Этот обмен, судя по скорости таяния, идет очень быстро, и вся толща обновляется, вероятно, за несколько лет. Но ледяное ядро сохраняется, находясь в теплый период года в своеобразном водяном «кольце»: сверху, с боков по краям ледяного ядра и по скальному ложу стекает вода тающего снега и фирна. Как только температура падает ниже нуля, толща начинает промерзать, превращая СФЛО в единый массив. Зимой он становится очагом аккумуляции снега, поддерживающего жизненный цикл подобных объектов, что мы наблюдали в ходе прямых наблюдений.

В.Ф. Перов [1968] предполагал, что хибинские ледники возникли в ходе похолодания стадии фернау (XIII–XIX вв.), а в последующие периоды неоднократно исчезали и возникали вновь. Размеры таких образований оставались небольшими, а их геоморфологическая деятельность – весьма слабой. Об этом говорит практическое отсутствие признаков движения вышеописанных объектов. Только у подножия ледника № 2 обнаружены валы – скопления неокатанного несортированного материала высотой 2–4 м, которые В.Ф. Перов считал следствием движения снежно-фирново-ледяной массы. Но нам представляется, что они сформированы не движением ледника, а накоплением скатывающихся по его поверхности обломков, в изобилии падающих из рассекающего вышележащий склон тектонического рва с сильно трещиноватыми бортами. Мы постоянно наблюдали падение обломков на верхнюю часть ледника и их перемещение талыми водами и силой тяжести.

Дистанционные методы. Анализ августовских космических и аэрофотоснимков 1958–2020 гг. показал, что самые благоприятные условия для формирования и сохранения снежников в Хибинах складываются на северных, северо-восточных и восточных склонах скальных массивов в отрицательных формах рельефа – рвах, нишах, основаниях уступов и др. В карах и цирках лежит около 60% от общего числа снежников, причем чаще всего на склонах восточной экспозиции (подветренных). Примерно четверть снежников находится в долинах ручьев и в ложбинах, остальные – в перевальных ущельях и седловинах.

Сравнение площадей СФЛО за последние 15 лет показывает, что они постоянно меняют свои размеры, что соотносится со снежностью предше-

ствующей зимы и средними температурами лета (см. табл. 2). Малоснежное начало 2000-х гг., жаркое лето 2005 г. привели к сильному уменьшению размеров СФЛО, в то время как рост количества твердых осадков в последующие годы, повторение холодных лет, например 2008 и 2017 гг., стали причиной их нового увеличения (см. табл. 2).

В настоящее время ледники № 3 и 4 стабильны и в среднем превышают размеры 1958 г. Так, в сентябре 2020 г. в конце периода снеготаяния площадь ледника № 4 в два раза превышала его размеры в 1958 г. (см. рис. 1). Ледники № 1 и 2 в среднем уменьшились по сравнению с 1958 г. Но, несмотря на то что, например, в 2005 г. ледник № 1 даже распался на несколько разрозненных снежно-фирново-ледяных пятен площадью десятки квадратных метров в связи с малоснежностью зим начала 2000-х гг., он продолжал существовать на прежнем месте в виде единого образования даже после аномально жаркого лета 2018 г. Это подтверждает вывод о том, что на СФЛО Хибин количество твердых осадков оказывает большее влияние, чем повышение температуры воздуха.

Таким образом, возникновение СФЛО (малых ледников) в Хибинских горах (а существование подобных образований можно предполагать и в Ловозерских тундрах (высота 1116 м) и в массивах Монче- и Чуна-тундр (1072 м)) обусловливается значительным количеством осадков и чрезвычайно благоприятными условиями снегонакопления за долгую (7–9 месяцев) зиму на подветренных склонах и в понижениях, куда снег сдувается ветрами при метелях. Так, в июле 2007 г., после начала таяния, мощность толщ снега у подножия ледника № 3 еще превышала 6 м, т. е. в апреле – мае она могла достигать и 10 м. А на плато Лявочорр в районе ледника № 1 после первого же снегопада 24 сентября 2007 г. толщина снежных надувов превысила 1,2 м, и снег полностью скрыл сам ледник. Такие скопления снега, имеющие метелевое (№ 1, 3, 4) и лавинное (№ 2) питание, не успевают растаять за прохладное лето и превращаются в СФЛО или малые ледники.

Подобные объекты обнаружены и в других горных системах [Глазырин и др., 1993; Kuhn, 1995; Glazirin et al., 2004; Debeer, Sharp, 2009; Сарана, 2012]. Правомерно ли называть их малыми ледниками? Это снежно-фирново-ледяные образования, сохраняющиеся в течение длительного времени, обладающие высокой динамичностью. Они имеют ледяное ядро, что отличает их от обычных снежников, но не двигаются, как ледники. Для таких объектов на равнинах Арктики уже давно [Большаянов, 2006] существует специальный термин – «пассивные ледники», хотя и термин СФЛО, по сути, – их синоним.

Длительное существование таких объектов в Хибинах подтверждает гипотезу об их устойчивом состоянии, несмотря на изменения природных условий. При малой площади (менее $0,05 \text{ км}^2$) они не могут считаться индикаторами изменения климата, потому что оказываются более устойчивыми, чем крупные ледники. Они сохраняют стабильность, периодически сокращаясь до малых размеров, когда сходит весь накопленный за предыдущие годы снег, фирн и частично лед, чтобы в следующем году или через год восстановить свои размеры. Тенденция их развития зависит от сочетания количества твердых осадков и температур конкретного лета. Огромное влияние на накопление снега оказывает ветровой перенос – локальные изменения направления и скорости ветра, которые трудно «поймать» и непосредственно измерить рядом с каждым ледником, но которые могут существенно увеличить количество снега в отрицательных формах рельефа.

Ведущую роль в формировании ледяного ядра играет количество поступающей в период таяния воды, фильтрующейся через снежную толщу, и осенние температуры. Чем теплее лето (чем больше воды поступает) и чем быстрее и «резче» наступит осень, тем мощнее будет ледяная толща. То есть размеры и толщина хибинских ледников сильно колеблются, увеличиваясь при благоприятных условиях и сильно сокращаясь при неблагоприятных.

ВЫВОДЫ

Со времени обнаружения малых форм оледенения в Хибинах прошло больше 60 лет. В.Ф. Перов считал их ледниками и именно под таким названием они вошли в Каталог ледников СССР. В начале XXI в. впервые удалось получить прямые данные о строении снежно-фирновой толщи и мощности ледяного ядра этих образований. Мощность льда в 2006–2007 гг. оказалась незначительной и колебалась от 0,1 м (ледник № 1) до 1,6 м (ледник № 3).

Снег, фирн и лед хибинских ледников имеют низкую минерализацию (4–9 мг/л) хлоридно-натриево-кальциевого состава. В толще периодически повторяются сильно запыленные прослои, минерализация которых гораздо выше. Их образование можно связать с сухими теплыми периодами лета, когда эоловый перенос пыли максимально активен.

Его активизация происходит не каждый год, поэтому возраст снежно-ледяной толщи по количеству таких прослоев рассчитывать нельзя. Изотопный состав кислорода снега и льда говорит о том, что более глубокие слои льда формировались при более низких температурах, чем вышележащие: глубинные слои промерзают зимой, позже приповерхностных, промерзающих осенью.

Мониторинг площади ледников Хибин по космическим снимкам показал, что ледники № 3 и 4 сохраняются в стабильном состоянии (средняя площадь каждого около $0,03 \text{ км}^2$), в отдельные годы превышая размеры времен открытия в 1958 г. Ледники № 1 и 2 постепенно уменьшаются: их средняя площадь сократилась в три раза по сравнению с 1958 г., не превышая $0,01 \text{ км}^2$.

Несмотря на увеличение среднегодовых температур на $2,3 \pm 1^\circ\text{C}$ за последние 50 лет, средние температуры теплого периода существенно не увеличиваются, но заметные колебания испытывает количество снега. Малоснежные зимы начала 2000-х гг., когда максимальная толщина снежного покрова не превышала 55 см, сменились многоснежными (2013–2014, 2016–2017, 2019–2020 гг.). Особенно много снега выпало зимой 2019–2020 гг., когда максимальная толщина снежного покрова достигла на метеоплощадке ХУНБ 180 см.

Именно эти колебания снежности зим и обусловили изменения размеров ледников. Их сокращение до 2007 г. и очень небольшие мощности льда, обнаруженные бурением, определены предыдущими малоснежными годами и жарким летом 2005 г. Последующее увеличение количества твердых осадков привело к восстановлению размеров части ледников.

В.Ф. Перов предположил, что ледники (или СФЛО) Хибин возникли в малом ледниковом периоде (стадия фернау, XIII–XIX вв.). Но можно предположить, что они, в силу обнаруженного нами механизма образования, могли сохраниться и с конца валдайской ледниковой эпохи, периодически почти исчезая и возникая вновь. То есть наличие в горах таких объектов не может служить индикатором климатических изменений из-за их практически «мгновенной» (2–3 года) реакции на локальные изменения количества осадков, температуры воздуха и даже ветрового режима.

Благодарности. Участие М.А. Викулиной осуществлялось в рамках госзадания «Эволюция криосферы при изменении климата и антропогенном воздействии» (№ 121051100164-0), М.В. Зимина – поддерживалось РФФИ (проект № 18-05-60221), Ф.А. Романенко – госзаданием «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования» (№ 121040100323-5), Л.Е. Ефимовой – госзаданием «Анализ, моделирование и прогнозирование изменений гидрологических систем, водных ресурсов и качества вод суши» (№ 121051400038-1). Материалы космической съемки были получены при поддержке ЦКП МГУ имени М.В. Ломоносова – «Гео-портал».

Авторы выражают искреннюю признательность сотрудникам географического факультета МГУ, принимавшим участие в бурении ледников в 2006–2008 гг.: канд. геогр. наук О.В. Кокину, канд. геогр. наук Е.В. Гаранкиной, канд. геогр. наук О.С. Шиловой, Д.А. Соколову, сотруднику Института географии РАН канд. геогр. наук Е.А. Константинову и сотруднику Геологического института РАН канд. геол.-минерал. наук Е.А. Морозу, а также А.А. Чесноковой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананичева М.Д. Оценка площадей, объемов и высот границы питания ледниковых систем Северо-Востока России по космическим снимкам начала XXI в. // *Лед и Снег*. 2014. № 1(125). С. 35–47.
- Большаинов Д.Ю. Пассивное оледенение Арктики и Антарктиды. СПб.: ААНИИ, 2006. 296 с.
- Викулина М.А. Использование геоинформационных систем для исследования гляциально-нивальных явлений // *МГИ*. 2008. Вып. 105. С. 120–124.
- Глазырин Г.Е., Камнянский Г.М., Перцигер Ф.И. Режим ледника Абрамова. Л.: Гидрометеиздат, 1993. 228 с.
- Гляциологический словарь / под ред. В.М. Котлякова. Л.: ГИМИЗ, 1984. 528 с.
- Демин В.И., Волков А.В. Сравнение изменений температуры воздуха в Хибинах и на окружающей предгорной равнине // *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2017. № 3. С. 16–27. DOI: 10.21513/2410-8758-2017-3-16-27.
- Зайка Ю.В., Викулина М.А., Черноус П.А. Многолетняя динамика нивальных процессов в Хибинах // *Лед и снег*. 2012. № 1. С. 69–74.
- Зюзин Ю.Л. Суровый лик Хибин. Мурманск: Реклам. полиграфия, 2006. 236 с.
- Каталог ледников СССР. Т. 1. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1966. С. 45–51.
- Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». СПб.: Веда, 2006. 212 с.
- Мокров Е.Г. Сейсмические факторы лавинообразования. М.: Научный мир, 2008. 126 с.
- Носенко Г.А., Муравьев А.Я., Иванов М.Н., Синицкий А.И., Кобелев В.О., Никитин С.А. Реакция ледников Полярного Урала на современные изменения климата // *Лед и снег*. 2020. Т. 60. № 1. С. 42–57.
- Озера и ледники / Влияние изменений климата и опасных природных явлений на природопользование Европейского Севера. СПб.: РГГМУ, 2013. С. 80–81.
- Перов В.Ф. Первый ледник в Хибинах // *Природа*. 1958. № 7. С. 88.
- Перов В.Ф. Снежные, ледники и мерзлотный рельеф Хибинских гор. М.: Наука, 1968. 120 с.
- Сарана В.А. Малые ледники Российского сектора Арктики и Субарктики // *Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр.* 2012. № 2. С. 82–87.
- Тронов М.В. Еще о малых формах оледенения // *МГИ*. 1966. Вып. 12. С. 250–253.
- Тушинский Г.К., Малиновская Н.В. Положение уровня «365» над территорией СССР и связь этого уровня с оледенением // *Информ. сб. о работах МГУ*. 1962. № 9. С. 5–9.
- Ananicheva M.D., Kononov Y.M., Belozarov E.V. Contemporary state of glaciers in Chukotka and Kolyma highlands, *Bulletin of Geography, Physical Geography Series*, 2020, vol. 19, p. 5–18, DOI: 10.2478/bgeo-2020-0006.
- Fricke H.C., O'Neil J.R. The correlation between $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ratios of meteoric water and surface temperature: its use in investigating terrestrial climate change over geologic time, *Earth and Planetary Science Letters*, 1999, vol. 170, p. 181–196.
- Glazirin G., Kodama Y., Ohata T. Stability of drifting snow-type perennial snow patches, *Bull. of Glaciol. Res.*, 2004, no. 21, p. 1–8.
- Debeer C.M., Sharp M.J. Topographic influences on recent changes of very small glaciers in the Monashee Mountains, British Columbia, Canada, *Journal of Glaciology*, 2009, vol. 55, no. 192, p. 691–700, DOI: 10.3189/002214309789470851.
- Kuhn M. The mass balance of very small glaciers, *Zeitschrift für Gletscherrunde und Glazialgeologie*, 1995, band 31, p. 171–179.
- Marshall G.J., Vignols R.M., Rees W.G. Climate Change in the Kola Peninsula, Arctic Russia, during the Last 50 Years from Meteorological Observations, *Americ. Meteorol. Society*, 2016, vol. 29, p. 6823–6840, DOI: 10.1175/JCLI-D-16-0179.1.
- Shilovtseva O.A., Kononova N.K., Romanenko F.A. Climate Change in the Arctic Regions of Russia, *Climate change adaptation: ecology, mitigation and management*, New York, Nova Science Publishers, 2011, p. 35–63.
- Vikulina M., Vashchalova T., Tutubalina O., Rees W., Zaika Y. Moscow University's field station in the Khibiny Mountains, Russian Arctic, A 70-year history to the present day, *Polar Record*, Cambridge University Press, 2021, no. 57, p. 1–12, DOI: 10.1017/S0032247421000012.
- Электронный ресурс*
Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Коршунова Н.Н., Швец Н.В. Описание массива данных месячных сумм осадков на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620394. URL: <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation#описание-массива-данных> (даты обращения 01.02.2021–31.03.2021).

Поступила в редакцию 21.02.2022

После доработки 14.07.2022

Принята к публикации 22.09.2022

STRUCTURE AND DYNAMICS OF SNOW AND ICE FORMATIONS IN THE Khibiny MOUNTAINS IN THE 21ST CENTURY

M.A. Vikulina¹, F.A. Romanenko², M.V. Zimin³, L.E. Efimova⁴, B.G. Pokrovskiy⁵

¹⁻⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography

⁵ Geological Institute of the RAS, Laboratory of Isotope Geochemistry and Geochronology

¹ Department of Cryolithology and Glaciology, Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: masanna2003@mail.ru

² Department of Geomorphology and Paleogeography, Leading Scientific Researcher,

Ph.D. in Geography; e-mail: faromanenko@mail.ru

³ Department of Cartography and Geoinformatics, Laboratory of Aerospace Methods and Remote Sensing,

Leading Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: ziminmv@mail.ru

⁴ Department of Land Hydrology, Senior Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: ef_river@mail.ru

⁵ Head of the laboratory, D.Sc. in Geology and Mineralogy; e-mail: pokrov@ginras.ru

In 1958 V.F. Perov, staff member of the Khibiny Research and Training Station of the MSU Faculty of Geography, described four snow-ice formations in the Khibiny Mountains and classified them as very small glaciers. Until our research began in 2005, these glaciers were not studied in detail. We used field observations, drilling, GIS and remote sensing methods to study the structure of the glaciers and evaluate changes in their geometry during 60 years. The snow-ice formations were drilled through for the first time and the ice cores underwent geochemical and isotope-oxygen analyses. The thickness of ice kernels varies from 0.2 to 1.6 m. Our investigations showed that despite a slight degradation, the glaciers' area remains relatively stable since 1958. This fact may be caused by the increase in solid precipitation in recent years. According to the analysis of climatic changes, in the early 2000s a decrease in snowfall was observed in the Khibiny Mountains. The maximum snow thickness at the meteorological site of the Khibiny station in 2002–2003 winter period was 55 cm. This could be a factor of more than 2 times decrease of glacier areas during 2000–2010. After 2007 there has been an increase in snow precipitation, and the maximum snow depth of 180 cm was observed in 2020, the absolute maximum for the whole period of observations (1984–2020). According to published data the increase in mean annual temperature at the plains of the Kola Peninsula is $2.3 \pm 1^\circ\text{C}$ during the last 50 years. However, mean monthly temperatures of the summer do not rise. We consider that, along with recently increasing snow precipitation, this is exactly what determine rather stable state of snow-ice formations in the Khibiny Mountains, which appeared to be more resistant to climate warming than mountain glaciers.

Keywords: snow and ice formations, Kola Peninsula, satellite imagery, small glaciers, snowfields

Acknowledgements. Participation of M.A. Vikulina was carried out within the framework of the state assignment "Evolution of the cryosphere under climate change and anthropogenic impact" (No. 121051100164-0), M.V. Zimin was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 18-05-60221), F.A. Romanenko – the state task "Evolution of the natural environment in the Cenozoic, topography dynamics, geomorphological hazards and risks of nature management" (No. 121040100323-5), L.E. Efimova – state task "Analysis, modeling and forecasting of changes in hydrological systems, water resources and land water quality" (No. 121051400038-1). Space imagery was obtained with support of the Geoportal Research Equipment Sharing Center of the Lomonosov Moscow State University.

The authors express their sincere gratitude to Ph.D. O.V. Kokin, Ph.D. E.V. Garankina, Ph.D. O.S. Shilova and D.A. Sokolov, staff members of the MSU Faculty of Geography; to Ph.D. E.A. Konstantinov, Institute of Geography of the RAS, and Ph.D. E.A. Moroz, Geological Institute of the RAS, as well as to A.A. Chesnokova for their participation in glacier drilling in 2006–2008.

REFERENCES

- Ananicheva M.D. Otsenka ploshchadei, ob'emov i vysot granitsy pitaniya lednikovyx sistem Severo-Vostoka Rossii po kosmicheskim snimkam nachala XXI v. [Estimation of the areas, volumes and heights of the recharge boundary of the glacial systems of the North-East of Russia based on satellite images of the beginning of the 21st century], *Led i Sneg*, 2014, no. 1(125), p. 35–47. (In Russian)
- Ananicheva M.D., Kononov Y.M., Belozerov E.V. Contemporary state of glaciers in Chukotka and Kolyma highlands, *Bulletin of Geography, Ser. Physical Geogr.*, 2020, vol. 19, p. 5–18, DOI: 10.2478/bgeo-2020-0006.
- Bol'shiyanov D.Yu. *Passivnoe oledenenie Arktiki i Antarktidy* [Passive glaciation of the Arctic and Antarctica], Saint Petersburg, Arctic and Antarctic Research Institute Publ., 2006, 296 p. (In Russian)
- Debeer C.M., Sharp M.J. Topographic influences on recent changes of very small glaciers in the Monashee Mountains, British Columbia, Canada, *Journ. of Glaciology*, 2009, no. 192, p. 691–700, DOI: 10.3189/002214309789470851.
- Demin V.I., Volkov A.V. Svravnenie izmenenii temperatury vozdukh v Khibinakh i na okruzhayushchei predgornoi ravnine [Comparison of changes in air temperature

- in the Khibiny and on the surrounding foothill plain], *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya*, 2017, no. 3, p. 16–27, DOI: 10.21513/2410-8758-2017-3-16-27. (In Russian)
- Fricke H.C., O'Neil J.R. The correlation between $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ratios of meteoric water and surface temperature: its use in investigating terrestrial climate change over geologic time, *Earth and Planetary Science Letters*, 1999, vol. 170, p. 181–196.
- Glazirin G., Kodama Y., Ohata T. Stability of drifting snow-type perennial snow patches, *Bull. of Glaciol. Res.*, 2004, no. 21, p. 1–8.
- Glazyrin G.E., Kamnyanskii G.M., Pertsiger F.I. *Rezhim lednika Abramova* [Abramov glacier regime], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1993, 228 p. (In Russian)
- Glyatsiologicheskii slovar'* [Glaciological Dictionary], V.M. Kotlyakov (ed.), Leningrad, GIMIZ Publ., 1984, 528 p. (In Russian)
- Katalog lednikov SSSR* [Catalog of glaciers of the USSR], vol. 1(1), Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1966, p. 45–51. (In Russian)
- Komarov N.V., Kamentsev Ya.S. *Prakticheskoe rukovodstvo po ispol'zovaniyu sistem kapillyarnogo elektroforeza "Kapel'"* [A practical guide to using capillary electrophoresis systems "Kapel'"], Saint Petersburg, Veda Publ., 2006, 212 p. (In Russian)
- Kuhn M. The mass balance of very small glaciers, *Zeitschrift für Cletscherrunde und Glazialgeologie*, 1995, no. 31, p. 171–179.
- [Lake and glaciers], *Vliyanie izmenenii klimata i opasnykh prirodnykh yavlenii na prirodopol'zovanie Evropeiskogo Severa* [Impact of climate change and natural hazards on the nature management in the European North], Saint Petersburg, Russian State Hydrometeorological University Publ., 2013, p. 80–81. (In Russian)
- Marshall G.J., Vignols R.M., Rees W.G. Climate Change in the Kola Peninsula, Arctic Russia, during the Last 50 Years from Meteorological Observations, *Americ. Meteorol. Society*, 2016, no. 29, p. 6823–6840, DOI: 10.1175/JCLI-D-16-0179.1.
- Mokrov E.G. *Seismicheskie faktory lavinoobrazovaniya* [Seismic factors of avalanche formation], Moscow, Nauchnyi mir Publ., 2008, 126 p. (In Russian)
- Nosenko G.A., Murav'ev A.Ya., Ivanov M.N., Sinitskii A.I., Kobelev V.O., Nikitin S.A. Reaktsiya lednikov Polyarnogo Urala na sovremennye izmeneniya klimata [The response of the glaciers of the Polar Urals to modern climate changes], *Led i Sneg*, 2020, vol. 60, no. 1, p. 42–57. (In Russian)
- Perov V.F. Pervyi lednik v Khibinakh [The first glacier in the Khibiny mountains], *Priroda*, 1958, no. 7, p. 88. (In Russian)
- Perov V.F. *Snezhniki, ledniki i merzlotnyi rel'ef Khibinskikh gor* [Snowfields, glaciers and permafrost relief of the Khibiny mountains], Moscow, Nauka Publ., 1968, 120 p. (In Russian)
- Sarana V.A. Malye ledniki Rossiiskogo sektora Arktiki i Subarktiki [Very small glaciers of the Russian sector of the Arctic and Subarctic], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2012, no. 2, p. 82–87. (In Russian)
- Shilovtseva O.A., Kononova N.K., Romanenko F.A. Climate Change in the Arctic Regions of Russia. Climate change adaptation: ecology, mitigation and management, New York, Nova Science Publ., 2011, p. 35–63.
- Tronov M.V. Eshche o malykh formakh oledneniya [More about small forms of glaciation], *Materialy Glyaciol. Issled.*, 1966, no. 12, p. 250–253. (In Russian)
- Tushinskii G.K., Malinovskaya N.V. Polozhenie urovnya "365" nad territoriei SSSR i svyaz' etogo urovnya s oledneniem [The position of the "365" level over the territory of the USSR and the connection of this level with glaciation], *Inform. sborn. o rabotakh Mosk. un-ta*, 1962, no. 9, p. 5–9. (In Russian)
- Vikulina M.A. Ispol'zovanie geoinformatsionnykh sistem dlya issledovaniya glyatsial'no-nival'nykh yavlenii [The use of geographic information systems for the study of snow-nival phenomena], *Materialy Glyaciol. Issled.*, 2008, no. 105, p. 120–124.
- Vikulina M.A., Vashchalova T.V., Tutubalina O.V., Rees W.G., Zaika Y.V. Moscow University's field station in the Khibiny Mountains, Russian Arctic, A 70-year history to the present day, *Polar Record*, Cambridge University Press, 2021, 57, p. 1–12, DOI: 10.1017/S0032247421000012.
- Zaika Yu.V., Vikulina M.A., Chernous P.A. Mnogoletnyaya dinamika nival'nykh protsessov v Khibinakh [Long-term dynamics of nival processes in the Khibiny mountains], *Led i sneg*, 2012, no. 1, p. 69–74. (In Russian)
- Zyuzin Yu.L. *Surovyi lik Khibin* [The severe face of Khibiny mountains], Murmansk, Reklam, Poligrafiya Publ., 2006, 236 p. (In Russian)

Web source

- Buligins O.N., Razuvaev V.N., Korshunova N.N., Shvez N.V. Opisanie massiva dannykh mesyachnykh summ osadkov na stantsiyah Rossii. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh no. 2015620394 [Description of the data array of monthly precipitation totals at stations in Russia. Certificate of state registration of the database no. 2015620394], URL: <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation#описание-массива-данных> (access date 01.02.2021–31.03.2021). (In Russian)

Received 21.02.2022

Revised 14.07.2022

Accepted 22.09.2022

ЗОНЫ МИГРАЦИОННОГО ТЯГОТЕНИЯ ГОРОДОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Н.В. Мкртчян¹, А.А. Герасимов²

^{1,2} *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»*

¹ *Институт демографии имени А.Г. Вишневского, вед. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: nmkrtchyan@hse.ru*

² *Факультет социальных наук, аспирант; e-mail: aagerasimov_4@edu.hse.ru*

Изучение внутрирегиональной миграции в России осложнено короткими временными рядами и ограниченным набором публикуемых данных, особенно на уровне муниципалитетов. Имеющиеся в открытом доступе данные позволяют судить лишь об общих характеристиках миграционной ситуации: о размере миграционного оборота, характере нетто-миграции и т. д. Получение более полных данных (например, о перемещениях между муниципалитетами) требует отдельных запросов в региональные управления статистики. На основе таких данных о внутрирегиональной миграции в Алтайском крае в 2014–2018 гг. в данной статье были выявлены зоны тяготения городских округов региона, а также определены некоторые характеристики данных зон.

Для городских и сельских поселений Алтайского края был рассчитан миграционный оборот с десятью городскими округами региона. Принадлежность поселения к зоне тяготения того или иного городского округа определялась по максимальному миграционному обороту с ним. Делимитация зон тяготения была проведена двумя способами: с учетом Барнаула и без него. Тем самым оценивается, как повлияет на миграционные предпочтения жителей поселений исключение из рассмотрения миграции в/из региональной столицы, занимающей доминирующее положение в системе внутрирегиональных миграционных связей.

Результаты исследования показали, что в зону тяготения Барнаула входит более половины территории края, где проживает около 60% населения региона. Зоны тяготения других городов пропорциональны численности населения своих центров, а также подвержены влиянию их положения относительно региональной столицы. При исключении Барнаула некоторые города (Рубцовск, Славгород) сильно расширили свое влияние, в то время как зона тяготения Бийска, второго по величине города края, изменилась мало. При всей значимости величины городов важную роль для внутрирегиональной миграции играет взаимное расположение субцентров и их положение относительно регионального центра. Исследование дает представление об основных направлениях межпоселенной миграции в Алтайском крае.

Ключевые слова: внутрирегиональная миграция, Россия, статистика миграции, субцентры, сельские поселения, направления миграции

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.9

ВВЕДЕНИЕ

Изучение внутрирегиональной миграции в России с помощью статистических данных долгое время было практически невозможно, так как исследователям были доступны лишь общие ее регистрируемые объемы, в том числе по каждому региону, а также отдельные данные по сельской местности и городским поселениям. Это давало представление об общих ее масштабах, но ничего не говорило о направлениях миграции. Ситуация улучшилась с 2012 г., когда данные о внутрирегиональной миграции стали регулярно появляться в Базе данных показателей муниципальных образований (БД ПМО) в разрезе муниципальных районов или городских округов, а также сельских поселений. Но и эти данные позволяли оценивать для каждого муниципального образования только

объем прибытий или выбытий, рассчитывать простые показатели без учета направлений миграции. О них можно было судить только на основании знака нетто-миграции.

Существенным подспорьем в изучении миграции на детальном пространственном уровне служили данные Всероссийской переписи населения 2010 г., которые давали возможность оценить не только объем миграции за год, предшествующий переписи, но и прибытия в разрезе отдельных регионов, что позволяло, например, оценивать миграцию по отдельным муниципальным образованиям Московской области в миграции с Москвой [Мкртчян, 2015]. Также данные переписи позволили, например, оценить направления потоков временной трудовой миграции в отдельные центры их притяжения [Антонов, 2016; Между домом и..., 2016].

Однако данные, позволяющие анализировать направления миграции между муниципальными образованиями, по-прежнему в свободном доступе отсутствуют. Их можно получить только путем специальных запросов в территориальные органы Росстата. При помощи подобных запросов мы получили данные о внутрирегиональной миграции по ряду регионов России [Карачурина, Мкртчян, 2021]. Наиболее полные данные за 5-летний период были доступны для анализа только по одному региону – Алтайскому краю. Алтайский край – пример территории России, где помимо региональной столицы есть выраженные субцентры, которые являются центрами притяжения второго порядка для внутрирегиональных мигрантов. При этом край для территорий востока страны достаточно густо и более-менее равномерно заселен, имеет большое число сельских поселений, близких по размеру и числу проживающих в них жителей.

Поэтому на примере Алтайского края мы поставили задачу рассчитать и проанализировать зоны миграционного тяготения для отдельных его городских округов (ГО). Под зоной тяготения в данной работе понимается совокупность территорий (представленных городскими и сельскими поселениями и их группами), которые имеют с данным городским округом миграционные связи более сильные, чем со всеми другими. Это значит, что люди, проживающие на данной территории, чаще переселяются в данный городской округ, и из него чаще прибывают мигранты, т. е. двусторонние миграционные связи более часты, чем с другими ГО. Такая теснота миграционных связей позволяет оценить, на какую территорию тот или иной центр распространяет свое преимущественное влияние, с территорией какого размера и конфигурации переселения совершаются чаще. Размер зоны миграционного тяготения, численность населения, проживающего на территории входящих в него поселений, ее делимитация с зонами других городских округов позволяют судить о миграционной привлекательности того или иного городского округа – центра, а также о преобладающих в той или иной части региона направлениях внутрирегиональной миграции. Помимо этого, подобные расчеты позволяют оценить преобладающие направления сельско-городской миграции в регионе.

Полагаем, что недоступность статистической информации предопределила неизученность процессов внутрирегиональной миграции в России, а также шутность работ, в которых рассматривались направления миграции. Немногочисленные работы на эту тему выполнялись еще в советское время Л.Л. Рыбаковским [Рыбаковский, 1973], а также Н.В. Мкртчяном и Л.Б. Карачуриной [Мкртчян,

1997; Карачурина, 1999], которые в своих работах использовали в качестве инструмента для анализа направлений миграции расчеты на основе разработанного Л.Л. Рыбаковским коэффициента интенсивности миграционных связей (КИМС). Отдельные исследования проводились и на современных данных [Чернышев, 2021], одно из них выполнено по Алтайскому краю, причем на данных по внутрирегиональной миграции [Тарасова, 2018]. Отдельно стоит упомянуть работы Р.В. Татевосова [Татевосов, 1971], который изучал зоны миграционного тяготения для регионов СССР с помощью автокорреляции пространственных рядов миграции населения с выделением 250-километровых зон удаленности.

