

СОДЕРЖАНИЕ

География и экология

- Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Смирнова М.А. Углеводородное состояние почв в ландшафтах: генезис, типизация 3
- Леонова Н.Б., Микляева И.М., Рябова Н.В., Малхазова С.М. Современное состояние и перспективы использования целебных ресурсов Камчатки 10
- Мамаева Е.В., Губарев П.С., Горшков А.Г., Павлова О.Н., Сулова М.Ю., Изосимова О.Н., Ходжер Т.В., Земская Т.И. Деградация нефти бактериями, выделенными из донных осадков Карского моря и озера Байкал 18

Методы географических исследований

- Васильева О.Е., Удовенко В.С. Социально-географический анализ сельских поселений на основе данных социальной сети «ВКонтакте» 26
- Самонова О.А., Асеева Е.Н., Касимов Н.С. Распределение металлов по гранулометрическим фракциям в балочной почвенно-геохимической системе (юго-восточная часть Смоленско-Московской возвышенности)..... 34
- Шартова Н.В., Шапошников Д.А., Константинов П.И., Ревич Б.А. Биоклиматический подход к оценке смертности населения во время аномальной жары на примере юга России 47

Региональные исследования

- Баранская А.В., Романенко Ф.А., Арсланов Х.А., Петров А.Ю., Максимов Ф.Е., Пушина З.В., Тихонов А.Н., Демидов Н.Э. Верхнечетвертичные отложения Гыдана и арктических островов: реконструкция относительного уровня Карского моря за последние 50 тысяч лет 56
- Бабуринов В.Л., Гладкевич Г.И., Даньшин А.И., Савоскул М.С., Сафонов С.Г. Изменение функции места и территориальные конфликты (на примере Боровского района Калужской области) 72
- Пилька М.Э., Слука Н.А., Ткаченко Т.Х., Цаликова Е.Р. Крупнейшие транснациональные корпорации в глобальных городах США : центр-периферические диспаратеты 83
- Путилова Е.С. Влияние деиндустриализации на социальную структуру населения и человеческий капитал старопромышленных городов Уральского экономического района 94

Краткие сообщения

- Пивовар Г.А., Алексеев А.И. Сельско-городские взаимосвязи на границе с Московской агломерацией 100

Юбилей

- Татьяна Михайловна Красовская 104

- Указатель статей и материалов, опубликованных в 2018 г. 105

CONTENTS

География и экология

Gennadiev A.N., Pikovskiy Yu. I., Smirnova M.A. Hydrocarbon status of soils in landscapes: genesis and typification	3
Leonova N.B., Miklyaeva I.M., Ryabova N.V., Malkhazova S.M. Actual state of healing resources of the Kamchatka Peninsula and the prospects of their use	10
Mamaeva E.V., Gubarev P.S., Gorshkov A.G., Pavlova O.N., Suslova M.Yu., Izosimova O.N., Khodzher T.V., Zemskaya T.I. Oil degradation by bacteria isolated from bottom sediments of the Kara Sea shelf and the Baikal Lake	18

Методы географических исследований

Vasilyeva O.E., Udovenko V.S. Socio-geographical analysis of rural settlements by the instruments of VKontakte social network	26
Samonova O.A., Aseyeva E.N., Kasimov N.S. Distribution of metals in the granulometric fractions of a balka soil-geochemical system (south-eastern part of the Smolensk–Moscow Upland)	34
Shartova N.V., Shaposhnikov D.A., Konstantinov P.I., Revich B.A. Bioclimatic approach to the assessment of population mortality during heat waves: case study of the South of Russia	47

Региональные исследования

Baranskaya A.V., Romanenko F.A., Arslanov Kh.A., Petrov A.Yu., Maksimov F.E., Pushina Z.V., Tikhonov A.N., Demidov N.E. Upper Quaternary sediments of Gydan Peninsula and Arctic islands: evidence of relative Kara Sea level changes since 50 ka	56
Baburin V.L., Gladkevich G.I., Danshin A.I., Savoskul M.S., Safronov S.G. Territorial conflicts and function of the place (case study of the Borovsk district of the Kaluga region)	72
Pilka M.E., Sluka N.A., Tkachenko T.Kh., Tsalikova E.R. Major multinational corporations in the US global cities: core-periphery location disparities	83
Putilova E.S. The impact of deindustrialization on the social structure of population and human capital in old industrial cities of the Ural economic region	94

Краткие сообщения

Pivovarov G.A., Alekseev A.I. Rural-urban relationships at the border of the Moscow agglomeration	100
---	-----

Jubilee

T.M. Krasovskaya	104
------------------------	-----

Index of articles and materials published in the journal in 2018	105
--	-----

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 504.53.054/064+547.62

А.Н. Геннадиев¹, Ю.И. Пиковский², М.А. Смирнова³

УГЛЕВОДОРОДНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ В ЛАНДШАФТАХ: ГЕНЕЗИС, ТИПИЗАЦИЯ

Проведено обобщение и систематизация полученных данных об углеводородном состоянии (УВС) почв природных и техногенно-измененных ландшафтов в пределах одиннадцати ключевых участков на территории России. В качестве компонентов и характеристик УВС почв рассмотрены: а) суммарное содержание и качественный состав битумоидов (веществ, экстрагируемых из почв нейтральными органическими растворителями); б) состав и уровни содержания индивидуальных углеводородных соединений – полициклических ароматических углеводородов, жидких и твердых алканов; в) количество и индивидуальный состав свободных и удерживаемых почвой углеводородных газов. Показано, что различные типы УВС почв определяются их связью с разными группами природных и техногенных процессов: с генерацией углеводородов (УВ) в почвах при участии микроорганизмов; с привносом УВ с восходящими потоками из литосферы; с их внедрением в почву в результате разливов нефти и нефтепродуктов; с поступлением природных или/и техногенных УВ на поверхность почвенного покрова из атмосферы; с наследованием почвой УВ, которые находились в почвообразующих породах. Соответственно в качестве основных генетических типов УВС почв были рассмотрены: биогеохимический, эманационный, инъекционный, атмо-седиментационный и литогенный. Показано, что в реальных ситуациях чаще всего встречаются различные варианты комбинаций вышеуказанных типов, что обусловлено множественностью факторов одновременного воздействия на почвы, и одной из задач данного исследования было выявление таких вариантов при изучении УВС почв.

Ключевые слова: битуминозные вещества, полициклические ароматические углеводороды, алканы, газовая фаза почв, факторы почвообразования.

Введение. Углеводородные соединения, природные и/или техногенные, в настоящее время практически повсеместно присутствуют в почвенном покрове. Повышенный интерес к их изучению в последние годы объясняется несколькими причинами. Во-первых, среди этих веществ присутствуют весьма токсичные образования, негативно влияющие на здоровье человека и среду его обитания. Во-вторых, некоторые из них поступают в почвы из глубоких слоев литосферы, и являются маркерами месторождений полезных ископаемых, прежде всего, нефти и газа. И, в-третьих, углеводородные соединения вовлечены в различные внутрипочвенные процессы, связанные с органическим веществом, и исследование этих явлений необходимо для понимания сути почвообразования.

В научной литературе имеются данные практически обо всех углеводородах в почвах. Но в подавляющем большинстве случаев в каждом отдельном исследовании речь идет, как правило, только об одном каком-либо их классе (например, о полициклических ароматических углеводородах, жидких или твердых алканах, газообразных УВ, моноцикличес-

ких аренах и др.). Многообразный комплекс УВ компонентов почв совокупно как целостный объект рассматривается очень редко [Wilcke, 2000; Lai, 2009; Li, Xiong, 2009; Gocke et al., 2013; Serrano-silva et al., 2014; Геннадиев с соавт., 2015]. Между тем, именно такой аспект рассмотрения может дать ценную информацию не только о качестве самих почв и не только о генезисе углеводородов в почвах, но также и о процессах взаимодействия почв и ландшафтов в целом с окружающей средой и их литогенной основой.

Состав УВ в почвах включает в себя битумоиды – растворимые в органических растворителях жидкие и твердые *битуминозные вещества*, а также свободные и удерживаемые почвой газообразные углеводороды (метан, его гомологи, этилен и др.). В составе битумоидов определяют жидкие и твердые углеводороды разных классов, гетероатомные соединения, высокомолекулярные вещества – смолы и асфальтены. В углеводородной фракции битумоидов диагностируют многочисленные индивидуальные соединения разных классов: полициклические ароматические углеводороды, нормальные

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: alexagenna@mail.ru

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

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: summerija@yandex.ru

и изопреноидные алканы и другие. Комплекс УВ в почвах весьма изменчив в пространстве и времени, поскольку на него оказывают воздействие такие явления и факторы, как: *микробиологическая* трансформация УВ в почвах и их цикличность; восходящие потоки УВ из недр Земли с характерной для них периодичностью; инъекции УВ в почву в результате нерегулярных разливов нефти и нефтепродуктов; поступление УВ на поверхность почвенного покрова с атмосферными выпадениями, подверженными изменчивому метеорологическому фактору и др.

В качестве инструмента для исследования всего разнообразия углеводородных соединений в почвах авторы в течение последнего десятилетия развивают представление об «углеводородном состоянии почв» [Пиковский с соавт., 2008; Геннадиев с соавт., 2016].

Подобно тому, как ранее представления о «гумусовом», «солевом» и «карбонатном состоянии» почв вошли в научный обиход в виде комплексов многоаспектных почвенных характеристик, изучение *углеводородного состояния почв*, включающее интегрированную информацию о целом ряде классов УВ, также может обеспечить новый ракурс научного рассмотрения объектов исследования.

Всестороннее изучение УВС почв является сложной и трудоемкой задачей, которая для своего решения требует определенного времени и на начальном этапе исследований – некоторого упроще-

ния. Поэтому, представляется целесообразным несколько ограничить спектр изучаемых УВ, выбрав из их обширного множества наиболее представительные и информативные соединения. Такими компонентами и характеристиками УВС почв, по нашему мнению, могут быть: а) суммарное содержание и качественный состав битумоидов (веществ, экстрагируемых из почв нейтральными органическими растворителями); б) состав и уровни содержания индивидуальных углеводородных соединений – полициклических ароматических углеводородов, жидких и твердых алканов; в) количество и индивидуальный состав свободных и удерживаемых почвой (адсорбированных и заземленных) углеводородных газов.

В течение 2014–2018 гг. авторы статьи участвовали в детальных исследованиях УВС различных типов почв на ключевых участках в пределах территории России (таблица) [Геннадиев с соавт., 2015, 2016, 2018]. Результатом этой работы стало выделение для каждого ключевого участка генетических типов и вариантов углеводородного состояния почв.

Генетические типы УВС почв определяются их связью с разными группами природных и техногенных процессов, так или иначе влияющих на почвообразование и геохимическую эволюцию почв. Это *биогеохимические* процессы генерации углеводородов в почвах при участии микроорганизмов; *эманационные* процессы, связанные с восхо-

Характеристика ключевых участков исследований

Природная зона (подзона)	Участок и его местонахождение	Факторы формирования УВС почв	Типы УВС почв
Среднетаежная	«Устьянский», Архангельская обл., Вологодская обл.	Гидроморфизм, локальные выделения свободного газа	Биогеохимический, эманационно-биогеохимический
Южнотаежная	«Истринский», Московская обл.	Гидроморфизм, повышенная геодинамическая активность	Эманационно-биогеохимический, биогеохимический
Южнотаежная	«Ногинский», Московская обл.	Загрязнение атмосферы промышленным источником	Инъекционный, атмо-седиментационный
Хвойно-широколиственные леса	«Клепиковский», Рязанская обл.	Микробиологические процессы в болотных ландшафтах	Биогеохимический
Лесная и лесостепная	«Жигулевский», Самарская обл.	Разработка асфальтового месторождения	Эманационно-инъекционный,
Степная	«Сызранский», Самарская обл.	Выделение УВ из горючих сланцев	Эманационный
Сухостепная	«Руднянский», Волгоградская обл.	Повышенная геодинамическая активность	Эманационно-биогеохимический
Полупустынная	«Баскунчакский», Астраханская обл.	Развитие карстовых явлений	Эманационно-биогеохимический
Сухостепная	«Фроловский», Волгоградская обл.	Нефтяные разливы на почве	Инъекционный, инъекционно-эманационный
Лесолуговая	«Камчатский», Камчатский край	Выпадения вулканических пеплов	Литогенный, атмо-седиментационный
Леса хвойно-широколиственные	«Кунаширский», Сахалинская обл.	Фумарольная деятельность	Атмо-седиментационный

дящими потоками УВ в результате приповерхностной или глубинной дегазации литосферного субстрата; *инъекционные* процессы внедрения УВ в почву в результате разливов нефти и нефтепродуктов на поверхности почвы и на глубине трубопроводов; *атмо-седиментационные* процессы поступления природных или/и техногенных УВ в почву из атмосферы; наследование почвой УВ, которые находились в почвообразующих породах, то есть – *литогенных* УВ.

В этой связи в качестве основных генетических типов УВС почв были выделены: биохимический, эманационный, инъекционный, атмо-седиментационный и литогенный. В реальных ситуациях чаще всего встречаются различные варианты комбинаций вышеуказанных типов, что обусловлено множественностью факторов одновременного воздействия на почвы, и одной из задач данного исследования является выявление таких вариантов при изучении УВС почв в пределах ключевых участков.

Целью настоящего исследования является анализ и обобщение данных, полученных на ключевых участках, выделение типов УВС почв и характеристика генезиса, специфических параметров и диагностических признаков последних.

Материалы и методы исследований. Изучение УВС почв проводилось в среднетаежных, южнотаежных, широколиственных, лесостепных, степных, сухостепных и полупустынных ландшафтах на одиннадцати ключевых участках, характеризующихся различным сочетанием поступления природных и, в ряде случаев, техногенных углеводородов в почвы (таблица).

Для аналитической характеристики УВС почв были использованы стандартизированные количественные параметры, характеризующие газовую, жидкую и твердую фазы углеводородов в почвах. Свободные УВ газы фиксировались непосредственно в поле полевыми газовыми анализаторами. Для анализа удерживаемых почвой УВ газов пробы почв отбирались из генетических почвенных горизонтов в стеклянные контейнеры и сразу герметизировались. Отобранные образцы дегазировались в стационарных условиях на термовакуумном дегазаторе. Анализ углеводородов (C_1 – C_4) в свободном и удерживаемом почвенном воздухе проводился методом газовой хроматографии на приборе «Кристалл 5000.1» [Методика ..., 2005].

Количественные и качественные характеристики битуминозных веществ изучали модифицированным методом люминесцентно-битуминологического анализа по В.Н. Флоровской [Краснопеева, 2007]. Битуминозные вещества экстрагировали из воздушно-сухих навесок почв *n*-гексаном при комнатной температуре. Выход флуоресценции полученного экстракта (гексанового битумоида) измеряли на приборе серии «Флюорат-2М» («Люмэкс»). Качественную характеристику битумоида определяли по цвету и ширине капиллярной вытяжки, а также по соотношению выхода люминесценции в ультрафиолетовой и видимой областях спектра.

В гексановом битумоиде в данном исследовании определяли 11 индивидуальных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ): дифенил, гомологи нафталина, флуорен, фенантрен, антрацен, хризен, пирен, тетрафен, перилен, бенз(а)пирен, бенз(ghi)перилен. Измерения проводились методом спектрофлуориметрического анализа при низкой температуре (спектроскопия Э.В. Шпольского) на спектрофлуориметрическом комплексе «Флюорат-Панорама» («Люмэкс»), дополненного монохроматором «ЛМ-3» [Алексеева, Теплицкая, 1981; Теплицкая с соавт., 1981].

Для определения индивидуальных *n*-алканов и изо-алканов пристана и фитана воздушно-сухие образцы почв экстрагировали хлороформом. Отфильтрованные растворы реэкстрагировали в *n*-гексан и пропускали через адсорбционную колонку с оксидом алюминия II степени активности (по Брокману). Определение алканов проводились на газовом хроматографе.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследования на каждом ключевом участке были определены УВС наиболее представительных почв. Основанием для диагностики УВС почв служили химико-аналитические данные, соотношения индикационных параметров углеводородного комплекса в почве и наличие возможных источников УВ на данной территории.

Биогеохимический тип УВС почв и его варианты. Биогеохимический тип УВС почв формируется в результате биогеохимических процессов синтеза углеводородов и трансформации органических компонентов. Субстрат может иметь как природное, так и техногенное происхождение. В большинстве почв, это, в основном, компоненты почвенного гумуса; в техногенно-измененных ландшафтах в процессы биогеохимической трансформации могут поступать органические компоненты отходов.

Биогеохимический тип УВС почв был исследован в неизмененных природных ландшафтах средней и южной тайги, сухой степи, полупустыни, хвойно-широколиственных лесов [Геннадиев с соавт., 2018]. Для этого типа УВС почв характерно низкое (часто на уровне предела чувствительности) содержание всех компонентов углеводородного комплекса. Общее содержание битумоида, как правило, менее 50 мг/кг, тип битумоида, в основном, легкий. Среди ПАУ преобладают только низкоконденсированные соединения (гомологи нафталина, фенантрен). Образование более тяжелых ПАУ проблематично. Сумма ПАУ, как правило, не превышает 0,1 мг/кг. Максимум углеводородов приходится на гумусовые горизонты. При полевом обследовании суммарное содержание углеводородных газов в свободном почвенном воздухе не превышает 1–4 ppm. В составе удерживаемого почвенного воздуха обнаружены, в основном, метан и этилен. Для хроматограмм алканов в верхних гумусовых горизонтах характерно явное преобладание нечетных гомологов над четными. Наиболее высокие концентрации

биогеохимических углеводов образуются в гидроморфных почвах – поймах и на низких террасах рек, в болотистых ландшафтах (участок «Клепиковский»).