Примером изучения внутрирегиональной миграции на детальном пространственном уровне с выделением зон миграционного тяготения отдельных городов служит работа по территории Баварии [Старикова, 2013]. Зоны миграционного тяготения выделялись на основе расчета КИМС [Старикова, 2016], а также выделялись зоны влияния университетов крупнейших городов Баварии. Интересный источник для анализа зон миграционного тяготения Томского государственного университета, а также сравнительной притягательности учебных мигрантов в вузы Томска и Новосибирска предложен Н.Ю. Замятиной [Замятина, 2012; Замятина, Яшунский, 2012] – на основе данных из профилей в социальной сети «ВКонтакте» выделены «зоны набора» как для университета в целом, так и для отдельных его факультетов. На данных этой же социальной сети с использованием атласа «Виртуальное население России» изучались направления межмуниципальной миграции населения регионов Российской Арктики [Фаузер, Смирнов, 2020]. Есть работы, в которых зоны тяготения применительно к миграции молодежи выделяются на основе территориальной близости крупных городов [Атаева, Уляева, 2018], но данный подход не представляется продуктивным, так как реальные миграционные связи в нем не оценивались.

Таким образом, изучение миграции на уровне малых территорий – муниципальных образований представляет интерес, исследователи прикладывают немало усилий для изыскания пригодных для этого данных, справедливо полагая, что без анализа на этом пространственном уровне наши знания о направлениях миграции будут далеко не полными.

ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В статье использованы данные по форме t_pt2n за 2014–2018 гг., полученные от Управления Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай по запросу. В этой форме приведены данные о внутрирегио-

нальной миграции по всем муниципальным районам и городским округам Алтайского края – прибывшие и выбывшие в разрезе каждого района и сельского поселения края. Эти данные позволяют построить матрицу межрайонной миграции (размерностью 71×71 , исключая прибывших в ЗАТО г. Сибирский, но по нему доступны данные о выбывших), а также для каждого района или городского округа отследить миграционные связи со всеми городскими и сельскими поселениями Алтайского края. На начало 2014 г. в Алтайском крае насчитывалось 655 сельских поселений (СП), 11 ГО, 6 городских поселений (ГП), к концу 2018 г. их число составило 643 СП, 10 ГО, 7 ГП соответственно. Ряд сельских поселений в течение 2014–2018 гг. был упразднен путем объединения с другими СП. Также ГО Камень-на-Оби был преобразован в город районного значения.

За 2014–2018 гг. были рассчитаны числа прибывших и выбывших в каждый из 10 ГО Алтайского края, исключая ЗАТО г. Сибирский, но включая ГО (с 2015 г. – город) Камень-на-Оби. Возможность расчета данных по Камню-на-Оби обеспечивалась наличием информации по нему о числах прибывших и выбывших за указанный период. В результате анализировались данные о 6710 миграционных потоках, из которых 2746 были «нулевыми», т. е. в данном направлении за пять лет никто не мигрировал. В частности, у ГО Барнаул не было миграционных связей только с четырьмя поселениями Алтайского края из 671, у ГО Белокуриха – с 464 соответственно.

Также были использованы данные:

- о численности населения по каждому городскому округу, городскому и сельскому поселению за 2014–2018 гг., на их основе рассчитаны данные о средней численности населения за указанный период;
- о площади территории ГО, ГП и СП.

Зоны миграционного тяготения выделялись на основе показателя миграционного оборота за 2014–2018 гг., суммарно за пять лет. Миграционный оборот (синоним – валовая миграция) – сумма чисел прибывших и выбывших за период по каждому из 6710 миграционных потоков. Для каждого городского и сельского поселения Алтайского края, таким образом, был рассчитан миграционный оборот с каждым из 10 анализируемых городских округов. Далее зоны тяготения выделялись двумя способами:

1) принадлежность к зоне миграционного тяготения определялась на основании максимального значения миграционного оборота с тем или иным городским округом, в абсолютных значениях;

2) принадлежность к зоне миграционного тяготения определялась на основании максимального значения показателя без учета миграции с ГО Бар-

наул. Иными словами, для тех сельских и городских поселений, у которых максимальный миграционный оборот был с любым другим ГО, кроме Барнаула, принадлежность к зоне миграционного тяготения не менялась; для остальных она определялась на основе второго, после ГО Барнаул, места.

Исключение ГО Барнаул из расчетов во втором способе было призвано нивелировать его роль как столицы региона и самого крупного города. В среднем за 2014–2018 гг. численность жителей ГО Барнаул была в 3,28 раза больше, чем следующего за ним ГО Бийск. Кроме того, Барнаул – столица края, на которую замыкаются многие внутрикраевые миграционные потоки. Во внутрирегиональной миграции роль столиц очень велика [Карачурина, Мкртчян, 2021].

Мы отказались от идеи «взвесить» миграционные потоки (миграционный оборот) на число жителей ГО, которые они связывают, т. е. от расчетов КИМС, как это было предпринято в уже упомянутой выше работе по Алтайскому краю [Тарасова, 2018]. Полагаем, что в случае расчетов КИМС для всех сельских поселений края с небольшим, даже за пятилетний период, числом перемещений, полученные значения были бы очень вариативны. Кроме того, это дало бы явное преимущество малым ГО, таким, как Белокуриха, и привело бы к ситуации, когда 2–3 человека, переместившихся в данном направлении, были бы более весомыми, чем несколько десятков человек, переместившихся, например, в Бийск. Подобные «весовые» характеристики можно вводить применительно к направлениям, чьи центры отличаются на проценты, а не на порядок и более. Полагаем, что для таких расчетов нужен еще более длинный временной ряд данных, и сравниваемые ГО должны быть более сопоставимыми по числу жителей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выделение зон миграционного тяготения *первым способом* (со всеми десятью округами, включая ГО Барнаул) продемонстрировало очевидное: самое большое число сельских и городских поселений Алтайского края имеют наиболее тесные связи с Барнаулом (табл. 1). Зона его тяготения (включая и территорию ГО Барнаул) превышает 60% территории края, на которой проживает более 60% его жителей. У других ГО Алтайского края размер зоны убывает по мере сокращения численности их населения, однако в этом правиле есть заметные исключения. Так, зона тяготения Славгорода больше, чем Заринска и Камня-на-Оби, несмотря на то что он уступает им по числу жителей. Причины этого могут быть в следующем:

Таблица 1

Основные характеристики поселений, включенных в зоны миграционного тяготения десяти ГО Алтайского края, выделенных первым способом (ГО ранжированы по числу жителей)

Городской округ	Население в среднем за 2014–2018 гг.		Число населенных пунктов		Площадь	
	тыс. человек	% к итогу	кол-во единиц	% к итогу	тыс. км ² *	% к итогу
Барнаул	1421,3	60,1	960	59,6	106,0	63,8
Бийск	379,0	16,0	276	17,1	26,8	16,1
Рубцовск	212,4	9,0	138	8,6	13,8	8,3
Новоалтайск	86,4	3,7	10	0,6	0,6	0,4
Заринск	61,4	2,6	44	2,7	2,6	1,6
Камень-на-Оби**	61,1	2,6	56	3,5	6,2	3,7
Славгород	69,8	2,9	85	5,3	7,6	4,6
Алейск	39,8	1,7	36	2,2	2,1	1,3
Яровое	18,1	0,8	1	0,1	0,0	0,0
Белокуриха	17,6	0,7	4	0,2	0,4	0,3
ИТОГО	2366,7	100,0	1610	100,0	166,2	100,0

Примечания. * Площадь отличается от площади территории всего региона, так как не учитывает водную поверхность.

** С 2015 г. – городское поселение Камень-на-Оби.

1) ГО Славгород расположен в непосредственной близости с ГО Яровое, которое не имеет собственной зоны тяготения, но может служить дополнительным фактором притяжения к Славгороду;

2) Славгород расположен на самом большом удалении от Барнаула и других крупных городов Алтайского края, в юго-восточной части края у него нет «конкурентов».

Напротив, зоны тяготения Новоалтайска, Заринска и Алейска, расположенные сравнительно близко к столице региона, наиболее компактны. Новоалтайск, располагаясь в пригородах Барнаула, практически не имеет собственной зоны тяготения: только четыре сельских поселения с девятью населенными пунктами имеют с ним самый интенсивный миграционный оборот.

Если приглядеться к карте, на которой выделены зоны тяготения всех десяти ГО (рис. 1), видно, что у каждого города зона тяготения вытянута в направлении от Барнаула – это можно видеть не только на примерах Бийска и Рубцовска, но и компактных зон Заринска и Алейска. Зона тяготения Славгорода и Рубцовска при этом искажена их близостью к границе края.

Без учета численности жителей самого ГО, образующего зону тяготения (Барнаула, Бийска, Рубцовска и т. п.), зона Барнаула также объединяет 69% жителей Алтайского края, зона Бийска – 16, Рубцовска – только 6,4%. При этом доля Барнаула в общем числе жителей 10 ГО – 53, Бийска – 16, Рубцовска – 11%.

В Алтайском крае соотношение населения, проживающего в центральном ГО и поселениях в зоне

его тяготения, составляет 56 к 44 (табл. 2). При этом в зоне тяготения ГО Барнаул проживает больше населения, чем в нем самом, в остальных ГО пропорции обратные. Предсказуемо мала доля населения в зоне тяготения Новоалтайска и Белокурихи, ближе всего к среднему по краю значения в зоне тяготения Бийска и Славгорода.

Как и следовало ожидать, миграционный оборот в Алтайском крае сильно завязан на региональную столицу – Барнаул (вернее, ГО Барнаул, его территория для нас является неделимой в силу информационных ограничений). На него приходится 53% населения десяти выделенных ГО, но его зона тяготения превышает 60% от всего населения региона (включая сам ГО Барнаул), и 69% всех жителей края, исключая населения всех десяти рассмотренных округов. Это результат его столичности, а также тяготения миграции в России к крупнейшим городам.

Но и в целом видно, что размер и протяженность зон миграционного тяготения каждого из рассмотренных городских округов, выделенных на основе простого показателя – миграционного оборота, в первую очередь зависит от их размера, выраженного в численности населения. Но во вторую очередь играет роль положение относительно других центров. Это мы видели на примере ГО Новоалтайск, который находится в тени столицы и практически не имеет собственной зоны миграционного тяготения; менее явно влияние столицы сказывается на Алейске и Заринске. Более крупный центр подавляет малые, находящиеся в его «тени».

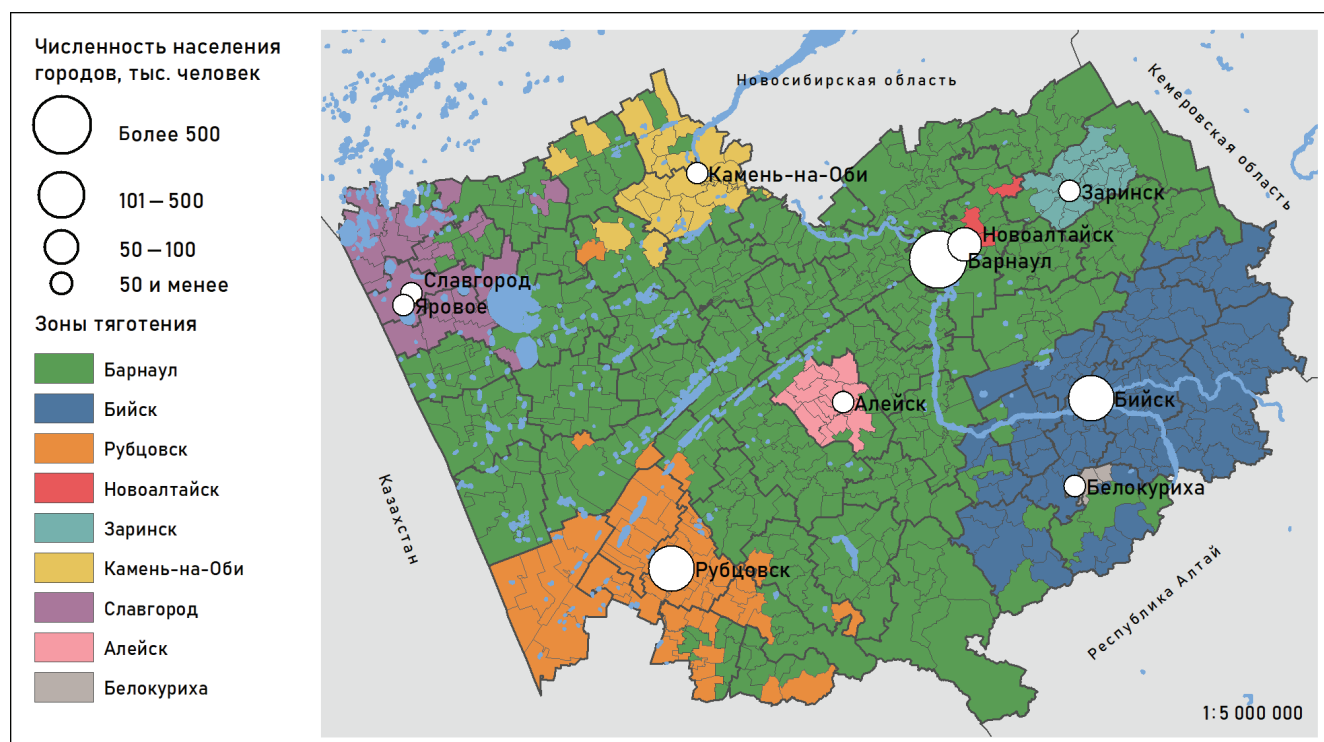


Рис. 1. Зоны миграционного тяготения десяти ГО Алтайского края, выделенных первым способом

Fig. 1. The hinterlands of ten Altai urban okrugs (delimited using the first method)

Таблица 2

Соотношение населения, проживающего в ГО-центре и в остальных поселениях выделяемых зон тяготения

Городской округ	Всего		В том числе			
			ГО-центр		другие поселения	
	тыс. чел.	%	тыс. чел.	%	тыс. чел.	%
<i>Всего</i>	2366,7	100,0	1319,5	55,8	1047,3	44,2
Барнаул	1421,3	100,0	697,8	49,1	723,5	50,9
Бийск	379,0	100,0	212,6	56,1	166,4	43,9
Рубцовск	212,4	100,0	145,4	68,5	67,0	31,5
Новоалтайск	86,4	100,0	72,9	84,3	13,5	15,7
Заринск	61,4	100,0	46,9	76,5	14,4	23,5
Камень-на-Оби	61,1	100,0	41,4	67,9	19,6	32,1
Славгород	69,8	100,0	40,5	58,1	29,3	41,9
Алейск	39,8	100,0	28,7	72,2	11,0	27,8
Ярвое	18,1	100,0	18,1	100,0	—	—
Белокуриха	17,6	100,0	15,0	85,5	2,5	14,5

Выделение зон тяготения *вторым способом*, без учета Барнаула, приводит, естественно, к расширению зон тяготения всех остальных ГО-центров (рис. 2). В табл. 3 зона ГО Барнаул включает только населенные пункты, включенные в его черту. При этом самые тесные миграционные связи ГО Барнаул имел с ГО Рубцовск.

Самое большое расширение зоны тяготения произошло у Рубцовска, который сильно уступает в

численности населения Бийску. Он конкурировал с Барнаулом за 40% населения его зоны и 37% территории (занимал 2-е место после Барнаула в миграционном обороте) и получил соответствующую долю его хинтерланда. Очень сильно выиграл Новоалтайск, который заместил Барнаул к востоку и северу от него, получив 19% населения и 17% территории. На 3-м месте по расширению зоны – Славгород, получивший 11,5% населения и 12% территории,

больше, чем Бийск – 10,5 и 11,5% соответственно. На зоне Белокурихи и Ярового отсутствие Барнаула практически не сказалось.

Исключение влияния региональной столицы показывает, что зоны тяготения остальных центров растут отнюдь не пропорционально размеру. В первую очередь расширяется зона тяготения тех центров, которые сами находились под наиболее сильным влиянием столицы, они ее начинают в значительной мере дополнять. Остальные же центры – Бийск, Рубцовск, Славгород и Камень-на-Оби – расширяют зону миграционного тяготения непропорционально. Здесь самое сильное влияние имеет их взаимное положение, что явно видно на примере Бийска, с трудом перетягивающих мигран-

тов у малых центров – основных «бенефициаров» исключения Барнаула. В отсутствии подобных конкурентов наиболее сильно расширились зоны Рубцовска и Славгорода.

Без учета Барнаула самую большую зону тяготения имеет Рубцовск (табл. 3), Бийск занимает только 2-е место, несмотря на то что он – второй по числу жителей город Алтайского края. Получается, что как центр притяжения на миграционном поле Барнаула Бийск имеет такую же силу, как Алейск, многократно уступающий ему в размерах, и лишь немного превосходит Заринск и Новоалтайск. На северо-восточном (в сторону Бийска) направлении зона Рубцовска увеличилась больше всего; Бийск же практически ничего не прирастил в направлении Рубцовска.

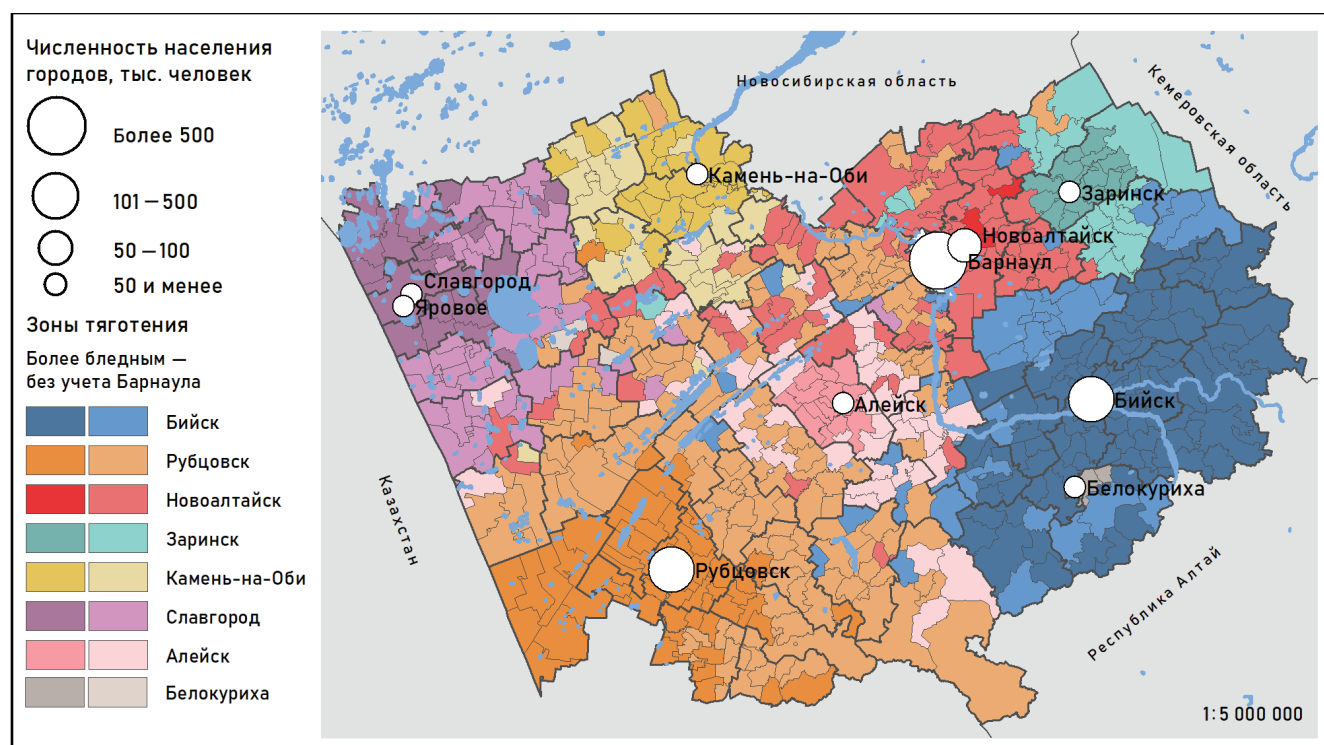


Рис. 2. Зоны миграционного тяготения девяти ГО Алтайского края, выделенных вторым способом

Fig. 2. The hinterlands of nine Altai urban okrugs (delimited using the second method)

Если же считать без учета населения ГО-центров, то 723,5 тыс. жителей зоны тяготения Барнаула в большей мере увеличили зону тяготения Новоалтайска – по численности проживающего населения она стала больше почти в 12 раз, и Алейска – в 5,2 раза. Рубцовск увеличил свою и без того немалую зону в 4,3 раза, Славгород – в 2,9 раза, Камень-на-Оби – в 1,84 раза, Заринск – в 1,77 раза. Расширение зоны Бийска произошло только на 40%.

Почему малые города, такие как Камень-на-Оби, Славгород, не только имеют, но и существенно расширяют зоны миграционного тяготения?

Для немалой доли сельских жителей преобладающим направлением миграции является переезд в ближайший малый город, а не в крупный город или региональный центр. Это подтверждают личные наблюдения в ходе полевых исследований в г. Камень-на-Оби в 2015 г., когда был выявлен, например, приток молодежи в учреждения СПО и в последние классы школ.

Если выделить долю, которую занимает миграционный оборот в пределах выделенных зон тяготения для всех рассмотренных ГО, получим, что при первом способе выделения на внутризональную мигра-

цию приходилась почти половина всей внутрирегиональной миграции в 2014–2018 гг. При этом самая высокая ее доля, ожидаемо, была в зоне Барнаула (табл. 4), и, что неожиданно, – Бийска. Уже у Рубцовска доля переселений, совершаемых внутри выделенной зоны тяготения, составила только $\frac{1}{3}$ всей внутрирегиональной миграции, у остальных еще меньше. Но если удалить из рассмотрения зону Барнаула и разделить его зону между другими ГО (вто-

рой способ выделения зон), то доля внутризональной миграции в целом снижается – за счет Барнаула, у которого в данном случае все перемещения совершаются с другими зонами. Но в результате того, что у всех остальных округов зоны расширились, доля внутризональной миграции у них увеличилась, больше всего – у Новоалтайска. Отметим, что у Бийска доля внутризональных переселений также увеличилась, но в относительно малой степени.

Таблица 3

Основные характеристики поселений, включенных в зоны миграционного тяготения десяти ГО Алтайского края, выделенных вторым способом (ГО ранжированы по числу жителей)

Городской округ	Население		Число населенных пунктов		Площадь	
	тыс. человек	%	кол-во единиц	%	тыс. км ² *	%
Барнаул	697,8	29,5	26	1,6	0,9	0,6
Бийск	446,2	18,9	374	23,2	38,9	23,4
Рубцовск	499,7	21,1	450	28,0	52,9	31,8
Новоалтайск	247,5	10,5	197	12,2	18,2	11,0
Заринск	87,0	3,7	88	5,5	9,4	5,7
Камень-на-Оби	97,2	4,1	112	7,0	12,9	7,8
Славгород	155,6	6,6	209	13,0	20,0	12,1
Алейск	98,3	4,2	145	9,0	12,1	7,3
Яровое	18,1	0,8	1	0,1	0,0	0,0
Белокуриха	19,4	0,8	8	0,5	0,8	0,5
<i>Итого</i>	2366,7	100,0	1610	100,0	166,2	100,0

Таблица 4

Доля миграции в пределах зоны тяготения в общем миграционном обороте городских округов, 2014–2018 гг., %

Городской округ	Зона тяготения	
	Первый способ	Второй способ
Барнаульский	63,7	–
Алейский	24,7	40,2
Белокурихинский	8,9	9,0
Бийский	62,0	68,8
Заринский	22,5	32,6
Каменский	26,9	43,9
Новоалтайский	12,2	38,2
Рубцовский	33,6	52,6
Славгородский	23,7	44,5
Яровской	0,0	0,0
<i>Всего</i>	47,7	26,1

Проведенные весьма простые расчеты поставили несколько вопросов. Прежде всего, почему

Бийск, превосходящий Рубцовск по числу жителей на 40%, уступил ему в направлениях, где нет иных конкурентов? Является ли это следствием более удобного положения Рубцовска на Змеиногорском тракте – более «выгодном», чем Чуйский тракт? Или повлияло сходство ландшафтных условий? Почему зона тяготения Рубцовска в направлении Барнаула вытянулась чуть ли не до границ ГО Барнаул, преодолев зону тяготения Алейска?

В будущем интересно рассмотреть зоны тяготения центров, сопоставимых по размеру с региональной столицей. Таких примеров в России немного, но они есть: Самара и Тольятти (но их близкое взаимное расположение в пределах двухъядерной городской агломерации и на берегу крупнейшей реки может внести в конфигурацию зон не вполне понятные искажения); Вологда и Череповец; Кемерово и Новокузнецк. Менее удачные примеры – Казань и Набережные Челны, Белгород и Старый Оскол. В самом общем виде, с использованием тех же данных – таблиц t_pt2n за 2017 г., но без выделения сельских поселений, а только на уровне муниципальных районов, некоторые зоны очень схематически рассмотрены в [Карачурина,

Мкртчян, 2021]. Возможно также рассмотрение зон тяготения схожих по размеру региональных столиц, но данный вопрос связан также с барьерной ролью границ. Пример подобного можно найти в тематических блогах [Оценка зон..., 2022]. Также можно рассмотреть зоны тяготения применительно к отдельным городским агломерациям.

ВЫВОДЫ

Величина и протяженность зон миграционного тяготения городских округов Алтайского края ожидаемо зависит от размера города, выраженного в численности населения. При этом важную роль играет взаимное положение городов относительно других центров. Это подтверждается отсутствием или крайней узостью зон тяготения городов, находящихся «в тени» более крупных. Играя второстепенную роль,

они могут формировать собственные зоны тяготения при исключении влияния главного центра, успешно конкурируя даже со вторым по размеру городом края.

Формирование больших по размеру зон миграционного тяготения у малых городов возможно на большом удалении от крупных центров. Здесь они становятся центрами второго порядка, важными для организации жизни большого числа сельских поселений.

В данной работе рассмотрено влияние городов разного размера на миграционные потоки в крупном регионе. Полагаем, что важной исследовательской задачей является сравнительный анализ зон миграционного тяготения городов, сопоставимых по размеру и, возможно, административному статусу. Это предполагает исследование на межрегиональном уровне.

Благодарности. Статья подготовлена в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антонов Е.В. Трудовая мобильность населения России по данным Всероссийской переписи 2010 года // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2016. № 2. С. 54–63.
- Атаева А.Г., Уляева А.Г. Межрегиональная молодежная миграция как угроза утери человеческого капитала территории (на материалах Республики Башкортостан и регионов Приволжского федерального округа) // Вестн. Томского гос. ун-та. Экономика. 2018. № 44. С. 38–57. DOI: 10.17223/19988648/44/2.
- Замятина Н.Ю. Метод изучения миграций молодежи по данным социальных интернет-сетей: Томский государственный университет как «центр производства и распределения» человеческого капитала (по данным социальной интернет-сети «ВКонтакте») // Региональные исследования. 2012. № 2. С. 15–28.
- Замятина Н.Ю., Яшунский А.Д. Межрегиональные центры образования // Отечественные записки. 2012. № 3. С. 74–84.
- Карачурина Л.Б. Географический анализ интенсивности миграционных связей России и ее регионов с республиками ближнего зарубежья, 1969–1997 гг.: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1999. 24 с.
- Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В. Внутрирегиональная миграция населения в России: пригороды выигрывают у столиц // Известия РАН. Сер. геогр. 2021. № 1. С. 24–38. DOI: 10.31857/S2587556621010076.
- 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. Изменение межрайонных миграционных связей в современной России и ее регионах: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1997. 16 с.
- Мкртчян Н.В. Миграция в Москве и Московской области: региональные и структурные особенности // Региональные исследования. 2015. № 3. С. 107–116.
- Рыбаковский Л.Л. Региональный анализ миграций. М.: Статистика, 1973. 160 с.
- Тарасова Е.В. Миграционные связи муниципальных образований Алтайского края // Мир Большого Алтая. 2018. № 4. С. 576–590. DOI: 10.31551/2410-2725-2018-4-4-576-590.
- Старикова А.В. Миграционная подвижность населения на территории Баварии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2013. № 4. С. 69–75.
- Старикова А.В. Пространственная мобильность населения Баварии: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2016. 211 с.
- Татевосов Р.В. Анализ дальности миграций городского населения СССР и некоторые вопросы моделирования и прогнозирования миграций населения: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1971. 18 с.
- Фаузер В.В., Смирнов А.В. Миграции населения Российской Арктики: модели, маршруты, результаты // Арктика: экология и экономика. 2020. № 4. С. 4–18. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-4-18.

Электронные ресурсы

- Оценка зон влияния региональных центров европейской части РФ. URL: <https://statistic-rus.livejournal.com/2017.html> (дата обращения 11.04.2022).
- Чернышев К.А. Ретроспектива миграционных связей региона-донора // Демографическое обозрение. 2021. № 1. С. 150–178. DOI: 10.17323/demreview.v8i1.12397. URL: <https://demreview.hse.ru/article/view/12397/12829> (дата обращения 30.04.2022).

Поступила в редакцию 23.05.2022

После доработки 24.08.2022

Принята к публикации 22.09.2022

MIGRATION HINTERLANDS OF CITIES IN THE ALTAI KRAI

N.V. Mkrtchyan¹, A.A. Gerasimov²^{1,2} Higher School of Economics¹ Vishnevsky Institute of Demography; Leading Scientific Researcher; Ph.D. in Geography; e-mail: nmkrtchyan@hse.ru² Faculty of Social Sciences, Ph.D. student; e-mail: aagerasimov@hse.ru

The study of intraregional migration in Russia is complicated by short time series and a limited set of published data, particularly at the municipal level. The publicly available data allow only general evaluation of migration parameters, e. g. the migration turnover, the net migration features, etc. More complete data, for example, on movements between municipalities, could be obtained from the regional statistical offices on special requests. Based on such data on intraregional migration in the Altai Krai in 2014–2018, the hinterlands of the urban okrugs were identified, and some characteristics of those hinterlands were revealed.

The migration turnover with ten urban okrugs of the region was calculated for urban and rural settlements of the Altai Krai. A settlement was attributed to the hinterland of a particular urban okrug basing on the maximum migration turnover with it. The hinterlands were delimited in two ways, i.e. with and without considering the capital city of Barnaul. By this we evaluated how the exclusion of migration to/from the regional capital, which dominates the system of intraregional migration links, affects the migration preferences of settlement residents.

The results of the study showed that the Barnaul hinterland includes more than half of the Krai's territory with approximately 60% of the region's population. The hinterlands of other cities are proportional to the population of their centers and are also influenced by their location in relation to the regional capital. Without considering Barnaul, several cities, such as Rubtsovsk and Slavgorod considerably expand their influence, while the hinterland of Biysk, the second-largest city in the region, changed only slightly. Despite the importance of the size of cities, the mutual disposition of subcenters and their location in relation to the regional center play a critical role in the intraregional migration. The study gives an idea of principal directions of inter-settlement migration in the Altai Krai.

Keywords: intraregional migration, Russia, migration statistics, subcenters, rural settlements, migration destinations

Acknowledgements. The paper was prepared under the Program of Fundamental Research of the NRU Higher School of Economics.