Существенно отличается по своим характеристикам биогеохимический тип УВС торфяных почв. В состав битумоида торфов, помимо углеводов, входят много неспецифических компонентов гумуса, т.н. торфяные липиды. Резко увеличивается содержание битумоидов, ПАУ, УВ газов, *n*-алканов. В составе ПАУ появляются тетрафен и другие 3–4 ядерные соединения. В составе алканов резко увеличивается преобладание нечетных гомологов. В целом УВС торфяных почв изучены очень мало, что связано с большими трудностями диагностики в торфах углеводородных компонентов.

В почвах природных ландшафтов в специфических условиях могут встречаться углеводороды эманионного происхождения, связанные с дегазацией глубоких слоев литогенного субстрата. При этом образуется смешанный *эманионно-биогеохимический* тип УВС почв. Такие явления встречены в местах повышенной современной геодинамической активности земной коры (в т.н. морфоструктурных узлах), например, на участках «Истринский» и «Руднянский», а также на участке «Устьянский», на котором в почвах наблюдались довольно активные проявления УВ газа. Следы эманионных процессов наблюдались в почвах над слоями горючих сланцев, залегающих на глубине нескольких десятков метров (участок «Сызранский»). Для эманионно-биогеохимического типа УВС почв характерна повышенная концентрация УВ газа, в основном, метана со следами углеводов C_2 – C_4 . Могут быть встречены ПАУ с 4–5 кольцами (хризен, пирен, перилен). Концентрации углеводов, кроме метана, находятся на биогеохимическом уровне (помимо торфов).

Эманионный тип УВС почв и его варианты. Эманионный тип УВС почв в чистом виде встречается редко. Он характерен для почв, расположенных над природными и техногенными залежами углеводов, а также в зонах высокой геодинамической активности. Поступление углеводов с глубинными эманиями в природных ландшафтах не приводит к существенному изменению всех компонентов углеводородного комплекса почв, поэтому часто выделяется наложенный *эманионно-биогеохимический* тип УВС почв [Геннадиев с соавт., 2018].

В явном виде эманионная составляющая УВ комплекса почв проявляет себя над техногенными линзами нефти и нефтепродуктов, а также над потоками сильно загрязненных углеводородами грунтовых вод вблизи дневной поверхности. Особенно ярко эманионный тип УВС почв проявляет себя в ландшафтах с широким развитием карстового рельефа. Карстовые полости перехватывают и накапливают углеводороды из глубинных эманий, из загрязненных подземных вод, из поверхностных стоков нефти и нефтепродуктов, а затем поставляют лег-

кие углеводороды в почвы в виде эманий [Пиковский с соавт., 2008].

К признакам эманионных углеводов относятся: сочетание аномальных концентраций легких битуминозных веществ, ПАУ с преимущественно нафталиновыми структурами, аномальных концентраций углеводов в почвенном воздухе. Среди ПАУ в почвах, помимо нафталинов, могут присутствовать флуорен, дифенил, фенантрен, антрацен, хризен, пирен, тетрафен, бенз(а)пирен, бенз(е)пирен, бенз(г,х,и)перилен, флуорантен. Над залежами и линзами нефти и нефтепродуктов в составе удерживаемого и свободного почвенного воздуха после метана существенно преобладает бутан. При разливах нефти и нефтепродуктов из трубопроводов, проложенных в почвообразующих породах, возникает комбинированное *инъекционно-эманионное* УВС почв (участок «Фроловский»).

На УВС почв, формирующееся под действием поступления углеводородных газов снизу, может указывать повышенное содержание битумоида и ПАУ в нижних частях почвенного профиля по сравнению с вышележащими горизонтами. Кроме того, на наложенный эманионный тип может указывать наличие бутана в удерживаемом почвенном воздухе.

Атмо-седиментационный тип и его варианты. Атмо-седиментационный тип УВС почв формируется в результате поступления углеводов на поверхность почв с атмосферными выпадениями. Источники поступления углеводов определяют геохимические особенности УВС почв. Атмосфера загрязняется, в основном, техногенными источниками. Особенно распространен этот тип УВС в городских почвах. В отдельных районах источники загрязнения атмосферы могут быть природными, например, как при вулканической деятельности.

Наиболее детально *техногенный атмо-седиментационный* тип УВС почв изучался на ключевом участке «Ногинский» [Геннадиев с соавт., 2016] в зоне влияния локального промышленного источника – завода по производству технического углерода. Атмосферные выпадения в почвах проявляют себя в высоком содержании битумоида смолистого типа, в котором доля ПАУ доходит до 40%. В составе ПАУ наблюдается широкий набор соединений, имеющих от двух до шести бензольных колец. Во всех загрязненных почвах на участке были идентифицированы гомологи нафталина, фенантрен, антрацен, тетрафен, пирен, бенз(а)пирен, перилен, бенз(ghi)перилен. Характерная черта состава ПАУ – присутствие бенз(а)пирена, типоморфного соединения техногенных выбросов. На участке промзоны в верхних 5 см грунта его концентрация достигает 24 мг/кг.

Яркой особенностью техногенных выпадений является выраженный аккумулятивный тип радиального распределения битумоида и ПАУ. На лесных участках глубина проникновения углеводов не превышает 5 см, на сельскохозяйственных пахот-

ных землях – соответствует глубине вспашки. Концентрация ПАУ в почвах уменьшается по мере удаления от источника поступления, при этом, наиболее явный тренд уменьшения наблюдается для бенз(а)пирена, тетрафена, пирена, хризена и антрацена. Содержание алканов в почвах при удалении от промышленного источника загрязнения сокращается более резко в сравнении с полиаренами. На удалении более 2 км от завода преобладающими среди алканов являются соединения с нечетным количеством атомов в углеродной цепи, что свидетельствует о преимущественном их поступлении с растительным опадом, а не от техногенного источника. Вместе с тем, бенз(а)пирен был обнаружен в почвах и на удалении более 10 км от завода. При наличии тренда уменьшения концентрации ПАУ по мере удаления от источника обнаруживаются различия в их накоплении в лесных и пахотных почвах, что связано с неодинаковыми условиями их аккумуляции и трансформации. На открытых участках лучше аэрация и фотодеструкция, то есть более благоприятны условия для деградации ПАУ.

В случае активной вулканической или фумарольной деятельности и периодического выпадения ее продуктов на поверхность почв (участки «Камчатский», «Кунаширский»; [Геннадиев с соавт., 2018]) распределение ПАУ и битумоида в почвенном профиле носит неравномерный характер: наблюдается резкая смена максимальных и минимальных содержаний с глубиной, вызванная периодичностью извержения вулкана и фумарольных выбросов и поступления на поверхность углеводородных соединений. Набор ПАУ достаточно разнообразен: встречаются как легкие, так тяжелые пяти- и шестиядерные полиарены. При большой мощности пепла почвообразовательные процессы могут затронуть слой тефры и дать начало *атмо-седиментационно-литогенному* УВС почвы. Но этот процесс в отношении углеводородов практически не изучен.

Инъекционный тип УВС почв. Инъекционный тип УВС формируется в результате непосредственного внедрения углеводородов в почвы в результате природных нефтепроявлений и техногенных поверхностных и внутрипочвенных разливов. Этот тип УВС почв изучается достаточно широко.

Прорыв нефтепровода является одной из наиболее частых причин поступления углеводородов на поверхность или в приповерхностные горизонты почв. В данном случае нефтяные углеводороды полностью маскируют свойства и особенности природных углеводородов. Содержание битумоида в почве может составлять несколько тысяч мг/кг (до 24 000 мг/кг на участке «Фроловский»). Высокими концентрациями в почвах выделяются суммы ПАУ и *n*-алканов. Среди полиаренов преобладают гомологи нафталина и фенантрен, однако встреча-

ются и более тяжелые соединения – бенз(а)пирен и бенз(ghi)перилен. Тип битумоида маслянистый и маслянисто-смолистый. В составе удерживаемых почвенных газов наряду с метаном встречается бутан. Показательной является хроматограмма нормальных алканов, выделенных из нефтезагрязненных почв: максимальные концентрации характерны для соединений с 20-ю атомами углерода, а содержание четных и нечетных алканов приблизительно одинаково. В почвах, подверженных недавнему нефтяному загрязнению, наблюдаются высокие содержания изо-алканов пристана и фитана. Отметим, что деградация изо- и *n*-алканов в сухостепных ландшафтных условиях происходит быстрее в сравнении с полиаренами. Почвы, подвергавшиеся нефтяному загрязнению, через 10 лет по алканам практически не отличаются от фоновых почв, хотя суммарное содержание ПАУ за этот срок в фоновой почве значительно ниже (до 0,32 мг/кг), чем в загрязненной (1,6 мг/кг). На территории Бахиловского асфальтового приповерхностного месторождения (Самарская область) был выделен *эманационно-инъекционный* вариант УВС почв, отличающийся аномальными (в среднем 5000–7000 мг/кг) содержаниями тяжелых смолистых битумоидов по всему профилю почв и высокими содержаниями ПАУ (участок «Жигулевский»).

Выводы:

– введение понятия «углеводородное состояние почв» и использование его характеристик позволяет выявить генезис и установить индикационные свойства всего комплекса углеводородных соединений в почвах и ландшафтах в целом;

– по составу и соотношению УВ газов, битуминозных веществ, индивидуальных соединений (полициклических ароматических углеводородов и алканов) удастся выделить различные типы и варианты УВС почв, отличающиеся преобладанием углеводородов того или иного генезиса; это позволяет, прежде всего, установить источник воздействия на почвы конкретных природных и техногенных процессов в том или ином районе;

– практическая значимость исследования типов УВС почв не ограничивается выявлением источников поступления углеводородов; появляется инструмент для прогнозирования эволюции качества почв и рисков их деградации;

– учет типов УВС почв должен помочь правильно выбирать способы восстановления и рекультивации загрязненных земель;

– диагностика эманационных процессов в почвенном покрове на основе использования данных об УВС почв может способствовать обнаружению техногенных линз углеводородов, образовавшихся на небольшой глубине, потоков загрязненных грунтовых вод, а также установлению сигналов от глубоких залежей нефти и газа.

Благодарности. Обобщение и анализ полученных материалов по исследованным участкам проведены за счет средств Российского научного фонда – проект РНФ № 14-17-00193-п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеева Т.А., Теплицкая Т.А. Спектрофлуориметрические методы анализа полициклических ароматических углеводородов в природных и техногенных средах. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 215 с.
- Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Пиковский Ю.И., Ковач Р.Г., Кошовский Т.С., Хлынина Н.И. Углеводородное состояние почв в условиях загрязнения атмосферы локализованным промышленным источником // Почвоведение. 2016. № 9. С. 1068–1078.
- Геннадиев А.Н., Киселева А.Ю., Пиковский Ю.И., Смирнова М.А. Влияние геологического фактора на полиарены в почвах // Почвоведение. 2018. № 8. С. 1–8.
- Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Цибарт А.С., Смирнова М.А. Углеводороды в почвах: происхождение, состав, поведение (обзор) // Почвоведение. 2015. № 10. С. 1195–1209.
- Краснопеева А.А. К методике люминесцентного анализа нефтепродуктов в почвах // Сб. мат-лов 2-й междунар. научн. конф. «Современные проблемы загрязнения почв». М.: Фак. почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, Докучаев.о-во почвоведов, Рос.фонд фундам.исслед., 2007. Т. 2. С. 200–203.
- Методика выполнения измерений массовых концентраций предельных углеводородов C_1 – C_5 и непредельных углеводородов (этена, пропена, бутенов) в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии ПНД Ф 13.1:2.3.23-98. М.: ФГУ «ФЦАО», 2005. 20 с.
- Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Оборин А.А. и др. Углеводородное состояние почв на территории нефтедобычи с карстовым рельефом // Почвоведение. 2008. № 11. С. 1314–1323.
- Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А., Оглоблина А.И. Принципы люминесцентно-спектральной диагностики токсичных и канцерогенных углеводородов // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. М.: Наука, 1981. С. 100–117.
- Gocke M., Kuzyakov Y., Wiesenberger G.L.B. Differentiation of plant derived organic matter in soil, loess and rhizoliths based on n-alkane molecular proxies // Biogeochemistry. 2013. V. 112. № 1–3. P. 23–40.
- Lai D.Y.F. Methane Dynamics in Northern Peatlands: A Review // Pedosphere. 2009. V. 19. № 4. P. 409–421.
- Li Y., Xiong Y. Identification and quantification of mixed sources of oil spills based on distributions and isotope profiles of long-chain n-alkanes // Marine Pollution Bulletin. 2009. V. 58. P. 1868–1873.
- Serrano-silva N., Sarria-guzman Y., Dendooven L., Luna-gudo M. Methanogenesis and Methanotrophy in Soil: A Review // Pedosphere. 2014. V. 24. № 3. P. 291–307.
- Wilcke W. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Soil – a Review // J. Plant Nutr. Soil Sci. 2000. V. 163. P. 229–248.

Поступила в редакцию 12.07.2018
Принята к публикации 20.07.2018

A.N. Gennadiev¹, Yu. I. Pikovskiy², M.A. Smirnova³

HYDROCARBON STATUS OF SOILS IN LANDSCAPES: GENESIS AND TYPIFICATION

Authors generalized and systematized original data on the hydrocarbon status (HCS) of soils in natural and technogenic landscapes within eleven key sites of the territory of Russia. The components and characteristics of HCS of soils are the following: a) the total content and qualitative composition of bitumoids (substances extracted from soils by neutral organic solvents); b) composition and concentration of individual hydrocarbon compounds – polycyclic aromatic hydrocarbons, liquid and solid alkanes; c) the amount and individual composition of free and retained soil hydrocarbon gases. It is shown that different types of HCS of soils are determined by their connection with different groups of natural and technogenic processes: generation of hydrocarbons (HC) in soils by microorganisms; accumulation of hydrocarbons from the lithosphere gas flows; HC input from oil and oil-products spills; accumulation of natural and/or technogenic HC on soil surface from the atmosphere; inheritance of parent rock hydrocarbons by soils. Accordingly, the following main genetic types of HCS of soils were considered: biogeochemical, emanation, injection, atmo-sedimentation and lithogenic. It is shown that different variants of combinations of the above types are the most typical in real situations, which is due to the multiplicity of factors acting simultaneously on soils, and one of the tasks of the study was the identification of such variants in the process of the analysis of HCS of soils.

Key words: bituminous substances, polycyclic aromatic hydrocarbons, alkanes, gaseous phase of soils, soil forming factors.

Acknowledgements. Generalization and analysis of materials for the studied areas were financially supported by the Russian Science Foundation (project №14-17-00193-p).

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

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Leading Scientific Researcher, D.Sc. in Geography; e-mail: lummgu@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: summerija@yandex.ru

REFERENCES

- Alekseeva T.A., Teplickaja T.A.* Spektrofluorimetricheskie metody analiza policiklicheskih aromatischeskih uglevodorodov v prirodnyh i tehnoennyh sredah [Spectrum fluorimetric methods for the analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in natural and technogenic landscapes]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1981. 215 p. (in Russian).
- Gennadiyev A.N., Kiseleva A.Yu., Pikovskii Yu.I., Smirnova M.A.* Effect of the Geological Factor on Polyarenes in Soils // Eurasian Soil Science. 2018. V. 51 № 8. P. 879–886.
- Gennadiyev A.N., Zhidkin A.P., Pikovskii Y.I., et al.* Hydrocarbon status of soils under atmospheric pollution from a local industrial source // Eurasian Soil Science. 2016. Vol. 49 № 9. P. 1003–1012.
- Gennadiyev A.N., Pikovskii Yu.I., Smirnova M.A., Tsibart A.S.* Hydrocarbons in soils: Origin, composition, and behavior (review) // Eurasian Soil Science. 2015b. V. 48. № 10. P. 1195–120.
- Gocke M., Kuzyakov Y., Wiesenberger G.L.B.* Differentiation of plant derived organic matter in soil, loess and rhizoliths based on n-alkane molecular proxies // Biogeochemistry. 2013. V. 112. № 1–3. P. 23–40.
- Krasnopeeva A.A.* K metodike luminescentnogo analiza nefteproduktov v pochvakh [On the technique of luminescent analysis of petroleum products in soils] // Proceedings of the II International Conference «Modern Problems of Soil Pollution». Moscow, 2007. V. 2. P. 200–203 (in Russian).
- Lai D.Y.F.* Methane Dynamics in Northern Peatlands: A Review // Pedosphere. 2009. V. 19. № 4. P. 409–421.
- Li Y., Xiong Y.* Identification and quantification of mixed sources of oil spills based on distributions and isotope profiles of long-chain *n*-alkanes // Marine Pollution Bulletin. 2009. V. 58. P. 1868–1873.
- Metodika vypolneniya izmerenij massovykh koncentracij predel'nyh uglevodorodov S1-S5 i nepredel'nyh uglevodorodov (jetena, propena, butenov) v atmosfernom vozduhe, vozduhe rabochej zony i promyshlennyh vybrosah metodom gazovoj hromatografii PND F 13.1.2:3.23–98 [Methods of measurement of mass concentrations of C₁–C₅ saturated hydrocarbons and unsaturated hydrocarbons (ethene, propene, butene) in the ambient air, workplace air and industrial emissions by PND F 13.1 GC: 2: 3.23–98], Moscow, FGU «FCAO», 2005, 20 p. (in Russian).
- Pikovskii Yu.I., Gennadiyev A.N., Puzanova T.A., Krasnopeeva A.A., Zhidkin A.P., Oborin A.A.* Hydrocarbon status of soils in an oil-producing region with karst relief // Eurasian Soil Science. 2008. V. 41. № 11. P. 1162–1170.
- Serrano-Silva N., Sarria-guzman Y., Dendooven L., Luna-gudo M.* Methanogenesis and Methanotrophy in Soil: A Review // Pedosphere. 2014. V. 24. № 3. P. 291–307.
- Teplickaja T.A., Alekseeva T.A., Ogloblina A.I.* Principy luminescentno-spektral'noj diagnostiki toksichnyh i kancerogenykh uglevodorodov [Principles of luminescence-spectral diagnostics of toxic and carcinogenic hydrocarbons] // Tehnogennye potoki veshchestva v landshaftah i sostojanie jekosistem. Moscow: Nauka, 1981. P. 100–117 (in Russian).
- Wilcke W.* Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Soil – a Review // J. Plant Nutr. Soil Sci. 2000. V. 163. P. 229–248.

Received 12.07.2018

Accepted 20.07.2018

УДК 504.75(553.7)+633.88

Н.Б. Леонова¹, И.М. Микляева,² Рябова Н.В.³, С.М. Малхазова⁴

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕЛЕБНЫХ РЕСУРСОВ КАМЧАТКИ

Камчатка – уникальный регион, обладающий большим разнообразием лечебных природных ресурсов. Наиболее известные источники минеральных термальных вод приурочены к Центрально-камчатскому гидрогеологическому массиву складчатых областей. Выявлены 40 видов лекарственных растений (3% от флоры Камчатки), которые входят в государственную фармакопею. Из них 21 вид характерен для естественных сообществ, 19 видов – заносные. Больше их число произрастает в Южном и Центральном флористических районах. Анализ созданной региональной базы данных целебных источников и лекарственных растений показал, что ресурсы Камчатки обладают высоким лечебным потенциалом, но недостаточно изучены для полноценного и устойчивого использования в официальной медицине.

Ключевые слова: минеральные термальные воды, лекарственные растения, региональная база данных, лечебное использование ресурсов.

Введение. Развитие валеологии – науки о здоровом образе жизни – способствует возрастанию интереса к многовековому опыту применения в народной медицине природных целебных ресурсов: минеральных вод, лечебных грязей (пелоидов) и лекарственных растений, содержащих биологически активные вещества, оказывающие благоприятное физиологическое воздействие на организм человека [Groundwater ..., 2010; Schultes, Von Rei, 2008; Viereck, 1995].

Современные подходы исследования природно-оздоровительных ресурсов России предполагают актуализацию информации и учет целебных водных источников и лекарственных растений ее отдельных регионов, создание баз данных об их распространении, современном состоянии, рациональном использовании и необходимых мерах охраны.

Изучение разнообразных целебных ресурсов, сосредоточенных на Камчатке, особенно актуально в связи с растущей притягательностью региона для отечественных и иностранных пользователей, благодаря сочетанию возможности лечения и оздоровления с эстетической привлекательностью территории – наличием естественных экосистем, практически не затронутых деятельностью человека, в том числе с вулканической активностью, своеобразием растительного и животного мира. В последние годы возросло внекурортное, «дикое» использование минеральных вод и пелоидов, основанное на информации и отзывах в интернете, обычно объективно не отражающих возможности применения этих ресурсов и специфический режим пользования, обусловленный химическим составом газов и воды с эк-

стремально высокой температурой и др. Аналогичная неконтролируемая ситуация отмечается при применении лекарственных растений.

Цель настоящей работы заключается в оценке состояния и степени изученности целебных ресурсов полуострова Камчатка. В ходе исследования решались следующие *задачи*: составление региональной базы данных минеральных источников и лекарственных растений Камчатки; выявление особенностей географического распространения целебных ресурсов полуострова; рассмотрение основных факторов среды, определяющих их разнообразие и возможности применения.

Материалы и методы исследований. При проведении исследования использованы литературные, картографические и фондовые материалы по минеральным водам и лекарственным растениям, а также данные, собранные во время командировки на Камчатку в августе–сентябре 2018 г. по гранту Русского географического общества.

На основе собранной информации создана региональная база данных «Целебные источники и лекарственные растения Камчатки», включающая таблицы и серию карт распространения целебных ресурсов, объединенных на основе Web-GIS технологии в информационно-поисковую систему.

Таблица минеральных вод и пелоидов содержит: регион, названия месторождений, их местоположение, краткую характеристику природных условий, принадлежность к бальнеологическим группам, показания и противопоказания применения при заболеваниях, относящихся к основным классам болезней, химический состав, состав растворенных га-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, доцент, канд. геогр. н.; *e-mail*: nbleonova2@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, доцент, канд. геогр. н.; *e-mail*: inessa-miklyaeva@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, вед. инженер; *e-mail*: rjabova99@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, зав. кафедрой, профессор, докт. геогр. н.; *e-mail*: sveta_geo@mail.ru

зов, минерализацию, потенциал использования (дебит).

Таблица лекарственных растений включает списки видов официальных (от лат. *officina* – аптека) дикорастущих и культивируемых растений, включенных в последний выпуск Государственного реестра лекарственных средств [Фармакогнозия, 2010] и разрешенных для медицинского применения Министерством здравоохранения РФ; характеристики их биологических особенностей, химического состава; возможности использования в медицине и, как и для источников минеральных вод, – показания и противопоказания к применению при лечении заболеваний.

Перечень классов болезней и относящихся к ним заболеваний приведен в соответствии с международной классификацией МКБ-10, разработанной Всемирной организацией здравоохранения [Международная ..., 2003].

Реляционные таблицы составлены в программе MS Excel. Атрибуты, описывающие объекты в базе данных, максимально структурированы: в каждом из столбцов описывается один рассматриваемый признак.

На основе региональной базы данных, являющейся частью федеральной базы данных для Медико-географического атласа России «Целебные источники и растения» [Malkhazova et al., 2017], рассмотрен состав и особенности распространения основных источников минеральных вод, а также разнообразие, состав и распространение официальных растений полуострова Камчатка.

Результаты исследования и их обсуждение.

Целебные воды. Специфику природных условий полуострова Камчатки определяет расположение в Камчатско-Курильской горно-складчатой области, входящей в состав вулканического Тихоокеанского пояса кайнозойского орогенеза с повышенной тектонической и вулканической активностью. В восточной части полуострова расположена большая часть из 150 вулканов, включая все действующие. С вулканическими районами связано обилие ключей и термальных источников [Макунина, 1985].

Местное население издавна использует минеральные источники, в основном термальные, для лечения многих заболеваний. К минеральным водам относят «...воды, обладающие биологически активными свойствами и оказывающие физиологическое воздействие на человеческий организм вследствие повышенного содержания химических компонентов (в том числе радиоактивных), органических веществ, газов, или вследствие повышенной температуры...» [Овчинников, 1955, с. 317]. Их целебное воздействие устанавливают с учетом бальнеологического заключения, а также оценки качества и запасов минеральных вод.

Первые описания целебных источников сделаны П.С. Крашенинниковым в 1738–1740 гг. и Г.В. Стеллером в 1774 г. Для официальной медицины обследование источников минеральных вод началось в середине XVIII века: основателями меди-

цинского направления являются Б.И. Дыбовский (1879 г.) и Н.В. Слюнин (1897–1898 гг. – экспедиция К.И. Богдановича). Разведка большинства месторождений, определение химического состава и дебета проводились преимущественно в 30–60 гг. и в конце 80-х – начале 90-х годов XX века.

На основе лечебного профиля минеральные воды разделяют на группы: для питьевого лечения (лечебные и лечебно-столовые) и для бальнеологического лечения (наружного). По температурному параметру выделяют: холодные ($<20^{\circ}\text{C}$), теплые или субтермальные ($20\text{--}37^{\circ}\text{C}$ – верхняя градация соответствует температуре тела человека), термальные ($37\text{--}42^{\circ}\text{C}$) и горячие или гипотермальные ($>42^{\circ}\text{C}$). Наиболее ценятся воды, не требующие при использовании охлаждения или подогревания [Овчинников, 1955; Россия: водно-ресурсный ..., 1998]. В последние годы к группе термальных относят подземные воды с температурой от 20°C и выше, которые часто выходят на поверхность рельефа в виде постоянных горячих источников, гейзеров (периодически действующих источников) и паровых струй [Мурадов с соавт., 2013; Рыбальский с соавт., 2013].

В курортно-санаторном деле, объединяющем все виды научно-практической деятельности по использованию природных целебных ресурсов, включая организацию, лечение и профилактику заболеваний, термальные и холодные источники минеральных вод стали использоваться с 50-х годов XIX века, с созданием военных санаториев, в том числе в поселке Паратунка. Применяют воды с общей минерализацией более 1 г/л (0,1%), или с меньшей, но с биологически активными элементами (железо, бром, йод, мышьяк, иногда ртуть) со специфическими лечебными свойствами, в сочетании с высокой температурой усиливающими бальнеологический эффект.

Особенности распространения месторождений и выходов минеральных вод, их химический состав, температура и другие характеристики зависят от многих факторов, в том числе от истории формирования геологических структур, неотектонических и метаморфических процессов, проявления молодого вулканизма, древних и современных климатических условий. Эти факторы положены в основу гидрогеологического районирования Камчатской горно-складчатой области. Гидрогеологические структуры первого порядка – артезианские бассейны пластовых водонапорных систем и гидрогеологические массивы складчатых областей выделяют на основе геоструктурного строения территории, а их минеральные воды различают по происхождению, питанию, составу и степени минерализации, температуре, глубине залегания и другим особенностям. Все это определяет формирование разных типов минеральных вод, их разнообразие и лечебные свойства (рис. 1) [Гидрогеология ..., 1972].

Классификацию минеральных вод по их лечебному значению разрабатывают с учетом общей минерализации, ионного и газового составов, газонасыщенности вод, содержания в них фармакологи-

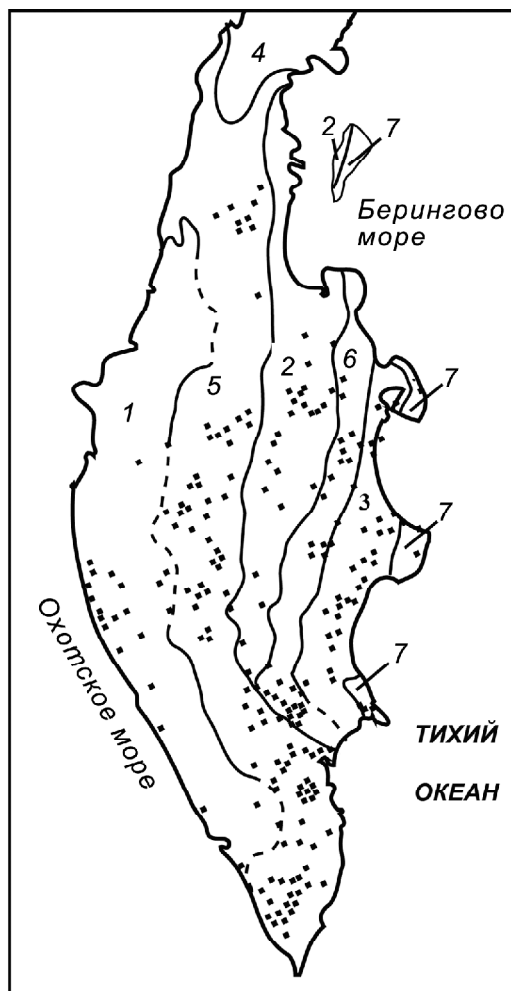


Рис. 1. Приуроченность источников минеральных вод к гидрогеологическим структурам первого порядка Камчатской горно-складчатой области [Гидрогеология ..., 1972; Мурадов с соавт., 2013]. Артезианские бассейны пластовых водоносных систем: 1 – Западнокамчатский, 2 – Центральнокамчатский, 3 – Восточнокамчатский, 4 – Северокамчатский. Гидрогеологические массивы складчатых областей: 5 – Центральнокамчатский, 6 – Восточнокамчатский, 7 – Полуостровов восточного побережья; — границы гидрогеологических структур; - - - границы, требующие уточнения; • – источники минеральных вод

Fig. 1. Mineral water springs within the framework of the first order hydrogeological structures of the Kamchatka mountainous folded area [According to: Hydrogeology ..., 1972; Muradov et al. 2013]. Artesian basins: 1 – West Kamchatka; 2 – Central Kamchatka; 3 – East Kamchatka; 4 – North Kamchatka. Hydrogeological massifs of folded areas: 5 – Central Kamchatka; 6 – East Kamchatka; 7 – massive of the Eastern Coast Peninsulas; — boundaries of hydrogeological structures; - - - boundaries requiring clarification; • – mineral water springs

чески активных минеральных и органических компонентов, радиоактивности, активной реакции вод (рН), температуры. По этой классификации минеральные воды Камчатки отнесены к семи основным бальнеологическим группам: 1) без специфических компонентов и свойств, 2) углекислые, 3) сульфидные, 4) железистые и мышьяковистые с высоким содержанием металлов Mn, Cu, Al, Zn и др., 5) бромные и йодные, 6) радоновые, 7) кремнистые.

Многие минеральные воды можно одновременно отнести к нескольким бальнеологическим группам [Иванов, Невраев, 1964; Гидрогеология ..., 1972].

На Камчатке наиболее широко распространены воды четырех бальнеологических групп: *без специфических компонентов и свойств, углекислые, железистые и кремнистые* [Мурадов с соавт., 2013]. Источники минеральных вод неравномерно распределены по гидрогеологическим структурам первого порядка Камчатской горно-складчатой области. В большей степени они приурочены к Центральнокамчатскому гидрогеологическому массиву.

Термальные и холодные минеральные воды *без специфических компонентов и свойств*, нередко бромные и йодные, в их газовый состав в незначительном количестве входят азот и метан в растворенном состоянии (табл.). Общая минерализация термальных вод составляет 1,2–28,2 г/л и снижается до 0,33–1,17 г/л в холодных [Иванов, Невраев, 1964; Гидрогеология ..., 1972]. Воды используют для лечения заболеваний обмена веществ, желудочно-кишечного тракта, мочеполовой системы, которые, соответственно, относят к IV, XI и XIV классам болезней [Международная ..., 2003].

Углекислые термальные и холодные минеральные воды содержат метаборную и кремневую кислоты, железо и растворенный углекислый газ (температура термальных вод 40–97°C); общая минерализация термальных вод – 10 г/л, холодных – 0,42–5,31 г/л. Суммарные потенциальные ресурсы составляют 27 тыс. м³/сут. Применяют для лечения заболеваний органов пищеварения, системы кровообращения (XI, IX классы болезней).

Железистые и мышьяковистые холодные и термальные воды с высоким и очень высоким содержанием мышьяка (от 5–7 до 20 мг/г) и железа (от 200 до 400 мг/л), в небольшом количестве содержат сульфат-ионы и гидрокарбонат-ионы, а также кальций. Их температура варьирует от 19 до 75°C, общая минерализация термальных вод составляет 4,5–7,5 г/л и снижается у холодных [Гидрогеология ..., 1972]. Эти воды ценятся в бальнеологии. Основное применение – при лечении различных кожных заболеваний (XII класс).

Кремнистые термальные воды содержат более 50 мг/л H₄SiO₄, их температура >35°C, общая минерализация до 4,5 г/л. Дебет наиболее крупного месторождения в регионе – Начикинских источников – 1000 м³/сут. По составу воднорастворенных газов воды азотные и азотно-углекислые, реже углекислые и метановые. Лечебный профиль Малкинских источников – питьевое лечение, Начикинских и других (табл.) – бальнеотерапия [Перечень ..., 1999]. Их применяют для лечения заболеваний костно-мышечной системы, нервной системы, кожи, последствий травм и др. (XIII, VI, XII, XIX классы).

В меньшей степени на Камчатке распространены минеральные воды трех бальнеологических групп: *сульфидные, бромные и йодные, радоновые*.