REFERENCES

- Antonov E.V. Trudovaya mobil'nost' naseleniya Rossii po dannym Vserossiiskoi perepisi 2010 goda [Labor Mobility of the Population in Russia (according to the 2010 All-Russian Census Data)], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2016, no. 2, p. 54–63. (In Russian)
- Ataeva A.G., Ulyaeva A.G. Mezhhregional'naya molodezhnaya migratsiya kak ugroza uteri chelovecheskogo kapitala territorii (na materialakh respubliki Bashkortostan i regionov Privolzhskogo federal'nogo okruga) [Modern trends and factors of inter-regional migration of youth in Russia (based on the Materials of the Republic of Bashkortostan and the Regions of the Volga Federal District)], *Vestn. Tomskogo gos. un-ta, Ekonomika*, 2018, 2018, no. 44, p. 38–57. (In Russian)
- Fauzer V.V., Smirnov A.V. Migratsii naseleniya rossiiskoi Arktiki: modeli, marshruty, rezul'taty [Migration of the Russian Arctic population: models, routes, results], *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2020, no. 4(40), p. 4–18, DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-4-18. (In Russian)
- Karachurina L.B. *Geograficheskii analiz intensivnosti migratsionnykh svyazei Rossii i ee regionov s respublikami Blizhnego Zarubezh'ya, 1969–1997 gg.* [Geographical Analysis of the Intensity of Migration Ties between Russia and its Regions with the Republics of the Near Abroad, 1969–1997 gg.], Extended Abstract of Ph.D. Thesis in Geography, Moscow, 1999, 24 p. (In Russian)
- Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V. Vnutriregional'naya migratsiya naseleniya v Rossii: prigorody vyigryvayut u stolits [Intraregional Population Migration in Russia: Suburbs Outperform Capitals], *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk, Ser. Geograficheskaya*, 2021, no. 1(85), p. 24–38, DOI: 10.31857/S2587556621010076 (In Russian)
- Mezhdru domom i... domom. Vozvratnaya prostranstvennaya mobil'nost' naseleniya Rossii* [Between Home and... Home. Return Spatial Mobility of the Population of Russia], T.G. Nefedova, K.V. Averkieva, A.G. Makhrova (eds.), Moscow, Novyi Khronograph Publ., 2016, 504 p. (In Russian)
- Mkrtchyan N.V. Izmenenie mezhhraionnykh migratsionnykh svyazei v sovremennoi Rossii i yeyo regionakh [Changes in Interregional Migration Relations in Modern Russia and its Regions], Extended Abstract of Ph.D. Thesis in Geography, Moscow, 1997, 16 p. (In Russian)
- Mkrtchyan N.V. Migratsiya v Moskve i Moskovskoi oblasti: regional'nye i strukturnye osobennosti [Migration in Moscow and Moscow region: regional and structural characteristics], *Regional'nye issledovaniya*, 2015, no. 3, p. 107–116. (In Russian)

- Rybakovskii L.L. *Regional'nyi analiz migratsii* [Regional analysis of migrations], Moscow, Statistika Publ., 1973, 160 p. (In Russian)
- Starikova A.V. Migratsionnaya podvizhnost' naseleniya na territorii Bavarii [Migration Mobility of Population in Bavaria], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2013, no. 4, p. 69–75. (In Russian)
- Starikova A.V. *Prostranstvennaya mobil'nost' naseleniya Bavarii* [Migration mobility of the population in Bavaria], Ph.D. Thesis in Geography, Moscow, 2016, 211 p. (In Russian)
- Tarasova E.V. Migratsionnye svyazi munitsipal'nykh obrazovaniy Altaiskogo kraya [Migration communications of municipal units of Altai krai], *Mir Bol'shogo Altaya*, 2018, no. 4(4), p. 576–590, DOI: 10.31551/2410-2725-2018-4-4-576-590. (In Russian)
- Tatevosov R.V. *Analiz dal'nosti migratsii gorodskogo naseleniya SSSR i nekotorye voprosy modelirovaniya i prognozirovaniya migratsii naseleniya* [Analysis of the Range of Migrations of the Urban Population of the USSR and some Issues of Modeling and Forecasting Population Migrations], Extended Abstract of Ph.D. Thesis in Geography, Moscow, 1971, 18 p. (In Russian)
- Zamyatina N., Yashunskii A. Mezhtsement'skiye tsentry obrazovaniya [Interregional Education Centers], *Otechestvennye zapiski*, 2012, no. 3(48), p. 74–84. (In Russian)
- Zamyatina N.Y. Metod izucheniya migratsii molodezhi po dannym sotsial'nykh Internet-setei: Tomskii gosudarstvennyi universitet kak "tsentr proizvodstva i raspredeleniya" chelovecheskogo kapitala (po dannym sotsial'noi Internet-seti "VKontakte") [The Method of Studying the Migration of Young People on these Social Networking Web: Tomsk State University as a "Center of production and distribution" of Human Capital (according to the Social Online Network "VKontakte")], *Regional'nye issledovaniya*, 2012, no. 2(36), p. 15–28. (In Russian)
- Web sources*
- Chernyshev K. Retrospektiva migratsionnykh svyazei regiona-donora [A retrospective analysis of migration links of a donor region], *Demograficheskoe obozrenie*, 2021, no. 8(1), p. 150–178, DOI: 10.17323/demreview.v8i1.12397, URL: <https://demreview.hse.ru/article/view/12397/12829> (access date 30.04.2022). (In Russian)
- Otsenka zon vliyaniya regional'nykh tsentrov Evropeiskoi chasti RF [Assessment of the hinterlands of regional centers in the European part of Russia], URL: <https://statistic-rus.livejournal.com/2017.html> (access date 11.04.2022). (In Russian)

Received 23.05.2022

Revised 24.08.2022

Accepted 22.09.2022

ПАЛЕОЛИТИЧЕСКАЯ СТОЯНКА СУХАЯ МЕЧЕТКА (ВОЛГОГРАД) В КОНТЕКСТЕ СТРАТИГРАФИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Т.А. Янина¹, Р.Н. Курбанов², Н.А. Таратунина³, Т.В. Романис⁴, М.В. Ельцов⁵,
Н.В. Лаврентьев⁶, Н.И. Глушанкова⁷, С.О. Ремизов⁸, Я.Д. Иванов⁹,
М.Д. Куприянова¹⁰, А.К. Очередной¹¹

^{1–3, 6, 7} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена

⁴ Почвенный институт имени В.В. Докучаева, лаборатория минералогии и микроморфологии почв

⁴ Институт мерзлотоведения имени П.И. Мельникова СО РАН, лаборатория общей геокриологии

⁵ Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, лаборатория археологического почвоведения

⁸ Музей-заповедник «Старая Сарепта»

^{3, 9, 11} Институт археологии и этнографии СО РАН, отдел археологии каменного века

^{1, 10} Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле

¹¹ Институт истории материальной культуры РАН, отдел палеолита

¹ Зав. лабораторией, д-р геогр. наук; e-mail: paleo@inbox.ru

² Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: roger.kurbanov@gmail.com

³ Мл. науч. сотр.; e-mail: taratuninana@gmail.com

⁴ Науч. сотр., канд. с.-х. наук; e-mail: romanis.tatyana@yandex.ru

⁵ Ст. науч. сотр., канд. биол. наук; e-mail: m.v.eltsov@gmail.com

⁶ Инженер; e-mail: lvnikita@gmail.com

⁷ Вед. науч. сотр., д-р геогр. наук; e-mail: ni.glushankova@mail.ru

⁸ Ст. науч. сотр.; e-mail: paleostas@yandex.ru

⁹ Ст. лаборант; e-mail: yadivanov66@gmail.com

¹⁰ Студент; e-mail: st072078@student.spbu.ru

¹¹ Ст. науч. сотр., канд. ист. наук; e-mail: a.otcherednoy@gmail.com

Стоянка Сухая Мечетка – важнейший памятник среднего палеолита Восточной Европы. В статье представлен анализ разреза, включающего культурный слой, в контексте стратиграфии и палеогеографии Нижнего Поволжья. В строении разреза отражены 11 основных этапов осадконакопления и палеогеографического развития территории памятника, тесно связанные с глобальными и региональными изменениями климата и уровня Каспийского моря. В основании разреза отражен этап существования реки на территории памятника, впадавшей в эстуарий Волги, образованный раннехазарской трансгрессией Каспия в конце среднего плейстоцена (МИС 6). Продолжительный континентальный этап развития в условиях разнонаправленных колебаний климата разной амплитуды от микулинского межледниковья (МИС 5е) до поздневалдайской ледниковой эпохи (МИС 2) в позднем плейстоцене отражен в средней части разреза. Позднехазарский и гирканский трансгрессивные бассейны (МИС 5), а также палеохвалынская стадия (МИС 3) Каспия не достигали широты Сухой Мечетки. Этап раннехвалынской трансгрессии (МИС 2, 16 190 ± 200 лет назад) в условиях деградации ошашковского оледенения выражен в его верхней части. Установлены три погребенные почвы, отражающие этапы потепления стадии МИС 5 и соотносящиеся с ее подстадиями 5е, 5с и 5а. Средняя палеопочва содержит культурный слой, отнесенный к микрок/КМГ общности Северной Евразии. Во время заселения территории стоянки неандертальцами климат был умеренно-теплым, на междуречье господствовали степные ландшафты, в балке произрастал лес. В Каспии развивалась гирканская трансгрессия с эстуарием в долине Волги, определившая высокое положение базиса эрозии и формирование балки с широким днищем и пологими берегами, с постоянным пресным водооток, привлекающим на водопой млекопитающих – объект охоты древнего человека. Очевидно, что такие условия послужили основанием организации стоянки в балке Сухая Мечетка. Корреляция разреза с детально исследованными лессово-почвенными разрезами Нижнего Поволжья позволяет определить возраст культурного горизонта стоянки в диапазоне 97–110 тыс. лет назад.

Ключевые слова: поздний плейстоцен, средний палеолит, разрез, палеопочвы, микрок/КМГ, культурный слой, палеогеография

ВВЕДЕНИЕ

Стоянка Сухая Мечетка – важнейший памятник среднего палеолита Восточной Европы, была обнаружена в 1951 г. геологами А.И. Коптевым и М.Н. Грищенко в ходе обследования правого берега Волги на северной окраине Сталинграда (Волгограда) при строительстве Волжской ГЭС. Широкомасштабные раскопки стоянки осуществлены С.Н. Замятниным в 1952 и 1954 гг. [Замятнин, 1961; Праслов, Кузнецова, 2020]. После их окончания обширная коллекция каменного инвентаря поступила в хранилище Кунсткамеры. Наиболее детальная проработка коллекции, ее развернутый технико-типологический анализ выполнены Л.В. Кузнецовой [Праслов, Кузнецова, 2020].

Памятник привлекал пристальное внимание не только археологов [Bosinski, 1967; Александрова, 1974; Праслов, 1984; Кузнецова, 2006], в течение нескольких десятилетий являясь крайним восточным пунктом распространения микокской общности среднего палеолита (по названию французской пещеры la Misocque, или «восточного микока», по терминологии 1970-х гг.) [Васильев и др., 2022], но и геологов. Положение культурного слоя памятника необычно из-за мощной (более 20 м) толщи перекрывающих отложений. Ведущие специалисты в области четвертичной геологии и палеогеографии, участвовавшие в оценке стратиграфического положения культурного слоя и геологического возраста всех вскрытых в разрезе отложений, высказали разные точки зрения. Средним плейстоценом его датировали М.Н. Грищенко [1953], В.И. Громов [1953], П.В. Федоров [1957], в то время как Н.К. Верещагин и А.Д. Колбутов [1957], Е.В. Шанцер [1951], Ю.М. Васильев [1961] относили либо к эпохе днепровского оледенения, либо к днепровско-московскому (одинцовскому) интерстадиалу. Приуроченность культурного слоя к микулинской межледниковой почве (поздний плейстоцен) отмечал А.И. Москвитин [1962]. При этом всеми исследователями подчеркивалась «четкость стратиграфического положения» стоянки. Но палеогеографические условия, в которых существовало палеолитическое поселение, трактовались в широком диапазоне: от суровых ледниковых до теплых межледниковых.

В результате второго этапа комплексных геоархеологических исследований Сухой Мечетки, организованных Н.Д. Прасловым в 1978–1979 гг., культурный слой был помещен в хроностратиграфический контекст первой половины валдайской ледниковой эпохи. Эти материалы вошли в неопубликованную (и незавершенную) рукопись Н.Д. Праслова в соавторстве с Л.В. Кузнецовой, которая была представлена научной общественности его учениками в 2020 г.

[Праслов, Кузнецова, 2020]. Активное включение территории памятника археологии в хозяйственную деятельность города Волгограда (в 1980–1990-х гг. многоуровневым гаражным кооперативом застроена большая часть памятника) привело не только к прекращению дальнейших исследований, но и к значительным изменениям рельефа местности в результате антропогенного воздействия.

Сухая Мечетка относится к числу очень редких археологических памятников среднепалеолитической эпохи – стоянкам открытого типа с сохранившимся культурным слоем, залегающим *in situ*, с многочисленным и выразительным каменным инвентарем, особенностями распределения различных зон активности древнего человека. Анализ каменного инвентаря без установления надежной геохронологической позиции культурного слоя не может являться надежным источником для любых археологических построений. Вопрос о возрасте и условиях формирования отложений, вмещающих культурный слой стоянки, по-прежнему не решен. Это, а также активизация комплексных палеогеографических исследований в Нижнем Поволжье в последние годы послужили основной причиной возобновления работ на Сухой Мечетке [Ремизов, 2019; Очередной и др., 2020, 2021], на протяжении десятилетий фактически исключенной из научного процесса.

Изучаемые в настоящее время среднепалеолитические памятники открытого типа в западной и южной частях Русской равнины представляют в основном крупные многослойные комплексы, позволяющие рассмотреть многие, до сих пор не решенные климатостратиграфические проблемы, связанные с расселением человека в конце среднего – позднем плейстоцене: Хотылево I в верхнем течении Десны, Сухая Мечетка на Нижней Волге, Рожок I в Северном Приазовье и Бирючья Балка 2 в нижнем течении Северского Донца. Сухая Мечетка, являющаяся единственным из крупных памятников Восточной Европы с одним хорошо сохранившимся культурным слоем, может служить своеобразным модельным объектом для палеогеографических и палеоклиматических реконструкций, предполагающих изучение адаптационных способностей человека к частым сменам климата в плейстоцене. До сих пор в отечественной литературе такие реконструкции предпринимались для памятников верхнего палеолита, для среднего же палеолита с принципиально иным видом человека такие реконструкции были невозможны, в частности из-за отсутствия надежных хронологических данных.

Актуальность комплексного изучения Сухой Мечетки определяется и интересом к загадочной микокской общности среднего палеолита – группе разновременных и, видимо, разнокультурных индус-

стрий, которые объединяет изготовление двусторонне обработанных асимметричных ножей различных форм, которые вошли в современную литературу под немецким термином кайльмессеры (от нем. *Keilmesser* – клиновидный нож). По наименованию этой категории изделий для микока принято синонимичное определение – группа индустрий с кайльмессерами (от нем. *Keilmessergruppe*, аббревиатура КМГ). Сухая Мечетка, будучи одним из самых ярких микокских комплексов Европы, находится в середине известного на сегодняшний день ареала распространения этих среднепалеолитических индустрий, протянувшихся широким поясом от Западной Европы до Сибири. Поэтому основной задачей полевых исследований в настоящее время является получение серийных хронометрических данных и хроностратиграфическая корреляция полной колонки отложений памятника с опорными нижеволжскими разрезами, что позволит ответить на вопрос о возрасте стоянки и палеогеографических условиях в Нижнем Поволжье в период появления стоянки Сухая Мечетка.

В 2021–2022 гг. комплексным отрядом, включающим специалистов из Института истории материальной культуры РАН, географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Почвенного института имени В.В. Докучаева РАН, Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Музея-заповедника «Старая Сарепта», проведены полевые исследования на территории памятника Сухая Мечетка. Их основная цель – анализ разреза, включающего культурный слой, в контексте стратиграфии и палеогеографии Нижнего Поволжья. В данной статье представлены результаты исследований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Палеолитический памятник Сухая Мечетка расположен на правом берегу одноименной балки в Тракторозаводском районе Волгограда в 1,5 км выше пересечения Сухой Мечетки с шоссе на насыпь и в 100 м ниже железнодорожного моста, в 2,5 км от Волги (рис. 1). Балка Сухая Мечетка прорезает на правобережье Волги хвалынскую террасу Каспия с высотой тылового шва 45–40 м (абс.) и бровки – около 30 м. В настоящее время рельеф сильно изменен антропогенной деятельностью, но до широкомасштабного строительства в строении балки была выражена прислоненная к этой террасе более низкая хвалынская поверхность высотой около 22 м (абс.), между ними в рельефе наблюдался плавный переход [Москвитин, 1962]. Долина балки хорошо разработана, ее ширина составляет от 100 до 150 м, глубина до 40 м. Памятник

приурочен к небольшому мысу, выступающему в долину балки.

В 2021 и 2022 гг. разрезами было вскрыто строение борта долины в районе памятника (см. рис. 1). Культурный слой приурочен к горизонту погребенной почвы и залегает на глубине 19 м от поверхности. Краткое описание сводного разреза представлено в разделе «Результаты исследований». Нами выполнено фациально-литологическое описание разреза в целом, фаунистический анализ, особое внимание уделено изучению палеопочвенных горизонтов и культурного слоя памятника. Раковинный материал датирован радиоуглеродным (сцинтилляционным) методом в Лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета. Значения календарного возраста определены на основании калибровочной программы OxCal 4.4.4, калибровочная кривая IntCal 20 [Oxford Radiocarbon..., 2021]. Для палеогеографических реконструкций использованы опубликованные и фондовые материалы. Выполнен сравнительный анализ и корреляция с ранее изученными разрезами в Волгоградской области.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Координаты разреза Сухая Мечетка – 48°49'43,6"N 44°37'48,5"E, абсолютная высота бровки – 34 м. В сводном разрезе сверху вниз вскрываются (рис. 2):

– слой 1: супесь серовато-коричневая, неслоистая, пористая, с многочисленными включениями растительного детрита, разбита серией трещин на отдельные блоки. Гумусовый горизонт современной почвы. Нижняя граница четкая, волнистая. Мощность 0,20 м;

– слой 2: супесь опесчаненная, неслоистая, пористая, с многочисленными пылеватыми и мелкими конкрециями карбонатов. Отложения имеют белесоватый оттенок за счет выпотов карбонатов. Нижняя граница нечеткая, переход к нижележащему слою постепенный. Мощность 0,30 м;

– слой 3: суглинок буровато-коричневый, опесчаненный, с мелкоореховатой структурой. Многочисленные включения карбонатных пятен диаметром до 2 см и железистых примазок и стяжений. Нижняя граница нечеткая. Мощность 0,20 м;

– слой 4: песок разнозернистый, слабо алевритистый, от светло-серого до серокоричневого, с редким мелким гравием, с прослоем (до 5 см) темно-коричневого «шоколадоподобного» суглинка в средней части. Встречаются обломки и целые раковины дрейссен. Нижняя граница волнистая, резкая. Мощность до 0,25 м;

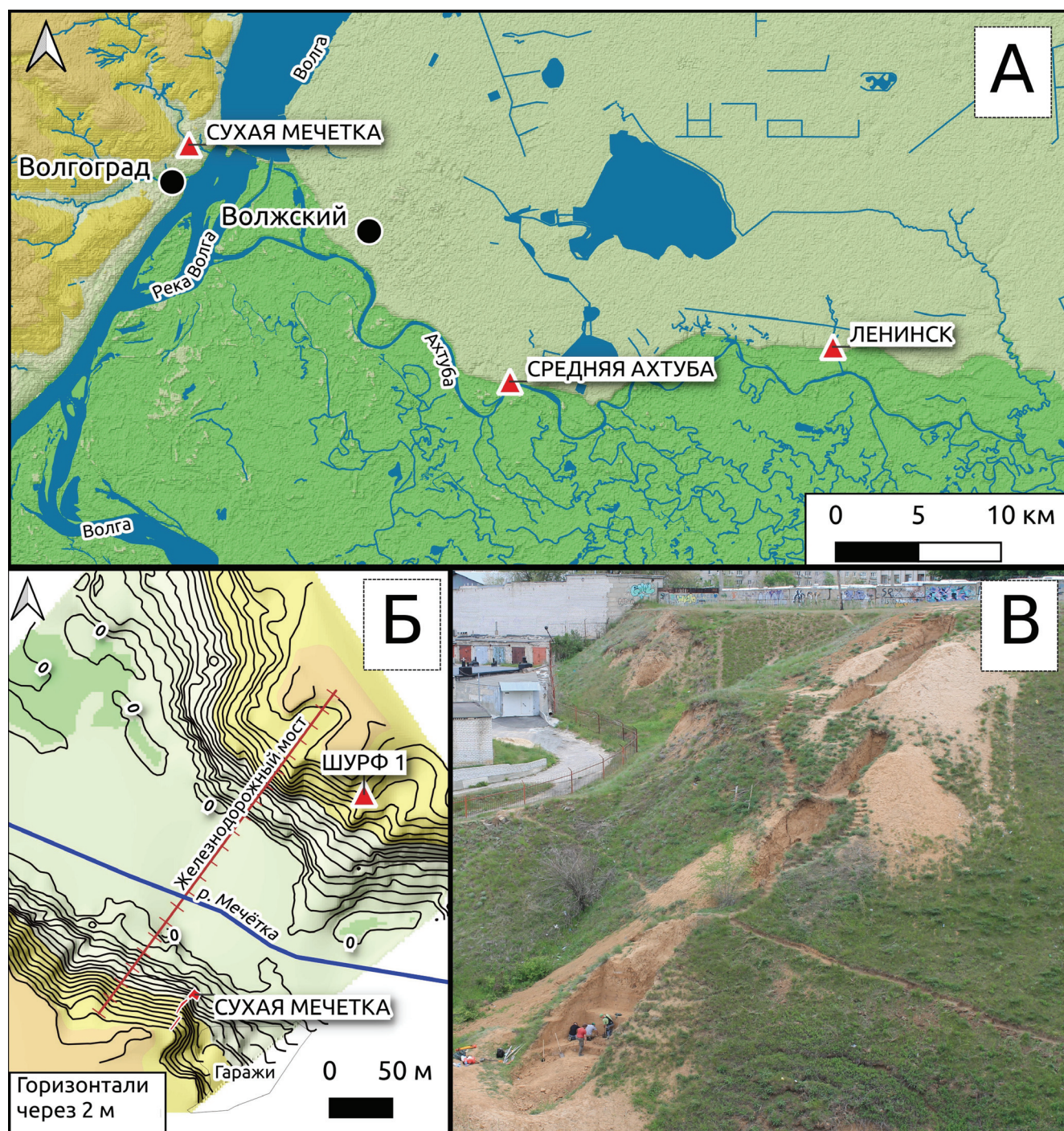


Рис. 1. Памятник Сухая Мечетка: А, Б – местоположение (по [Очередной и др., 2020]); В – общий вид

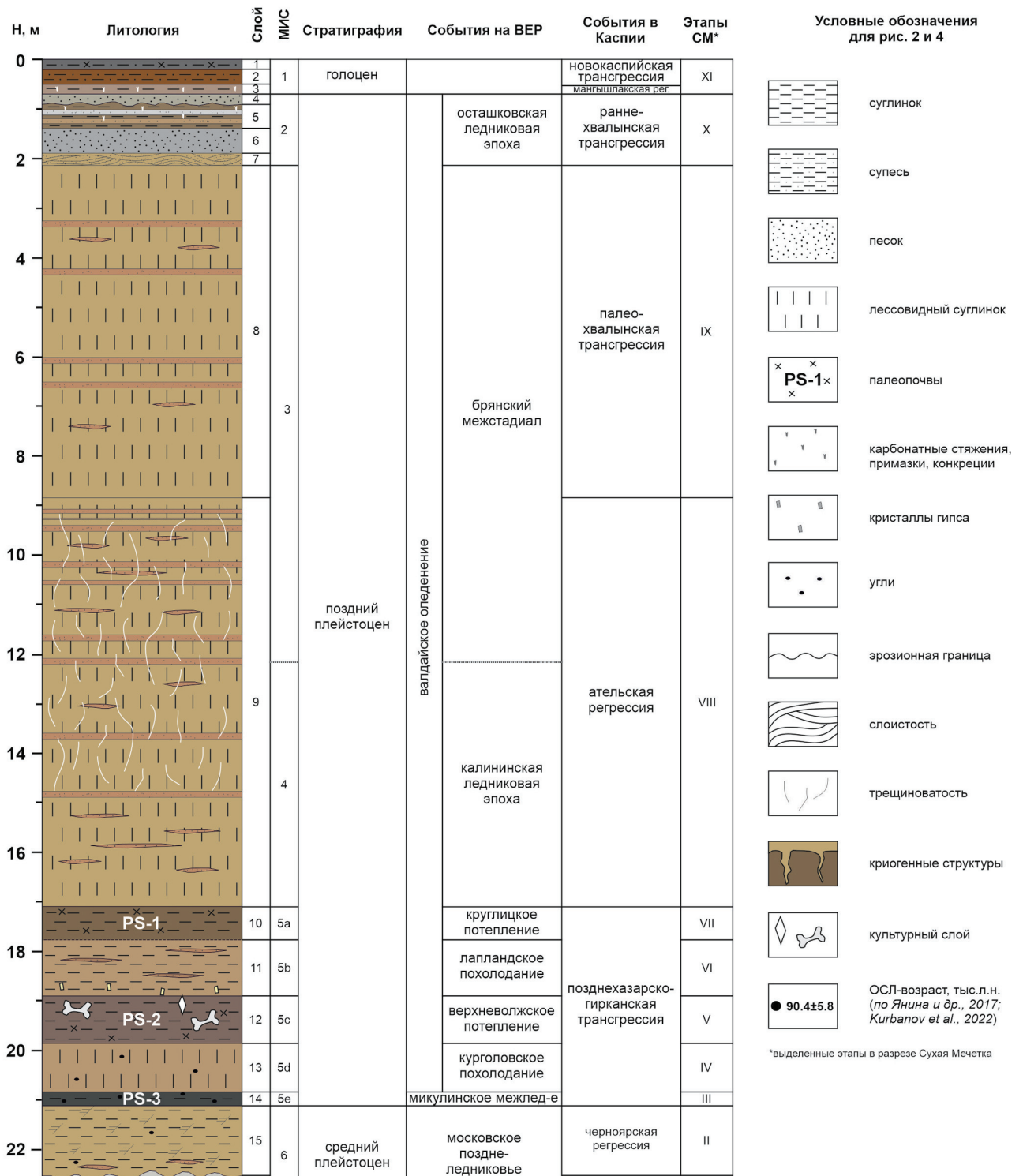
Fig. 1. The Sukhaya Mechetka site: А, Б – location [Otcherednoy et al., 2020]; В – general view

– слой 5: чередование прослоев суглинка коричневого и тонкозернистого песка бежевого; в песчаных прослоях со слабо выраженной волнистой и плейчатой слоистостью; по всему слою с включениями рыхлых карбонатов, с уплотнением и цементацией песка у нижней границы слоя. Нижняя граница неровная, слабо волнистая. Мощность 0,45–0,50 м;

– слой 6: песок тонкозернистый, светло-серый, рыхлый, горизонтально-слоистый, со сла-

бонаклонной на запад микрослоистостью внутри пропластов; с редкими прослоями и линзами тонкозернистого песка бежевого с примесью глины, с редкими карбонатными включениями. Нижняя граница ровная. Мощность 0,50 м;

– слой 7: песок тонкозернистый, глинистый, бежевый, с ярко выраженной субгоризонтальной косой слоистостью; с единичными гипсовыми включениями (до 0,5 см). Нижняя граница слоя ровная, четкая. Мощность 0,28 м;



виты по граням блоков и кустообразно по корневой системе растений), иногда с пропластками тонкозернистого песка. В 50 см от верхней границы слоя вскрыта линза песка плохо сортированного, рыже-коричневого, на глубине 110–120 см прослой песка плохо сортированного, с мелким гравием. Ниже отмечается увеличение размеров блоков (до 25–30 см высотой и 5–10 см шириной), уменьшение карбонатности, тон осадков становится более светлым; встречаются прослой песка рыже-коричневого цвета мощностью 2–5 см. Переход к нижележащему слою постепенный. Мощность 8,30 м;

– слой 10; суглинок плотный, светло-коричневый, со столбчатой отдельностью, с ярко выраженными кутанами, с пятнами ожелезнения по граням отдельностей, с многочисленными следами ожелезнения и карбонатами по корневой системе растений, с пятнами омарганцевания до 1 мм. В средней части слой имеет буровато-коричневый цвет. Нижняя граница нечеткая. Мощность 0,70 м. Палеопочва PS-1;

– слой 11: суглинок опесчаненный, светло-коричневый, с карбонатным напылением, с отдельными крупными пятнами омарганцевания, с кристаллами гипса до 1 см в нижней части слоя; с тонкими прослоями (до 1 см) мелкозернистого песка. Мощность 1,10 м;

– слой 12; суглинок плотный, буро-коричневый, с выраженной столбчатой отдельностью, крупными вертикальными трещинами (через 20–30 см), с мелкой пористостью, с единичными карбонатными и марганцевыми пятнами. Выделяется обогащенностью гумусом на глубине 40–50 см от верхней границы слоя. Встречаются костные остатки млекопитающих и изделия среднепалеолитического облика (изготовленные из местных кварцитов и кремня из ергенинских песчаников). Ниже 70 см отмечается осветление слоя, увеличение количества марганцовистых пятен, появление мелких угольков. Мощность 0,90–1,00 м. Палеопочва PS-2;

– слой 13: суглинок лессовидный, пористый, плотный, буровато-коричневый, с многочисленными пятнами карбонатов, с включениями угля размером до 1,5 см. Мощность 1,00 м;

– слой 14: суглинок плотный, буро-коричневый, с многочисленными пятнами органики и включениями древесного угля, карбонатами в виде ветвистых скоплений. В 10 см ниже верхней границы слоя – темно-серый (до черного) прослой мощностью около 10 см, с крупными пятнами углей, мелкими пятнами ожелезнения (до 2 см), мелкими угольками (до 0,5 см), пятнами гумусирования, затеками (до 5 см), проникающими в нижележащий слой. Общая мощность слоя 0,25 м. Палеопочва PS-3;

– слой 15: суглинок плотный, светло-коричневый, пористый, пронизанный ветвистыми пылеватыми карбонатами, с единичными включениями

углей, с тонким прослоем (до 5 см), обогащенным органическим материалом в виде округлых пятен в середине слоя, с уменьшением количества карбонатов и увеличением количества мелких пятен омарганцевания, с тонкими (1–2 см) прослоями и линзами, обогащенными мелко- и тонкозернистым песком. Нижняя граница четкая, волнистая, неровная. Мощность 1,45 м;

– слой 16: чередование прослоев супеси оглиненной серой и грубозернистого плохо сортированного песка светло-серого, в нижней части слоя с многочисленными прослоями и пятнами ожелезнения, включениями марганца (иногда окаймляющими ожелезненные прослой). Видимая мощность 0,60 м.

На основе анализа особенностей строения разреза выделено 11 этапов осадконакопления и палеогеографического развития территории памятника (см. рис. 2).

Этап I (слой 16) представлен аллювиальными осадками палеореки / ручья Сухая Мечетка, впадавшей, очевидно, в эстуарий Волги, образованный раннехазарской трансгрессией Каспия. О существовании постоянного водного потока со сравнительно высоким базисом эрозии свидетельствует пачка аллювия, а о том, что принимающим воды бассейном был именно раннехазарский, свидетельствуют наши исследования, проведенные на территории памятника в 1979 г. в составе полевого отряда, руководимого Н.Д. Прасловым [Янина, 2005]. Ниже по течению аллювиальные пески сменяются аллювиально-морскими песками светло-серыми с горизонтальными прослоями суглинка и опесчаненной глины, общей мощностью 2,20 м, содержащими многочисленные раковины тригоноидных дидакн *Didacna subpyramidata*, *D. pallasi* и слабо солонатоводных видов *Monodacna caspia*, *Dreissena polymorpha*, представляющих опресненную каспийскую фауну. Подстилаются они песчанистыми глинами ожелезненными, включающими раковины аналогичного состава, видимой мощностью около 1,50 м. Биостратиграфическое положение раннехазарской малакофауны в схеме каспийского плейстоцена дает основание для отнесения времени формирования слоя 16 к концу среднего плейстоцена, временному интервалу, отвечающему морской изотопной стадии (МИС) 6. Этому не противоречат и находки костных остатков *Bison priscus* (определение В.В. Титова [Очередной и др., 2020]) в аллювиальных осадках слоя 16. В районе памятника существовал водоток, впадавший в солонатоводный эстуарий раннехазарского бассейна Каспия.