Сульфидные термальные воды, с температурой на выходе 58–100°C, сульфатные, реже хлорид-

**Основные бальнеологические группы минеральных вод Камчатского полуострова
(по: [Гидрогеология ..., 1972; Мурадов с соавт., 2013])**

Характеристика	Бальнеологические группы минеральных вод			
	без специфических компонентов и свойств	углекислые	железистые и мышьяковистые	кремнистые
Состав	Хлоридно-гидрокарбонатные натриевые или кальциево-натриевые	Хлоридно-гидрокарбонатные, кальциево-натриевые; углекислый газ	Хлоридно-натриевые, сульфатные, гидрокарбонатные; железо, мышьяк, кальций	Хлоридно-сульфатные натриевые; ортокремниевая кислота
Наиболее известные источники	Конмогские	Березовские, Ажицкие	Налычевские, Горячечерченские, Краеведческие	Начикинские, Малкинские, Паратунские
Распространение в гидрогеологических структурах первого порядка	Западнокамчатский, Центральнокамчатский и Восточнокамчатский артезианские бассейны		Южная часть Восточнокамчатского гидрогеологического массива	Восточнокамчатский артезианский бассейн; Центральнокамчатский и Восточнокамчатский гидрогеологические массивы

но-сульфатные, с большим количеством кремнекислоты (90–350 мг/л), железа (до 195 мг/л), мышьяка (до 2 мг/л), слабоминерализованные (0,6–2,6 г/л) [Иванов, Невраев, 1964; Гидрогеология ..., 1972]. Наиболее известные источники – Верхне-Семячские, Озерновские, Верхне-Кошелевские, приурочены к южной вулканической части Центральнокамчатского (5) и Восточнокамчатского (6) гидрогеологических массивов (рис. 1). Лечебный профиль – бальнеотерапия; применяют при лечении заболеваний системы кровообращения (IX класс).

Бромные и йодные воды характерны для южной части Центральнокамчатского гидрогеологического массива (5). Содержание брома достигает 25 мг/л, углекислоты – 0,74 г/л, кремнекислоты – 125 мг/л; общая минерализация 6,3 г/л. Температура на выходе составляет 42° С. Большей известностью пользуются Пущинские источники. Бромные воды применяют при заболеваниях нервной системы (VI класс), йодные – при атеросклерозе (IX класс) [Гидрогеология ..., 1972].

Радоновые воды объединяют многие бальнеологические группы, с содержанием радона более 5 мг С/л (14 ед. Махе) [Иванов, Невраев, 1964]. Радиоактивность минеральных вод Камчатки изучена недостаточно. Известные и используемые горячие слаборадоновые источники, с температурой 35–45°С, расположены в южной, обжитой части Камчатки, в Восточнокамчатском (3) артезианском бассейне, например, курорты Начики и Паратунка. Эти воды применяют для улучшения обмена веществ и укрепления иммунной системы (IV класс) [Гидрогеология ..., 1972].

Область разгрузки термальных вод, выходы на поверхность рельефа чаще располагаются на днищах и склонах речных долин, в озерных котловинах. При этом углекислые минеральные воды нередко образуют конусовидные отложения карбоната каль-

ция (известкового туфа – травертина), а иногда образуют мезоформы рельефа в днищах долин, котловин, реже на склонах гор. Выходы термальных источников могут образовывать русла притоков «холодных» рек и небольшие реки, которые, например, в Ходуткинских источниках достигают в ширину 15 м, при глубине – 1,5 м. Отдельные месторождения термальных минеральных вод, например, Кетчинское, не имеющие естественных выходов на поверхность, вскрываются скважинами.

Для районов с активными современными тектоническими процессами наиболее характерны гейзеры – периодически фонтанирующие источники, например, Паужетское месторождение в южной части полуострова, Долина гейзеров, а также Узонское – в восточной его части. В горловине гейзера нередко, при участии водорослей, откладываются конусовидные накопления светлого кремнистого туфа (гейзерита) [Овчинников, 1955; Россия ..., 1998]. Многие виды выходов термальных источников отнесены к региональным и федеральным памятникам природы, они имеют также большое ландшафтотерапевтическое значение.

Целебные ресурсы включают также грязи – *пелоиды*, осадочные отложения, состоящие из воды, органических веществ с термофильной алькобактериальной флорой и минеральных веществ. Они находятся под воздействием гидротермальных потоков по зонам трещиноватости и разломам, дополнительно привносящим в них минеральные вещества, определяя их лечебные свойства. В нагретом состоянии их применяют в виде ванн и местных аппликаций для лечения заболеваний нервной системы, органов дыхания, системы пищеварения, кожи, опорно-двигательного аппарата, гинекологических заболеваний (VI, X, XI, XII, XIII, XIV классы). Наиболее широко используются сульфидные иловые пелоиды, распространенные в наиболее обжитой

восточной части полуострова Камчатки («Озеро Утинное» – курорт Паратунка) – Восточнокамчатский (6) гидрогеологический массив [Перечень ..., 1999].

Лекарственные растения. В «Каталог флоры Камчатки» включены 1166 видов и подвидов сосудистых растений, среди которых 183 вида (16%) заносные. Флора имеет бореальный характер, богата берингийско-североамериканскими и евразийскими бореальными элементами. В естественной флоре преобладают виды, относящиеся к основным семействам Бореальной флористической области: сложноцветные, осоковые, злаковые. К эндемикам относят 18 видов сосудистых растений [Ворошилов, 1982; Якубов, Чернягина, 2004]. Растительность представлена зональными сообществами тундр (север полуострова) и тайги в равнинной части полуострова. Горные территории относят к Камчатскому нивально-альпийско-тундрово-стланиково-редколесно-таежному типу поясности в составе группы Северотихоокеанских островных типов [Зоны и типы ..., 1999].

Изучение ресурсов лекарственных растений, активно используемых местным населением, было начато одновременно с изучением флоры края Г. Стеллером, С.П. Крашенинниковым в XVIII в., затем В.Н. Тюшовым, В.Л. Комаровым, Э. Гульгеном в XIX–XX вв., в трудах которых приведены сведения о лекарственных свойствах камчатских растений. В советское время специальное исследование растительных ресурсов полуострова было предпринято сотрудниками ВИЛАРа при составлении Атласа ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР [Атлас ..., 1980]. Наиболее полный обзор современного состояния изученности флоры лекарственных растений полуострова содержится в работах В.В. Якубова и О.А. Чернягиной [2004]. Известно, что более 250 видов местной флоры используют в народной и восточной (китайской) медицине, 48 видов (включая ягодные кустарники и кустарнички – жимолость синяя, смородины бледноцветковая и печальная, рябина сибирская и бузинолистная, голубика обыкновенная и вулканическая и травы: борщевик шерстистый, зверобой камчатский, лук охотский и др.) издавна служат источниками витаминов [Ефремова, 1963].

На основе созданной авторами региональной базы лекарственных растений выявлено, что лишь 40 видов флоры Камчатки (3% от общего числа видов) признаны официальными – входят в государственную фармакопею [Фармакогнозия, 2010]. Они представлены 17-ю семействами, по числу входящих в их состав видов преобладают сложноцветные (*Asteraceae*), розоцветные (*Rosaceae*) и плауновые (*Lycopodiaceae*).

В составе жизненных форм официальных растений максимальная доля приходится на многолетние травы (44%), доля однолетних и двулетних трав – 35%, кустарников – 13% и кустарничков – 8%.

Анализ опубликованных данных о флоре Камчатки [Ворошилов, 1982; Якубов, Чернягина, 2004] позволил установить, что более половины видов официальных растений представлены заносными и

всего 17 – видами природной флоры, три вида возделываются как овощные и садовые культуры.

Разнообразие флоры лекарственных растений показано в рамках шести флористических районов полуострова (рис. 2). Больше число видов официальных растений произрастает в Южном и Центральном районах.

Во всех районах по числу видов официальных растений преобладают бореальные виды, характерные для хвойных лесов, от одного до трех видов приурочено к луговым, горным, долинным и болотным биотомам каждого района (рис. 3). Заносные виды распространены повсеместно, но преобладают в Центральном и Южном районах, где встречаются с высоким обилием в населенных пунктах, на пустырях, вдоль дорог, на залежах, вблизи сельскохозяйственных угодий.

Многие виды лекарственных растений, издавна применяемые в лечебной практике, нуждаются в охране. Заготовка растений не регламентирована и может нанести ущерб ресурсам лекарственных растений и природным экосистемам. Так, спорадически по всей Камчатке распространена родиола розовая, вид, включенный в Красную книгу Российской Федерации. Она произрастает на скалах, каменистых обнажениях, по берегам рек и ручьев, в горах до высоты 1500 м над ур. м. В результате массовой заготовки населением ее корневищ популяция сокращается. Родиола охраняется в границах основных ООПТ Камчатки



Рис. 2. Разнообразие официальных растений Камчатки. Число видов: I – <20; II – 20–30; III – >30. Флористические районы: Ю – Южный, В – Восточный, З – Западный, Ц – Центральный, СК – Срединного хребта, П – Перешеечный (по: [Якубов, Чернягина, 2004])

Fig. 2. Diversity of officinal plants in Kamchatka. Number of plant species: I – <20; II – 20–30; III – >30. Floristic regions: Ю – Southern; В – Eastern; З – Western; Ц – Central; СК – the Sredinnyy Ridge; П – Pereshechny [according to: Yakubov, Chernjagina, 2004]

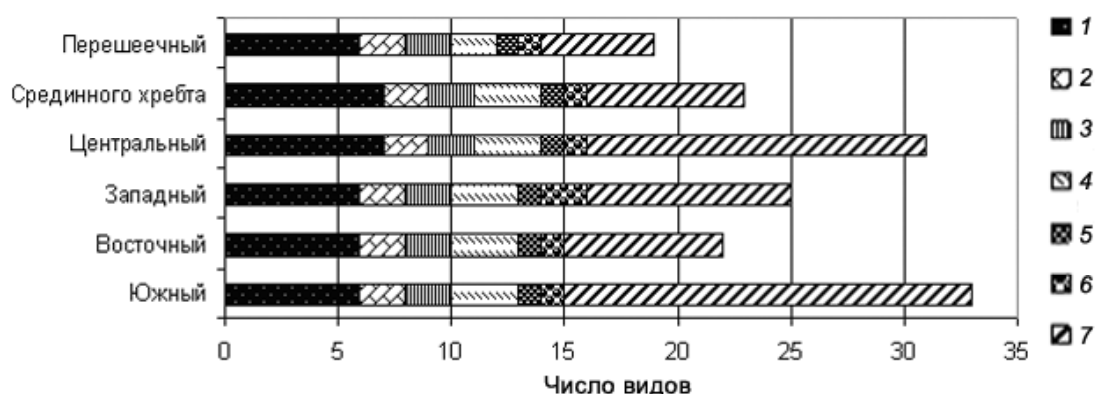


Рис. 3. Распределение числа видов официальных растений в разных флористических районах по эколого-ценотическим группам: 1 – бореальные; 2 – верховых болот; 3 – низинных болот; 4 – луговые; 5 – долинных лесов; 6 – горных тундр; 7 – рудеральные

Fig. 3. Distribution of officinal plant species numbers according to the ecological coenotic groups (ECG) in different floristic districts: ECG: 1 – boreal, 2 – oligotrophic swamps, 3 – eutrophic swamps, 4 – meadow, 5 – valley forest, 6 – mountain tundra, 7 – ruderal species

(Кроноцком и Корякском заповедниках, Быстринском и Ключевском природных парках). Исследования показали, что в культуре скорость роста родиолы увеличивается в 5–10 раз, и соответственно гораздо быстрее наращивается биомасса корневищ [Якубов, Чернягина, 2004]. Таким образом, выращивание родиолы розовой в культуре имеет большую целесообразность, а природные популяции следует использовать в качестве источника посадочного материала.

Спектр лекарственных свойств изученных растений достаточно широк, их применяют при лечении многих заболеваний. Большое число видов растений используют при лечении болезней органов пищеварения, органов дыхания, системы кровообращения, болезней кожи и подкожной клетчатки, травм и отравлений, которые относятся, соответственно, к XI, X, IX, XII, XIX классам болезней (рис. 4).

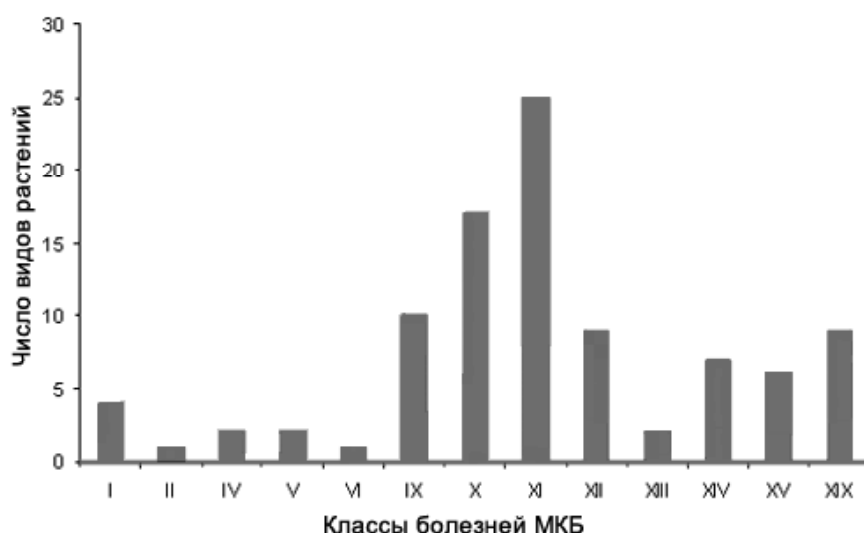


Рис. 4. Распределение числа видов официальных растений Камчатки по классам болезней [Международная ..., 2003]: I – некоторые инфекционные и паразитарные болезни; II – новообразования; IV – болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ; V – психические расстройства и расстройства поведения; VI – болезни нервной системы; IX – болезни системы кровообращения; X – болезни органов дыхания; XI – болезни органов пищеварения; XII – болезни кожи и подкожной клетчатки; XIII – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани; XIV – болезни мочеполовой системы; XV – беременность, роды и послеродовой период; XIX – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин

Fig. 4. Distribution of officinal plants numbers according to the classes of diseases (ICD-10): I – some infectious and parasitic diseases; II – neoplasms; IV – diseases of the endocrine system, eating and metabolic disorders; V – mental and behavioral disorders; VI – diseases of the nervous system; IX – diseases of the circulatory system; X – respiratory diseases; XI – diseases of the digestive system; XII – diseases of the skin and subcutaneous tissue; XIII – diseases of the musculoskeletal system and connective tissue; XIV – diseases of the genitourinary system; XV – pregnancy, childbirth and the puerperium; XIX – trauma, poisoning and some other consequences of external causes

Заключение. На основе созданной региональной базы данных и карт, иллюстрирующих распространение целебных источников и лекарственных растений для территории Камчатки, проведена экспертная оценка современного состояния и перспектив использования природных целебных ресурсов.

Для Восточнокамчатского и Центральнокамчатского артезианских бассейнов характерно большое разнообразие широко распространенных на Камчатке бальнеологических групп источников минеральных вод – *без специфических компонентов и свойств, углекислых и кремнистых*, а также менее характерных для Камчатки *радоновых* вод. В Западнокамчатском артезианском бассейне представлены *воды без специфических компонентов и свойств, углекислые*, а также – *бромные и йодные*. В Восточнокамчатском и Центральнокамчатском гидрогеологических массивах распространены *железистые, кремнистые*, а также *сульфатные, бромные и йодные* воды.

Список растений, рекомендуемых для применения научной медициной, насчитывает лишь 40 видов сосудистых растений – 3% от произрастающих на полуострове, при этом более половины из них являются заносными. Флора Камчатки включает

большое число видов, обладающих целебными свойствами, издавна используемых коренным населением.

Минеральные воды и официальные растения Камчатки преимущественно применяют для лечения заболеваний органов пищеварения, нервной системы, системы кровообращения, кожных заболеваний, болезней костно-мышечной системы, мочеполовой системы, последствий травм и отравлений.

Ресурсы Камчатки обладают высоким лечебным потенциалом, но недостаточно изучены для полноценного и устойчивого использования в официальной медицине. В последние годы не проводились детальные обследования источников минеральных вод и изучение запасов, химического состава, фармакологических свойств лекарственных растений. Необходима серия современных исследований, направленных на инвентаризацию, изучение химического состава, лечебных свойств и выявление новых месторождений минеральных вод и потенциальных лекарственных растений. Расширение диапазона рационального использования этих ресурсов будет способствовать оздоровлению населения России и других государств и позволит улучшить благосостояние жителей Камчатки.

Благодарности. Авторы выражают признательность за содействие в работе председателю Камчатского филиала РГО, докт. биол. н. А.М. Токранову, сотрудникам Камчатского филиала ТИГ РАН канд. биол. н. О.А. Чернягиной и В.В. Бурому.

Работа выполнена при поддержке гранта РГО «Медико-географический атлас России «Целебные источники и растения» № 02/2017-И.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР / Под ред. П.С. Чикова. М.: ВИЛАР, 1980. 340 с.
- Ворошилов В.Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.
- Гидрогеология СССР. Т. 29. Камчатка, Курильские и Командорские острова. Южно-Камчатская геологоразведочная экспедиция / Под ред. А.Г. Голева. М.: Недра, 1972. 364 с.
- Ефремова Н.А. Лекарственные растения Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Книжн. ред. «Камчатской правды», 1963. 79 с.
- Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. Карта (1:8 000 000) / Под ред. Г.Н. Огуревой. М.: ЭКОР, 1999. 2 л.
- Иванов В.В., Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. М.: Наука, 1964. 167 с.
- Макунина А.А. Физическая география СССР. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 294 с.
- Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. МКБ-10. М.: Медицина, 2003. Т. 1. 741 с.
- Мурадов С.В., Кириченко В.Е., Рогатых С.В. Термоминеральные источники и лечебные грязи Камчатского края. Петропавловск-Камчатский: РИО и ПККТ, 2013. 238 с.
- Овчинников А.М. Общая гидрогеология. М.: Гос. науч.-техн. изд-во лит-ры по геологии и охране недр, 1955. 383 с.
- Перечень курортов России с обоснованием их уникальности по природным лечебным факторам. Методические указания. 1999. Утверждены Министерством здравоохранения РФ №99/228. <https://www.sankurtur.ru/officially/item/456/>.
- Россия: водно-ресурсный потенциал / Под ред. А.М. Черняева. Екатеринбург: Аэрокосмозоология, 1998. 338 с.
- Рыбальский Н.Г., Самотесов Е.Д., Муравьева Е.В., Омеляненко В.А., Думнов А.Д., Мирошников Н.А. Справочник: термины и определения в водном хозяйстве / Под ред. Н.Г. Рыбальского и В.А. Омеляненко. М.: НИИ-Природа, 2013. 466 с.
- Фармакогнозия. Лекарственное сырье растительного и животного происхождения. СПб.: СпецЛит, 2010. 862 с.
- Якубов В.В., Чернягина О.А. Каталог флоры Камчатки (сосудистые растения). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. 165 с.
- Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management and Sustainability / Eds. N. Kresic, Z. Stevanovic. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2010. 592 p.
- Malkhazova S.M., Kotova T.V., Leonova N.B., Miklyaeva I.M., Starikov S.M. Medicinal springs and plants: the design of a new medicinal-geographical atlas of Russia // Proceedings of the XII Seminario Internazionale di Geographia Medica Salute, Etica, Migrazione Perugia: Universita degli Studi di Perugia, 2017. P. 35–43.
- Schultes R., Von Rei S. Ethnobotany: Evolution of a Discipline. Timber Press, 2008. 414 p.
- Viereck E.G. Alaska's wilderness medicines. Seattle: Graphic Arts Center Publishing Company, 1995. 190 p.

Поступила в редакцию 15.03.2018
Принята к публикации 20.07.2018

N.B. Leonova¹, I.M. Miklyaeva², N.V. Ryabova³, S.M. Malkhazova⁴ACTUAL STATE OF HEALING RESOURCES OF THE KAMCHATKA PENINSULA
AND THE PROSPECTS OF THEIR USE

Kamchatka is a unique region with a wide variety of natural healing resources. The most famous mineral thermal springs are located in the Central Kamchatka hydrogeological massif of folded areas. As a result of the survey 40 species of officinal plants (3% of the native flora of vascular plants of Kamchatka) have been identified. These species are included in the pharmacopoeia state list. Among them 21 species belong to native flora of the peninsula and 19 species are adventitious. The large number of officinal plants grows in communities of Southern and Central floristic regions. An analysis of created regional database for healing water springs and officinal plants has shown that resources of the Kamchatka Peninsula are of high therapeutic potential, but at present they have not been sufficiently studied for full and sustainable use in official medicine.

Key words: mineral thermal springs, officinal plants, regional database, therapeutic use of natural healing resources.

Acknowledgements. The authors are grateful to A.M. Tokranov, D.Sc. in Biology, Head of the Pacific branch of the Russian Geographical Society, O.A. Chernyagina, PhD. in Biology, and V.V. Buryj (both from the staff of the Pacific Institute of Geography, Russian Academy of Sciences).

The study was financially supported by the Russian Geographical Society (project № 02/2017-И).

REFERENCES

- Atlas arealov i resursov lekarstvennykh rastenij SSSR / Pod red. P.S. Chikova [Atlas of areas and resources of officinal plants of the USSR]. Moscow: VILAR, 1980. 340 p. (in Russian)
- Efremova N.A. Lekarstvennye rastenija Kamchatki [Officinal plants of the Kamchatka Peninsula]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: Publishing House «Kamchatskaya Pravda», 1963. 79 p. (in Russian).
- Farmakognozija. Lekarstvennoe syr'e rastitel'nogo i zhivotnogo proishozhdenija. [Pharmacognosy. Medicinal raw materials of plant and animal origin]. Saint-Petersbourg: SpecLit Publ., 2010. 862 p. (in Russian).
- Gidrogeologija SSSR. T. 29. Kamchatka, Kuril'skie i Komandorskie ostrova [Hydrogeology of the USSR. V. 29. Kamchatka Peninsula, Kuril and Komandor islands.]. Juzhno-Kamchatskaja geologorazvedochnaja ekspeditsija / Pod red. A.G. Goleva. Moscow: Nedra Publ., 1972. 364 p. (in Russian).
- Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management and Sustainability / Eds.: N. Kresic, Z. Stevanovic. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2010. 592 p.
- Ivanov V.V., Nevraev G.A. Klassifikacija podzemnykh mineral'nykh vod [Classification of underground mineral waters]. Moscow: Nauka, 1964. 167 p. (in Russian).
- Jakubov V.V., Chernyagina O.A. Katalog flory Kamchatki (sosudistye rastenija) [Catalog of Kamchatka flora (vascular plants)]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: Kamchatpress Publ., 2004. 165 p. (in Russian).
- Makunina A.A. Fizicheskaja geografija SSSR. [Physical geography of the USSR]. Moscow: MGU Publ., 1985. 294 p. (in Russian).
- Malkhazova S.M., Kotova T.V., Leonova N.B., Miklyaeva I.M. Starikov S.M. Medicinal springs and plants: the design of a new medicinal-geographical atlas of Russia // Proceedings of the XII Seminario Internazionale di Geographia Medica Salute, Etica, Migrazione Perugia: Universita degli Studi di Perugia, 2017. P. 35–43.
- Mezhdunarodnaja statisticheskaja klassifikacija boleznej i problem, svjazannykh so zdorov'em. MKB-10 [International statistical classification of diseases and health problems]. Moscow: Medicina Publ., 2003. V. 1. 741 p. (in Russian).
- Muradov S.V., Kirichenko V.E., Rogatyh S.V. Termomineral'nye istochniki i lechebnye grjazi Kamchatskogo kraja [Thermal and mineral springs and peloids of the Kamchatka Krai]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: RIO and PKKT Publ., 2013. 238 p. (in Russian).
- Ovchinnikov A.M. Obshhaja gidrogeologija [General hydrogeology]. Moscow: Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatel'stvo literatury po geologii i ohrane nedr, 1955. 383 p. (in Russian).
- Perechen' kurortov Rossii s obosnovaniem ih unikal'nosti po prirodnykh lechebnym faktoram. Metodicheskie ukazanija [List of Russian resorts and the rationales for their unique natural healing properties. Methodic guides]. 1999. Utverzhdeny Ministerstvom zdoravoohraneniya RF №99/228. [Confirmed by the RF Ministry of Health Protection № 99/228]. <https://www.sankurtur.ru/officially/item/456/> (in Russian).
- Rossija: vodno-resursnyj potencial [Russia: water resources potential] / Pod red. A.M. Chernjaeva. Ekaterinburg: Ajerokosmojekonomika Publ., 1998. 338 p. (in Russian).
- Rybal'skij N.G., Samotesov E.D., Murav'eva E.V., Omel'janenko V.A., Dumnov A.D., Miroshnichenko N.A. Spravochnik: terminy i opredelenija v vodnom hozjajstve [Guide of terms and definitions on water economy] / Pod red. N.G. Rybal'skogo i V.A. Omel'janenko. Moscow: NIA-Priroda Publ., 2013. 466 p. (in Russian).
- Schultes R., Von Rei S. Ethnobotany: Evolution of a Discipline. Timber Press, 2008, 414 p.
- Viereck E.G. Alaska's wilderness medicines. Seattle: Graphic Arts Center Publishing Company, 1995. 190 p.
- Voroshilov V.N. Opredelitel' rastenij sovetskogo Dal'nego Vostoka [Key to the plants of the Soviet Far East]. Moscow: Nauka, 1982. 672 p. (in Russian).
- Zony i tipy pojasnosti rastitel'nosti Rossii i sopredel'nykh territorij (1:8 000 000) [Map «Zones and types of vertical belts of the vegetation of Russia and adjacent territories» Scale 1:8 000 000] / Pod red. G.N. Ogureevoj Moscow: ECOR Publ., 1999 (in Russian).

Received 15.03.2018

Accepted 20.07.2018

¹ Lomonosov Moscow State University; Faculty of Geography, Department of Biogeography, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: nbleonova2@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: inessa-miklyaeva@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of World Economy, Leading Engineer, e-mail: rjabova99@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Head of Department, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: sveta_geo@mail.ru

УДК 579.68:[579.222.2(98:282.256.341)]

Е.В. Мамаева¹, П.С. Губарев², А.Г. Горшков³, О.Н. Павлова⁴, М.Ю. Суслова⁵, О.Н. Изосимова⁶,
Т.В. Ходжер⁷, Т.И. Земская⁸

ДЕГРАДАЦИЯ НЕФТИ БАКТЕРИЯМИ, ВЫДЕЛЕННЫМИ ИЗ ДОННЫХ ОСАДКОВ КАРСКОГО МОРЯ И ОЗЕРА БАЙКАЛ

В модельном эксперименте оценена активность микроорганизмов, изолированных из донных осадков шельфа Карского моря и оз. Байкал в процессе деградации нефти. В условиях низкой температуры (+10°C) и солёности среды от 0 до 30 г/л (хлорида натрия) установлена низкая степень конверсии фракции н-алканов при культивировании бактерий из Карского моря (не более 30%) и более высокая активность сообщества байкальских микроорганизмов (степень конверсии до 95%). Отмечен избирательный отклик бактериальных сообществ на изменение уровня минерализации среды: незначительный результат влияния на деградацию н-алканов при культивировании штаммов из Карского моря. Резкое ускорение процесса конверсии алкановой фракции нефти происходит при культивировании байкальскими микроорганизмами в среде хлорида натрия от 7,0 до 15 г/л. Эффект синергизма при деградации нефти в условиях совместного культивирования штаммов из озера Байкал и Карского моря весьма незначителен.

Ключевые слова: бактерии-нефтедеструкторы, Карское море, оз. Байкал, н-алканы, нефть.

Введение. На шельфе Карского моря разведаны многочисленные нефтегазоносные структуры (до 100 млрд т условного топлива), на которые приходится более трети суммарных запасов углеводородов в экономической зоне России [Грамберг с соавт., 1993; Грамберг, Супруненко, 2000; Hirsch et al., 2006]. Очевидно, что в связи с освоением запасов углеводородов шельфовой зоны Арктики, возрастает вероятность техногенных угроз, способных нанести необратимый ущерб арктическим экосистемам. Изучение микроорганизмов арктической зоны показало, что темпы разложения нефтяных углеводородов в загрязнённых почвах и водных объектах в высокоширотных районах Арктики проходят очень медленно вследствие низких температур и продолжительного ледового периода [Atlas, 1985; Rike et al., 2001; Whyte et al., 2001]. В условиях повышенной солёности вод отмечено ингибирование деградации нефти [Haines et al., 1993; McMillen et al., 1995], уменьшение скорости роста и синтеза биомассы, задержка фазы роста микроорганизмов [Harris, 1981; Walworth et al., 2001]. Особые климатические и гидрологические условия Карского моря определяют различную солёность водных масс и уровень минерализации поровых вод донных осадков, что в свою очередь влияет на состав микробных сообществ [Мамаева с соавт., 2016]. Вопрос, насколько уровень минерализации поровых вод донных осадков Карс-

кого моря влияет на углеводородокисляющую активность микроорганизмов в настоящее время остаётся открытым. Озеро Байкал, так же, как и Карское море, характеризуется длительным ледовым периодом, низкими среднегодовыми температурами, наличием природных выходов нефти. По данным мониторинга поверхностных вод оз. Байкал установлено, что загрязнение нефтяными углеводородами имеет место только в районе природных нефтепроявлений [Горшков с соавт., 2010]. Ограниченная площадь этих участков свидетельствует об активных процессах биodeградации поступающей нефти микроорганизмами, адаптированными к специфическим условиям оз. Байкал [Павлова с соавт., 2008а; Павлова с соавт., 2012]. Влияние солёности на процессы биodeградации нефти байкальскими микроорганизмами не изучалось, поскольку вода оз. Байкал характеризуется низкой минерализацией, в то время как донные осадки – неравномерным пространственным распределением поровых вод различного ионного состава [Атлас Байкала, 1993; Погодаева с соавт., 2007].

Основная задача работы – в условиях лабораторного эксперимента оценить углеводородокисляющую активность микроорганизмов, изолированных из донных осадков Карского моря и озера Байкал, в условиях низкой положительной температуры (+10°C) и разной солёности среды (0–30 г/л).

¹ Лимнологический институт СО РАН, лаборатория микробиологии углеводородов, науч. с., канд. биол. н.; e-mail: vaynillka@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования, студент; e-mail: gubarevps@gmail.com

³ Лимнологический институт СО РАН, лаборатория хроматографии, зав. лаб., доцент, канд. хим. н.; e-mail: gorshkov_ag@gmail.com

⁴ Лимнологический институт СО РАН, лаборатория микробиологии углеводородов, ст. науч. с., канд. биол. н.; e-mail: pavlova@lin.irk.ru

⁵ Лимнологический институт СО РАН, лаборатория водной микробиологии, науч. с., канд. биол. н.; e-mail: suslova@lin.irk.ru

⁶ Лимнологический институт СО РАН, лаборатория хроматографии, аспирант; e-mail: smileoc@mail.ru

⁷ Лимнологический институт СО РАН, лаборатория гидрохимии и химии атмосферы, зав. лаб., профессор, докт. хим. н.; e-mail: khodzher@lin.irk.ru

⁸ Лимнологический институт СО РАН, лаборатория микробиологии углеводородов, зав. лаб., докт. биол. н.; e-mail: tzema@lin.irk.ru

Материалы и методы исследования. Для исследования были взяты чистые культуры бактерий, изолированные из донных отложений районов шельфа Карского моря в 2009 г. и из донных отложений двух районов оз. Байкал в 2013 г. Их филогенетический статус был определен по структуре нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК (табл.). Выделение ДНК из чистых культур и филогенетический анализ полученных последовательностей проводили по методу П.А. Рошель [1992]. Амплификацию генов 16S рРНК и *alk*-генов группы В осуществляли с использованием универсальных бактериальных праймеров 5001/1350r и *alkB3f/alkB3r*, соответственно [Lane, 1991; Sei et al., 2003]. ПЦР выполняли по методике, описанной ранее [Sambrook et al., 1989]. Полученные в ходе работы нуклеотидные последовательности чистых культур депонированы в базе данных GenBank под номерами: JN203043–JN203049, JN203014–JN203042, JN133442–JN133497, JX413060–JX413100, JX441119–JX441299, KT220707–KT220732.

Для оценки роли микроорганизмов в процессе биodeградации⁹ нефти в психрофильных условиях и условиях различной солености были созданы три ассоциации микроорганизмов. Первая ассоциация (№ 1) была представлена бактериями родов: *Bacillus* sp., *Brevibacillus laterosporus*, *Aeromonas piscicola* и *Plantibacter* sp., изолированных из поверхностного слоя донных осадков шельфа Карского моря и Енисейского залива. Ассоциация № 2 – микроорганизмами, изолированными из донных осадков оз. Байкал района естественного нефтепроявления, расположенного у м. Горовой Утес и района грязевых вулканов Кукуйского каньона К2 (*Microbacterium* sp., *Paenibacillus* sp., *Rhodococcus* sp., *Rhodococcus* sp.). Бактериальная ассоциация № 3 включала штаммы сообществ № 1 и № 2. Активность созданных сообществ оценивали путем их культивирования на минеральной среде следующего состава (г/л): KH_2PO_4 – 2; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,01; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,2; FeSO_4 – 0,01; NH_4NO_3 – 2; $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,02; Na_2HPO_4 – 3; Na_2CO_3 – 0,1, pH 7,2 с добавлением 0,05 мл сырой нефти (Ангарский нефтехимический завод, Россия) к 100 мл среды. Соленость обеспечивали добавлением в среду NaCl в концентрации: 0, 7, 15 и 30 г/л.

Односуточные культуры бактерий ($1 \cdot 10^7$ кл/мл) разных видов в равных количествах суспендировали в пробирке со стерильной водой, затем по 1 мл взвеси помещали в экспериментальные флаконы объемом 250 мл. Флаконы помещали на орбитальный шейкер «BioSan OS-10» (Латвия) и культивировали в течение 30 сут. при 10°C, 90 об/мин.

Хроматографический анализ экстрактов экспериментальных сред проводили с применением метода хроматомасс-спектрометрии, по методике описанной ранее, через 3, 8, 15 и 30 суток [Пав-

лова с соавт., 2008б]. Количество н-алканов и ПАУ в экспериментальных смесях после культивирования микробного сообщества в течение фиксированного интервала времени рассчитывали, как среднее значение для двух параллельных экспериментов. Суммарная погрешность определения н-алканов и ПАУ оценена значением 24%, погрешность измерения площади пиков – 5%, погрешность измерения соотношения площадей – 7%. Статистическую обработку данных проводили с использованием программного обеспечения пакета Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение.

Эксперименты по биodeградации нефти в психрофильных условиях и различной солености показали, что среди использованных ассоциаций нефтеокисляющих штаммов менее активными деструкторами н-алканов являлась ассоциация штаммов, изолированных из донных осадков Карского моря (№ 1). Максимальная конверсия фракции н-алканов до 30% выявлена при культивировании бактерий из Карского моря в среде без добавления NaCl (рис. 1, А). С увеличением в среде концентрации NaCl процесс конверсии замедлялся. При содержании соли 7, 15 и 30 г/л количество н-алканов в нефти снижалось на 27, 22 и 15% за 30 суток соответственно.