Этап II (слой 15) характеризуется осушением территории при снижении базиса эрозии (регрессивная тенденция в Каспии). Результаты палинологического анализа, выполненного Е.С. Малясовой

[Праслов, Кузнецова, 2020], показывают преобладание в спектре пыльцы травянистых и кустарниковых растений (75–90%), преимущественно злаков и разнотравья, 10–15% составляет пыльца полыней и маревых, древесные породы (ель, сосна, ольха, береза, дуб, липа) представлены единичными зернами. Палинологический спектр свидетельствует о развитии разнотравной (луговой) степи с возрастанием роли полыней и маревых на возвышенных сухих участках территории, возможно, с островками леса в долинах и логах. По сравнению с современными условиями, климат был более прохладный и влажный. Стратиграфическое положение осадков и реконструированные климатические условия позволяют (предположительно) отнести временной интервал формирования слоя 15 к переходной эпохе от МИС 6 к микулинскому межледниковью (МИС 5e). Короткопериодные и резкие изменения растительности и климата при перестройке ландшафтно-климатической системы от оледенения к межледниковью (граница МИС 6/5e), включающие интерстадиальное потепление и похолодание, отмечаются многими исследователями, в том числе и для Восточно-Европейской равнины [Новенко, 2016]. В это время балка Сухая Мечетка имела широкое днище с врезанным в него руслом. В ней существовали гидроморфные условия с частыми паводками, была развита лесная растительность.

Этап III (слой 14) характеризуется почвообразованием, материнской породой для палеопочвы PS-3 частично являлись суглинки слоя 15. Это недифференцированный уплотненный суглинистый горизонт, неоднородный по цвету, биотурбированный за счет ходов червей, с обилием ожеженных и марганцевых пятен, скоплениями гидроокислов железа (примазки и пятна) и ожеженных затеков в подстилающие осадки. На поверхности суглинка, расчищенной в прирезке, расположенном к востоку от основного разреза, обнаружены золисто-углистые скопления в виде окрашенных древесным углем линз. Строение и структура почвы позволяют говорить об активном субэразальном осадконакоплении и формировании почвы в гидроморфных условиях, в пределах поймы либо террасовидной поверхности реки / ручья.

В палиноспектре [Праслов, Кузнецова, 2020] доминирует пыльца кустарничков и травянистых растений, среди которых особенно много полыни, присутствует пыльца *Ephedra dystachia* (до 4%), незначительна роль злаков и мезофильного разнотравья. Состав спектра указывает на развитие опустыненных дерново-злаковых степей в северной части Прикаспийской низменности, на климатические условия теплее и суше современных. Жаркий сухой климат, очевидно, был причиной природных пожаров, продукты которых сносились в балки.

Стратиграфическое положение почвенного горизонта и состав палинологического спектра являются основанием для заключения о его микулинском (МИС 5e) возрасте, причем о термоксеротической стадии межледниковья. Резкий переход между контрастными ландшафтно-климатическими условиями, отвечающими слоям 15 и 14, вероятно, указывает на неполноту разреза в этом интервале.

Этап IV (слой 13) – продолжается континентальный этап развития территории. Процесс почвообразования подавляется накоплением лессовидного суглинка слоя 13, по которому частично развита более поздняя погребенная почва. В начальную фазу формирования осадков при преобладании пыльцы древесных пород (45–65%) велико значение пыльцы кустарничковых и травянистых растений (15–30%) и спор (15–30%); среди древесных пород господствует пыльца сосны обыкновенной. Вверх по разрезу до кровли слоя роль пыльцы древесных пород возрастает до 75%, резко уменьшается количество спор (до 5–10%), доминирует полынь, но много и пыльцы разнотравья (около 30%), представленного семействами астровых, цикориевых, розоцветных и крестоцветных; около 20% злаков и менее 10% составляет пыльца маревых (заключение Е.С. Малясовой [Праслов, Кузнецова, 2020]). Палиноспектр свидетельствует о сравнительно прохладных условиях, согласно стратиграфическому положению слоя, очевидно, отвечающих похолоданию временного интервала МИС 5d, курголовскому похолоданию на Восточно-Европейской равнине.

Этап V (слой 12) – формирование палеопочвы PS-2. Несмотря на сравнительно большую мощность, почва слабо дифференцирована на горизонты, выделение которых проведено по смене интенсивности цвета, характера кутан (матовые в гумусово-аккумулятивном горизонте сменяются глянцевыми в срединных частях) и мезоструктуры (от комковатой в верхней части профиля до призматической в нижней части). По всему профилю распределены марганцевые и железистые пятна, ближе к основанию горизонта появляются угли. Почва залегает с заметным подъемом вверх по течению Мечетки, создавая впечатление о ее развитии в долине широкого лога (балки).

В составе палиноспектра в почвенном горизонте среди пыльцы древесных пород по-прежнему доминирует пыльца сосны обыкновенной, но возрастает роль ели и березы, встречаются единичные зерна пыльцы вяза, липы и граба, среди пыльцы травянистых и кустарничковых растений сократилась роль полыней и единично появилась пыльца верескоцветных, среди споровых растений определена *Osmunda regalis*. В гумусовом горизонте заметно возросло участие ели среди пыльцы древесных пород. Среди пыльцы травянистых растений увеличи-

лась роль разнотравья и злаков, появилась пыльца осок [Праслов, Кузнецова, 2020]. Палиноспектр отражает ландшафты с широким развитием лугов и островами леса с елово-лиственничными породами, свидетельствуя о более прохладном (в сравнении с современным этапом формирования почвы PS-3 слоя 14) климате. Согласно положению палеопочвы в разрезе и ландшафтно-климатическим реконструкциям, это была эпоха МИС 5с – верхневолжское потепление на Восточно-Европейской равнине.

Находки костных остатков млекопитающих, среди которых определены бизон (*Bison priscus* Woj.), мамонт (*Elephas* sp.), лошадь (*Equus caballus fossilis* L.), сайга (*Saiga tatarica* L.O.), благородный олень (*Rangifer tarandus* L.), волк (*Canis lupus* L.O.), позволили Н.К. Верещагину [Верещагин, Колбутов, 1957] сделать заключение о преимущественно степном ландшафте во время существования стоянки в условиях засушливого и континентального климата. Результаты анализа палиноспектра противоречат этому, указывая на более мягкий (прохладный и влажный) климат. А согласно заключению А.А. Чигуряевой и Н.Я. Хвалиной [1961], анализ остатков древесины с

мест кострищ указывает на использование человеком для этих целей хвойных пород. Открытые пространства с пышной травянистой растительностью были благоприятны для обитания крупных травоядных животных (бизонов, мамонтов), очевидно, служащих объектами охоты палеолитического человека.

Палеопочва PS-2 содержит культурный слой среднепалеолитической стоянки Сухая Мечетка (рис. 3). Культурный слой залегает в верхней части и в середине палеопочвы, где представлен многочисленными каменными изделиями, отдельностями кремневого и кварцитового сырья, принесенными на стоянку человеком, раздробленными и целыми костями животных, а также большим количеством древесного угля, неравномерно распределенного по всей изученной площади памятника. Судя по составу и количеству каменных изделий (более 10 000 экземпляров [Колесник и др., 2020]), фаунистических остатков (870 фрагментов [Замятнин, 1961]) и серии из пяти кострищ, обнаруженных в раскопах 1952 и 1954 гг., стоянка могла представлять собой стационарный охотничий лагерь или поселение охотников на крупных копытных млекопитающих.



Рис. 3. Палеопочва в разрезе Сухая Мечетка с культурным слоем

Fig. 3. Paleosol with the cultural layer in the Sukhaya Mechetka section

Каменный инвентарь памятника свидетельствует о том, что большая часть по крайней мере наиболее простых каменных орудий была изготовлена непосредственно на стоянке, здесь же были получены и многочисленные кремневые и кварцитовые сколы, которые могли использоваться для различных операций без вторичной обработки. Многочисленные примеры ремонта расщепленных отдельностей кремня и кварцита, выявленные в коллекциях 1952 и 1954 гг. (Отдел археологии МАЭ РАН, Кунсткамера), а также хорошее состояние документации сезона 1954 г. (Рукописный архив ИИМК РАН) позволяют продолжить детальное изучение этого комплекса [Колесник и др., 2020, Ларионова, 2021]. В 2022 г. вскрыты новые участки культурного слоя, продолжающегося в юго-западном направлении. Применение новых методов фиксации при его изучении позволит, наряду с массивом аналитических данных, получить принципиально новые сведения о сохранности культурного слоя, его гомогенности и выделении дополнительных субгоризонтов, связанных с обитанием человека.

Климат, в котором формировалась палеопочва, был умеренным, балка имела широкое днище с развитой кустарниковой растительностью и островками леса, в ней существовали достаточно влажные условия, наложившие отпечаток гидроморфизма на облик палеопочвы. Русло водотока было врезано в днище, следов каких-либо значительных паводков не отмечается. На междуречье, в северной части Прикаспийской низменности, в это же время реконструируются степные ландшафты. Многочисленная степная фауна, по-видимому, активно заходила в балку на водопой, что и могло быть одной из причин организации стоянки.

Этап VI (слой 11) характеризуется прекращением процесса почвообразования и накоплением суглинистой опесчаненной пачки в условиях усиления континентальности климата. В палиноспектре заметно возрастание пыльцы березы и сокращение ели при том же уровне пыльцы сосны обыкновенной; возросло (до 30%) участие полыней (данные Е.С. Малясовой [Праслов, Кузнецова, 2020]). В 2015 г. в нижней части слоя были обнаружены фаунистические остатки: фрагмент трубчатой кости с эпифизом и несколько зубов копытных (предположительно северного оленя). Очевидно, этот этап отвечает временному интервалу МИС 5b, лапландскому похолоданию на Восточно-Европейской равнине.

Этап VII (слой 10) отражает очередную фазу почвообразования на территории памятника. Почва представляет собой остатки легкосуглинистого срединного горизонта В мощностью 20–30 см, с хорошо сохранившимися педотубулами, свидетельствующими о периоде стабилизации поверх-

ности и достаточно сухих условиях, комфортных для почвенной мезофауны. В почве обнаружены мелкие фрагменты трубчатых костей. Согласно результатам спорово-пыльцевого анализа (заключение Е.С. Малясовой [Праслов, Кузнецова, 2020]), в ландшафте значительные площади занимали леса, образованные березой и сосной с небольшой примесью ели, открытые пространства были заняты лугами различного состава. Этап отвечает, вероятно, интервалу МИС 5a, круглицкому потеплению на Восточно-Европейской равнине.

Следует отметить, что длительному интервалу континентального развития территории памятника, соответствующему эпохе МИС 5, в Каспии отвечал позднехазарский этап: позднехазарский и гирканский трансгрессивные бассейны, не достигавшие широты Сухой Мечетки.

Этап VIII (слой 9) характеризуется накоплением мощной (более 8 м) полифациальной толщи – делювиально-пролювиальных осадков с периодическим участием балочного аллювия и эоловой составляющей. Е.С. Малясовой [Праслов, Кузнецова, 2020] не удалось получить полный палиноспектр по осадкам толщи. Единичные данные говорят о встречаемости в нижних четырех метрах осадков сосны обыкновенной, очень редкой пыльцы ели, ольхи, березы, среди травянистых и кустарничковых преобладает разнотравье и злаки, хотя постоянно присутствуют маревые и полыни. На некоторых этапах формирования этой толщи общая облесенность территории уменьшалась и возрастала роль открытых травяно-кустарничковых сообществ. На основании этих данных климат реконструируется холоднее современного, но близкий условиям межстадиала. Согласно данным В.А. Вронского [1962], проанализировавшего в палинологическом отношении ательскую толщу Сухой Мечетки, также отмечавшего незначительное количество пыльцы и спор, спектры характеризуются абсолютным господством пыльцы травянистых растений (82%), преобладанием маревых (32%) и полыни (15%). Климат охарактеризован как сухой континентальный. Столь разная реконструкция ландшафтно-климатических условий этапа может быть объяснена по меньшей мере четырьмя причинами: изменчивостью климатических условий на протяжении этапа, неполнотой (нарушением непрерывности) геологической летописи, малым количеством извлеченного из осадков палинологического материала, не позволяющего составить полноценные спектры, а также возможным переотложением материала на склонах балки. Описанная нами толща соотносится с ательской свитой, широко развитой в Нижнем Поволжье. В климатостратиграфическом отношении она отвечает МИС 4 (калининская ледниковая эпоха на Восточно-Европейской равнине)

и первой половине МИС 3 (брянский межстадиал). Каспий находился в состоянии регрессии.

Этап IX (слой 8) отличается от предыдущего активизацией склоновых процессов, усилением водной деятельности, отраженной в периодическом накоплении балочного аллювия, в условиях развития в Каспии ранней стадии хвалынской трансгрессии (палеохвалынской) и повышения базиса эрозии. Не исключено периодическое подтопление балки волжскими водами. Из этого слоя Е.С. Малайской получен палиноспектр с господством пыльцы древесных пород с доминированием сосны обыкновенной (около 80%), с присутствием в очень небольшом количестве ели, березы, ольхи, среди травянистых – полыни. Изменения в палиноспектрах, отвечающих этому слою, свидетельствуют об увлажнении климата, согласно заключению В.А. Вронского (1962). Климатические условия межстадиальные. В климатостратиграфическом отношении этап соотносится со второй половиной межстадиальной эпохи МИС 3.

Этап X (слои 7–4) – накопление нижнехвалыньских отложений, обусловленное раннехвалынской трансгрессией Каспия. В разрезе нами встречены раковины *Dreissena polymorpha*, пресноводного вида, приспособившегося к обитанию в опресненном Каспийском бассейне. Дрейссены характерны для опресненных участков раннехвалынской трансгрессии. Несмотря на то что эти моллюски представляют вид широкого временного распространения и не могут указывать на возраст включающих раковины отложений, мы можем уверенно говорить о раннехвалыньском возрасте, так как ниже по течению балки в коррелятных с песками, вскрытыми нашим разрезом, песчано-глинистых осадках встречен типичный раннехвалыньский малакофаунистический комплекс, включающий *Didacna ebersini*, *D. protracta*, *Hypanis plicata*, *Dreissena rostriformis*, *Dr. polymorpha* [Янина, 2005]. Аналогичный состав фауны отмечался в окрестностях стоянки и ее первыми исследователями [Федоров, 1957; Москвитин, 1962].

В 2022 г. при дополнительном обследовании противоположного (левого) борта балки на этой же высоте обнаружен сохранившийся слой песчаных осадков, включающий многочисленные раковины дрейссен. В их составе, помимо *Dreissena polymorpha*, встречены единичные раковины *Dreissena rostriformis distincta*, однозначно указывающие на каспийское происхождение отложений. Раковинный материал датирован радиоуглеродным методом. Получена радиоуглеродная дата $13\,440 \pm 130$ лет назад (LU-10652), калиброванный возраст $16\,190 \pm 200$ лет. Этап отвечает временному интервалу МИС 2, эпохе деградации осташковского оледенения на Восточно-Европейской равнине.

Этап XI (слои 3–1) отвечает континентальному периоду накопления разнофациальных осадков в послехвалыньскую эпоху (завершение позднего плейстоцена – голоцен) и формированию по ним каштановой солонцеватой маломощной почвы.

Итак, в строении вскрытого разреза отражены одиннадцать палеогеографических этапов, вызванных глобальными изменениями климата и колебаниями уровня моря, и отвечающих климатостратиграфическим схемам Восточно-Европейской равнины и Каспийского (Нижневолжского) региона (см. рис. 2).

Надежный метод для определения валидности выполненных реконструкций и определения возраста отложений разреза Сухая Мечетка и выделенных в нем этапов – сравнительный анализ с хорошо изученными, ближайшими к памятнику и аналогичными по строению разрезами в Нижнем Поволжье (рис. 4). Такими разрезами являются Средняя Ахтуба [Янина и др., 2017] и Ленинск [Költringer et al., 2021]. Оба разреза вскрыты в бортах балок, прорезающих раннехвалыньскую террасу на левобережье Ахтубы; при этом наиболее близко строение первого из них, ближайшего к памятнику и находящегося в сходных условиях.

В основании разреза Средняя Ахтуба, как и в Сухой Мечетке, вскрываются аллювиально-эстуарные хазарские осадки. Выше залегает континентальная толща, отвечающая длительной эпохе МИС 5, в которой установлены три этапа почвообразования, отражающие три теплых периода эпохи (МИС 5e, 5c и 5a) [Költringer et al., 2020; Makeev et al., 2021; Taratunina et al., 2021]. Датированные нами методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) отложения разреза четко соотносят время формирования трех палеопочв с этапами потепления МИС 5 [Янина и др., 2017]. В отличие от Средней Ахтубы, в разрезе Сухая Мечетка все почвы выражены хуже, что, по-видимому, связано с положением разреза в днище крупной балки (размеры и протяженность балки Сухая Мечетка в несколько раз превосходят овраг у Средней Ахтубы), где флювиальные процессы играли большую роль и могли приводить к периодическим эпизодам размыва. Значительное влияние на разрез оказало и его положение на правом борту Волги, где в целом отмечается большее развитие денудационных процессов, в отличие от небольшого по размеру русла Ахтубы, а также другой тип растительности, по сравнению с междуречьем, где господствовали продуктивные степные ландшафты.

Вызывает вопрос отнесение верхней палеопочвы Сухой Мечетки к эпохе МИС 5a из-за отсутствия яркого репера в виде мерзлотных клиньев, трещин, криогурбаций, присутствующих в разрезах правобережья и левобережья Волго-Ахтубинской долины [Васильев, 1961; Москвитин, 1962; Рогов

и др., 2020]. Мерзлотные проявления не наблюдались нами ни в одном из выделенных горизонтов исследованного разреза. Это объясняется, скорее всего, как активными склоновыми процессами в балке, так и малой площадью вскрытых расчистками отложений (тогда как естественные обнажения

Нижнего Поволжья имеют многометровое / километровое простирание, позволяющее в деталях проследить все нюансы строения отложений). Корреляция слоя 9 с ательской свитой [Свиточ, Янина, 1997] и слоев 4–7 с нижнехвалынским ярусом [Kurbanov et al., 2021] не вызывает сомнений.

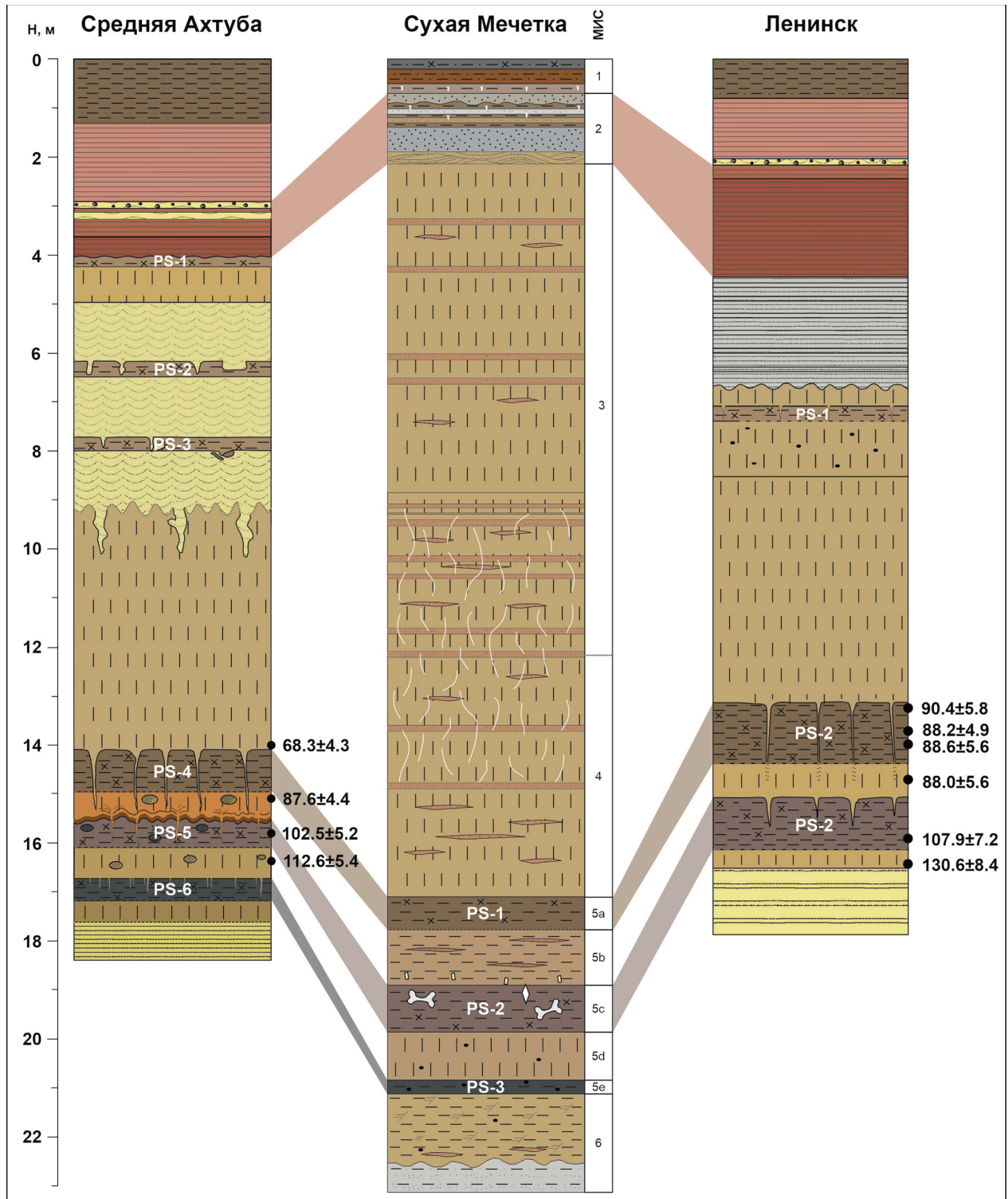


Рис. 4. Корреляция разреза Сухая Мечетка с опорными разрезами Нижнего Поволжья – Средняя Ахтуба и Ленинск

Fig. 4. Correlation of the Sukhaya Mechetka section with the Srednyaya Akhtuba and Leninsk reference sections of the Lower Volga River region

Таким образом, можно заключить, что культурный слой разреза Сухая Мечетка с находками среднепалеолитических орудий и костных остатков млекопитающих приурочен к палеопочве PS-2, соотносимой с теплым интервалом, отвечающим МИС 5с международной изотопно-кислородной шкалы, верхневолжскому (крутицкому) потеплению на Восточно-Европейской равнине в эпоху раннеледникового (или переходного этапа от микулинского межледникового к калининскому оледенению), гирканской трансгрессивной стадии в Каспийском бассейне. Корреляция с ближайшими разрезами, для которых получены надежные данные абсолютного датирования, позволяет определить его возраст в интервале 97–110 тыс. лет назад [Kurbanov et al., 2022]. Природные условия территории стоянки были благоприятны как для обитания человека, так и для крупных травоядных животных, служивших объектом его охоты.

ВЫВОДЫ

В строении разреза среднепалеолитического памятника Сухая Мечетка отражены 11 основных этапов осадконакопления и палеогеографического развития территории памятника, тесно связанные с глобальными и региональными изменениями климата и уровня Каспийского моря.

В основании разреза отражен этап существования реки на территории памятника, впадавшей в эстуарий Волги, образованный раннехазарской трансгрессией Каспия в конце среднего плейстоцена (МИС 6). Продолжительный континентальный этап развития в условиях разнонаправленных колебаний климата разной амплитуды от микулинского межледникового (МИС 5е) до поздневалдайской ледниковой эпохи (МИС 2) в позднем плейстоцене

отражен в средней части разреза. Позднехазарский и гирканский трансгрессивные бассейны (МИС 5), а также палеохвалынская стадия (МИС 3) Каспия не достигали широты Сухой Мечетки. Этап раннехвалынской трансгрессии (МИС 2, 16 190 ± 200 лет назад) в условиях деградации осташковского оледенения выражен в его верхней части.

В строении разреза установлены три погребенные почвы, отражающие этапы потепления стадии МИС 5 и соотносящиеся с ее подстадиями 5е, 5с и 5а. Почвообразование происходило в днище широкой балки в гидроморфных условиях с периодическим воздействием флювиальных процессов.

Палеопочва PS-2 содержит культурный слой, отнесенный к микокской общности Северной Евразии, прочно ассоциированной с неандертальским человеком. Во время заселения территории стоянки неандертальцами климат был умеренно теплым, на междуречье господствовали степные ландшафты, в балке произрастал лес. В Каспии развивалась гирканская трансгрессия с эстуарием в долине Волги, определившая высокое положение базиса эрозии и формирование балки с широким днищем и пологими берегами, с постоянным пресным водооток, привлекающим на водопой млекопитающих – объект охоты древнего человека. Очевидно, такие условия послужили основанием организации стоянки в балке Сухая Мечетка.

Корреляция разреза с детально исследованными лессово-почвенными разрезами Нижнего Поволжья позволяет соотнести палеопочву PS-2 с палеопочвой, датированной интервалом МИС 5с (крутицкая почва на Восточно-Европейской равнине), имеющей региональное распространение, и определить возраст культурного горизонта стоянки Сухая Мечетка в диапазоне 97–110 тыс. лет назад.

Благодарности. Статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда (проект № 21-18-00552, полевые работы), в рамках госзадания географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (121051100135-0) и проекта РНФ № 21-44-04401 – палеонтологические исследования; в рамках выполнения ФНИ ГАН «Древнейшие обитатели Севера Евразии: расселение человека в каменном веке, технологии производства» (FMZF-2022-0012).

Авторы выражают благодарность Е.В. Казакову, П.Г. Клименко, К.Н. Степановой и Э.С. Шитовой за участие в полевых работах и помощь в подготовке разреза. Авторы благодарят за помощь в проведении работ администрацию Тракторозаводского района г. Волгограда, а также сотрудников ГБУ «Волгоградский областной научно-производственный центр по охране памятников истории и культуры» и Историко-этнографического и архитектурного музея-заповедника «Старая Сарепта».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова М.В. Стратиграфическое положение культурного слоя мустьерской стоянки Сухая Мечетка как основание геологической датировки и палеогеографической реконструкции // Первобытный человек, его материальная культура и природная среда в плейстоцене и голоцене / под ред. А.А. Величко, И.П. Герасимова. М.: Наука, 1974. Т. 1. С. 156–160.

Васильев С.А., Вишняцкий Л.Б., Очередной А.К. Местонахождение Торгалык в Туве и вопрос о распространении микок на восток // *Stratum plus*. 2022. № 1. С. 275–284.
Васильев Ю.М. Антропоген Южного Заволжья. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 128 с.
Верещагин Н.К., Колбатов А.Д. Остатки животных на мустьерской стоянке под Сталинградом и стратигра-

- фическое положение палеолитического слоя // Труды ЗИН АН СССР. 1957. Т. XXII. М.; Л.: Изд-во АН СССР. С. 75–89.
- Вронский В.А. Палинологическая характеристика ательских суглинков мустьерской стоянки под Волгоградом // Геология и полезные ископаемые бассейна Дона и Нижнего Поволжья. Ростов н/Д.: Изд-во Ростовского ун-та, 1962. С. 152–155.
- Грищенко М.Н. Краткое сообщение о геологических условиях залегания новой палеолитической стоянки в районе Сталинграда // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. 1953. № 18. С. 87–89.
- Громов В.И. Первая находка древнего палеолита на Волге // Бюлл. МОИП. Отделение геологическое. 1953. Т. 28. № 3. С. 64
- Замятнин С.Н. Сталинградская палеолитическая стоянка // Краткие сообщения о докладах и полевых исследованиях Института археологии. 1961. № 82. С. 5–36. URL: https://www.archaeolog.ru/media/books_ksia/ksia_082.pdf.
- Колесник А.В., Очередной А.К., Степанова К.Н., Данильченко А.Ю. Технология первичного расщепления камня на стоянке Сухая Мечетка // Camera praehistorica. 2020. № 2(5). С. 67–99.
- Кузнецова Л.В. Сухая Мечетка // Археология Нижнего Поволжья. Т. 1. Волгоград: Волгогр. науч. изд-во, 2006. С. 18–22.
- Ларионова А.В. Предварительные данные о степени сохранности культурного слоя среднепалеолитической стоянки Сухая Мечетка: раскоп 1 // Camera praehistorica. 2021. № 1(6). С. 25–46.
- Москвитин А.И. Плейстоцен Нижнего Поволжья // Тр. Геол. ин-та АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962. Вып. 64. 263 с.
- Новенко Е.Ю. Изменения растительности и климата Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене в межледниковые и переходные этапы климатических макроциклов. М.: ГЕОС, 2016. 228 с.
- Очередной А.К., Ремизов С.О., Степанова К.Н., Ельцов М.В., Воскресенская Е.В., Вишняцкий Л.Б., Нехорошев П.Е., Блохин Е.К., Титов В.В., Колесник А.В. Среднепалеолитический памятник Сухая Мечетка: возобновление комплексных исследований // Нижневолжский археологический вестник. 2020. Т. 19. № 1. С. 230–253.
- Очередной А.К., Янина Т.А., Романис Т.В., Курбанов Р.Н., Таратунина Н.А., Ельцов М.В., Казаков Е.В., Иванов Я.Д., Куприянова М.Д., Клименко П.Г., Ремизов С.О. Геоархеологические исследования на среднепалеолитическом памятнике Сухая Мечетка в 2021 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2021. Т. XXVII. С. 201–208.
- Праслов Н.Д. Ранний палеолит Русской равнины и Крыма // Палеолит СССР. Археология СССР. Т. 1. М.: Наука. 1984. С. 94–134.
- Праслов Н.Д., Кузнецова Л.В. Палеолитическое поселение Сухая Мечетка (по материалам раскопок С.Н. Замятнина). СПб.: Невская книжная типография, 2020. 144 с.
- Ремизов С.О. Исследования памятников палеолита и мезолита в бассейне Волги на территории Волгоградской области // Записки Института истории материальной культуры РАН. 2019. № 20. С. 174–191.
- Рогов В.В., Стрелецкая И.Д., Таратунина Н.А., Курчатова А.Н., Курбанов Р.Н., Янина Т.А. Позднеплейстоценовый криогенез в Нижнем Поволжье // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2020. № 6. С. 73–85.
- Свиточ А.А., Янина Т.А. Четвертичные отложения побережий Каспийского моря. М.: РАСХН, 1997. 264 с.
- Федоров П.В. Четвертичные отложения и история развития Каспийского моря // Тр. Геол. ин-та АН СССР. 1957. Вып. 10. 308 с.
- Шанцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 274 с.
- Янина Т.А. Дидакны Понто-Каспия. М.; Смоленск: Маджента, 2005. 300 с.
- Янина Т.А., Свиточ А.А., Курбанов Р.Н., Мюррей А.С., Ткач Н.Т., Сычев Н.В. Опыт датирования плейстоценовых отложений Нижнего Поволжья методом оптически стимулированной люминесценции // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2017. № 1. С. 21–29.
- Bosinski G. Die mittelpaläolithischen Funde im westlichen Mitteleuropa, Dissertation, Universität Köln 1963, Böhlau, Köln, Graz, 1967.
- Költringer C., Bradák B., Stevens T., Almqvist B., Banak A., Linder M., Kurbanov R., Snowball I. Palaeoenvironmental implications from Lower Volga loess Joint magnetic fabric and multi-proxy analyses, *Quaternary Science Reviews*, 2021, no. 267, 107057, DOI: 10.1016/j.quascirev.2021.107057.
- Költringer C., Stevens T., Bradák B., Almqvist B., Kurbanov R., Snowball I., Yarovaya S. Enviromagnetic study of Late Quaternary environmental evolution in Lower Volga loess sequences, Russia, *Quaternary Research*, 2020, no. 101, p. 1–25, DOI: 10.1017/qua.2020.73.
- Kurbanov R., Murray A., Thompson W., Svistunov M., Taratunina N., Yanina T. First reliable chronology for the early Khvalynian Caspian Sea transgression in the Lower Volga River valley, *Boreas*, 2021, vol. 50, no. 1, p. 134–146.
- Kurbanov R.N., Buylaert J.-P., Stevens T., Taratunina N.A., Belyaev V.R., Makeev A.O., Lebedeva M.P., Rusakov A.V., Solodovnikov D., Költringer C., Rogov V.V., Strelets-kaya I.D., Murray A.S., Yanina T.A. A detailed luminescence chronology of the Lower Volga loess-palaeosol sequence at Leninsk, *Quaternary Geochronology*, 2022, no. 73, p. 1–9, DOI: 10.1016/qua.2022.101376.
- Makeev A., Lebedeva M., Kaganova A., Rusakov A., Kust P., Romanis T., Yanina T., Kurbanov R. Pedosedimentary environments in the Caspian Lowland during MIS 5 (Srednaya Akhtuba reference section, Russia), *Quaternary International*, 2021, no. 590, p. 164–180.
- Taratunina N., Rogov V., Streletskaia I., Thompson W., Kurchatova A., Yanina T., Kurbanov R. Late Pleistocene cryogenesis features of a loess-palaeosol sequence in the Srednyaya Akhtuba reference section, Lower Volga River valley, Russia, *Quaternary International*, 2021, no. 590, p. 56–72.
- Электронный ресурс
Oxford Radiocarbon Accelerator Unit. University of Oxford, URL: <https://c14.arch.ox.ac.uk> (access date 13.10.2021).