Во второй серии экспериментальных образцов (№ 2) с байкальскими микроорганизмами максимальная степень деградации обнаружена после 30 сут. культивирования, в результате которого суммарное количество н-алканов в конце эксперимента не превышало 1,5% от их содержания в добавленной нефти (рис. 1, Б). За первые 8 сут. культивирования отмечено уменьшение концентрации н-алканов в 20 раз, причем за счет окисления низкомолекулярных гомологов. Доля н-алканов, имеющих 10–16 атомов углерода в цепи, во фракции н-алканов за этот интервал времени уменьшилась в 2,5 раза. При этом увеличилась доля высокомолекулярных углеводородов (рис. 2). Максимальная конверсия н-алканов за 8 сут. отмечалась на средах, содержащих 7 г/л NaCl, в то время как отсутствие NaCl в среде или повышение концентрации до 30 г/л сопровождалось увеличением времени (до 30 сут.), необходимым для максимальной конверсии (рис. 1, Б). Полная деградация н-алканов была зафиксирована на хроматограммах экстрактов при сохранении пиков изопrenoидов и нафтено-ароматического «горба». На всех уровнях деградации фракция н-углеводородов характеризовалась монотонным гомологическим рядом и отношением четных к нечетным гомологам, близким к 1 (CPI=0,93–1,08). Во второй серии экспериментальных образцов за 15 сут. культивирования в добавленной нефти соотношение C_{17}/Pr уменьшилось от 1,13 до 0,34, соотношение C_{18}/Ph – от 1,38 до 0,46, в то время как соотношение изопrenoидов $\text{Pr}/\text{Ph}=1,41 \pm 0,1$ сохранялось в интервале погрешности измерения. Уменьшение этих показателей также свидетельству-

⁹ Под деградацией в настоящей работе понимается уменьшение концентрации н-алканов в модельной системе, обусловленное присутствием микроорганизмов.

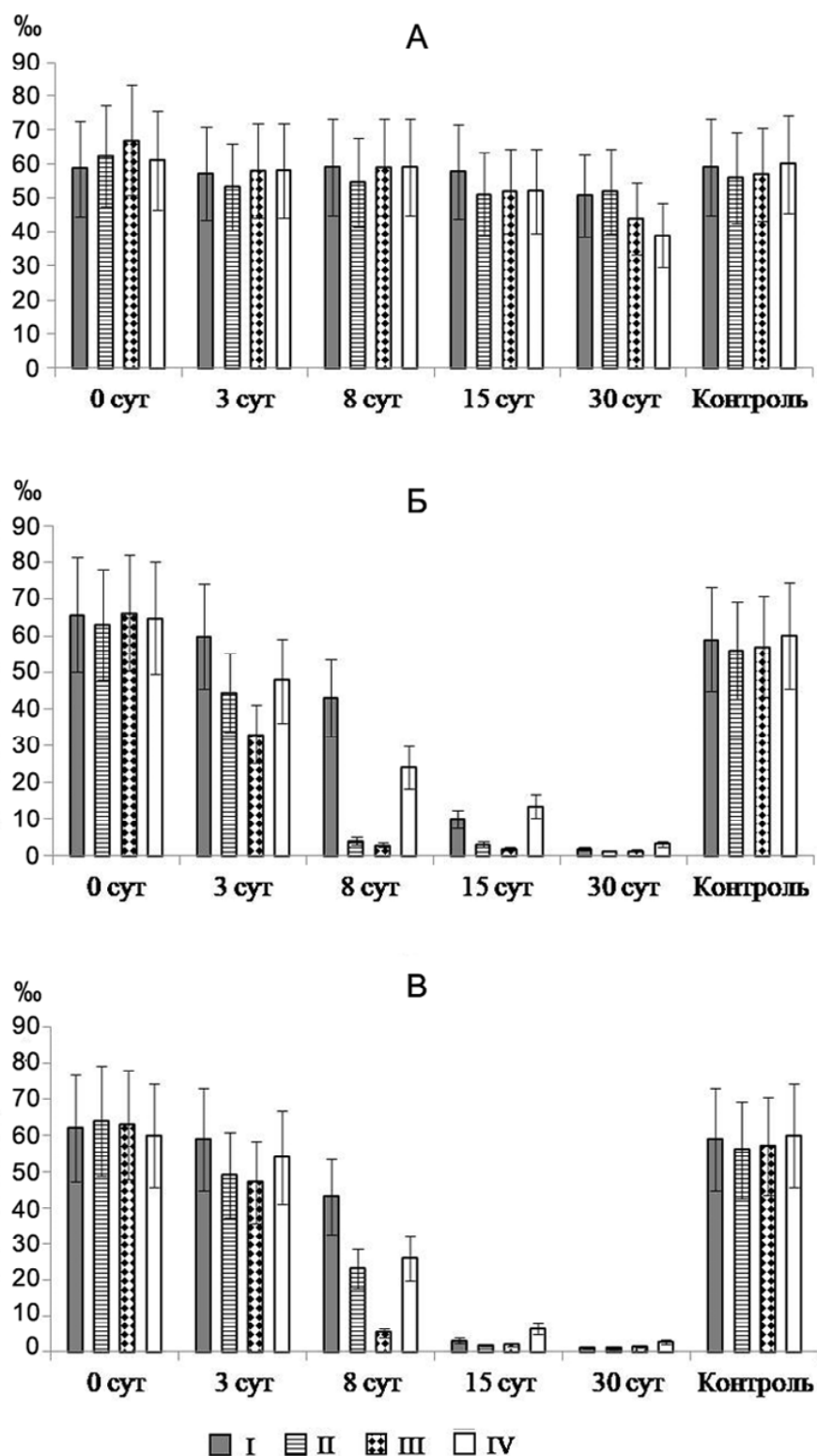


Рис. 1. Изменение суммарного содержания *n*-алканов при культивировании смеси штаммов микроорганизмов: А – изолированных из донных осадков Карского моря (№ 1); Б – из донных осадков оз. Байкал (№ 2); В – смесь № 1 и 2 на питательных средах с разной соленостью. Концентрация NaCl (г/л): I–30, II–15, III–7, IV–0

Fig. 1. Change in the total content of *n*-alkanes during the cultivation of a mixture with the strains of microorganisms: А – isolated from the bottom sediments of the Kara Sea (№ 1); Б – from the bottom sediments of the Baikal Lake (№ 2); В – mixture № 1 and № 2 on nutrient media with different salinity. Concentrations of NaCl (g/L): I–30, II–15, III–7, IV–0

ют о более интенсивном процессе окисления *n*-алканов ассоциацией байкальских бактерий. Следует отметить, что во всех сериях модельного эксперимента через 30 сут. культивирования количество ПАУ не изменялось, в том числе и доминирующих аренов – нафталинов и фенантронов. Это может быть обусловлено тем, что микроорганизмы наиболее легко разлагают *n*-алканы, затем изо-алканы и ароматические соединения [Michel, Hayes, 1999].

Аналогичная картина наблюдалась при совместном культивировании микроорганизмов, изолированных из донных осадков Карского моря и озера Байкал (рис. 1, В). Начало процесса конверсии *n*-алканов было зафиксировано на 8 сут. в экспериментальных флаконах, содержащих 7 или 15 г/л хлорида натрия. Необходимо отметить, что при культивировании бактериальной ассоциации № 3, результаты определения *n*-алканов в параллельных опытах отличались значительным разбросом от среднего значения конверсии алкановой фракции – от 0 до 90% (рис. 3), тогда как в сериях с ассоциациями микроорганизмов № 1 и 2 (рис. 1) полученные результаты характеризовались достаточно высокой сходимостью, относительное стандартное отклонение не превышает 17%. Отмеченный разброс результатов конверсии мог быть связан с антагонизмом в развитии микроорганизмов и, как следствие, торможения или ускорения процесса деградации *n*-алканов в зависимости от доминирова-

ния одного из микробных сообществ в среде культивирования. Очевидно, по этой причине не отмечен эффект синергизма в деградации нефти при совместном культивировании штаммов Карского моря и озера Байкал.

Наиболее распространенный механизм деструкции *n*-алканов прокариотами включает деградацию *alk*-системами. Установлено, что у 60% микроорганизмов наиболее часто выявляются алкангидроксилазы III группы (*alkB3*), обеспечивающие деградацию как короткоцепочечных, так длинноцепочечных *n*-алканов (имеющих более 20 атомов углерода в цепи) [Smits et al., 2002; van Beilen, Funhoff, 2007; Rojo, 2009; Piccolo et al., 2011]. Поэтому, для чистых культур микроорганизмов, используемых в эксперименте, проведен скрининг на наличие *alkB3* генов. Положительную ПЦР-реакцию с праймерами на *alk*-гены показали два штамма микроорганизмов, изолированные из донных осадков южной части Енисейского залива – штамм *Bacillus* sp. (Ар. 47–09) и *Aeromonas piscicola* (Ар. 46–09) и один штамм, изолированный из донных осадков оз. Байкал, отнесенный к роду *Rhodococcus* (BJC16-A50) (табл.).

Таким образом, в ассоциациях сообществ № 1 и 2 присутствовали штаммы, в геномах которых выявлены *alkB3* – гены, обеспечивающие деструкцию *n*-алканов в природных условиях. Можно предполагать, что более высокая активность штаммов байкальских микроорганизмов, выделенных из рай-

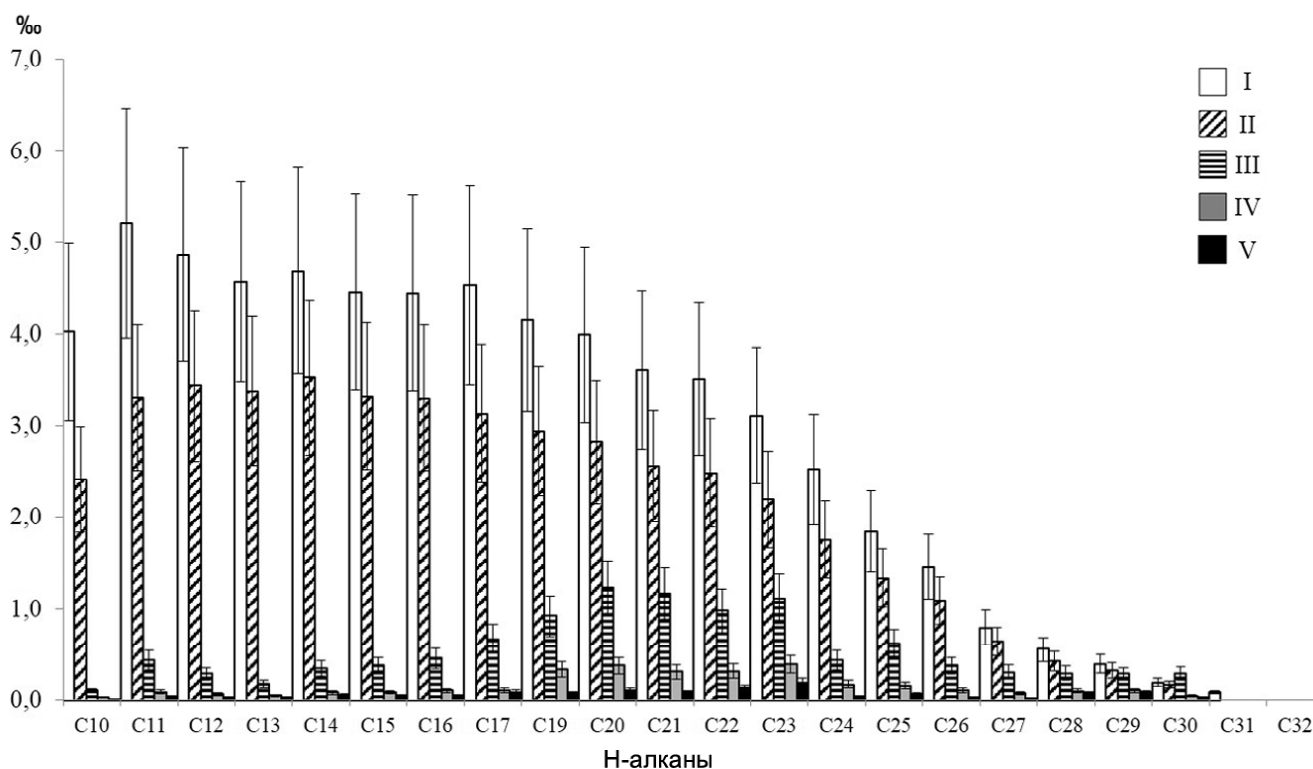


Рис. 2. Соотношение гомологов во фракции *n*-алканов при культивировании смеси штаммов микроорганизмов № 2 через: I–0 сут., II–3 сут., III–8 сут., IV–15 сут., V–30 сут. Концентрация NaCl 15 г/л

Fig. 2. The ratio of homologues in the fraction of *n*-alkanes during the cultivation of the strains mixture of microorganisms № 2 after: I–0 days, II–3 days, III–8 days, IV–15 days, V–30 days. Concentration of NaCl – 15 g/L

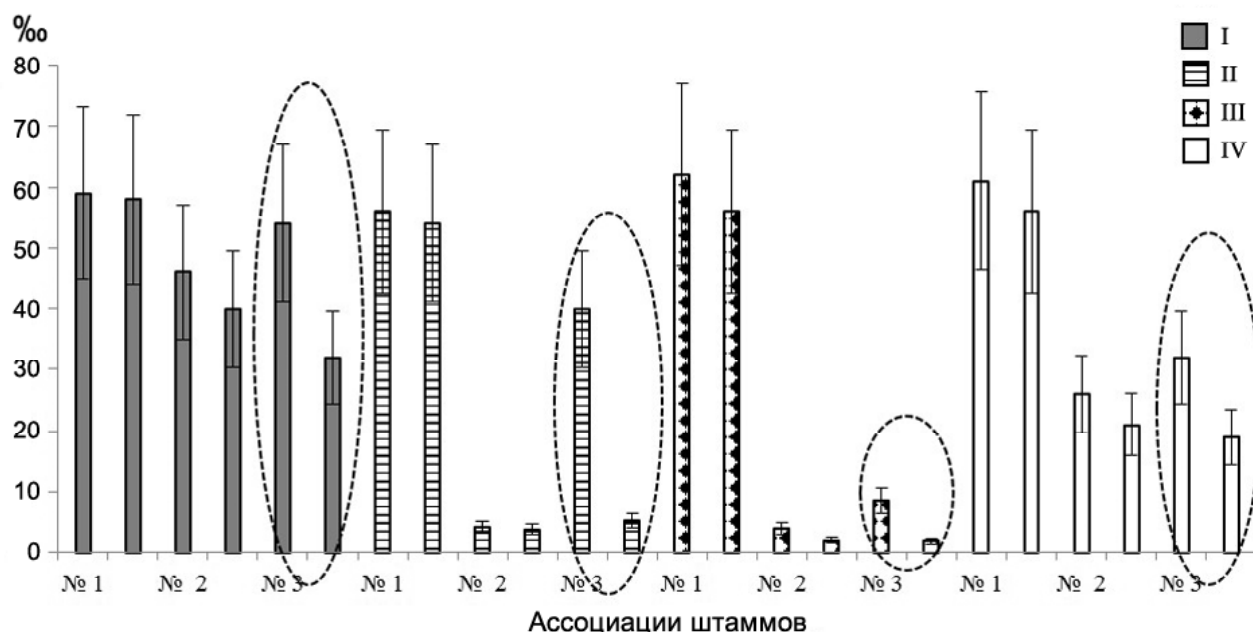


Рис. 3. Результаты определения суммарного содержания *n*-алканов в параллельных опытах через 8 сут. культивирования смеси штаммов № 1–3. Концентрация NaCl (г/л): I–30, II–15, III–7, IV–0. Овалом отмечены результаты определения в опытах со смесями штаммов № 3

Fig. 3. The total content of *n*-alkanes during the parallel experiments after 8 days of cultivation of the strains mixture № 1–3. NaCl concentrations (g/L): I–30, II–15, III–7, IV–0. The oval shows the results of the determination during the experiments with the mixtures of strains № 3

она естественного нефтепроявления, обеспечивается наличием в их геномах более широкого спектра генов, отвечающих за использование *n*-алканов. Аналогично галофильным прокариотическим популяциям [McGenity, 2010], способность деградиро-

вать углеводороды могла быть эволюционно закреплена в геномах байкальских микроорганизмов, обитающих в районе естественного выхода нефти. Вследствие геологических процессов нефть и продукты ее преобразования относятся к постоянным

Анализ штаммов чистых культур бактерий, выделенных из донных осадков шельфа Карского моря и оз. Байкал

Район выделения	№ станции	№ штамма	Длина, п. н.	Сходство, %	Ближайшая последовательность в NSBI и место ее выделения	ПЦР-анализ с праймерами на ген <i>alkB3</i>
Карское море						
Шельф Карского моря	Ст. 9	Ар. 16–09	1258	100	<i>Brevibacillus laterosporus</i> (DQ371289), Китай	–
		Ар. 46–09	1311	99	<i>Aeromonas piscicola</i> (HQ832417), коллекция типовых штаммов	+
Енисейский залив	Ст. 25	Ар. 47–09	1310	99	<i>Bacillus</i> sp. (EU308307), солеварня, Греция	+
		Ст. 26	Ар. 55–09	1262	99	<i>Plantibacter</i> sp. (AM396918), Антарктика
Озеро Байкал						
Грязевой вулкан «К-2»		Б–1	550	99	<i>Rhodococcus</i> sp. BJC16-A50 (JX483773), вечная мерзлота	–
		Б–15	550	99	<i>Rhodococcus</i> sp. BJC16-A50 (JX483773), вечная мерзлота	+
Нефтяной сип «Горевой Утес»		Б–11	550	99	<i>Microbacterium</i> sp. OSS 27 (EU124562), почва, загрязненная металлами	–
		Б–12	550	95	<i>Paenibacillus</i> sp. EWF52 (GU120640), почва с минеральными шпатами	–

компонентам экосистемы восточного побережья центральной котловины озера, образование которых произошло в олигоцен – миоцене [Конторович с соавт., 2007]. Метаболизм штаммов из Карского моря, скорее всего, ориентирован на другие субстраты, и, как следствие, они являются минорными участниками в процессах деструкции н-алканов нефти.

Экспериментальные исследования с природным бактериальным сообществом из района разлива нефти в 2010 г. в Мексиканском заливе свидетельствовали об определяющем влиянии температурного фактора на развитие и активность разных таксонов микроорганизмов – деструкторов углеводородов [Liu et al., 2017]. В нашем случае более низкая активность бактерий из Карского моря не может быть объяснена влиянием этого фактора, поскольку эксперимент проводился при температуре, приближенной к природным условиям исследованных водоемов.

Выводы:

– процесс биodeградации нефти наиболее интенсивно протекал под воздействием микроорганизмов, изолированных из донных осадков оз. Байкал. Более высокая углеводородокисляющая активность

байкальских микроорганизмов обусловлена постоянным присутствием нефти и продуктов ее преобразования в экосистеме восточного побережья центральной котловины озера;

– концентрация соли в диапазоне от 7,0 до 15 г/л оказывает положительное влияние на углеводородокисляющую активность микроорганизмов, изолированных из оз. Байкал. В то время как отсутствие NaCl в среде для культивирования или ее высокие концентрации вызывают замедление процесса конверсии н-алканов;

– штаммы микроорганизмов, выделенные из шельфа Карского моря, оказались менее активными деструкторами нефти по сравнению с байкальскими штаммами. С увеличением в среде концентрации NaCl процесс конверсии замедляется;

– при оценке эффективности микробных сообществ в процессах биоремедиации на шельфе Карского моря необходимо учитывать значительные флуктуации солености вод, которые определяются привносом пресных вод реками Обь и Енисей (от 3–5 PSU в районе о. Диксон, до 34 PSU в открытом море).

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0345–2016–0007 и Комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН II.1 № 0345–2018–0002.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас Байкала / Под ред. Г.И. Галазия. М.: Сибирское отделение АН СССР, Межведомственный совет программы «Сибирь», Федеральная служба геодезии и картографии, 1993. 160 с.
- Горишков А.Г., Маринайте И.И., Земская Т.И., Ходжер Т.В. Современный уровень нефтепродуктов в воде озера Байкал и его притоков // Химия в интересах устойчивого развития. 2010. Т. 18. С. 711–718.
- Грамберг И.С., Сороков Д.С., Супруненко О.И. Нефтегазовые ресурсы российского шельфа // Разведка и охрана недр. 1993. № 8. С. 8–11.
- Грамберг И.С., Супруненко О.И. Арктический шельф – будущее нефтегазовой промышленности России // Арктика на пороге третьего тысячелетия (ресурсный потенциал и проблемы экологии) / Под ред. И.С. Грамберга, Н.П. Лаверова СПб.: Наука, 2000. С. 133–144.
- Конторович А.Э., Каширцев В.А., Москвин В.И., Буриштейн Л.М., Земская Т.И., Костырева Е.А., Калмычков Г.В., Хлыстов О.М. Нефтегазоносность отложений оз. Байкал // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 12. С. 1346–1356.
- Мамаева Е.В., Галачьянц Ю.П., Хабудаев К.В., Петрова Д.П., Погодаева Т.В., Ходжер Т.В., Земская Т.И. Метагеномный анализ микробных сообществ донных осадков шельфа Карского моря и Енисейского залива // Микробиология. 2016. Т. 85. № 2. С. 187–198.
- Павлова О.Н., Земская Т.И., Горишков А.Г., Косторнова Т.Я., Хлыстов О.М., Парфенова В.В. Сравнительная характеристика микробных сообществ двух районов естественных нефтепроявлений озера Байкал // Изв. РАН. Сер. биол. 2008а. Т. 3. С. 333–340.
- Павлова О.Н., Земская Т.И., Горишков А.Г., Парфенова В.В., Суслова М.Ю., Хлыстов О.М. Исследование микробного сообщества озера Байкал в районе естественных нефтепроявлений // Прикладная биохимия и микробиология. 2008б. Т. 2. № 3. С. 319–323.
- Павлова О.Н., Ломакина А.В., Горишков А.Г., Суслова М.Ю., Лихошвай А.В., Земская Т.И. Микробные сообщества и их способность окислять п-алканы в районе разгрузки газонефтеосодержащих флюидов в Среднем Байкале (мыс Горевого Утес) // Изв. РАН. Сер. биол. 2012. Т. 5. С. 540–545.
- Погодаева Т.В., Земская Т.И., Голобокова Л.П., Хлыстов О.М., Минами Х., Сакагами Х. Особенности химического состава поровых вод донных отложений различных районов озера Байкал // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 11. С. 1144–1160.
- Atlas R.M. Effects of hydrocarbons on microorganisms and biodegradation in Arctic ecosystems in Petroleum Effects in the Arctic Environment / Ed. F.R. Engelhardt. UK, London: Elsevier, 1985. P. 63–99.
- Haines J.R., Kadkhodayan M., Mocny D.J., Jones C.A., Islam M., Venosa A.D. Effect of salinity, oil type, and incubation temperature on oil degradation. International symposium on in situ and on-site bioreclamation. USA: San Diego, 1993. P. 75–83.
- Harris R.F. Effect of water potential on microbial growth and activity / Eds J.F. Parr, W.R. Gardner, L.F. Elliott. Madison: Soil Science Society of America, 1981. P. 23–95.
- Hirsch R., Bezdek R., Wendling R. Peaking of world oil production and its mitigation // American Institute of Chemical Engineers Journal. 2006. V. 52. № 1. P. 1–7.
- Lane D.J. 16S/23S rRNA sequencing. Wiley: New York, 1991. P. 115–175.
- Liu J., Bacosa H.P., Liu Z. Potential environmental factors affecting oil-degrading bacterial populations in deep and surface waters of the Northern Gulf of Mexico // Front. Microbiol. 2017. V. 7. 2131 p.
- McGenity T.J. Halophilic hydrocarbon degraders / Ed. K.N. Timmis. Berlin: Springer-Verlag, 2010. P. 1939–1951.

McMillen S.J., Requejo A.G., Young G.N., Davis P.S., Cook P.D., Kerr J.M., Gray N.R. Bioremediation potential of crude oil spilled on soil / Eds. R.E. Hinchee, C.M. Vogel, F.J. Brockman. San Diego: Battelle Press, 1995. P. 91–99.

Michel J., Hayes M.O. Weathering patterns of oil residues eight years after the Exxon Valdez oil spill // *Mar. Poll. Bull.* 1999. V. 38. № 10. P. 855–863.

Piccolo L.L., Pasquale C.D., Fodale R., Puglia A.M., Quatrini P. Involvement of an alkane hydroxylase system of *Gordonia* sp. Strain SoCg in degradation of solidn-alkanes // *Appl. Environ. Microbiol.* 2011. V. 77. № 4. P. 1204–1213.

Rike A.G., Burresen M., Instanes A. Response of cold-adapted microbial populations in a permafrost profile to hydrocarbon contaminants // *Polar Record.* 2001. V. 37. № 202. P. 239–248.

Rochelle P.A. DNA extraction for 16S rRNA gene analysis to determine genetic diversity in deep sediment communities // *FEMS Microbiol. Lett.* 1992. V. 100. P. 59–66.

Rojo F. Degradation of alkanes by bacteria // *Environ. Microbiol.* 2009. V. 11. № 10. P. 2477–2490.

Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T. *Molecular Cloning*. New York: Cold Spring Harbor, 1989. 545 p.

Sei K., Mori K., Kohno T., Maki H. Development and application of PCR primers for monitoring alkane-degrading bacteria in seawater microcosm during crude oil degradation process // *Journal of Chemical Engineering of Japan.* 2003. V. 36. № 10. P. 1185–1193.

Smits T.H.M., Balada S.B., Witholt B., van Beilen J.B. Functional analysis of alkane hydroxylases from gram-negative and gram-positive bacteria // *J. Bacteriol.* 2002. V. 184. P. 1733–1742.

van Beilen J.B., Funhoff E.G. Alkane hydroxylases involved in microbial alkane degradation // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2007. V. 74. № 1. P. 13–21.

Walworth J., Braddock J.F., Woolard C. Nutrient and temperature interactions in bioremediation of cryic soils // *Cold Regions Science and Technology.* 2001. V. 32, № 2–3. P. 85–91.

Whyte L.G., Goalen B., Hawari J., Labbe D., Greer C.W., Nahir M. Bioremediation treatability assessment of hydrocarbon-contaminated soils from Eureka, Nunavut // *Cold Reg. Sci. Technol.* 2001. V. 32. P. 121–132.

Поступила в редакцию 26.02.2018

Принята к публикации 20.07.2018

**E.V. Mamaeva¹, P.S. Gubarev², A.G. Gorshkov³,
O.N. Pavlova⁴, M.Yu. Suslova⁵, O.N. Izosimova⁶,
T.V. Khodzher⁷, T.I. Zemskaya⁸**

OIL DEGRADATION BY BACTERIA ISOLATED FROM BOTTOM SEDIMENTS OF THE KARA SEA SHELF AND THE BAIKAL LAKE

The activity of microorganisms isolated from the bottom sediments of the Kara Sea shelf and Lake Baikal in the process of oil degradation was evaluated in a model experiment. Under low temperature (+10°C) and mineralization from 0 to 30 g/L (sodium chloride) the reduced conversion of *n*-alkanes in the cultivation of bacteria from the Kara Sea (less than 30%) and higher activity of Baikal microorganisms community (conversion up to 95%) were revealed. The response of bacterial communities to the change in the mineralization of the medium is selective: nonsignificant result of the influence on *n*-alkanes degradation in the cultivation of the Kara Sea strains, and a sharp acceleration of conversion of the oil alkane fraction in the cultivation of Baikal microorganisms under 7,0 to 15 g/L of sodium chloride in the medium. The effect of synergism during oil degradation under conditions of co-cultivation of the strains from Lake Baikal and the Kara Sea is inappreciable.

Key words: oil-oxidizing microorganisms, the Kara Sea, the Baikal Lake, *n*-alkanes, oil.

Acknowledgements. The study was carried out under the state research theme 0345–2016–0007 and the Complex Program of Basic Research of the SB RAS II.1 № 0345–2018–0002.

¹ Limnological Institute SB RAS, Laboratory of Hydrocarbon Microbiology, Scientific Researcher, PhD. in Biology; *e-mail*: vaynilllka@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Nature Management, student, *e-mail*: gubarevps@gmail.com

³ Limnological Institute SB RAS, Laboratory of Chromatography, Associate Professor, Head of the Laboratory, PhD. in Chemistry; *e-mail*: gorshkov_ag@gmail.com

⁴ Limnological Institute SB RAS, Laboratory of Hydrocarbon Microbiology, Senior Scientific Researcher, PhD. in Biology; *e-mail*: pavlova@lin.irk.ru

⁵ Limnological Institute SB RAS, Laboratory of Aquatic Microbiology, Senior Scientific Researcher, PhD. in Biology; *e-mail*: suslova@lin.irk.ru

⁶ Limnological Institute SB RAS, Laboratory of Chromatography, post-graduate student; *e-mail*: smileoc@mail.ru

⁷ Limnological Institute SB RAS, Laboratory of Hydrochemistry and Atmosphere Chemistry, Professor, Head of the Laboratory, D.Sc. in Chemistry; *e-mail*: khodzher@lin.irk.ru

⁸ Limnological Institute SB RAS, Laboratory of Hydrocarbon Microbiology, Head of the Laboratory, D.Sc. in Biology; *e-mail*: tzema@lin.irk.ru

REFERENCES

- Atlas Bajkala [Atlas of the Baikal Lake] / Pod red. G.I. Galaziya. Moskva: Sibirskoe otdelenie AN SSSR, Mezhdovedstvennyj sovet programmy «Sibir», Federal'naya sluzhba geodezii i kartografii, 1993. 160 c. (in Russian).
- Atlas R.M.* Effects of hydrocarbons on microorganisms and biodegradation in Arctic ecosystems in Petroleum Effects in the Arctic Environment / Ed. F.R. Engelhardt. UK, London: Elsevier, 1985. P. 63–99.
- Gorshkov A.G., Marinayte I.I., Zemskaya T.I., Khodzher T.V.* Sovremennyy uroven' nefteproduktov v vode ozera Bajkal i ego pritokov [Actual concentrations of oil products in water of the Baikal Lake and its tributaries] // Himiya v interesah ustojchivogo razvitiya. 2010. V. 18. P. 711–718 (in Russian).
- Gramberg I.S.* Arkticheskij shel'f – budushchee neftegazovoj promyshlennosti Rossii [The Arctic shelf as a future of the oil and gas industry of Russia] / I.S. Gramberg, O.I. Suprunenko // Arktika na poroge tret'ego tysyacheletiya (resursnyj potencial i problemy ehkologii). SPb.: Nauka, 2000. P. 133–144 (in Russian).
- Gramberg I.S., Sorokov D.S., Suprunenko O.I.* Neftegazovye resursy Rossijskogo shel'fa [Oil and gas resources of the Russian shelf] // Prospect and protection of mineral resources. 1993. № 8. P. 8–11 (in Russian).
- Haines J.R., Kadkhodayan M., Mocsny D.J., Jones C.A., Islam M., Venosa A.D.* Effect of salinity, oil type, and incubation temperature on oil degradation. International symposium on in situ and on-site bioreclamation. USA: San Diego, 1993. P. 75–83.
- Harris R.F.* Effect of water potential on microbial growth and activity / Eds J.F. Parr, W.R. Gardner, L.F. Elliott. Madison: Soil Science Society of America, 1981. P. 23–95.
- Hirsch R., Bezdek R., Wendling R.* Peaking of world oil production and its mitigation // American Institute of Chemical Engineers Journal. 2006. V. 52. № 1. P. 1–7.
- Kontorovich A.E., Kashirtsev V.A., Moskvina V.I., Burshtein L.M., Zemskaya T.I., Kostyreva E.A., Kalmychikov G.V., Khlystov O.M.* Neftegazonosnost otlozhenij ozera Bajkal [Petroleum potential of the Baikal Lake] // Russian Geol. Geophys. 2007. V. 48. P. 1046–1053 (in Russian).
- Lane D.J.* 16S/23S rRNA sequencing. Wiley: New York, 1991. P. 115–175.
- Liu J., Bacosa H.P., Liu Z.* Potential environmental factors affecting oil-degrading bacterial populations in deep and surface waters of the Northern Gulf of Mexico // Front. Microbiol. 2017. V. 7. 2131 p.
- Mamaeva E.V., Galach'yants Y.P., Khabudaev K.V., Petrova D.P., Pogodaeva T.V., Khodzher T.B., Zemskaya T.I.* Metagenomnyj analiz mikrobialnyh soobschestv donnyh osadkov shelfa Karskogo moraya i Enisejskogo zaliva [Metagenomic analysis of microbial communities of bottom sediments of the Kara Sea Shelf and the Yenisei Bay] // Microbiology. 2016. V. 85. № 2. P. 187–198 (in Russian).
- McGenity T.J.* Halophilic hydrocarbon degraders / Ed. K.N. Timmis. Berlin: Springer-Verlag, 2010. P. 1939–1951.
- McMillen S.J., Requejo A.G., Young G.N., Davis P.S., Cook P.D., Kerr J.M., Gray N.R.* Bioremediation potential of crude oil spilled on soil / Eds. R.E. Hinchee, C.M. Vogel, F.J. Brockman. San Diego: Battelle Press, 1995. P. 91–99.
- Michel J., Hayes M.O.* Weathering patterns of oil residues eight years after the Exxon Valdez oil spill // Mar. Poll. Bull. 1999. V. 38. № 10. P. 855–863.
- Pavlova O.N., Lomakina A.V., Gorshkov A.G., Suslova M.Y., Likhoshvai A.V., Zemskaya T.I.* Mikrobnnye soobschestva i ih sposobnost okislyat n-alkany v rajone razgruzki gazoneftesoderzhashchih fluidov v Srednem Baikale (mys Gorevoj Utes) [Microbial communities and their ability to oxidize n-alkanes in the area of release of gas- and oil-containing fluids in mid-Baikal (Cape Gorevoi Utes)] // Biol. Bull. 2012. V. 39. № 5. P. 458–463 (in Russian).
- Pavlova O.N., Zemskaya T.I., Gorshkov A.G., Kostornova T.Y., Parfenova V.V.* Sravnitel'naya harakteristika mikrobnyh soobschestv dvuh rajonov estestvennyh nefteproyavlenij ozera Bajkal [Comparative characterization of microbial communities in two regions of natural oil seepage in the Baikal Lake] // Biol. Bull. 2008a. V. 35. № 3. P. 287–293 (in Russian).
- Pavlova O.N., Zemskaya T.I., Gorshkov A.G., Parfenova V.V., Suslova M.Y., Khlystov O.M.* Issledovanie mikrobnogo soobschestva ozera Bajkal v rajone estestvennyh nefteproyavlenij [Study on the Lake Baikal microbial community in the areas of the natural oil seeps] // Appl. Biochem. Microbiol. 2008b. V. 44. № 3. P. 287–291 (in Russian).
- Piccolo L.L., Pasquale C.D., Fodale R., Puglia A.M., Quatrini P.* Involvement of an alkane hydroxylase system of *Gordonia* sp. Strain SoCg in degradation of solidn-alkanes // Appl. Environ. Microbiol. 2011. V. 77. № 4. P. 1204–1213.
- Pogodaeva T.V., Zemskaya T.I., Golobokova L.P., Khlystov O.M., Minami H., Sakagami H.* Osobennosti himicheskogo sostava porovyh vod donnyh otlozhenij razlichnyh rajonov ozera Bajkal [Specific features of the chemical composition of pore waters of bottom sediments in different Baikal basins] // Russ. Geol. Geophys. 2007. V. 48. P. 886–900 (in Russian).
- Rike A.G., Burresen M., Instanes A.* Response of cold-adapted microbial populations in a permafrost profile to hydrocarbon contaminants // Polar Record. 2001. V. 37. № 202. P. 239–248.
- Rochelle P.A.* DNA extraction for 16S rRNA gene analysis to determine genetic diversity in deep sediment communities // FEMS Microbiol. Lett. 1992. V. 100. P. 59–66.
- Rojo F.* Degradation of alkanes by bacteria // Environ. Microbiol. 2009. V. 11. № 10. P. 2477–2490.
- Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T.* Molecular Cloning. New York: Cold Spring Harbor, 1989. 545 p.
- Sei K., Mori K., Kohno T., Maki H.* Development and application of PCR primers for monitoring alkane-degrading bacteria in seawater microcosm during crude oil degradation process // Journal of Chemical Engineering of Japan. 2003. V. 36. № 10. P. 1185–1193.
- Smits T.H.M., Balada S.B., Witholt B., van Beilen J.B.* Functional analysis of alkane hydroxylases from gram-negative and gram-positive bacteria // J. Bacteriol. 2002. V. 184. P. 1733–1742.
- van Beilen J.B., Funhoff E.G.* Alkane hydroxylases involved in microbial alkane degradation // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2007. V. 74. № 1. P. 13–21.
- Walworth J., Braddock J.F., Wooldard C.* Nutrient and temperature interactions in bioremediation of cryic soils // Cold Regions Science and Technology. 2001. V. 32. № 2–3. P. 85–91.
- Whyte L.G., Goalen B., Hawari J., Labbe D., Greer C.W., Nahir M.* Bioremediation treatability assessment of hydrocarbon-contaminated soils from Eureka, Nunavut // Cold Reg. Sci. Technol. 2001. V. 32. P. 121–132.