Поступила в редакцию 02.08.2022

После доработки 15.09.2022

Принята к публикации 22.09.2022

PALEOLITHIC SITE SUKHAYA MECHETKA (VOLGOGRAD) IN THE CONTEXT OF STRATIGRAPHY AND PALEO GEOGRAPHY OF THE LOWER VOLGA RIVER AREA

**T.A. Yanina¹, R.N. Kurbanov², N.A. Taratunina³, T.V. Romanis⁴, M.V. Eltsov⁵, N.V. Lavrentiev⁶,
N.I. Glushankova⁷, S.O. Remizov⁸, Ya.D. Ivanov⁹, M.D. Kupriyanova¹⁰, A.K. Otcherednoy¹¹**

^{1-3, 6, 7} *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Recent Deposits and Pleistocene Paleogeography*

⁴ *Dokuchaev Soil Institute of the RAS, Laboratory of Soil Mineralogy and Micromorphology;*

Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Laboratory of General Geocryology

⁵ *Institute of Physico-Chemical and Biological Problems of Soil Science of the RAS, Laboratory of Archaeological Soil Science*

⁸ *Old Sarepta Museum-Reserve*

^{3, 9, 11} *Institute of Archeology and Ethnography SB RAS, Department of Archeology of the Stone Age*

^{1, 10} *St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences*

¹¹ *Institute for the History of Material Culture of the RAS, Department of the Paleolithic*

¹ *Head of Laboratory, D.Sc. in Geography; e-mail: paleo@inbox.ru*

² *Senior Scientific Researcher; Ph.D. in Geography; e-mail: roger.kurbanov@gmail.com*

³ *Junior Scientific Researcher; e-mail: taratuninana@gmail.com*

⁴ *Scientific Researcher; Ph.D. in Agriculture; e-mail: romanis.tatyana@yandex.ru*

⁵ *Senior scientific res., Ph.D. in Biology; e-mail: m.v.eltssov@gmail.com*

⁶ *Engineer; e-mail: lvnikita@gmail.com*

⁷ *Leading Scientific Researcher; D.Sc. in Geography; e-mail: ni.glushankova@mail.ru*

⁸ *Senior Scientific Researcher; e-mail: paleostas@yandex.ru*

⁹ *Senior Technician; email: yadivanov66@gmail.com*

¹⁰ *Student; e-mail: st072078@student.spbu.ru*

¹¹ *Senior Scientific Researcher; Ph.D. in History; e-mail: a.otcherednoy@gmail.com*

The Sukhaya Mechetka is the most important Middle Paleolithic site in the Eastern Europe. The paper presents the analysis of the section, including its cultural layer, in the context of stratigraphy and paleogeography of the Lower Volga River region. The structure of the section represents 11 main stages of sedimentation and paleogeographic evolution of the site territory, which are closely related to global and regional changes in the climate and the level of the Caspian Sea. The base of the section reflects the stage of a river existence on the territory of the site that flowed into the Volga River estuary, formed by the Early Khazarian transgression of the Caspian Sea at the end of the Middle Pleistocene (MIS 6). A long continental period of evolution under multi-directional climate fluctuations of different amplitudes from the Mikulino interglacial (MIS 5e) till the Late Valdai glacial epoch (MIS 2) is reflected in the middle part of the section. The Late Khazarian and Hyrcanian transgressive basins (MIS 5), as well as the Paleo-Khvalynian stage (MIS 3) of the Caspian Sea did not reach the latitude of Sukhaya Mechetka. The stage of Early Khvalynian transgression (MIS 2, 16 190 ± 200 years ago) during the degradation of Ostashkovo glaciation is expressed in the upper part of the section. Three paleosoils have been found that reflect the warming periods of the MIS 5 stage and are related to its 5e, 5c and 5a sub-stages. The middle paleosoil contains a cultural layer assigned to the Micoquian/KMG community of Northern Eurasia. The climate was moderately warm during the Neanderthal settlement of the territory, steppe landscapes dominated the interfluvium, and the forests grew in the balka. The Hyrcanian transgression of the Caspian Sea with an estuary in the Volga River valley predetermined a high erosion basis and the formation of a balka with a wide bottom and gentle banks. A permanent fresh watercourse attracted mammals which were an object of hunting for ancient men. All this, obviously, became a basis for the organization of settlement in the Sukhaya Mechetka balka. Correlation of the section with detailed studied loess-soil sections of the Lower Volga River region makes it possible to determine the age of its cultural horizon in between 97–110 thousand years ago.

Keywords: Late Pleistocene, Middle Paleolithic, section, paleosoils, Micoquian/KMG, cultural layer, paleogeography

Acknowledgements. The paper was prepared with financial support of the Russian Science Foundation (project no. 21-18-00552, field work), under the state task of the Faculty of Geography of the Lomonosov MSU (121051100135-0) and RSF project no. 21-44-04401 – paleontological research; and as a part of the implementation of the scientific topic “The oldest inhabitants of the North of Eurasia: human settlement in the Stone Age, production technologies” (FMZF-2022-0012). The authors express their gratitude to E.V. Kazakov, P.G. Klimenko, K.N. Stepanova and E.S. Shitova for their participation in field work and assistance in the preparation of the section. The authors thank the administration of the Traktorzavodsk district of Volgograd, as well as the employees of the Volgograd Regional Research and Production Center for the Protection of Historical and Cultural Monuments and the Old Sarepta Historical, Ethnographic and Architectural Museum-Reserve, for their help in carrying out the work.

REFERENCES

- Aleksandrova M.V. [Stratigraphic position of the cultural layer of the Mousterian site Sukhaya Mechetka as the basis of geological dating and paleogeographic reconstruction], *Pervobytniy chelovek, ego materialnaya kultura i prirodnaya sreda v pleistotsene i golotsene* [Early man, his material culture and natural environment during the Pleistocene and Holocene], Velichko A.A., Gerasimov I.P. (eds.), Moscow, Nauka Publ., 1974, vol. 1, p. 156–160. (In Russian)
- Bosinski G. *Die mittelpaläolithischen Funde im westlichen Mitteleuropa*, Dissertation, Universität Köln, 1963, Böhlau, Köln, Graz, 1967.
- Fedorov P.V. Chetvertichye otlozheniya i istoriya razvitiya Kaspiyskogo morya [Quaternary deposits and history of the Caspian Sea], *Trudy Geol. Instituta Akademii nauk SSSR*, 1957, vol. 10, 308 p. (In Russian)
- Grishchenko M.N. Kratkoe soobshchenie o geologicheskikh usloviyakh zaleganiya novoy paleoliticheskoy stoyanki v rayone Stalingrada [Brief report on the geological conditions of the new Paleolithic site in the Stalingrad area], *Bulletin Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda*, 1953, no. 18, p. 87–89. (In Russian)
- Gromov V.I. Pervaya nakhodka drevnego paleolita na Volge [The first find of the ancient Paleolithic on the Volga River], *Bulletin MOIP, Geological department*, 1953, vol. 28, no. 3, p. 64. (In Russian)
- Kolesnik A.V., Otcherednoy A.K., Stepanova K.N., Danilchenko A.Y. Tekhnologiya pervichnogo rascshchepeniya kamnya na stoyanke Sukhaya Mechetka [Primary reduction technology in the Sukhaya Mechetka site assemblage], *Camera praehistorica*, 2020, no. 2(5), p. 67–99. (In Russian)
- Költringer C., Bradák B., Stevens T., Almqvist B., Banak A., Linder M., Kurbanov R., Snowball I. Palaeoenvironmental implications from Lower Volga loess – Joint magnetic fabric and multi-proxy analyses, *Quaternary Science Reviews*, 2021, no. 267, 107057, DOI: 10.1016/j.quascirev.2021.107057.
- Költringer C., Stevens T., Bradák B., Almqvist B., Kurbanov R., Snowball I., Yarovaya S. Enviromagnetic study of Late Quaternary environmental evolution in Lower Volga loess sequences, Russia, *Quaternary Research*, 2020, p. 1–25, DOI: 10.1017/qua.2020.73.
- Kurbanov R., Murray A., Thompson W., Svistunov M., Taratunina N., Yanina T. First reliable chronology for the early Khvalynian Caspian Sea transgression in the Lower Volga River valley, *Boreas*, 2021, vol. 50, no. 1, p. 134–146.
- Kurbanov R.N., Buylaert J.-P., Stevens T., Taratunina N.A., Belyaev V.R., Makeev A.O., Lebedeva M.P., Rusakov A.V., Solodovnikov D., Költringer C., Rogov V.V., Streletskaia I.D., Murray A.S., Yanina T.A. A detailed luminescence chronology of the Lower Volga loess-palaeosol sequence at Leninsk, *Quaternary Geochronology*, 2022, no. 73, p. 1–9, DOI: 10.1016/j.quageo.2022.101376.
- Kuznetsova L.V. [Sukhaya Mechetka], *Arkheologiya Nizhnego Povolzh'ya* [Archeology of the Lower Volga River area], vol. 1, 2006, Volgograd, Volgograd. Nauch. Izdat. Publ., p. 18–22. (In Russian)
- Larionova A.V. Predvaritelnye dannye o stepeni sokhraneniya kulturnogo sloya srednepaleoliticheskoy stoyanki Sukhaya Mechetka: raspisk 1 [Preliminary data on preservation of the cultural layer of the Middle Paleolithic site of Sukhaya Mechetka (excavation 1)], *Camera praehistorica*, 2021, no. 1(6), p. 25–46. (In Russian)
- Makeev A., Lebedeva M., Kaganova A., Rusakov A., Kust P., Romanis T., Yanina T., Kurbanov R. Pedosedimentary environments in the Caspian Lowland during MIS 5 (Srednaya Akhtuba reference section, Russia), *Quaternary International*, 2021, no. 590, p. 164–180.
- Moskvitin A.I. Pleistotsen Nizhnego Povolzh'ya [Pleistocene of the Lower Volga River region], *Trudy Geologicheskogo instituta AN SSSR*, Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1962, vol. 64, 264 p. (In Russian)
- Novenko E.Yu. *Izmeneniya rastitelnosti i klimata Tsentralnoy i Vostochnoy Evropy v pozdnem pleistotsene i golotsene v mezhdynkovye i perekhodnye etapy klimaticheskikh makrotsiklov* [Changes in vegetation and climate of Central and Eastern Europe in the Late Pleistocene and Holocene during the interglacial and transitional stages of climatic macrocycles], Moscow, GEOS, 2016, 228 p. (In Russian)
- Otcherednoy A.K., Yanina T.A., Romanis T.V., Kurbanov R.N., Taratunina N.A., Yeltsov M.V., Kazakov E.V., Ivanov Ya.D., Kupriyanova M.D., Klimenko P.G., Remizov S.O. Geoarkheologicheskie issledovaniya na srednepaleoliticheskom pamyatnike Sukhaya Mechetka v 2021 godu [Geoarchaeological studies at the Middle Paleolithic site Sukhaya Mechetka in 2021], *Problems of archeology, ethnography, anthropology of Siberia and adjacent territories*, 2021, vol. XXVII, p. 201–208. (In Russian)
- Otcherednoy A.K., Remizov S.O., Stepanova K.N., Yeltsov M.V., Voskresenskaya E.V., Vishnyatsky L.B., Nekhoroshev P.E., Blokhin E.K., Titov V.V., Kolesnik A.V. Srednepaleoliticheskiy pamyatnik Sukhaya Mechetka: vozobnovlenie kompleksnykh issledovaniy [Middle Paleolithic site Sukhaya Mechetka: resumption of complex research], *Lower Volga archaeological bulletin*, 2020, vol. 19, no. 1, p. 230–253. (In Russian)
- Praslov N.D., Kuznetsova L.V. *Paleoliticheskoe poselenie Sukhaya Mechetka (po materialam raspisk S.N. Zamyatina)* [Paleolithic settlement Sukhaya Mechetka (based on excavations by S.N. Zamyatin)], St. Petersburg, Neva Book Printing House, 2020, 144 p. (In Russian)
- Praslov N.D. [Early Paleolithic of the Russian Plain and Crimea], *Paleolit SSSR. Arheologiya SSSR* [Paleolithic of the USSR. Archaeology of the USSR], vol. 1, Moscow, Nauka Publ., 1984, p. 94–134. (In Russian)
- Remizov S.O. Issledovaniya pamyatnikov paleolita i mezolita v basseine Volgi na territorii Volgogradskoy oblasti [Research of Paleolithic and Mesolithic sites within the Volga River basin in the Volgograd region], *Notes of the Institute of the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences*, 2019, no. 20, p. 174–191. (In Russian)
- Rogov V.V., Streletskaia I.D., Taratunina N.A., Kurchatova A.N., Kurbanov R.N., Yanina T.A. Pozdnepleistocenoviy kriogenez v Nizhnem Povolzh'ye [Late Pleistocene cryogenesis in the Lower Volga River region], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2020, no. 6, p. 73–85. (In Russian)

- Shantser E.V. *Alluviiy ravninnykh rek umerennogo poyasa i ego znachenie dlya poznaniya zakonornostey stroeniya i formirovaniya allyuvialnykh svit* [Alluvius of the lowland rivers of the temperate zone and its importance for knowing the structure and formation of alluvial suites], Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1951, 274 p. (In Russian)
- Svitoch A.A., Yanina T.A. *Chetvertichye otlozheniya poberezhnyy Kaspiyskogo morya* [Quaternary deposits of the Caspian Sea coasts], Moscow, RASKhN Publ., 1997, 264 p. (In Russian)
- Taratunina N., Rogov V., Streletskaya I., Thompson W., Kurchatova A., Yanina T., Kurbanov R. Late Pleistocene cryogenesis features of a loess-palaeosol sequence in the Srednyaya Akhtuba reference section, Lower Volga River valley, Russia, *Quaternary International*, 2021, no. 590, p. 56–72.
- Vasiliev S.A., Vishnyatsky L.B., Otcherednoy A.K. Mestonakhozhdenie Torgalyk v Tuve i vopros o rasprostraneni mikoka na vostok [Location Torgalyk in Tuva and the issue of spreading the Mikok to the east], *Stratum plus*, 2022, no. 1, p. 275–284. (In Russian)
- Vasiliev Yu.M. *Antropogen Yuzhnogo Zavolzhya* [Anthropogene of the Southern Volga River region], Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1961, 128 p.
- Vereshchagin N.K., Kolbutov A.D. Ostatki zhivotnykh na mustierskoy stoyanke pod Stalingradom i stratigraphicheskoe polozhenie paleoliticheskogo sloya [The remains of animals at the Mousterian site near Stalingrad and the stratigraphic position of the Paleolithic layer], *Proceedings of the ZIN of the USSR Academy of Sciences*, 1957, vol. XXII, Moscow, Leningrad, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, p. 75–89. (In Russian)
- Vronsky V.A. [Palinological characteristics of the Mousterian loam near Volgograd], *Geologiya i poleznye iskopaemye bassejna Dona i Nizhnego Povolzhya* [Geology and minerals of the Don and Lower Volga basins], Rostov-na-Donu, Publishing House of Rostov University, 1962, p. 152–155. (In Russian)
- Yanina T.A., Svitoch A.A., Kurbanov R.N., Murray A.S., Tkach N.T., Sychev N.V. Opyt datirovaniya pleistotsenovykh otlozheniy Nizhnego Povolzhya metodom opticheskoi stimulirovannoy lyuminesentsii [Paleogeographic analysis of the results of optically stimulated luminescence dating of Pleistocene deposits of the Lower Volga River area], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2017, no. 1, p. 20–28. (In Russian)
- Yanina T.A. *Didacny Ponto-Kaspiya* [Didacna of the Ponto-Caspian region], Moscow, Smolensk, Magenta Publ., 2005, 300 p. (In Russian)
- Zamyatnin S.N. Stalingradsкая paleoliticheskaya stoyanka [Stalingrad Paleolithic site], *Brief notes on the reports and field studies of the Institute of Archeology*, 1961, no. 82, p. 5–36. (In Russian)
- Web source*
Oxford Radiocarbon Accelerator Unit. University of Oxford, URL: <https://c14.arch.ox.ac.uk> (access date 13.10.2021).

Received 02.08.2022

Revised 15.09.2022

Accepted 22.09.2022

ЭТНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОЙ МИГРАЦИИ В ФЕДОРОВСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Л.Р. Имангулов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, магистрант; e-mail: linar.imangulov.1999@mail.ru

В статье изучены этнические аспекты миграции населения в сельской Башкирии. Полигон исследования – Федоровский район Республики Башкортостан – отличается высоким этнокультурным разнообразием населения – в районе проживают шесть крупных этнических групп – татары, русские, башкиры, чувашы, мордва и украинцы. Методы исследования – анализ муниципальной статистики и похозяйственных книг сельских населенных пунктов, изучение «генеалогических деревьев», анкетирование населения и метод автобиографического интервью. На основе разных источников данных проанализирована динамика сельской миграции на уровне сельских населенных пунктов и поселений Федоровского района в дореволюционный, советский и постсоветский периоды. Обнаружено, что миграционное поведение населения зависит от этнической структуры сельских населенных пунктов и их географического положения. Представленные в Федоровском районе этносы находятся на разных стадиях миграционной модели У. Зелинского, что имеет отражение в современной миграционной ситуации в сельских населенных пунктах. На основе собранных статистических данных выборочно представлена постсоветская структура внутрирегиональной географии сельской миграции населения некоторых населенных пунктов в разрезе близких к Федоровскому району городов республики – Уфы, Стерлитамака, Салавата, Ишимбая и Мелеуза. В заключительной части статьи на основе анкетирования населения описан механизм принятия решения об образовательной миграции для жителей трех сельских населенных пунктов с разной этнической структурой населения: мордовской – Кузьминовки, татарского – Денискино и чувашского – Кирюшкино.

Ключевые слова: урбанизация, миграционный переход, сельские территории, полиэтнический регион

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.11

ВВЕДЕНИЕ

В статье представлены результаты продолжительных экспедиционных исследований в Федоровском районе Республики Башкортостан (экспедиционные исследования в районе проводились в 2019, 2021 и 2022 гг.). В ранних публикациях автора и его соавторов [Имангулов и др., 2021; Имангулов, Савоскул, 2021] кратко обозначены направления влияния этнокультурного фактора на социально-экономическое развитие сельских территорий – тип хозяйствования, демографические характеристики, миграции, образ жизни населения и т. д.

Целью данной публикации является детальный анализ этнических особенностей миграции сельского населения в полиэтническом регионе в дореволюционный, советский и постсоветский периоды на примере Федоровского района Республики Башкортостан.

В контексте изучения сельской местности миграции местного населения являются одной из основных тем научных исследований. Высокий научный интерес к данной проблеме обусловлен интенсивностью процессов урбанизации сельского населения и их географической неоднородностью в мире

в XX–XXI вв. Возрастание мобильности населения, связанное с развитием экономики, транспорта и других социально-экономических факторов, способствовало активному «выталкиванию» населения из села в город.

Миграционные отношения между городом и селом отображены в моделях дифференциальной урбанизации Дж. Джиббса [Gibbs, 1963] и миграционного перехода У. Зелинского [Zelinsky, 1971]. Последняя модель особенно интересна с точки зрения учета всего многообразия перемещений сельского населения. В модели У. Зелинского динамика мобильности сельского населения соотносится с историческими стадиями развития общества, что делает эту модель универсальной для исследования миграций населения в любых регионах мира.

Наиболее острая вторая стадия модели миграционного перехода населения У. Зелинского, характеризующаяся последовательным «сломом» традиционного аграрного общества, в настоящее время характерна в основном для развивающихся стран Африки и Азии [Zelinsky, 1971]. На постсоветском пространстве подобная ситуация характерна для стран Средней Азии, Кавказа, национальных реги-

онов Урало-Поволжья и юга Сибири, в том числе и для Республики Башкортостан.

В настоящее время сельская миграция населения в большинстве развитых стран – это не только перемещения сельских жителей из села в город, но и сложные обратные связи между городом и селом. Разнонаправленность миграционных процессов в мире имеет свое отражение и в научных исследованиях. На западе в фокусе ученых процессы субурбанизации и возвратной миграции сельского населения [Hedberg, Carmo, 2012; Noble, 2014], в развивающихся странах – высокие темпы урбанизации и целый спектр социально-экономических последствий процесса [Luke, 2021; Uddin, Igbokwe, 2020].

В отечественной науке основы изучения пространственной мобильности сельского населения были заложены Т.И. Заславской [Заславская, 1970] и Ж.А. Зайончковской [Зайончковская, 1988]. Национальная специфика процессов социально-экономического развития (например, «запаздывание» процессов урбанизации, высокие темпы роста городского населения и т. д.) требует особого подхода к анализу сельских миграций в регионах России, динамика которых нестандартна для западных стран [Нефедова, 2012].

На тему миграций сельского населения в настоящее время можно встретить множество работ российских географов, посвященных как отдельным видам подвижности населения (например, отходничеству и т. д. [Аверкиева, 2016; Нефедова, 2015]), так и общей миграционной ситуации в регионах РФ [Карачурина, Мкртчян, 2016; Краснослободцев, Савоскул, 2004; Нефедова, Мкртчян, 2017] и методам исследования сельской миграции [Алексеев и др., 2016; Карачурина и др., 2022].

Тема этнических аспектов миграций сельского населения в отечественной науке поднимается крайне редко. Чаще всего фактор этнокультурных различий населения рассматривается через призму незавершенности демографического и миграционного переходов сельского населения [Гусаков, 2019; Имангулов и др., 2021; Нефедова, 2012]. В зарубежной науке этнические аспекты сельских миграций очень часто изучаются в зависимости от глобальных изменений в мире [Bilsborough, 2002; Luke, 2021; Liu et al., 2016]. Однако механизм действия фактора этнических различий в отношении миграции остается нераскрытым и непонятым, что подчеркивает актуальность данного исследования.

Полигоном исследования сельской миграции является Федоровский район Республики Башкортостан. Федоровский район располагается на юго-западе республики. Район является территорией нового освоения – первые сельские населенные пункты (далее – СНП) появились в нем в XVII–

XVIII вв. В районе проживают представители шести крупных этнических групп – татары (31,9), русские (23,9), башкиры (20), чуваша (12,2), мордва (10) и украинцы (<1%) (по данным на 2010 г.) [Население..., 2013].

В дореволюционный период Федоровский район специализировался на выращивании зерновых и скотоводстве мясного направления. В советский период аграрная специализация усилилась, район находился в тени крупных промышленных центров республики – Стерлитамака, Салавата, Ишимбая и Мелеуза (в 91, 106, 107 и 60 км соответственно) (рис. 1). Федоровский район является типичным муниципальным районом аграрной Башкирии с развитым агросектором и сильной разнородной по этническому признаку сельской местностью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках географии человека, в фокусе которой находится в том числе и перемещение населения, в случае обследования миграционной ситуации объектов разного территориального уровня ученые обращаются к таким методам, как анализ статистики [Карачурина, 2016; Нефедова, 2017], похозяйственных книг, «генеалогических деревьев» и социальных сетей [Алексеев и др., 2016] и т. д.

Исследование миграционных процессов на микроуровне имеет свои преимущества и недостатки: с одной стороны, появляется возможность более детального анализа миграции и механизма принятия решения о миграции человеком, с другой – снижается репрезентативность полученных результатов вследствие локального исследования процессов, полученные выводы нуждаются в дополнительной верификации. Однако сама попытка типизации и описания миграционных потоков в сельской местности хотя бы в одном муниципальном районе представляет высокий научный интерес.

В статье использовались такие методы исследования сельских миграций, как математико-статистический, аналитический, социологический, сравнительно-географический, картографический и экспедиционный.

Статья основана на следующих материалах: данные официальных статистических ведомств; статистика о выбывших из похозяйственных книг отдельных СНП в период с 1940 по 2021 г.; «генеалогические деревья» населения отдельных СНП (изучено свыше 50 «генеалогических деревьев»); результаты анкетирования местного населения (84 опрошенных) и глубинных автобиографических интервью (свыше 40 глубинных интервью с местным населением). Анкетирование и глубинные интервью проводились с

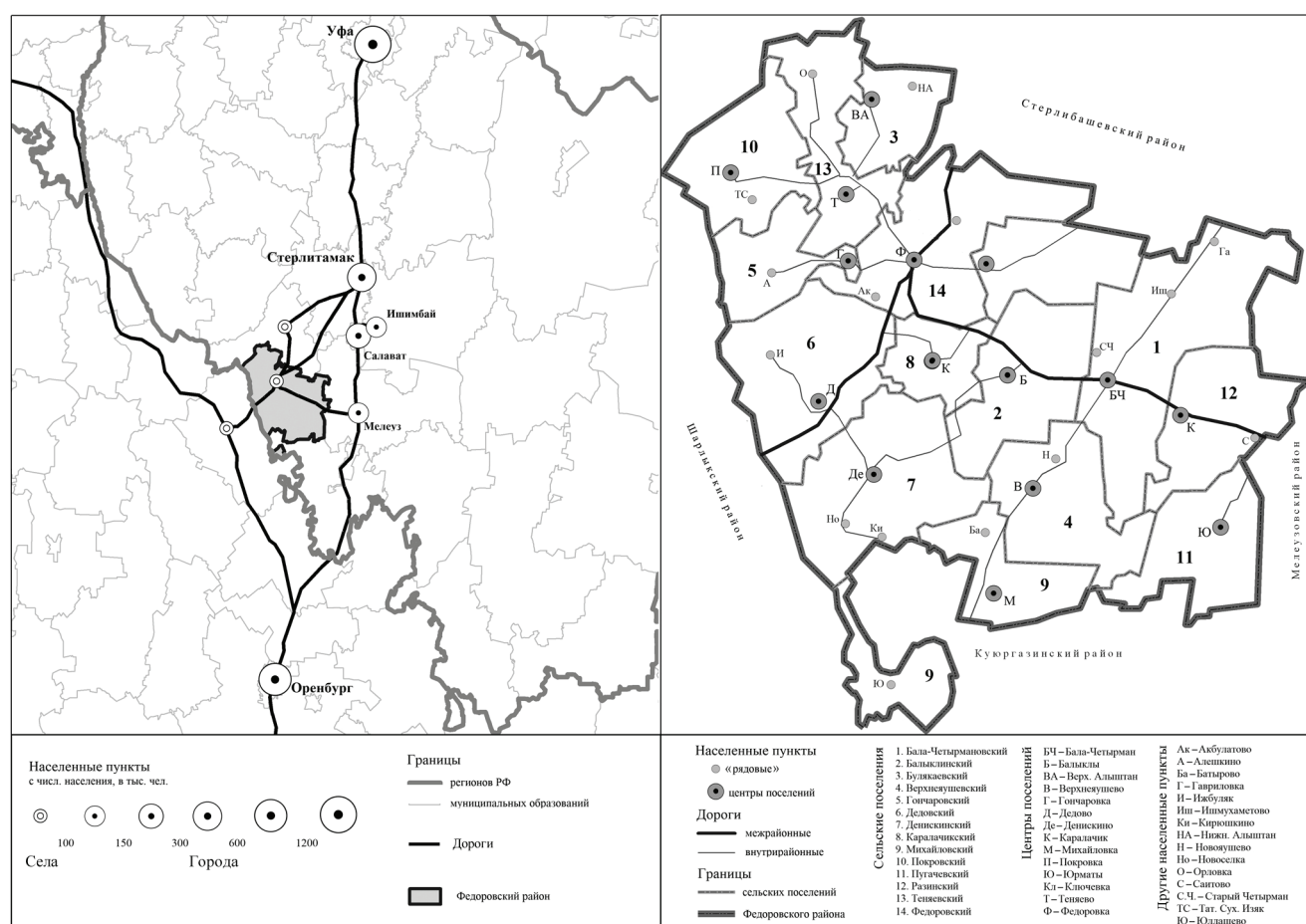


Рис. 1. Географическое положение и административно-территориальное устройство Федоровского района Республики Башкортостан. Источник: составлено автором

Fig. 1. Geographical location and administrative-territorial structure of the Fedorovsky district of the Republic of Bashkortostan. Compiled by the author

местными жителями старше 30 лет. Основная цель – выявить особенности миграционного поведения населения в разные периоды.

Территориальный уровень исследования сельской миграции – уровень СНП и сельских поселений. Анализ динамики миграционной ситуации проводится в разрезе СНП. Текущая миграционная ситуация в Федоровском районе описывается в разрезе сельских поселений (отсутствуют данные в разрезе СНП) и выборочно в разрезе СНП одного из поселений района.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исторический анализ сельских миграций в Федоровском районе и их роль в трансформации районной системы расселения (на основе данных генеалогических деревьев и похозяйственных книг). Территория современного Федоровского района вплоть до XIX в. характеризовалась положительным миграционным балансом. Согласно историческим сведениям [Асфандияров, 2009] переселение

населения осуществлялось преимущественно «с-лами» /деревнями, реже отдельными семьями. Все это способствовало формированию высокой этнической мозаичности населения, которая имела свое отражение в чересполосице СНП с разным этническим составом населения.

На ранних этапах формирования и развития системы расселения Федоровского района (вторая половина XVII – XVIII в.) были образованы основные центральные СНП. Социальные контакты между населением сел ограничивались удаленностью СНП и языковым барьером. Ранняя сельская миграция населения была выборочной и имела устойчивые связи между СНП – это преимущественно миграция внутри района по брачным соображениям.

В период структурирования системы расселения района в условиях значительного роста численности населения (XIX – начало XX в.) появляется новый вид сельской миграции, связанный с переселением сельского населения из центральных СНП в близлежащие хуторские поселения. Сельские миграции имели преимущественно внутрирайонный

характер и были связаны с хозяйственным освоением территории.

Советский период отличается возрастанием мобильности сельского населения и изменением структуры сельской миграции по направлениям (в структуре миграций возрастает доля внутрирегиональной и

межрегиональной миграции) и причинам (появление трудовой и образовательной миграции). Именно в этот период возрастает роль этнокультурных различий. СНП с разной этнической структурой населения имеют разную миграционную ситуацию и как следствие динамику численности сельского населения (табл. 1).

Таблица 1

Динамика численности населения СНП Федоровского района в разрезе этнической структуры населения поселений в межпереписные периоды, кол-во раз

СНП с преобладанием	1926–1939	1939–1959	1959–1970	1970–1979	1979–1989	1989–2002	2002–2010
Русских	<i>0,81</i>	0,65	0,88	0,75	0,65	<i>0,89</i>	<i>0,66</i>
Украинцев	<i>0,66</i>	0,66	0,95	0,73	0,53	<i>0,81</i>	<i>0,91</i>
Мордвы	0,63	0,69	0,77	0,55	0,62	<i>0,81</i>	<i>0,68</i>
Татар	0,81	<i>1,60</i>	1,31	0,97	0,85	<i>0,98</i>	<i>0,93</i>
Башкир	0,80	0,93	<i>2,24</i>	0,88	0,89	1,06	0,92
Низ. чувашей	0,64	0,96	<i>1,14</i>	0,83	0,80	1,06	0,98
Верх. чувашей	1,12	0,95	<i>1,02</i>	0,60	0,59	0,83	<i>0,52</i>

Источник: составлено автором на основе [Всесоюзные..., 1989; Население..., 2013].

Примечание: разновидность шрифта соответствует масштабам миграционного оттока населения в межпереписные периоды: *курсив* – небольшой; **жирный курсив** – средний; **жирный** – высокий.

Русские, мордовские и украинские СНП первыми начинают испытывать миграционный отток населения в развивающиеся города республики – Стерлитамак, Ишимбай, Салават и Мелеуз (ориентировочно 1920–1950-е гг.). Влияние миграционного оттока населения на динамику численности русских, мордовских и украинских СНП начинает проявляться уже в 1960-е гг., в 1970–1990-е гг. сокращение численности населения в межпереписные периоды принимает «обвальный характер» (по 20–30% каждые десять лет) (см. табл. 1).

С небольшим временным лагом следуют чувашские и татарские СНП, что связано с языковым барьером – незнанием русского языка представителями этноса. В татарских СНП масштабный миграционный отток начался в 1960–1970-е гг., что также сопряжено с индустриализацией Башкирии.

Анализ географии родословных деревьев отдельных татарских СНП (Акбулатово, Ижбуляк и Каралачик) позволил установить то, что именно масштабные миграции населения в 1960–1970-е гг. вместе с сокращением рождаемости значительно подорвали демографический потенциал татарских СНП. Сравнительно позднее увеличение мобильности населения положительно сказалось на средних размерах татарских СНП.

В чувашских СНП пик миграционного оттока населения приходится на два периода: в

1960/1970–1990-е и в 2010-е гг. – по настоящее время. Наличие двух пиков миграционного оттока в чувашских СНП района связано с неоднородностью этноса. В рамках района проживают два субэтноса – низовые и верховые чуваша, расселившиеся на юге и севере района соответственно и демонстрирующие разнонаправленные тенденции сельской миграции.

Верховые чуваша проживают в менее благоприятных для ведения хозяйства землях, исторически имеют более разветвленную сеть мелкоселенных СНП и отличаются социальной пассивностью населения. Все это способствовало более раннему оттоку верховых чувашей в города. Усилила миграционный отток населения программа ликвидации неперспективных деревень. В результате этого первый пик миграционного оттока чувашей в районе приходился на 1960–1990-е гг.

Второй позднесоветский – современный пик миграционного оттока чувашского населения связан с миграцией низовых чувашей. Это преимущественно население Веселовки, Кирюшкино и Новоселки. Население в этих СНП сильно «привязано к земле», отличается высокой аграризацией, архаизацией и коллективностью. Именно в этих СНП на современном этапе отмечается «кризис традиционной культуры» с соответствующими последствиями в виде оттока сельского населения в города.

Схожую миграционную ситуацию имеют башкирские СНП. В советский период башкирское население не отличалось высокой мобильностью населения – первые сельские миграции начались в 1970–1980-е гг. Отражением этого является более молодая возрастная структура населения башкирских СНП. Масштабный отток населения за пределы района начался лишь в постсоветский период и имеет преимущественно внутрирегиональный характер.

Современная миграционная ситуация в разрезе сельских поселений района (на основе данных официальной статистики). Исторический анализ сельских миграций населения показал, что существует определенная дифференциация этносов согласно стадиям миграционного перехода (табл. 2). На современном этапе данные различия сохраняются.

За последние десятилетия ускорились процессы депопуляции района. Только в период с 2012 по 2022 г. численность населения многих сельских по-

селений Федоровского района сократилась от 10 до 30% (в среднем на 20%) (см. табл. 2). Лидеры – сельские поселения периферийного, полупериферийного и центрального положения с преобладанием башкирского, чувашского и русского населения (например, Пугачевское, Денискинское и Каралачикское). Аутсайдеры – сельские поселения с недавно начавшимся (Бала-Четырманский) / завершившимся миграционным переходом населения – «некому уезжать» (Булякаевский).

Общая тенденция для всех сельских поселений района – миграционный отток населения, масштабы которого различаются в зависимости от завершенности миграционного перехода населения, иначе говоря, от наличия демографических ресурсов, потенциально склонных участвовать в миграциях.

Лучше отражает этническую дифференциацию миграционной ситуации численность выбывшего населения.

Таблица 2

Современная социально-экономическая характеристика сельских поселений Федоровского района

Сельское поселение	Географическое положение	Преобладающие этносы	Числ. населения, 2021, чел.	Коеф. ест. прироста, ‰	Выбывших на 1000 чел.	Прибывших на 1000 чел.	Коеф. мигр. убыли, ‰	Динамика населения, ‰
Дедовское	Транзитное	Русские, татары	852	–9,1	–72	50	–21,7	–30,9
Балыклинское	Транзитное	Татары	763	–16,1	–65	54	–11,2	–27,3
Каралачикское	Полупериферийное	Татары	546	–16,1	–65	56	–9,0	–25,0
Бала-Четырманское	Транзитное	Башкиры, русские	2236	–8,3	–67	51	–15,9	–24,2
Покровское	Периферийное	Русские, татары	477	–12,4	–56	47	–9,8	–22,2
Гончаровское	Полупериферийное	Татары, мордва	994	–6,1	–62	48	–14,2	–20,4
Теняевское	Периферийное	Чуваши	520	–8,8	–71	59	–11,3	–20,2
Верхнеяушевское	Полупериферийное	Татары	415	–7,4	–65	53	–12,1	–19,6
Булякаевское	Периферийное	Мордва	426	–12,1	–74	68	–6,0	–18,1
Михайловское	Периферийное	Башкиры, русские	969	–4,4	–51	38	–13,0	–17,3
Денискинское	Периферийное	Чуваши, татары	1598	–4,9	–49	37	–12,3	–17,2
Разинское	Транзитное	Башкиры	509	–5,2	–56	49	–7,2	–12,3
Пугачевское	Периферийное	Татары, башкиры		1,6	–60	47	–13,7	–12,1
Федоровское	Центральное	Татары, русские	4700	–7,0	–44	42	–2,5	–9,4

Источник: составлено автором на основе [База..., 2022].

Примечание: данные представлены за 2011–2021 гг. Значения коэффициентов средние за указанный период.

Максимальное количество выбывших на 100 сельских жителей характерно для сельских поселений с высоким миграционным оттоком населения на ранних этапах (Дедовское, Теняевское и Гончаровское и поселения с татарским населением – Верхнеяушевское, Балыклинское и Каралачикское), а также поселения с башкирским населением (например, Бала-Четырманское и Разинское). Большинство перечисленных выше сельских поселений имеют более благоприятное географическое положение относительно близлежащих городов, что имеет отражение в масштабах сельской миграции населения.

Современная миграционная ситуация в Федоровском сельском поселении (на основе данных похозяйственных книг). Этническая структура на-

селения Федоровского сельского поселения соотносится с районом в целом – в состав поселения входят русский (Федоровка), мордовские (Кузьминочка, Гавриловка), татарский (Акбулатово) и чувашский (Улядаровка) СНП. Все перечисленные СНП различаются «возрастом», мерой центральности и людностью (табл. 3).

Для изучения современной миграционной ситуации в центральном поселении района были обработаны данные похозяйственных книг, в которых, к сожалению, не везде при выбытии человека зафиксировано направление сельской миграции. Общее количество зафиксированных выбытий – 1464, количество выбытий без указания места переезда – 559, доля выбытий с указанием направления выбытия от всей выборки составила 61,8%.

Таблица 3

Структура выбывшего населения сельских населенных пунктов Федоровского сельского поселения Федоровского района Республики Башкортостан (1992–2022)

Название СНП	Федоровка	Кузьминочка	Акбулатово	Гавриловка	Улядаровка
Преобладающий этнос в СНП	Татары, русские	Мордва	Татары	Мордва	Чуваши
Численность населения (2010), чел.	4306	439	308	21	11
Динамика численности населения (1989–2010), %	+12	–22	–20	–181	–227
Количество выбывших (1992–2022), чел.	714	108	72	7	4
<i>Направления выбытий, %</i>					
<i>Межрегиональные</i>	22,6	15,5	0	14,3	25,0
Оренбургская	1,6	3,9			
Татарстан	3,5				
Челябинская	2,6				
Свердловская	1,8	1,4		14,3	25,0
Московская	3,5				
ХМАО	6,9	1,4			
ЯНАО	1,6	1,4			
Прочие регионы	3,6				
<i>Внутрирегиональные</i>	67,9	55,7	52,7	0	50,0
Уфа	11,6	4,1			
Стерлитамак	22,2	7,2	2,0		
Салават	14,9	26,8	18,2		
Ишимбай	2,2				
Мелеуз	3,5	2,6	5,5		50,0
Кумертау	2,2	5,2			
Уфимский	1,4				
Стерлитамакский	2,7	2,6			
Мелеuzовский	0,4	2,6	1,8		
Стерлибашевский	1,8	2,6	7,3		
Другие районы и города республики	5,9	4,1			
<i>Внутрирайонные</i>	9,5	28,9	47,3	85,7	25,0
Федоровка		23,7	25,5	85,7	
Прочие сельские населенные пункты	9,5	5,2	21,8		25,0
<i>Всего выбытий, %</i>	100	100	100	100	100

Источник: составлено автором на основе данных [Данные..., 2022].

Наиболее благоприятная миграционная ситуация отмечается в Федоровке. За постсоветский период (1992–2022) численность населения СНП увеличилась на 12%, что связано с миграционной привлекательностью Федоровки как районного центра.

По направлениям выбытия населения в СНП доминируют внутрирегиональные (67,9%) – Стерлитамак, Салават, Уфа (22, 15 и 12% соответственно). На первое место выходят близлежащие, более доступные в финансовом отношении для населения города республики с более развитым рынком труда – Стерлитамак и Салават.

Межрегиональные выбытия характеризуются высоким разнообразием, среди них отдельно обозначаются добывающие регионы Западной Сибири (ХМАО, ЯНАО и Тюменская область), что связано с трудоустройством населения в нефтегазовой отрасли и смежных с ней областях экономики. Внутрирайонные выбытия составляют менее 10%.

Сравнительно худшая миграционная ситуация отмечается в Кузьминовке и Акбулатово, несмотря на их близость к районному центру. За постсоветский период (1992–2022) численность населения СНП сократилась на 22 и 20% соответственно. Демографический потенциал данных СНП был подорван еще в советский период оттоком молодого населения в крупные города, в результате чего возрастано-половая структура населения СНП преимущественно пожилая.

Особенно плачевная ситуация отмечается в Акбулатово – в деревне почти нет тех, кто мог бы участвовать в миграции. Основное население – старики в возрасте 60–80 лет.

По направлениям выбытия населения в Кузьминовке и Акбулатово преобладают внутрирегиональные (около 50%). Больше всего миграций из СНП приходится на г. Салават (20–30%), значительно меньше на Стерлитамак и Мелеуз (менее 10%). Значительна доля внутрирайонных миграций населения, особенно в Акбулатово (до 47%). Это миграция в районный центр – Федоровку и в случае Акбулатово миграция отдельных семей в СНП с преобладанием татарского населения. Межрегиональные выбытия больше характерны для мордовской Кузьминовки с меньшей «привязанностью» населения к земле.

Миграционная ситуация в прочих СНП характеризуется как самая худшая в поселении. Демографический потенциал в СНП исчерпан, население преклонного возраста. Эти СНП в скором времени «обречены на исчезновение». Рассмотрение современной структуры выбытий в них не имеет никакого смысла вследствие активного выбытия населения в более ранние периоды. Современные выбытия населения чаще всего связаны с переездом людей преклонного возраста к своим родственникам в другие СНП района или в города.

Особенности миграционного перехода этносов Федоровского района. Исторический анализ сельских миграций населения в Федоровском районе отразил закономерный переход от низкой миграционной подвижности населения на стадии аграрного общества к ее росту в период индустриального и постиндустриального общества. В случае Федоровского района триггером возрастания мобильности населения стала индустриализация региона, проходившая во второй половине XX в.

Основными реципиентами миграционных потоков из сельской местности юга и запада Башкирии стали в первую очередь города Южно-Башкирской агломерации. Не исключением является Федоровский район. Специфической чертой исследуемой территории является разное время начала миграции «село – город» для отдельных этносов.

Раньше всех этносов в миграциях начали участвовать русские и украинцы (отсутствие языкового барьера и низкая привязанность к земле вследствие сравнительно высокой мобильности на более ранних исторических этапах) (рис. 2). С небольшим временным лагом за ними следует мордва. В середине XX в. возрастает мобильность татар и верховых чувашей. В 1970–1990-е гг. в миграциях начинают участвовать башкиры и низовые чуваше.

Длительность миграционного перехода для этносов, вступивших в него позже других, сравнительно меньше. Например, длительность миграционного перехода у русских и украинцев в районе составила порядка 100 лет, у татар и верховых чувашей – 60–70 лет. Это связано с поступательным (эволюционным) возрастанием мобильности русскоязычного населения и резким (скачкообразным) возрастанием мобильности не русскоязычного населения (татар, чувашей и башкир) в условиях быстрого развития транспорта и инфраструктуры.

Анализ выбытий населения в XX в. и в настоящее время позволил установить смещение миграционного перехода для разных этносов, что имеет отражение в развитии сельской местности района (в первую очередь в ее демографическом потенциале). Различия во времени начала миграционного перехода и его длительности для разных этносов отображает действие фактора этнокультурных различий, о котором говорилось ранее.

Территориальной проекцией различий в миграционном переходе разных этносов является география сельских миграций населения.

Единые для района миграционные тренды в XX–XXI вв.: больше всего миграций приходится на короткие расстояния (самая большая по численности «диаспора федоровцев» в Мелеузе и Салавате) (тренд 1); по мере большего вовлечения населения в миграции увеличивается среднее расстояние ми-

граций «село – город» – с наиболее близких городов (Мелеуз) до удаленных от района городов (Стерлитамак, Ишимбай и Салават), включая столицу республики – г. Уфа на современном этапе (тренд 2); дальние миграции населения направлены в крупные центры (Уфа и Оренбург) (тренд 3).

Отклонения от указанных миграционных трендов, обусловленные этнической структурой населения в XX–XXI вв.: население с более ранним началом миграционного перехода (русские, украин-

цы, мордва и татары) мигрируют на более дальние расстояния, население с более поздним – на более короткие расстояния (чуваши и башкиры) (отклонение 1); русские, украинцы и мордва в большей степени склонны к межрегиональной миграции, в то время как татары, башкиры и чуваше предпочитают мигрировать в пределах республики (отклонение 2); русские и украинцы склонны мигрировать в крупные центры за пределы республики, татары – в Уфу и Оренбург, башкиры – в Уфу (отклонение 3).

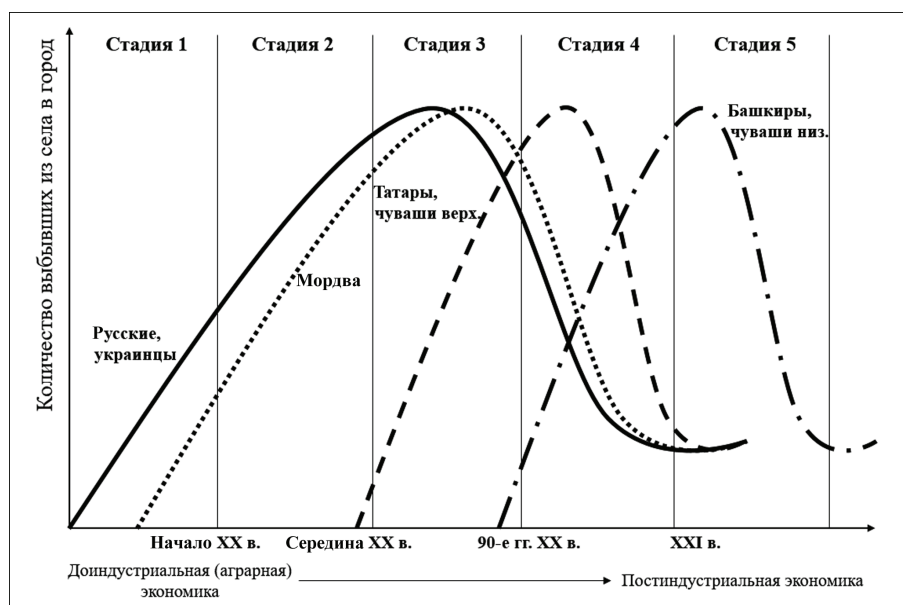


Рис. 2. Различия в миграционном переходе этносов Федоровского района Республики Башкортостан.

Источник: составлено автором

Fig. 2. Differences in the migration transition of ethnic groups of the Fedorovsky district of the Republic of Bashkortostan. Compiled by the author

Обозначенные выше миграционные тренды и их отклонения иллюстрируются географией миграций населения из СНП с разным положением и этнической структурой населения. Так, по результатам глубинных опросов больше всего выходцев из русского Дедово и мордовской Кузьминовки проживают в Салавате и Стерлитамаке, татарского Денискино – в Мелеузе, Стерлитамаке и Уфе, башкирского Бала-Четырмане и чувашского Кирюшкино – в Мелеузе.

Механизм принятия решения о миграции в разрезе этнической идентичности сельских мигрантов (на основе данных глубинных интервью и анкетирования населения). Ранее были обозначены и описаны особенности сельских миграций в разрезе этносов, населяющих Федоровский район. Однако сам механизм принятия решения о миграции сельскими жителями требует не меньшего внимания и осмысления, так как позволяет понять логику

принятия решения о миграции в тот или иной город и выявить наиболее долгосрочные интенсивные миграционные связи между городом и отдельными СНП района.

Рассмотрим современный механизм принятия решений об образовательной миграции для жителей трех СНП Федоровского района – мордовской Кузьминовки, татарского Денискино и чувашского Кирюшкино.

Кузьминовка / Федоровское поселение. Кузьминовка является СНП длительного миграционного оттока, начавшегося в середине XX в. Из всех СНП района с мордовским населением Кузьминовка имеет наиболее выгодное транспортно-географическое положение – располагается на дороге Федоровка – Салават. Наиболее приемлемые для миграции города – Салават и Стерлитамак («позволяют финансы и близко»).

Денискино / Денискинское поселение. Денискино характеризуется высоким миграционным оттоком населения и пожилой возрастной структурой населения (типичная для татарских СНП миграционная ситуация). Жители Денискино имеют нестандартную для татарских СНП схему принятия решения о миграции. Приемлемые для миграции города в селе – Уфа, Стерлитамак и Салават («позволяют финансы и есть родственники»).

Кирюшкино / Денискинское поселение. Для населения Кирюшкино характерна незавершенность демографического и миграционного переходов населения (уникальная ситуация для Федоровского района). В селе еще много тех, кто потенциально может участвовать в миграциях. Приемлемое направление для миграции в СНП – Мелеуз с исторически высокой долей чувашского населения («близко и недорого»).

ВЫВОДЫ

Различия в миграционной ситуации в сельских населенных пунктах в полиэтническом регионе определяются целым набором факторов, среди которых особое место занимает этнокультурный. Несмотря на общее замедление темпов урбанизации сельского населения, в настоящее время этносы Федоровского района находятся на разных этапах модели миграционного перехода У. Зелинского. Второй этап («раннее мобильное общество») характерен для башкирского и чувашского населения, третий этап («позднее мобильное общество») для русского, украинского, татарского и мордовского населения.

Дифференциация этносов, согласно миграционному переходу, способствует формированию региональных отклонений миграционных трендов в стране: изменению структуры внутрирегиональной и межрегиональной миграции населения, повышению роли отдельных факторов сельской миграции (знания языка, сила социального капитала и т. д.). Вследствие этого изменяется универсальная схема урбанизации и сельской миграции населения.

Основные факторы вовлечения сельского населения в миграции «село – город» на стадии развития урбанизационных процессов – грамотность населения (владение русским языком) и транспортно-географическое положение СНП. Географическим отражением действия данных факторов является формирование целостных зон тяготения СНП по отношению к разным городам республики, а так-

же сформированные в результате длительной миграции населения сельско-городские сообщества.

На стадии спада темпов урбанизации сельского населения основным фактором, определяющим особенности миграционного поведения человека в Федоровском районе вне зависимости от его этнической принадлежности, является финансовый фактор, т. е. финансовые возможности сельского жителя для миграции. В традиционных сообществах с более низким благосостоянием (большая семья) население склонно к миграции в более близкие и доступные в материальном отношении города (например, чуваша и башкиры).

Дополнительно влияние этнокультурного фактора на сельскую миграцию проявляется через силу социального капитала. Этносы с более сильными социальными связями (башкиры, чуваша и татары) чаще всего мигрируют в города, где есть родственники или близкие (эффекты страха перед новым, высокой социальной сплоченности и «привязанности к родной земле»). Этносы с более слабыми связями (русские, украинцы и мордва) отличаются более широкой географией миграции, они в меньшей степени зависимы от своего сообщества (эффекты разобщенности и более высокой исторической мобильности населения). В отдельных случаях сила социальных контактов усиливает действие объективных факторов (географического положения и т. д.), в других – «ломает» их.

Завершенность миграционного перехода населения, различающаяся между этническими группами, имеет свое отражение в динамике численности населения СНП Федоровского района. Максимальное сокращение людности СНП в районе имеют русские, украинские и мордовские, среднее – татарские, незначительное – башкирские и чувашские СНП.

Вместе с этим теоретические выводы касательно сельской миграции сделаны на примере лишь одного района республики и нуждаются в дополнительной верификации. Этнические аспекты миграции не ограничиваются только завершенностью миграционного перехода и силой социального капитала, это следствие действия совокупности социально-экономических факторов, среди которых, например, сложно отрицать высокую значимость психологии человека при принятии решения о миграции и культурных ценностей и установок, присущих для отдельных сообществ.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ № 21-17-00112.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аверкиева К.В. Рынки труда и роль отходничества в занятости сельских жителей Российского Нечерноземья // Известия РАН. Сер. геогр. 2016. № 1. С. 25–37. DOI: 10.15356/0373-2444-2016-1-25-37.
- Алексеев А.И., Дельва К.И., Усова М.Д. «Генеалогические деревья» и социальные сети как источник информации для социально-географического изучения сельской местности // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2016. № 5. С. 93–95.
- Асфандияров А.З. История сел и деревень Башкортостана и сопредельных территорий. Уфа: Китап, 2009. 741 с.
- Всесоюзные переписи населения СССР 1926, 1937, 1939, 1959, 1970, 1979 и 1989 гг. Данные по Башкирской АССР.
- Гусаков Т.Ю. Многоукладность современного этнического региона России: арханизация, аграризация и миграции (на примере Республики Тыва) // Крестьяноведение. 2019. № 4. С. 74–93.
- Данные из похозяйственных книг сельских населенных пунктов сельских поселений Федоровского района Республики Башкортостан. Источник данных: Архив Федоровского района (дата обращения 25.06.2022).
- Зайончковская Ж.А. Миграция и урбанизация в СССР в послеоктябрьский период // Население СССР за 70 лет. М.: Наука, 1988. С. 37–74.
- Имангулов Л.Р., Максименко М.Р., Савоскул М.С., Сафранов С.Г. Влияние этнокультурного фактора на эволюцию сельского расселения на примере полиэтнических районов Башкирии и Марий Эл // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2021. № 1. С. 109–119.
- Имангулов Л.Р., Савоскул М.С. Этнические процессы и трансформация сельского расселения в сельской местности Башкирии (на примере Федоровского района) // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2021. № 3. С. 55–66.
- Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В. Роль миграции в усилении контрастов расселения на муниципальном уровне в России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2016. № 5. С. 46–59. DOI: 10.15356/0373-2444-2016-5-46-59.
- Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В., Савоскул М.С. Новые данные и традиционные подходы: как российские географы изучают миграцию населения (2010–2021 гг.) // Известия РАН. Сер. геогр. 2022. № 3. С. 353–373. DOI: 10.31857/S2587556622030074.
- Краснословцев В.П., Савоскул М.С. Территориальная подвижность сельского населения: изменение направлений и мотивов поездок // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2004. № 4. С. 53–56.
- Миграция сельского населения / под ред. чл.-корр. АН СССР Т.И. Заславской. М.: Мысль, 1970. С. 312.
- Население Республики Башкортостан по данным Всероссийской переписи населения 2010 г.: стат. сб. Уфа: Башкортостанстат, 2013. 222 с.
- Нефедова Т.Г. Десять актуальных вопросов о сельской России: ответы географа. М.: УРСС, 2012. С. 452.
- Нефедова Т.Г. Миграционная подвижность населения и отходничество в современной России // Известия РАН. Сер. геогр. 2015. № 3. С. 41–56. DOI: 10.15356/0373-2444-2015-3-41-56.
- Нефедова Т.Г., Мкртчян Н.В. Миграция сельского населения и динамика сельскохозяйственной занятости в регионах России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2017. № 5. С. 58–68.
- Bilsborrow R. *Migration, population change, and the rural environment*, ECSP Report, 2002, no. 8, p. 69–94.
- Gibbs J. The evolution of population concentration, *Economic Geography*, 1963, no. 2, p. 119–129.
- Hedberg C., Carmo do R.M. Translocal Ruralism: Mobility and Connectivity in European Rural Spaces, *Translocal Ruralism*, C. Hedberg, R. Carmo do (eds.), *GeoJournal Library*, 2012, vol. 103, Springer, Dordrecht, p. 1–9.
- Liu G., Wang H., Cheng Y., Zheng B., Lu Z. Rural vulnerability, migration, and relocation in mountain areas of Western China: An overview of key issues and policy interventions, *Land Use Policy*, 2016, no. 59, p. 110–116.
- Luke M. Globalization and the Changing Geography of Social Life in Rural Kerala, *Journal of South Asian Development*, 2021, no. 17, p. 7–31.
- Noble C. Return Migration and Belonging in Rural Ireland: Methodological Considerations, *Journal of Rural and Community Development*, 2014, no. 8, p. 279–290.
- Uddin I.O., Igbokwe E.M. Effects of international migration and remittances on rural households in Edo State, Nigeria, *Human Geographies*, 2020, vol. 14, no. 1, p. 91–105.
- Zelinsky W. The hypothesis of the mobility transition, *Geographical Review*, 1971, no. 61, p. 219–249.
- Электронные ресурсы**
- База данных муниципальных образований регионов России, Республика Башкортостан. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst80/DBInet.cgi#1> (дата обращения 30.08.2022).

Поступила в редакцию 13.08.2022
После доработки 10.09.2022
Принята к публикации 22.09.2022

ETHNIC ASPECTS OF RURAL MIGRATION IN THE FEDOROVSKY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

L.R. Imangulov

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, master's student; e-mail: linar.imangulov.1999@mail.ru

The article examines the ethnic aspects of population migration in rural Bashkiria. The study area, i. e. Fedorovsky district of the Republic of Bashkortostan, is distinguished by a high ethno-cultural diversity of the population with six large ethnic groups living there, namely Tatars, Russians, Bashkirs, Chuvashes, Mordvins and Ukrainians. The methods of research are the analysis of municipal statistics and household books of rural settlements, the study of "genealogical trees", the questioning of people and the autobiographical interviews. Different data sources were used to analyze the dynamics of rural migration at the level of rural settlements of the Fedorovsky district in the pre-revolutionary, Soviet and post-Soviet periods. It was found that the migration behavior of population depends on the ethnic structure of rural settlements and their geographical location. The ethnic groups represented in the Fedorovsky district are at different stages of U. Zelinsky migration model, which is reflected in the current migration situation in rural settlements. Collected statistical data allowed selective presentation of the post-Soviet structure of the intraregional geography of rural migration of the population of some settlements in the context of the cities close to the Fedorovsky district, i. e. Ufa, Sterlitamak, Salavat, Ishimbai and Meleuz. The final part of the article interprets the results of questioning to describe the mechanism of making a decision on educational migration for residents of three rural settlements with different ethnic structure of population, i. e. Mordovian Kuzminovka, Tatar Deniskino and Chuvash Kiryushino.

Keywords: urbanization, migration transition, rural territories, polyethnic region

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project no. 21-17-00112).

REFERENCES

- Alekseev A.I., Del'va K.I., Usova M.D. "Genealogicheskie derev'ja" i social'nye seti kak istochnik informacii dlja social'no-geograficheskogo izucheniya sel'skoj mestnosti ["Genealogical trees" and social networks as a source of information for socio-geographical study of rural areas], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2016, no. 5, p. 93–95. (In Russian)
- Asfandiyarov A.Z. *Istoriya sel i dereven' Bashkortostana i sopredel'nyh territorij* [History of villages and hamlets of Bashkortostan and adjacent territories], Ufa, Kitap Publ., 2009, 741 p. (In Russian)
- Averkieva K.V. Rynki truda i rol' othodnichestva v zanjatosti sel'skih zhitelej Rossijskogo Nechernozem'ja [Labor markets and the role of seasonal work in the employment of rural residents of the Russian Non-Chernozem region], *Izv. RAN, Ser. geogr.*, 2016, no. 1, p. 25–37, DOI: 10.15356/0373-2444-2016-1-25-37. (In Russian)
- Dannye iz pohozejajstvennyh knig sel'skih naselennyh punktov sel'skih poselenij Fedorovskogo rajona respubliki Bashkortostan, Istochnik dannyh: Arhiv Fedorovskogo rajona* [Data from household books of rural settlements of rural settlements of the Fedorovsky district of the Republic of Bashkortostan, Data source: archive of the Fedorovsky district] (access date 25.06.2022). (In Russian)
- Gusakov T.Ju. Mnogoukladnost' sovremennogo etnicheskogo regiona Rossii: arhaizacija, agrarizacija i migracii (na primere Respubliki Tyva) [Diversity of a modern ethnic region of Russia: archaization, agrarization and migrations (case study of the Republic of Tyva)], *Krest'janovedenie*, 2019, no. 4, p. 74–93. (In Russian)
- Imangulov L.R., Maksimenko M.R., Savoskul M.S., Safronov S.G. Vlijanie jetnokul'turnogo faktora na jevoljuciju sel'skogo rasselenija na primere polijetnichnyh rajonov Bashkirii i Marij Jel [The influence of ethno-cultural factor on the evolution of rural settlement patterns (case study of the polyethnic regions of Bashkiria and Mari El)], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2021, no. 1, p. 109–119. (In Russian)
- Imangulov L.R., Savoskul M.S. Etnicheskie processy i transformacija sel'skogo rasselenija v sel'skoj mestnosti Bashkirii (na primere Fedorovskogo rajona) [Ethnic processes and transformation of rural settlement in rural areas of Bashkiria (case study of the Fedorovsky district)], *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*, 2021, no. 3, p. 55–66. (In Russian)
- Karachurina L.B., Mkrtchjan N.V. Rol' migracii v usilenii kontrastov rasselenija na municipal'nom urovne v Rossii [The role of migration in enhancing the contrasts of settlement at the municipal level in Russia], *Izv. RAN, Ser. geogr.*, 2016, no. 5, p. 46–59, DOI: 10.15356/0373-2444-2016-5-46-59. (In Russian)
- Karachurina L.B., Mkrtchjan N.V., Savoskul M.S. Novye dannye i tradicionnye podhody: kak rossijskie geografy izuchajut migraciju naselenija (2010–2021 gg.) [New data and traditional approaches: how Russian geographers study population migration (2010–2021)], *Izvestija RAN, Serija Geograficheskaja*, 2022, no. 3, p. 353–373, DOI: 10.31857/S2587556622030074. (In Russian)
- Krasnoslobodcev V.P., Savoskul M.S. Territorial'naja podvizhnost' sel'skogo naselenija: izmenenie napravlenij i motivov poezdok [Territorial mobility of rural population: changing directions and motives of trips], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2004, no. 4, p. 53–56. (In Russian)

- Migracija sel'skogo naselenija* [Migration of rural population], T.I. Zaslavskaya (ed.), Moscow, Mysl' Publ., 1970, 312 p. (In Russian)
- Naselenie Respubliki Bashkortostan po dannym Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2010 g.*, stat. sb. [Population of the Republic of Bashkortostan according to 2010 All-Russian Population Census: statistical collection], Ufa, Bashkortostanstat Publ., 2013, 222 p. (In Russian)
- Nefedova T.G. Desjat' aktual'nyh voprosov o sel'skoj Rossii: otvety geografa [Ten topical questions about rural Russia: answers of geographer], Moscow, URSS, 2012, p. 452. (In Russian)
- Nefedova T.G., Mkrtchjan N.V. Migracija sel'skogo naselenija i dinamika sel'skohozjajstvennoj zanjatosti v regionah Rossii [Migration of rural population and dynamics of agricultural employment in the regions of Russia], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2017, no. 5, p. 58–68. (In Russian)
- Nefedova T.G. Migracionnaja podvizhnost' naselenija i otodnichestvo v sovremennoj Rossii [Migration mobility of the population and seasonal work in modern Russia], *Izv. RAN, Ser. geogr.*, 2015, no. 3, p. 41–56, DOI: 10.15356/0373-2444-2015-3-41-56. (In Russian)
- Vsesojuznye perepisi naselenija SSSR 1926, 1937, 1939, 1959, 1970, 1979 i 1989 gg.*, *Dannye po Bashkirskoj ASSR* [All-Union population censuses of the USSR 1926, 1937, 1939, 1959, 1970, 1979 and 1989, Data on the Bashkir ASSR]. (In Russian)
- Zajonchkovskaja Zh.A. [Migration and urbanization in the USSR in the post-October period], *Naselenie SSSR za 70 let* [Population of the USSR during 70 years], Moscow, Nauka Publ., 1988, p. 37–74. (In Russian)
- Web source*
Baza dannyh municipal'nyh obrazovanij regionov Rossii, respublika Bashkortostan [Database of municipalities of the regions of Russia, Republic of Bashkortostan], URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst80/DBInet.cgi#1> (access date 30.08.2022). (In Russian)

Received 13.08.2022

Revised 10.09.2022

Accepted 22.09.2022

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 556.182:626/628

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВОЗВРАТНЫХ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД С ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ АРИДНЫХ ЗОН

Ф.Х. Хикматов¹, Н.Л. Фролова², Г.Х. Юнусов³, Ю.С. Даценко⁴

^{1,3} *Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, гидрометеорологический факультет, кафедра гидрологии суши*

^{2,4} *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши*

¹ Проф., д-р геогр. наук; e-mail: hikmatov_f@mail.ru

² Проф., зав. кафедрой, д-р геогр. наук; e-mail: frolova_nl@mail.ru

³ Доц., зав. кафедрой, д-р геогр. наук; e-mail: yunusov-g@mail.ru

⁴ Д-р геогр. наук; e-mail: yuri0548@mail.ru

Статья посвящена изучению зависимости возвратных коллекторно-дренажных вод с крупных орошаемых массивов от объемов водозабора для целей ирригации и общей площади посевов. Задача решена на примере орошаемых земель Бухарской области Узбекистана. Расчеты выполнены в трех вариантах с применением объективного метода выравнивания и нормализации корреляционных связей. Получены уравнения нормализованной регрессии, характеризующие связь между коллекторно-дренажным стоком, объемом водозабора по Аму-Бухарскому каналу и площади орошаемых земель. Они имеют довольно высокие значения коэффициентов множественной корреляции. На основе третьего варианта этих уравнений построена расчетная номограмма. Произведена оценка точности номограммы. Результаты показали, что она может быть использована как для расчета, так и в целях прогноза коллекторно-дренажного стока с крупных орошаемых массивов аридных зон.

Ключевые слова: водозабор, орошаемый массив, корреляция, уравнение регрессии, расчетная номограмма, модель

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.12

ВВЕДЕНИЕ

В аридных зонах мира, куда и относится территория Узбекистана, вода и жизнь неразделимы. Здесь вода является основным ключевым фактором для производства продовольствия, охраны здоровья, достойной жизни и развития человечества. Это указывает на необходимость более рационального управления и бережного использования водных ресурсов в Узбекистане. Сегодня в Узбекистане, с одной стороны, наблюдается острый дефицит водных ресурсов, а с другой – из-за применения в орошаемом земледелии старых примитивных методов орошения формируется огромное количество возвратных вод. Поэтому проведение более углубленных исследований по количественной оценке величины возвратных вод орошаемых территорий с целью их повторного использования в сельском хозяйстве и других отраслях экономики имеет актуальное значение.

Первые научные сведения о возвратных водах с орошаемых полей среднеазиатского региона относятся к концу 1920 – началу 1930-х гг. В 1925 г. А.В. Чаплыгиным опубликована монография под названием «Урегулирование водного хозяйства Ферганской долины». Спустя некоторое время, в 1933 и 1935 гг., этот вопрос рассматривался М.А. Шмидтом на примере бассейна р. Тупалангдара. Им изучены вопросы взаимосвязи оросительных и возвратных вод некоторых оазисов Узбекистана. В этих исследованиях впервые использован термин «возвратные воды».

В последующем этим вопросом занимались В.П. Светицкий [Светицкий, 1972], С.Ш. Мирзаев [1989], В.А. Духовный [Духовный, 1984], Ф.Э. Рубинова [Рубинова, 1981], Е.К. Хайитов [Хайитов, 2017] и др. Следуя их определениям, под возвратными коллекторно-дренажными водами нами понимается ирригационная составляющая динамиче-

ских запасов стока грунтовых вод и поверхностный сток оросительных вод с полей.

Предшествующими исследователями доказано, что возвратный сток состоит из подземной и поверхностной составляющих [Геткер и др., 1975; Рубинова, 1987; Харченко, Левченко, 1972]. Подземная составляющая возвратного стока формируется из естественного подземного притока на орошаемую площадь и фильтрационных потерь с орошаемых полей, ирригационной системы и атмосферных осадков, выпадающих на данную территорию. Поверхностная составляющая возвратных вод может формироваться из сбросов с орошаемых полей и из оросителей, а также из стока талых снеговых и дождевых вод.

Как отмечает Ф.Э. Рубинова, фильтрационные потери с орошаемых полей и ирригационной сети, а также сбросы с орошаемых полей и из борозд связаны с ирригацией, поэтому относятся к антропогенным факторам, а остальные зависят от природных условий, которые, в свою очередь, также зависят от хозяйственной деятельности человека [Харченко, Левченко, 1972; Рубинова, 1987; Фролова, 2006].

Следует отметить, что вклады упомянутых выше факторов в процесс формирования возвратного стока с орошаемых территорий существенно отличаются и их значения зависят от природно-водохозяйственной обстановки. Однако в любом случае объем возвратных коллекторно-дренажных вод с орошаемых массивов зависит от поверхностного стока, т. е. от объема водозабора для целей орошения. Такой вывод подтверждается результатами регрессионного анализа, выполненного Ф.Э. Рубиновой на примере Ферганского, Чирчик-Ахангаран-Келесского и Голодностепского ирригационных районов [Рубинова, 1987].

Эти результаты исследования Ф.Э. Рубиновой показали, что в Ферганском и Голодностепском ирригационных районах возвратный сток с орошаемых полей тесно коррелируется с водозабором текущего ($0,81 \leq r \leq 0,91$) и предшествующего годов ($r = 0,74 \div 0,93$).

Как правильно отмечают Ф.Э. Рубинова, С.И. Харченко и другие [Рубинова, 1991; Харченко, Левченко, 1972], современная гидрометрия позволяет непосредственно измерить лишь внутрисистемную, т. е. поверхностную составляющую возвратных вод, концентрирующихся в коллекторно-дренажной сети с контура крупных орошаемых массивов. В связи с этим суммарный возвратный коллекторно-дренажный сток (КДС), т. е. русловая и внутрисистемная его составляющие оцениваются приближенно как остаточный член уравнения водного баланса орошаемой территории. В данном случае, отмечая преимущество методов водного

баланса, необходимо также отметить возможности гидрометрического метода.

Отсутствие в настоящее время точной оценки значений составляющих суммарной затраты стока не позволяет применить метод водного баланса для количественной оценки КДС с орошаемой территории Бухарской области.

В качестве альтернативного варианта к решению данной проблемы нами предлагается разработать многофакторную зависимость КДС от определяющих его факторов. Для решения этой задачи в нашем распоряжении находятся материалы по КДС, величине водозабора из реки Амударья по Аму-Бухарскому каналу и орошаемых площадей за период с 1962 по 2015 г. С другой стороны, для решения поставленной задачи в настоящее время существуют многочисленные статистические способы установления многофакторной зависимости КДС от перечисленных выше факторов. Одним из этих способов является объективный метод выравнивания и нормализации корреляционных связей, предложенный Г.А. Алексеевым [Алексеев, 1971].

Основной целью данной работы является статистическая оценка зависимости коллекторно-дренажного стока с орошаемых земель Бухарской области от объема водозабора и величины орошаемой площади и на ее основе разработка модели количественной оценки возвратных вод с орошаемых массивов аридных зон.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Зеравшанский оазис находится в средней части Узбекистана и является частью бассейна р. Зеравшан. Территория оазиса вытянута с востока на запад на 400–420 км, а с юга на север – в среднем на 200 км. Основная стокообразующая часть бассейна р. Зеравшан находится в пределах Республики Таджикистан. Площадь ее водосбора составляет 11 300 км². Река Зеравшан собирает свои воды с южных склонов Туркестанского хребта, обоих склонов Зеравшанского и северного склона Гиссарского хребтов.

Предварительные расчеты показали, что за 1962–2015 гг. в среднем около 67% КДС с орошаемых полей Зеравшанского оазиса принадлежат Бухарской области. Оставшаяся часть, т. е. всего лишь 33%, относится к Самаркандской (16%) и Навоийской (17%) областям. Поэтому в данной работе основное внимание уделено орошаемым посевным площадям Бухарской области.

В качестве основной исходной информации в работе были использованы материалы стандартных сетевых наблюдений на гидрологических постах, действующих в системе Минсельводхоза и

Госкомприроды Республики Узбекистан. Предварительный анализ исходных материалов позволил выделить следующие периоды: 1962–1985 гг. – постепенного улучшения водообеспеченности изучаемой территории; 1986–2015 гг. – лимитированного водообеспечения (рис. 1).

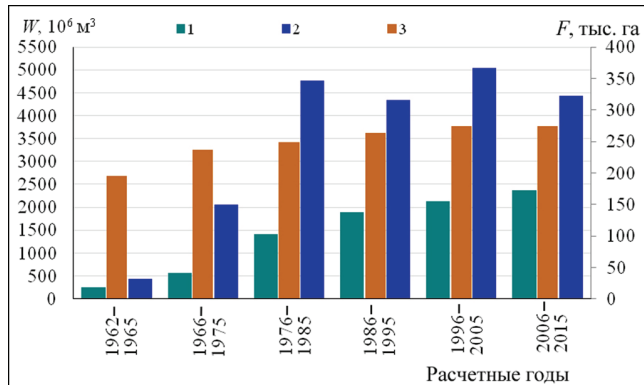


Рис. 1. Динамика орошаемой площади, объемов КДС и водозабор по Аму-Бухарскому каналу:

1 – орошаемая площадь, тыс. га; 2 – коллекторно-дренажный сток, км³; 3 – водозабор из Амударьи по Аму-Бухарскому каналу, км³

Fig. 1. Dynamics of irrigated area, volumes of collector-drainage runoff (CDR) and water withdrawal through the Amu-Bukhara canal:

1 – irrigated area, thousand ha; 2 – collector-drainage runoff, km³; 3 – water intake from the Amu Darya River through the Amu-Bukhara canal, km³

При установлении многофакторной связи возвратного коллекторно-дренажного стока ($W_{\text{КДС}}$) с орошаемой территории Бухарской области в качестве основных аргументов нами использованы объем водозабора из Аму-Бухарского канала ($W_{\text{АБ}}$) и площади орошаемых земель ($F_{\text{оз}}$) Бухарской области. Расчеты выполнены с использованием объективного метода выравнивания и нормализации корреляционных связей, предложенного Г.А. Алексеевым [Алексеев, 1971].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для условий Средней Азии, в том числе для орошаемых массивов Узбекистана, известны попытки М.И. Геткера и его соавторов [Геткер и др., 1975], Г.Х. Исмаиловой и его коллег [Исмаилов, Федоров, 1981], Ф.Э. Рубиновой [Рубинова, 1987] и других [Харченко и др., 1972, Харченко, 1975; Рубинова и др., 1988; Рубинова, Иванов, 2005] оценить величину возвратных вод при помощи упрощенного уравнения водного баланса орошаемой территории:

$$Y_{\text{воз}} = Y_{\text{вз}} - P, \quad (1)$$

где $Y_{\text{воз}}$ – потенциальный возвратный сток с орошаемой территории, $Y_{\text{вз}}$ – суммарный водозабор на орошаемую площадь, P – суммарные затраты стока на испарение с орошаемых полей и перелогов, аккумуляцию влаги в почвогрунтах и промышленно-коммунальное водопотребление.

Расчеты по установлению зависимости коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Бухарской области от определяющих факторов, выполнялись описанным выше методом в трех следующих вариантах: 1) для периода постепенного улучшения водообеспеченности изучаемой территории (1962–1985); 2) для периода лимитированного водообеспечения (1986–2015); 3) за весь период (1962–2015).

Как видно, при определении расчетных вариантов нами учитывались условия водообеспеченности орошаемых земель и изменения водохозяйственной обстановки в пределах орошаемых массивов Бухарской области.

Определялись нормализованные значения исходных переменных, в нашем случае объем коллекторно-дренажного стока [$U_0(W_{\text{КДС}})$] с орошаемых полей рассматриваемой области, объем водозабора [$U_1(W_{\text{АБ}})$] по Аму-Бухарскому каналу для цели орошения и площадь орошаемых земель [$U_2(F_{\text{оз}})$].

В результате выполнения соответствующих расчетов получено уравнение нормализованной регрессии:

$$U_0(W_{\text{КДС}}) = \alpha_{01} \cdot U_1(W_{\text{АБ}}) + \alpha_{02} \cdot U_2(F_{\text{оз}}). \quad (2)$$

Уравнение (2) характеризует связь между коллекторно-дренажным стоком ($W_{\text{КДС}}$) и определяющими его факторами, т. е. объемом водозабора по Аму-Бухарскому каналу ($W_{\text{АБ}}$) и площадью орошаемых земель ($F_{\text{оз}}$).

Анализ рассчитанных значений парных коэффициентов корреляции и коэффициентов регрессии можно произвести для каждого варианта или для всех вариантов в целом (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что второй вариант расчета характеризуется наименьшими значениями как парных коэффициентов корреляции, так и коэффициентов регрессии. Парный коэффициент корреляции между объемом водозабора по Аму-Бухарскому каналу ($W_{\text{АБ}}$) и площадью орошаемых земель ($F_{\text{оз}}$) имеет слабое отрицательное значение ($r_{12} = -0,091$), что объясняется уменьшением площади посевов в годы независимости республики за счет устранения хлопковой монокультуры, начиная с 1991 г. Это может быть также связано как с ошибками при учете и оценке коллекторно-дренажных вод, так и экстремальными, т. е. маловодными и многоводными условиями их формирования.

Таблица 1

Вычисленные значения парных коэффициентов корреляции и коэффициентов регрессии

Варианты расчета	Парные коэффициенты корреляции			Коэффициенты регрессии	
	r_{01}	r_{02}	r_{12}	α_{01}	α_{02}
1	0,835	0,581	0,548	0,739	0,176
2	0,444	0,248	-0,091	0,469	0,290
3	0,745	0,895	0,633	0,297	0,706

Для всех вариантов были получены уравнения нормализованной регрессии (2), которые отличаются только значениями коэффициентов регрессии (табл. 2).

Полученные для различных расчетных вариантов уравнения нормализованной регрессии характеризуются довольно высокими значениями полных коэффициентов множественной корреляции (r_0) (см. табл. 2). Их значения колеблются в пределах от $0,529 \pm 0,141$ до $0,923 \pm 0,021$. При этом расхождения в оценках коэффициентов корреляции оказались в пределах ошибок их расчета.

Рассчитанные нами уравнения нормализованной регрессии имеют тот же порядок, как и вышеупомянутые уравнения регрессии, полученные Ф.Э. Рубиновой для различных ирригационных районов бассейна Сырдарьи [Рубинова, 1987; Хикматов и др., 2020; Хикматов и др., 2017; Руководство..., 1986; Трунова, 1984; Наставление..., 1993]. Полученные нами уравнения нормализованной регрессии ре-

комендуются для расчета и прогноза возвратных коллекторно-дренажных вод с крупных орошаемых массивов Бухарской области. При этом принимается, что в ближайшей перспективе условия их формирования существенно не изменятся.

Для удобства выполнения расчетов и прогнозов коллекторно-дренажного стока нами предложена графическая интерпретация уравнения нормализованной регрессии, полученного для третьего варианта. Она осуществляется с использованием зависимости между исходными и нормализованными переменными, реализуется в виде номограммы, которая представлена на рисунке 2. Эта номограмма нами принимается как модель количественной оценки возвратных вод с орошаемых территорий аридных зон. Ее можно использовать как для расчета, так и для прогноза в расчетных и в прогностических целях коллекторно-дренажного стока.

Таблица 2

Уравнения нормализованной регрессии и их полные коэффициенты множественной корреляции

Варианты расчета	Уравнения нормализованной регрессии	$r_0 \pm \sigma_{r_0}$
1	$U_0(W_{\text{КДС}}) = 0,739 \cdot U_1(W_{\text{АБ}}) + 0,176 \cdot U_2(F_{\text{ОЗ}})$	$0,846 \pm 0,061$
2	$U_0(W_{\text{КДС}}) = 0,469 \cdot U_1(W_{\text{АБ}}) + 0,290 \cdot U_2(F_{\text{ОЗ}})$	$0,529 \pm 0,141$
3	$U_0(W_{\text{КДС}}) = 0,297 \cdot U_1(W_{\text{АБ}}) + 0,706 \cdot U_2(F_{\text{ОЗ}})$	$0,923 \pm 0,021$

Примечание: r_0 – полный коэффициент множественной корреляции, σ_{r_0} – ошибка полного коэффициента корреляции.

Оценка надежности построенной номограммы для расчетных целей произведена путем сопоставления фактически наблюдаемых ($W_{\text{КДС}}^{\text{ф}}$) и рассчитанных ($W_{\text{КДС}}^{\text{р}}$) по номограмме величин КДС. Результаты расчетов показали их хорошую сходимость. Коэффициент корреляции между ними равен $0,775 \pm 0,037$ (рис. 3).

Анализ результатов сопоставления показал, что из рассмотренных 54 случаев в 31 случае абсолютная ошибка меньше 30%, в 12 случаях – до 40%, а в остальных 11 она составляет около 50% и более. В среднем погрешность рассчитанных по номограмме величин КДС составляет 28%.

Наибольшие отклонения от средней линии имеют многоводные (1969) и маловодные (1974) и следующие за ними 1975, 1976, 1977 гг. (см. рис. 3). В связи с этим во втором варианте из расчета исключен многоводный 1969 г., когда во всем среднеазиатском регионе выпало атмосферных осадков в $1,5 \div 2,0$ раза больше нормы. В результате резко увеличилась доля атмосферных осадков в формировании коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей, что привело к большим погрешностям. Исключение 1969 г. обеспечило повышение значения коэффициента корреляции ($0,791 \pm 0,035$), характеризующего связь между

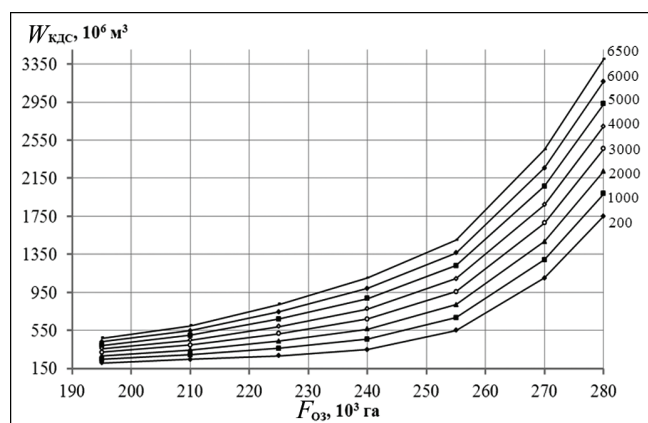


Рис. 2. Номограмма для расчета и прогноза коллекторно-дренажного стока

Fig. 2. Nomogram for calculation and forecast of collector-drainage runoff

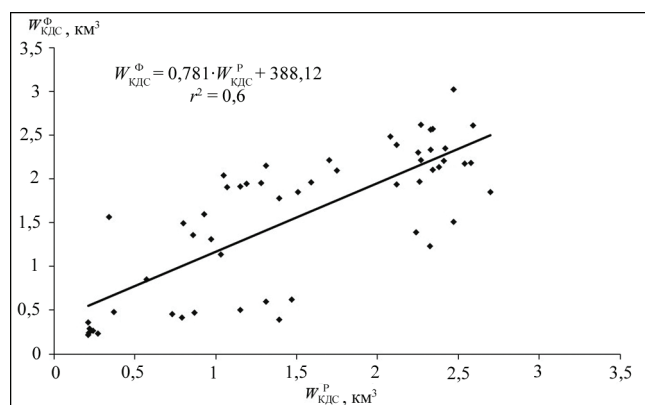


Рис. 3. График связи рассчитанных по номограмме ($W_{\text{КДС}}^P$) и фактически наблюдаемых ($W_{\text{КДС}}^Ф$) величин КДС

Fig. 3. Graph of the correlation of the calculated according to the nomogram ($W_{\text{КДС}}^P$) and actually observed ($W_{\text{КДС}}^Ф$) values of collector-drainage runoff

фактически наблюдаемыми и рассчитанными значениями КДС.

В третьем варианте дополнительно к многоводному 1969 г. из расчета исключены маловодные 1975 и 1976 гг., когда наблюдались наибольшие погрешности между фактически наблюдаемыми и рассчитанными по номограмме величинами КДС. Теснота связи в результате увеличилась по сравнению с предыдущими вариантами, коэффициент корреляции и его ошибка равны $0,813 \pm 0,032$.

В перспективе с целью повышения точности расчетов на графике связи $W_{\text{КДС}}^Ф = f(W_{\text{КДС}}^P)$ (см. рис. 3) можно провести две линии, разделив его на две части. Первая часть, расположенная под прямой линией, характеризует маловодные годы на Амударье, а вторая, расположенная над прямой, – многоводные годы.

Учитывая изложенные результаты, полученная нами номограмма рекомендуется для оценки величины коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Бухарской области. Преимущество этой модели заключается в том, что расчеты

КДС по ней можно осуществлять на основе минимума информации – объема водозабора и площади орошаемых земель. Это дает возможность применить данную модель для оценки КДС с орошаемых земель неизученных районов других аридных территорий.

Как отмечено выше, номограмму (см. рис. 2) также можно использовать для прогноза коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей. Оценка ее надежности для прогностических целей выполнена на основе наставления [Наставление..., 1993], утвержденного Узгидрометом при Кабинете министров Республики Узбекистан (ныне при МЧС Республики Узбекистан) (табл. 3).

Отношение S/σ в различных вариантах расчета колеблется в пределах $0,62 \div 0,67$ (см. табл. 3), т. е. для всех расчетных вариантов предлагаемая нами прогностическая зависимость и построенная на ее основе прогностическая номограмма удовлетворяют требованиям, предъявляемым к гидрологическим прогнозам.

Таблица 3

Оценка точности и эффективности разработанной методики прогноза коллекторно-дренажного стока

Варианты оценки	Коэффициент корреляции и его ошибка, $r \pm \sigma_r$	Критерии оценки качества и эффективности прогноза				
		σ	δ_m	S	S/σ	$P, \%$
1-й вариант	$0,78 \pm 0,04$	801	± 539	538	0,67	66,7
2-й вариант	$0,79 \pm 0,04$	807	± 544	516	0,64	69,8
3-й вариант	$0,81 \pm 0,03$	795	± 536	493	0,62	72,5

Примечание: $r \pm \sigma_r$ – коэффициент корреляции и его ошибка; δ_m – абсолютная погрешность методики прогноза; S – средняя квадратическая ошибка проверочных прогнозов, 10^6 м^3 ; σ – среднее квадратическое отклонение предсказываемой величины, 10^6 м^3 ; P – обеспеченность методики прогноза, %.

ВЫВОДЫ

На основе расчетов множественной корреляции между возвратным КДС с орошаемых массивов Бухарской области, объемом водозабора и общей площадью посевов получены уравнения нормализованной регрессии. Предложена графическая интерпретация полученных зависимостей в виде номограммы, которую можно использовать как в расчетных, так и в прогностических целях КДС с

орошаемых земель Бухарской области. В среднем, абсолютная погрешность рассчитанных по номограмме величин коллекторно-дренажного стока составляет 28%; а критерий качества предложенной методики прогноза S/σ в различных вариантах расчета колеблется в пределах $0,62 \div 0,67$. Наибольшие ошибки в прогнозах отмечены в экстремально многоводные или, наоборот, экстремально маловодные годы.

Благодарность. Работа выполнена в рамках научного сотрудничества кафедр гидрологии суши МГУ имени М.В. Ломоносова и НУУз имени Мирзо Улугбека. Авторы статьи приносят искреннюю благодарность своим коллегам за советы, предложения и поддержку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л.: ГМИЗ, 1971. 363 с.
- Геткер М.И., Куропатка Л.М., Рубинова Ф.Э. Сток возвратных вод в бассейне р. Сырдарьи и его влияние на минерализацию речной воды в современных условиях и в перспективе // Тр. САННИИРИ, 1975. Вып. 25(106). С. 3–22.
- Духовный В.А. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения. Формирование, развитие. М.: Колос, 1984. 255 с.
- Исмайлов Г.Х., Федоров В.М. Исследование закономерностей формирования возвратных вод в бассейне Сырдарьи // Водные ресурсы. 1981. № 4. С. 5–20.
- Мирзаев С.Ш., Каримов А.Х. Основы совместного использования подземных вод на орошение. Ташкент: Фан, 1989. 103 с.
- Наставление по службе прогнозов. Л.: ГМИЗ, 1993. 193 с.
- Рубинова Ф.Э. Изменение стока и минерализации рек аридных бассейнов под влиянием водных мелиораций // Современные проблемы гидрологии орошаемых земель. М.: Изд-во МГУ. 1981. Ч. II. С. 119–127.
- Рубинова Ф.Э. Влияние водных мелиораций на сток и гидрохимический режим рек Аральского моря // Тр. САННИИРИ, 1987. Вып. 124(205). 159 с.
- Рубинова Ф.Э., Доронина С.И., Хасанов О.З. Водный баланс территории бассейна р. Зеравшан (зона влияния Аму-Бухарского канала) // Тр. САННИИРИ, 1988. Вып. 127(208). С. 78–88.
- Рубинова Ф.Э. Развитие антропогенной гидрологии в Средней Азии. М.: Гидрометеиздат, 1991. 54 с.
- Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. Ташкент: НИГМИ Узгидромет, 2005. 185 с.
- Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывки засоленных земель. Ташкент: САННИИРИ, 1986. 70 с.
- Светицкий В.П. Изменение ресурсов возвратных вод в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи в перспективе // Тр. САННИИРИ. 1972. Вып. 133. С. 101–109.
- Трунова Т.А. Ирригационный возвратный сток, его качество и использование в бассейне Амударьи // Сб. инт. «Средазгипроводхлопок». Ташкент, 1984. С. 17–31.
- Фролова Н.Л. Гидрология рек (антропогенные изменения речного стока): учеб. пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2006. 112 с.
- Хайитов Е.К. Формирование возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса, их очистка и вторичное использование: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Ташкент: НИИГМИ, 2017. 68 с.
- Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. Л.: ГМИЗ, 1975. 373 с.
- Харченко С.И., Левченко Г.П. Методика определения возвратных вод с орошаемых земель // Тр. ГГИ. 1972. Вып. 199. С. 3–67.
- Хикматов Ф.Х., Хайитов Е.К., Аденбаев Б.Е., Юнусов Г.Х., Эрлапасов Н.Б. О корреляции возвратных вод с орошаемых массивов с объемом водозабора и площадью посевов // Вестник НУУз, 2017. № 3/2. С. 370–373.
- Хикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х. и др. Закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата (монография). Ташкент: FTNМУ, 2020. 232 с.

Поступила в редакцию 25.06.2022
После доработки 16.08.2022
Принята к публикации 22.09.2022

QUANTITATION OF RETURN COLLECTOR-DRAINAGE WATER FROM THE IRRIGATED AREAS IN ARID ZONES

F.H. Khikmatov¹, N.L. Frolova², G.Kh. Yunusov³, Yu.S. Datsenko⁴

^{1,3} Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan, Faculty of Hydrometeorology, Department of Land Hydrology

^{2,4} Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology

¹ Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: hikmatov_f@mail.ru

² Professor, Head of department, D.Sc. in Geography; e-mail: frolova_nl@mail.ru

³ Associate Professor, Head of department, D.Sc. in Geography; e-mail: yunusov-g@mail.ru

⁴ D.Sc. in Geography; e-mail: yuri0548@mail.ru

The article deals with the study of the dependence of return collector-drainage water from the large irrigated areas on the volume of water withdrawal for irrigation purposes and the total area of crops. The task is solved in the context of irrigated lands in the Bukhara region of Uzbekistan. Three variants of calculation were performed using an objective method of equalizing and normalizing correlations. Equations of normalized regression are obtained that characterize the relationship between the collector-drainage runoff, the volume of water intake from the Amu-Bukhara canal and the area of irrigated land. Their total multiple correlation coefficients are rather high. Based on the third variant of these equations, a calculated nomogram was plotted. The accuracy of the nomogram was assessed. The results showed that it can be used both for calculation and forecast of collector-drainage runoff from the large irrigated land areas in arid zones.

Keywords: water intake, irrigated massif, correlation, regression equation, calculated nomogram, model

Acknowledgements. The work was carried out within the framework of scientific cooperation between the Departments of Land Hydrology of the Lomonosov Moscow State University and Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan. The authors express their sincere gratitude to their colleagues for advice, suggestions and support.

REFERENCES

- Alekseev G.A. *Obektivnye metody vyравnivanja i normalizatsii korrelyatsionnykh svyazey* [Objective methods of alignment and normalization of correlations], Leningrad, GMIZ, 1971, 363 p. (In Russian)
- Duhovnyj V.A. *Vodohozhajstvennyj kompleks v zone orosheniya. Formirovanie, razvitiye* [Water management complex in the irrigation zone. Formation, and development], Moscow, Kolos Publ., 1984. 255 p. (In Russian)
- Frolova N.L. *Gidrologiya rek (antropogennye izmeneniya rechnogo stoka)* [Hydrology of rivers (anthropogenic changes in river flow)], tutorial, Moscow, Faculty of Geography, MSU 2006, 112 p. (In Russian)
- Getker M.I., Kuropatka L.M., Rubinova F.Je. *Stok vozvratnykh vod v bassejne r. Syrdar'i i ego vliyanie na mineralizatsiyu rechnoy vody v sovremennykh usloviyakh i v perspektive* [The flow of return waters in the basin of the Syr Darya River and its influence on the mineralization of river water under current conditions and in the future], *Tr. SARNIGMI*, 1975, iss. 25(106), p. 3–22. (In Russian)
- Hajitov E.K. *Formirovanie vozvratno-stochnykh vod Zeravshanskogo oazisa, ih ochildka i vtorichnoe ispol'zovanie*, avtoref. dis. ... dokt. geogr. nauk [Formation of return-waste waters of the Zeravshan oasis, their purification and reuse, Ph.D. dis. ... doc. geogr. sciences], Tashkent, NIIGMI Publ., 2017, 68 p. (In Russian)
- Harchenko S.I. *Gidrologiya oroshaemykh zemel'* [Hydrology of irrigated lands], Leningrad, GMIZ Publ., 1975, 373 p. (In Russian)
- Harchenko S.I., Levchenko G.P. *Metodika opredeleniya vozvratnykh vod s oroshaemykh zemel'* [Methodology for determining return waters from irrigated lands], *Tr. GGI*, 1972, iss. 199, p. 3–67. (In Russian)
- Hikmatov F.H., Junucov G.H. et al. *Zakonomernosti formirovaniya vodnykh resursov gornyykh rek v usloviyakh izmeneniya klimata* [Regularities of formation of water resources under the climate change], Tashkent, FTNNU Publ., 2020, 232 p. (In Russian)
- Hikmatov F.H., Hajitov Jo.K., Adenbaev B.E., Yunusov G.H., Jerlapasov N.B. *O korrelyatsii vozvratnykh vod s oroshaemykh massivov s ob'emom vodozabera i ploshchad'yu posevov* [On the correlation of return waters from irrigated areas with the volume of water withdrawal and the area under crops], *Vestnik NUUZ*, 2017, no. 3/2, p. 370–373. (In Russian)
- Ismaylov G.H., Fedorov V.M. *Issledovanie zakonomernostey formirovaniya vozvratnykh vod v bassejne Syrdar'i* [Study of patterns of formation of return waters in the Syr Darya River basin], *Vodnye resursy*, 1981, no. 4, p. 5–20. (In Russian)
- Mirzaev S.Sh., Karimov A.H. *Osnovy sovmestnogo ispol'zovaniya podzemnykh vod na oroshenie* [Basics of sharing groundwater for irrigation], Tashkent, Fan Publ., 1989, 103 p. (In Russian)
- Nastavlenie po sluzhbe prognozov* [Manual on Forecasting Service], Leningrad, GMIZ Publ., 1993, 193 p. (In Russian)
- Rubinova F.Je. [Changes in runoff and mineralization of rivers in arid basins under the influence of water reclamation], *Sovremennye problemy gidrologii oroshaemykh zemel'* [Current issues of hydrology of irrigated lands], Moscow, MGU Publ., 1981, ch. II, p. 119–127. (In Russian)
- Rubinova F.Je. *Razvitiye antropogennoy gidrologii v Sredney Azii* [Development of the anthropogenic Hydrology in

- Middle Asia], Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1991, 54 p. (In Russian)
- Rubinova F.Je. Vlijanie vodnyh melioracij na stok i gidrohimicheskij rezhim rek Aral'skogo morja [Influence of water reclamation on the runoff and hydrochemical regime of the rivers of the Aral Sea], *Tr. SANIIRI*, 1987, iss. 124(205), 159 p. (In Russian)
- Rubinova F.Je., Doronina S.I., Hasanov O.Z. Vodnyj balans territorii bassejna r. Zeravshan (zona vlijaniya Amu-Buharskogo kanala) [The water balance of the territory of the basin of the Zeravshan River basin (zone of influence of the Amu-Bukhara Canal)], *Tr. SANIIRI*, 1988, iss. 127(208), p. 78–88. (In Russian)
- Rubinova F.Je., Ivanov Ju.N. *Kachestvo vody rek bassejna Aral'skogo morja i ego izmenenie pod vlijaniem hozjajstvennoj dejatel'nosti* [Water quality of the rivers of the Aral Sea basin and its change under the influence of economic activity], Tashkent, NIGMI Uzgidromet Publ., 2005, 185 p. (In Russian)
- Rukovodstvo po ispol'zovaniju drenaznyh vod na oroshenie sel'skohozjajstvennyh kul'tur i promyvki zasolennyh zemel'* [Guidelines for the use of drainage water for irrigation of crops and leaching of saline lands], Tashkent, SANIIRI Publ., 1986, 70 p. (In Russian)
- Svetickij V.P. Izmenenie resursov vozvratnyh vod v bassejnah rek Amudar'i i Syrdar'i v perspektive [Changes in return water resources in the Amu Darya and Syr Darya river basins in the future], *Tr. SANIIRI*, 1972, iss. 133, p. 101–109. (In Russian)
- Trunova T.A. Irrigacionnyj vozvratnyj stok, ego kachestvo i ispol'zovanie v bassejne Amudar'i [Irrigation return flow, its quality and use in the Amu Darya River basin], sb. in-ta "Sredazgiprovodhlopok", Tashkent, 1984, p. 17–31. (In Russian)

Received 25.06.2022

Revised 16.08.2022

Accepted 22.09.2022

ЛОНДОН КАК ЦЕНТР ПРИТЯЖЕНИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫХ КОРПОРАЦИЙ

И.К. Твердов¹, Н.А. Слука²

^{1,2} *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства*

¹ *Студент; e-mail: tverdov.ilya@yandex.ru*

² *Проф., д-р геогр. наук; e-mail: sluka2011@yandex.ru*

В условиях формирования сетевых структур глобального бизнеса особое значение в экономической географии имеет оценка роли крупных городов как центров притяжения зарубежных ТНК. На основе данных рейтинга Forbes Global 2000 оценены масштабы присутствия, отраслевая и географическая структуры, характер размещения филиалов крупнейших зарубежных ТНК мира в агломерации Лондона. В результате анализа установлены исторические этапы формирования зарубежного корпоративного сегмента экономики города и высокая привлекательность столицы Великобритании для компаний других стран, по числу которых она на равных конкурирует с Нью-Йорком и мировыми «городами-воротами». Выявлено максимальное представительство зарубежных ТНК сферы финансовых и профессиональных услуг, в меньшей степени – машиностроения, химической и горнодобывающей промышленности. Определена относительно узкая география корпоративных связей при явной доминанте компаний США. Аргументирована ярко выраженная «центричная» модель размещения филиалов зарубежных компаний с двумя ключевыми кластерами – в районах Сити и Вестминстер.

Ключевые слова: глобальный город, сетевые структуры, зарубежные ТНК, отраслевая и географическая структуры, размещение филиалов, агломерация Лондона

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.13

ВВЕДЕНИЕ

Крупный город в общественной географии традиционно рассматривается как генератор и носитель пионерных процессов в политической, хозяйственной и культурной жизни территориальных систем разного масштаба, в том числе общепланетарного. В условиях динамичного формирования сетевых структур глобального бизнеса при урбанистической локализации филиалов особую актуальность получает географическое изучение агломераций как центров притяжения компаний других стран. Идея суперпозиции сетевых структур фирм лежит в основе концепции глобальных городов [Sassen, 1991], которая получила детальную интерпретацию на примере компаний высокоспециализированных бизнес-услуг международной исследовательской группой «Глобализация и мировые города» (Globalization and world cities, GaWC) [GaWC, 2020]. Однако принципы анализа принимающей функции агломераций весьма разнятся [Слука и др., 2020; Godfrey, Zhou, 2013; Belderbos et al., 2015], а исследования пула зарубежных компаний даже в ведущих центрах «управления мировой экономикой», в число которых входят Нью-Йорк, Токио, Лондон и Париж, весьма фрагментарны. Вместе с тем оценка роли агломераций

как центров притяжения зарубежных ТНК имеет большое значение для познания, с одной стороны, пространственной проекции процессов транснационализации мирового хозяйства в целом, а с другой – факторов привлекательности мегаполисов для крупного бизнеса и совершенствования деятельности муниципальных властей в части преодоления социально-экономической поляризации, привлечения иностранных инвестиций, создания новых рабочих мест, моделей «коридоров развития» и т. д. Цель данного исследования – на основе доступной статистической информации оценить масштабы присутствия, особенности структуры и размещения иностранных ТНК в агломерации Лондона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование опирается на теорию мирового [Шпенглер, 1993; Geddes, 1915; Friedmann, 1986; Hall, 1966] и глобального города [Beaverstock et al., 1999; Robinson, 2002; Sassen, 1991], географию компаний [McNee, 1958] и основные концепции транснационализации [Кузнецов, 2016; Dunning, 1998; Vernon, 1966; Akamatsu, 1962]. В работе использованы общенаучные и конкретно-научные методы,

в том числе историко-географический, сравнительно-географический, геоинформационно-картографический.

В качестве полигона исследования избран Лондон, входящий в высший эшелон альфа-группы глобальных городов. Город взят в пределах агломерации, согласно методике Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [Антонов, 2020]¹. Основу фактической базы исследования составляют данные рейтинга Forbes Global 2000 за 2019 г. [The Global 2000, 2020], сайтов-агрегаторов корпоративной информации [Craft..., 2019; Dun&Bradstreet, 2019], официальных сайтов ТНК и открытых материалов СМИ. Все полученные данные систематизированы, сведены в статистические таблицы и визуализированы в виде системы произведений с использованием функциональных возможностей QGIS.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Лондон на протяжении многих столетий входит в элиту глобального урбанистического сообщества, многократно доказал свою значимость в мировой политике и международных экономических отношениях, является застрельщиком многих исторических феноменов, включая процесс транснационализации экономики. В частности, многие эксперты считают прообразом современной корпорации именно Ост-Индийскую компанию, а история приема городом филиалов зарубежных ТНК насчитывает более 200 лет. Первым, согласно нашим данным, стал американский банк Bank of New York Mellon, открывший лондонское представительство в 1784 г. Восходящий тренд в формировании зарубежного корпоративного сегмента экономики города, четко увязанный с контекстом мирового развития и внутренней политики страны, продолжается и поныне (рис.). Этому способствуют высокие позиции города в различных глобальных рейтингах, столичность и возможности лоббирования интересов фирмы, комфортность деловой и правовой среды, глобальность партнерства и веками отлаженных связей и многие другие аспекты [Булатов и др., 2021]. Сложившаяся репутация Лондона в глазах инвесторов как концентратора власти, возможностей и успеха получает особое значение в условиях интенсификации процесса филиализации крупного бизнеса и вхождения на мировой рынок новых игроков. Даже несмотря

на неопределенность, связанную с «брекзитом», Лондон остается наиболее привлекательным городом Европы для прямых иностранных инвестиций (ПИИ) и с октября 2014 г. по сентябрь 2019 г. привлек наибольшее в регионе число проектов ПИИ (2257) [fDi's European..., 2021]. Прогнозируемый экспертами уход части зарубежных компаний в Дублин пока не очевиден и является поводом для дальнейших исследований.

В Лондоне представлены 315 зарубежных ТНК из списка [The Global 2000..., 2020], в том числе 47 компаний из топ-100 рейтинга, которые располагают 471 филиалом с персоналом 286,8 тыс. чел. и суммарной выручкой 1331,5 млрд долл. По общему числу представительств столица Великобритании опережает все прочие центры Европы и на равных конкурирует с Нью-Йорком, а также мировыми «городами-воротами», специализирующимися на приеме зарубежного бизнеса (Сингапур, Гонконг) [Абрамов, Слука, 2021]. Однако концентрация филиалов ТНК в Лондонской агломерации в масштабах страны из-за значительного числа глобальных городов-противовесов (Манчестер, Ливерпуль, Бирмингем, Эдинбург, Глазго, Бэлфаст и Бристоль) является сравнительно скромной – всего 17% при 22% населения и 30% ВВП Великобритании. Например, Парижская агломерация сосредоточивает почти половину представительств иностранных ТНК при 17% населения и 37% ВВП Франции.

Отраслевая структура зарубежных ТНК Лондона служит во многом производной его полифункциональности, постиндустриальных трендов развития экономики и ключевых глобальных компетенций – международного центра финансовых и деловых услуг. С одной стороны, в городе представлены компании 47 видов деятельности, но с другой – 79,0% всех занятых и 87,0% выручки приходится на корпорации лишь пяти отраслей: финансы и страхование, профессиональные бизнес-услуги, машиностроение, химическая и пищевая (во втором случае горнодобывающая) промышленность (табл. 1). Доминирующее положение в зарубежном корпоративном сегменте экономики города занимает финансовый сектор, который включает 105 представительств 74 банковских и страховых фирм (ICBC, JPMorgan Chase, China Construction Bank, Bank of America, Bank of China, Wells Fargo, Citigroup и др.); 18 – ведущих мировых инвестиционных банков (Goldman Sachs Group, BlackRock, Charles Schwab и др.), а также офис Межконтинентальной биржи (Intercontinental Exchange) – крупнейшего в мире оператора срочного рынка. Однозначный лидер среди этих структур – подразделение американского транснационального финансового конгломерата JPMorgan Chase (12% занятых и 16% выручки сектора).

¹ В агломерацию Лондона по методике ОЭСР полностью входят графства Большой Лондон и Лондонский Сити, и частично – Эссекс, Кент, Суррей, Бакингемшир и Хертфордшир. В общей сложности Лондонская агломерация состоит из 81 муниципального образования (округов графств, районов Лондона и графства Лондонского Сити).

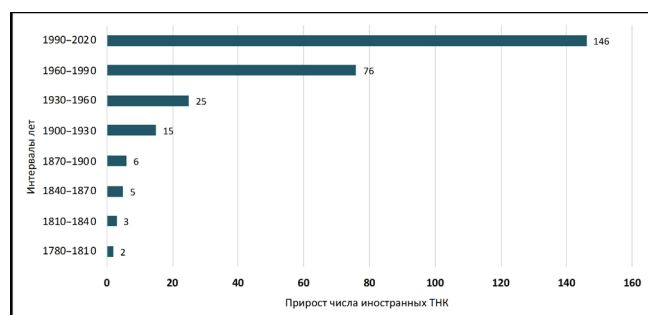


Рис. Прирост числа иностранных ТНК в агломерации Лондона. Составлено по [Craft, 2019; Dun&Bradstreet, 2019]

Fig. Increase in the number of foreign TNCs in the London agglomeration.
Compiled from [Craft, 2019; Dun&Bradstreet, 2019]

В сфере профессиональных бизнес-услуг действуют 29 зарубежных ТНК (Accenture, Tata Consultancy Services и др.), среди которых выделяется американская многонациональная консалтинговая компания Cognizant, специализирующаяся на предоставлении услуг в области информационных технологий (27% занятых и 22% выручки отрасли).

Промышленные корпорации занимают второстепенное положение в отраслевой структуре иностранных ТНК, но, как правило, представлены главными игроками на глобальных отраслевых рынках. Крупными офисами располагают флагманы мировой горнодобывающей промышленности (Royal Dutch Shell, Chevron и BHP Group); автомобилестроения (Ford Motor), авиастроения (Boeing, Airbus, Bombardier и Leonardo); производства чистящих и косметических средств (Unilever, Procter & Gamble и Clorox); производства напитков (Coca-Cola) и т. д.

Географическая структура зарубежных ТНК в Лондоне отличается довольно высоким уровнем территориальной концентрации связей: имеются филиалы компаний из 28 государств (для сравнения в Нью-Йорке – из 41, еще больше – в мировых «городах-воротах»); на топ-5 стран приходится от 70 до 80% по всем доступным индикаторам (табл. 2). Почти половина представленных здесь ТНК базируется в США. Столь выраженная доминанта тесно связана как с многочисленностью и активностью американских корпораций (см. рейтинг [The Global 2000..., 2020]), так и исторически сложившимся политическим, деловым и социокультурным взаимодействием Великобритании и США.

Лондонская агломерация – яркий пример «центристской» модели размещения зарубежных ТНК [Абрамов, Слука, 2021]: в пределах Внутреннего Лондона сосредоточены $\frac{2}{3}$ всех офисов и $\frac{3}{4}$ рабо-

чих мест. Здесь локализуются филиалы компаний большинства основных отраслей и стран-доноров (табл. 3). Крупнейшие районы транснационального бизнеса – Сити ($\frac{1}{4}$ всех филиалов и 30% занятых иностранных компаний) и Вестминстер (19 и 14% соответственно). В Сити концентрируется более половины офисов финансовых и страховых иностранных фирм агломерации, включая UniCredit, Goldman Sachs Group, Bank of America, AXA Group и др.; преимущественно из США. В Вестминстере географическая и отраслевая структуры зарубежных ТНК более разнообразны: находятся представительства компаний из разных стран горнодобывающей промышленности, машиностроения, услуг в финансовом, информационном секторе, в сфере недвижимости (BHP Group, Northrop Grumman, AT&T, Olam International и LyondellBasell Industries и др.).

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ позволил на основе доступной статистической информации оценить исторические этапы формирования зарубежного корпоративного сегмента экономики Лондона, современные масштабы присутствия, особенности структуры и размещения иностранных ТНК в агломерации. Полученные результаты отчасти опровергают мысль известного американского экономиста Дж. Коткина: «Компании и люди все больше размещаются не там, где должны, а там, где им хочется» [Kotkin, 2001]. Практика столицы Великобритании ярко доказывает исключительное значение при дислокации зарубежных ТНК:

- геополитической и геоэкономической мощи города как базовой платформы его привлекательности для международного бизнеса самого широкого отраслевого спектра и стран происхождения;
- международной специализации центра как потенциального механизма реализации взаимовыгодного сотрудничества местного и внешнего бизнеса;
- исторически сложившихся политических, деловых и социокультурных связей между странами донорами и акцепторами бизнеса;
- исторического ядра агломерации как наиболее престижного района локализации бизнеса.

С учетом актуальности и социально-экономической значимости процесса филиализации ведущих ТНК мира, который может быть катализирован режимом «глобальных санкций», изучение пространственной организации, стратегического и тактического поведения крупных бизнес-структур в городской среде может стать предметным полем одного из важных подразделов корпоративной географии.

Таблица 1

Отраслевая структура иностранных ТНК в агломерации Лондона

Отрасль/вид деятельности (подотрасль)	Доля по занятости в филиалах, %	Доля по выручке филиалов, %	Доля по числу ТНК, %
Электроэнергетика	0,4	1,4	0,6
Горнодобывающая промышленность, в том числе:	3,8	13,0	5,7
нефтегазодобыча	3,6	9,8	4,4
добыча металлических руд	0,2	3,2	1,3
Металлургия	0,0	0,7	1,3
Машиностроение, в том числе:	17,7	5,4	19,7
производство электроники	5,6	2,0	7,3
производство воздушных и космических летательных аппаратов	4,8	0,5	2,9
производство автомобилей	2,9	1,9	1,9
компании-конгломераты	2,6	0,3	3,2
производство оборудования связи	0,8	0,0	1,3
производство медицинского оборудования	0,3	0,1	1,3
производство электрооборудования	0,2	0,3	0,3
производство часов	0,2	0,0	0,3
производство оборудования	0,1	0,0	0,6
производство машин специального назначения	0,0	0,0	0,3
судостроение	0,0	0,3	0,3
Химическая промышленность, в том числе производство:	6,4	5,1	9,3
фармацевтических препаратов	3,2	0,4	4,8
чистящих и косметических средств	2,6	4,5	1,0
парфюмерной продукции и косметических средств	0,4	0,1	1,3
химических веществ	0,1	0,0	2,2
Промышленность строительных материалов	0,2	0,0	0,3
Легкая промышленность	0,6	0,2	0,3
Целлюлозно-бумажная промышленность	0,2	0,0	1,0
Пищевая промышленность, в том числе производство:	5,1	1,6	4,4
напитков	3,5	0,7	1,6
пищевых продуктов	1,4	0,3	2,2
табачных изделий	0,2	0,5	0,6
Строительство	2,1	1,3	2,2
Транспорт	1,0	0,9	1,9
Торговля	2,2	4,3	4,1
Общественное питание	0,6	0,3	1,0
Услуги в сфере недвижимости	4,2	0,2	2,2
Финансовые услуги и страхование	36,0	58,8	23,5
Профессиональные бизнес-услуги	14,1	4,9	9,2
Информация	4,7	1,8	11,5
Прочие услуги	0,9	0,1	1,9

Составлено по [Craft, 2019; Dun&Bradstreet, 2019].

Таблица 2

Географическая структура иностранных ТНК в агломерации Лондона

Регионы/страны	Доля по числу ТНК, %	Доля по числу филиалов ТНК, %	Доля по занятости в филиалах ТНК, %	Доля по выручке филиалов ТНК, %
Северная Америка, в том числе:	53,0	53,9	56,7	46,2
США	49,2	48,2	54,5	40,8
Канада	3,5	4,9	2,2	5,4
Европа, в том числе:	25,1	27,6	32,9	26,8
Франция	4,8	8,1	5,1	1,3
Германия	4,1	3,4	6,1	5,0
Швейцария	3,5	3,0	6,5	1,1
Нидерланды	3,2	2,8	3,7	9,8
Азия, в том числе:	18,7	16,3	8,9	18,5
Япония	8,6	7,9	6,1	7,9
Китай	3,5	2,3	0,3	0,6
Индия	2,5	3,2	2,1	7,3
Австралия и Океания	2,9	1,9	1,5	8,5
Южная Америка	0,3	0,2	–	–
Развитые страны	93,0	93,6	97,4	91,1
Развивающиеся страны	7,0	6,4	2,6	8,9
Топ-5 стран	70,0	72,5	79,5	74,4

Составлено по [Craft, 2019; Dun&Bradstreet, 2019].

Таблица 3

Доля центра* в распределении филиалов иностранных ТНК основных отраслей и стран в агломерации Лондона

Отрасль	Доля, %	Страна	Доля, %
Финансовые услуги и страхование	88,6	США	69,6
Машиностроение	40,8	Франция	73,7
Профессиональные бизнес-услуги	78,8	Япония	45,9
Информация	80,9	Канада	69,6
Химическая промышленность	34,3	Германия	68,8
Услуги в сфере недвижимости	92,6	Индия	66,7
Горнодобывающая промышленность	90,5	Швейцария	57,1
Торговля	78,9		

Примечание. * Внутренний Лондон.

Составлено по [Craft, 2019; Dun&Bradstreet, 2019].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамов С.С., Слука Н.А. Геоинформационное обеспечение изучения размещения зарубежных ТНК в глобальных городах // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2021. Т. 1. № 27. С. 205–217. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-1-27-205-217.
- Антонов Е.В. Городские агломерации: подходы к выделению и делимитации // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2020. Т. 13. № 1. С. 180–202. DOI: 10.23932/2542-0240-2020-13-1-10.
- Булатов А., Габарга А., Сергеев Е. Роль глобальных городов Европы в притоке иностранных капиталов и трудовых мигрантов // Современная Европа. 2021. № 4. С. 95–106. DOI: 10.15211/soveurope4202195106.

- Кузнецов А.В. Особенности анализа географии зарубежных инвестиций транснациональных корпораций // Балтийский регион. 2016. Т. 8. № 3. С. 30–44.
- Слука Н.А., Карякин В.В., Колясев Е.Ф. Глобальные города как хабы новых транснациональных акторов // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2020. Т. 13. № 1. С. 203–226. DOI: 10.23932/2542-0240-2020-13-1-11.
- Шпенглер О. Закат Европы. М: Наука, 1993. 592 с.
- Akamatsu K. A Historical Pattern of Economic Growth in Developing Countries, *Journal of Developing Economies*, 1962, vol. 1(1), p. 3–25, DOI: 10.1111/j.1746-1049.1962.tb01020.x.
- Beaverstock J.V., Smith R.G., Taylor P.J. A Roster of World Cities, *Cities*, 1999, no. 16(6), p. 445–458.
- Dunning J.H. Location and the Multinational Enterprise: A Neglected Factor? *Journal of International Business Studies*, 1998, vol. 29, no. 1, p. 45–66.
- Friedmann J. The World City Hypothesis, *Development and Change*, 1986, vol. 17(1), p. 69–84.
- Geddes P. Cities in Evolution: An Introduction to the Town Planning Movement and to the Study of Civics, London, Williams & Norgate, 1915, 446 p.
- Godfrey B.J., Zhou Y. Ranking World Cities: Multinational Corporations and the Global Urban Hierarchy, *Urban Geography*, 2013, vol. 20, no. 3, p. 268–281.
- Hall P. The world cities, London, Weidenfeld & Nicholson Publ., 1966, 256 p.
- Kotkin J. *The New Geography: How the Digital Revolution Is Reshaping the American Landscape*, Random House, 2001, 272 p.
- McNee R.B. Functional Geography of the Firm, with an Illustrative Case Study from the Petroleum Industry, *Economic Geography*, 1958, vol. 34, no. 4, p. 321–337.
- Robinson J. Global and World Cities: A View from off the Map, *International Journal of Urban and Regional Research*, 2002, vol. 3, no. 26, p. 531–554.
- Sassen S. *The global city: New York, London, Tokyo, Princeton*, New Jersey, 1991, 480 p.
- Vernon R. International Investment and International Trade in the Product Cycle, *The Quarterly Journal of Economics*, 1966, vol. 80, no. 2, p. 190–207.
- Электронные ресурсы**
- Belderbos R., Du H.S., Goerzen A. Global City Connectivity and the Establishment of MNC Regional Headquarters, URL: <http://kraksfondbyforskning.dk/wp-content/uploads/2015/05/Paper-BelderbosDu-and-Goerzen.pdf> (дата обращения 11.12.2020).
- Craft, 2019, URL: <https://craft.co/> (дата обращения 11.12.2019).
- Dun & Bradstreet, 2019, URL: <https://www.dnb.com/> (дата обращения 15.03.2021).
- fDi's European Cities of the Future 2020/21 – London maintains European pre-eminence, *fDi Intelligence*, 2021, URL: <https://www.fdiintelligence.com/Locations/Europe/United-Kingdom/fDi-s-European-Cities-of-the-Future-2020-21-London-maintains-European-pre-eminence> (дата обращения 15.03.2021).
- The Global 2000, Forbes 2022, URL: <https://www.forbes.com/global2000/> (дата обращения 10.06.2020).
- GaWC, Globalization and world cities, 2020, URL: <https://www.lboro.ac.uk/gawc/> (дата обращения 08.03.2020).

Поступила в редакцию 17.08.2022

После доработки 15.09.2022

Принята к публикации 22.09.2022

LONDON AS A CENTER OF ATTRACTION FOR FOREIGN TRANSNATIONAL CORPORATIONS

I.K. Tverdov¹, N.A. Sluka²

^{1,2} Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy

¹ Student; e-mail: tverdov.ilya@yandex.ru

² Professor; D.Sc. in Geography; e-mail: sluka2011@yandex.ru

The assessment of the role of large cities as hubs of foreign TNCs is of particular importance in economic geography in the context of the formation of global business network structures. Based on the Forbes Global 2000 rating data, the range of presence of the world's largest foreign TNCs' affiliates in the London agglomeration, their industrial and geographic structure, and the pattern of location were assessed. As a result of the analysis, the historical stages of the formation of foreign corporate segment of the city's economy were identified. London is highly attractive for foreign corporations, in their numbers it competes equally with New York and the world's "gateway cities". The maximum number of foreign TNCs' affiliates was recorded in the sphere of financial and professional services, and, to a lesser extent, in mechanical engineering, chemical and mining industries. A relatively narrow geography of corporate links is revealed with a clear dominance of US companies. A pronounced "centric" model of foreign TNCs' affiliates' location is argued with two key clusters – in the City and Westminster areas.

Keywords: global city, network structures, foreign TNCs, industrial and geographic structures, location of branches, London agglomeration

REFERENCES

- Abramov S.S., Sluka N.A. Geoinformacionnoe obespechenie izucheniya razmeshcheniya zarubezhnyh TNK v global'nyh gorodah [Geoinformation Support for Studying the Location of Foreign TNC in Global Cities], *InterCarto, InterGIS*, 2021, vol. 1, no. 27, p. 205–217, DOI: 10.35595/2414-9179-2021-1-27-205-217. (In Russian)
- Akamatsu K. A Historical Pattern of Economic Growth in Developing Countries, *Journal of Developing Economies*, 1962, no. 1(1), p. 3–25, DOI: 10.1111/j.1746-1049.1962.tb01020.x.
- Antonov E.V. Gorodskie aglomeracii: podhody k vydeleniyu i delimitacii [Urban agglomerations: approaches to identification and delimitation], *Contours of global transformations: politics, economics*, 2020, vol. 13, no. 1, p. 180–202, DOI: 10.23932/2542-0240-2020-13-1-10, (In Russian)
- Beaverstock J.V., Smith R.G., Taylor P.J. A Roster of World Cities, *Cities*, 1999, no. 16(6), p. 445–458.
- Bulatov A., Kabarga A., Sergeev E. Rol' global'nyh gorodov Evropy v pritoke inostrannyh kapitalov i trudovyh migrantov [The role of global European cities in the influx of foreign capital and labor migrants], *Modern Europe*, 2021, no. 4, p. 95–106, DOI: 10.15211/sov-europe4202195106. (In Russian)
- Dunning J.H. Location and the Multinational Enterprise: A Neglected Factor? *Journal of International Business Studies*, 1998, vol. 29, no. 1, p. 45–66.
- Friedmann J. The World City Hypothesis, *Development and Change*, 1986, vol. 17(1), p. 69–84.
- Geddes P. *Cities in Evolution: An Introduction to the Town Planning Movement and to the Study of Civics*, London, Williams & Norgate, 1915. 446 p.
- Godfrey B.J., Zhou Y. Ranking World Cities: Multinational Corporations and the Global Urban Hierarchy, *Urban Geography*, 2013, vol. 20, no. 3, p. 268–281.
- Hall P. *The World Cities*. London: Weidenfeld & Nicholson, 1966, 256 p.
- Kotkin J. *The New Geography: How the Digital Revolution Is Reshaping the American Landscape*, Random House, 2001, 272 p.
- Kuznetsov A.V. Osobennosti analiza geografii zarubezhnyh investicij transnacional'nyh korporacij [Specific features of the analysis of geography of foreign investments of transnational corporations], *Baltic region*, 2016, vol. 8, no. 3, p. 30–44. (In Russian).
- McNee R.B. Functional Geography of the Firm, with an Illustrative Case Study from the Petroleum Industry, *Economic Geography*, 1958, vol. 34, no. 4, p. 321–337.
- Robinson J. Global and World Cities: A View from off the Map, *International Journal of Urban and Regional Research*, 2002, vol. 3, no. 26, p. 531–554.
- Sassen S. *The global city: New York, London, Tokyo*, Princeton, New Jersey, 1991, 480 p.
- Sluka N.A., Karyakin V.V., Kolyasev E.F. Global'nye goroda kak haby novykh transnacional'nyh aktorov [Global cities as hubs of new transnational actors], *Contours of global transformations: politics, economics, law*, 2020, vol. 13, no. 1, p. 203–226, DOI: 10.23932/2542-0240-2020-13-1-11. (In Russian)
- Spengler O. *Der Untergang des Abendlandes*, Munchen, C.H. Beck, 1920. 592 p. (In German).
- Vernon R. International Investment and International Trade in the Product Cycle, *The Quarterly Journal of Economics*, 1966, vol. 80, no. 2, p. 190–207.
- Web sources*
- Belderbos R., Du H.S., Goerzen A. Global City Connectivity and the Establishment of MNC Regional Headquarters, URL: <http://kraksfondbyforskning.dk/wp-content/uploads/2015/05/Paper-BelderbosDu-and-Goerzen.pdf> (access date 11.12.2020).
- Craft, 2019, URL: <https://craft.co/> (access date 11.12.2019).
- Dun&Bradstreet, 2019, URL: <https://www.dnb.com/> (access date 15.03.2021).
- fDi's European Cities of the Future 2020/21 – London maintains European pre-eminence, *fDi Intelligence*, 2021, URL: <https://www.fdiintelligence.com/Locations/Europe/United-Kingdom/fDi-s-European-Cities-of-the-Future-2020-21-London-maintains-European-pre-eminence> (access date 15.03.2021).
- The Global 2000, Forbes 2022, URL: <https://www.forbes.com/global2000/> (access date 10.06.2020).
- GaWC, Globalization and world cities, 2020, URL: <https://www.lboro.ac.uk/gawc/> (access date 08.03.2020).

Received 17.08.2022

Revised 15.09.2022

Accepted 22.09.2022

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, 5 рисунков), 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 компонуются **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 не русскоязычный 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

УЧРЕДИТЕЛИ:

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;
географический факультет МГУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С.А. ДОБРОЛЮБОВ, 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.
Уч.-изд. л. 00. Тираж экз. Изд. № 00000. Заказ №

Типография МГУ.
119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 15.