Received 26.02.2018

Accepted 20.07.2018

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 314.92

О.Е. Васильева¹, В.С. Удовенко²СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ «ВКОНТАКТЕ»

Проанализированы основные демографические показатели нескольких сельских поселений Ленинградской области с помощью данных, представленных в группах этих сельских поселений в социальной сети «ВКонтакте». На основе полученной статистической информации дана характеристика пространственной активности населения, в том числе мобильности группы жителей изучаемых населенных пунктов, являющихся участниками социальной сети.

Ключевые слова: сельский населенный пункт, город, социальная сеть, местожительство, мобильность населения.

Введение. В настоящее время мобильность населения играет значимую роль для развития общества. Возвратные миграции населения формируют особые виды взаимодействия в сельско-городском сообществе, а понятие «дача» приобретает новое значение. В России в среднем более 40% горожан являются дачниками, что в 8 раз превышает данный показатель в США [Между домом ..., с. 285]. Это подтверждает, что вопросы передвижения населения и позиционирования себя в системе село–город для нашей страны представляются особенно важными. Многие иностранные и отечественные ученые различных научных направлений, таких как социология, география, экономика и др. занимаются исследованиями связи городского и сельского образа жизни. Например, К. Линч выделил 5 основных типов сельско-городских связей для стран третьего мира с учетом прямого и обратного влияния села и города друг на друга. Дж. Урри в своих последних работах рассматривает влияние прогрессивных технологий на мобильность населения (в частности, развитие социальных сетей в Интернет пространстве). Среди отечественных авторов, занимающихся проблемами маятниковой миграции населения, можно отметить А.Г. Махрову, П.Л. Кириллова, Н.Г. Чевтаеву, Э.В. Егунова, Е.С. Мальцеву. Вопросы мобильности населения, в том числе дачников, рассматривали Т.Г. Нефедова, А.И. Алексеев, К.И. Дельва, М.Д. Усова, А.И. Трейвиш, О.Ю. Малинова-Тзияфета и др. Интересным также представляются работы по пространственным аспектам функционирования сельско-городского континуума А.И. Трейвиша. Пионером среди отечественных исследователей, применившим социальные сети для изучения «виртуального населения» нашей страны, в частности миграционных процессов, является Н.Ю. Замятина (2013, 2018 гг.). Про-

ект «Виртуальное население России», автором идеи которого она является, содержит большую информационную базу для исследования гендерных, возрастных и территориальных различий в использовании крупнейшей в стране социальной сети «ВКонтакте». Новшеством в мировой практике служит масштабный опыт исследования территориальной привязки социальных сетей, которое открывает возможности для более подробного рассмотрения виртуальной среды.

Изучение населения, совершающего маятниковые миграции, требует применения самых разных методов и подходов. В качестве дополнения или, в определенных случаях, корректировки сведений официальной статистики по населенным пунктам, одним из современных подходов может быть обзор социальных сетей. Их ресурсы содержат достаточный объем информации, чтобы сделать анализ и дать социально-демографическую характеристику населению.

Сейчас социальные сети используются как городскими, так и сельскими жителями. В пространствах социальных сетей с каждым днем появляется все больше и больше разнообразных сообществ или групп населенных пунктов. Группы могут формироваться в виде публичных страниц с открытой информацией для всех пользователей социальной сети или закрытых сообществ, сформированных только для пользования определенными людьми. Функции некоторых социальных сетей, в частности «ВКонтакте», предусматривают обзор и обработку основной информации по участникам таких групп или публичных страниц, что может использоваться для характеристики некоторых социально-демографических показателей (возраст, пол, уровень образования, местожительство и т. д.).

Целью данного исследования является выявление особенностей мобильности и миграционной ак-

¹ Российский государственный педагогический университет имени А.М. Герцена, географический факультет, кафедра экономической географии, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: vasilyeva.o.e@gmail.com

² Российский государственный педагогический университет имени А.М. Герцена, географический факультет, кафедра экономической географии, студент; e-mail: uvsv@ya.ru

тивности жителей сельских населенных пунктов, находящихся в равном удалении от Санкт-Петербурга, посредством анализа групп сельских поселений социальной сети «ВКонтакте».

Материалы и методы исследования. Для исследования было выбрано 3 сельских населенных пункта Ленинградской области, расположенных примерно на одинаковом расстоянии от Санкт-Петербурга (в радиусе 114–117 км от центра до центра), с одинаковой транспортной доступностью (электричка и автобус – 3 часа), но в разных направлениях от него: деревня Ям-Тесово (Лужский район) – Рижско-Витебского, поселок Мельниково (Выборгский район) – Приозерско-Финского и деревня Иссад (Волховский район) – Мурманско-Вологодского направлений. Каждый из них является административным центром одноименного сельского поселения и имеет примерно одинаковую численность населения (от 1200 до 1700 человек) (табл. 1).

Представляется интересным рассмотрение особенностей мобильности населения сельских поселений одинакового типа с примерно равной численностью населения и одинаковой транспортной доступностью до центра Санкт-Петербургской агломерации, но находящихся в разных направлениях от него. Источниками для проведения анализа демографических показателей рассматриваемых сельских поселений являются самые крупные и активные группы социальной сети «ВКонтакте»: для деревни Ям-Тесово – <https://vk.com/yamtesovo>, поселка Мельниково – <https://vk.com/club148581>, деревни Иссад – <https://vk.com/club1642690>. Все полученные

данные обработаны при помощи инструментов, предоставленных платформой сайта <https://segmento-target.ru/>. Картографический материал составлен в программе Mapinfo 12, скорректирован в программе PhotoshopCC.

Результаты исследования и обсуждение. Каждый рассматриваемый сельский населенный пункт имеет в среднем от 10 до 20 собственных групп в социальной сети, которые можно подразделить по цели использования: 1) информационный портал сельского поселения (как правило, это самая многочисленная группа, где освещаются актуальные новости из жизни поселения, представлена его история, обсуждаются проблемы села и пр.); 2) услуги местному населению (объявления о работе, продаже товаров, ремонтных работах в поселке и пр.); 3) малые закрытые группы выпусков школ, домов культуры, некоторых предприятий или спортивных объектов, расположенных в населенных пунктах (табл.). Администраторами первой категории групп являются 40–55 летние местные жители, занимающие административные должности в сельском поселении, или работники социальной сферы. Молодые люди до 30 лет, как правило, курируют небольшие тематические группы. Среди участников групп можно выделить: 1) местных жителей; 2) людей, проживающих в других населенных пунктах, для которых изучаемые сельские населенные пункты являются «малой Родиной»; 3) гостей поселка (друзей, коллег, однокурсников местных жителей).

По данным таблицы видно, что в 2017 году 20% участников группы Ям-Тесово были более актив-

Основные параметры, характеризующие транспортную доступность рассматриваемых сельских населенных пунктов и социальные показатели групп в социальной сети

Показатель	Ям-Тесово	Иссад	Мельниково
Население, чел.	1643	1195	1700
Является административным центром	Да		
Расстояние до г. Санкт-Петербург на авто, км (яндекс карты)	196	126	140
Время в пути на общественном транспорте до г. Санкт-Петербург	около трех часов (электричка + автобус)		
Указали в соцсети поселение как место проживания	269	277	330
в том числе, в % от численности его населения	16,4	23,2	19,4
Количество групп в соцсети	13+	14+	10+
Группа			
Количество участников самой крупной группы	1905	423	416
Пол, женский/мужской, %	65,3/34,7	59,5/40,5	60,8/39,2
Самый распространенный возраст в группе согласно статистике группы	30	37	32
% участников трудоспособного возраста в самой крупной группе	80,3	88,9	92,7
Количество постов в группах в 2017 г.	1622	44	18
Возможность предложить новость	+	–	–

Источник: Социальные группы населенных пунктов: Ям-Тесово, Иссад, Мельниково, Росстат.

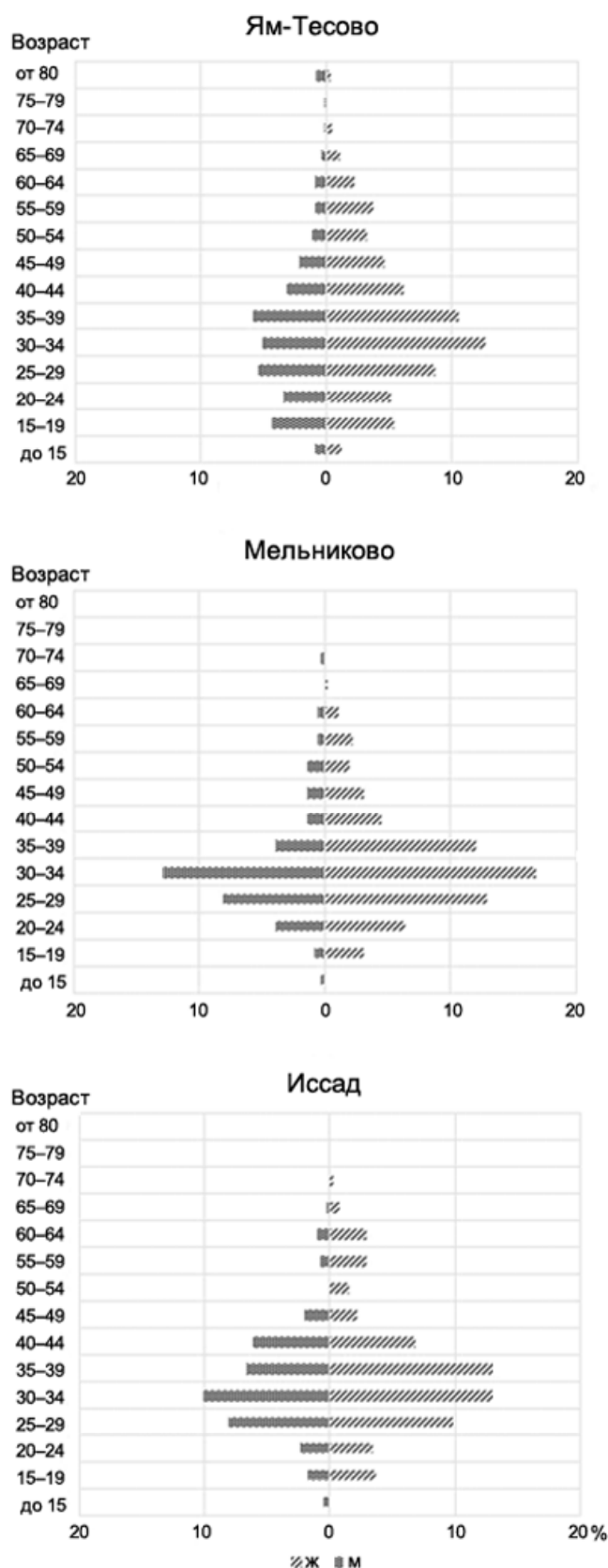


Рис. 1. Половозрастная структура участников групп социальной сети «ВКонтакте» сельских поселений Ям-Тесово, Иссад и Мельниково

Fig. 1. Age and sex structure of participants of the groups of Yam-Tesovo, Issad and Melnikovo rural municipalities in «VKontakte» social network

ными против приблизительно 1% в других группах. Кроме того, в группе д. Ям-Тесово 180 человек (почти 10% от числа участников) являются друзьями более чем для 100 других участников группы. Это говорит о достаточно высоком уровне знакомств среди участников и частом их общении.

Среди участников групп самые тесные родственные связи имеются у группы д. Иссад. Именно здесь наблюдается самое большое количество участников, являющихся семейными парами (7,1%) и родственниками (42,5%) друг для друга. Тем не менее, меньше всего таких связей не в д. Ям-Тесово, что было бы закономерно при разнице в количестве участников в группе, а в сообществе п. Мельниково (оба показателя практически в 2 раза меньше аналогичных показателей для д. Иссад). Такие данные свидетельствуют о том, что группа Мельниково в целом мало известна и не популярна для поселка, или же внешние взаимодействия с односельчанами находятся на низком уровне.

У каждой рассматриваемой группы сельских поселений минимум 2–3 администратора, но только в группе д. Ям-Тесово они активны, чем можно объяснить и всю активность группы и села – 100% постов в группе выкладывают именно администраторы, что сказывается и на количестве постов. В группе д. Иссад только 8 постов (18% от общего числа) за 2017 г. сделали руководители групп. Администраторы группы п. Мельниково и вовсе забросили группу и за 2017 г. не сделали ни одного поста. Участникам остается уйти в фотоальбомы и делиться фотографиями друг с другом. Открытость подобных групп и активное вовлечение участников этих групп в онлайн общение дают возможность укреплять дружеские связи и в реальной жизни, а также позволяют жителям совместно решать некоторые вопросы населенного пункта.

Согласно проведенному анонимному опросу, наиболее активными членами группы Ям-Тесово являются постоянные жители д. Ям-Тесово, нежели жители других населенных пунктов, несмотря на количественное превосходство последних. Опрос был открыт для всех, но мы получили ответы только 41,5% участников группы, проживающих в деревне постоянно, в то время как по статистике данной группы в качестве своего местожительства деревня указана лишь у 8,8% членов сообщества. Так же по опросу было выявлено, что примерно 50% участников, проживая в деревне постоянно, не указывают ее в качестве своего местожительства. В результате, видна вполне закономерная картина, что жители населенного пункта больше интересуются его жизнью, нежели те, кто проживают за его пределами.

Половозрастные диаграммы участников рассматриваемых групп, составленные по открытой информации сети «ВКонтакте», показывают, что большая часть участников во всех трех группах – женщины (61–65%), средний возраст – 30–34 года (рис. 1). Это достаточно сильно отличается со средними значениями данных показателей по муниципальным районам рассматриваемых деревень (47–

48% женщины и 18–29 преобладающий возраст согласно portalу «Виртуальное население России» [<http://webcensus.ru/vmap/пол-и-возраст/>]).

Более равномерное распределение членов группы по возрасту наблюдается в д. Ям-Тесово, наиболее контрастную картину с заметным преобладанием лиц от 25 до 40 лет можно наблюдать в группе Мельниково. Это можно объяснить тем, что группа Мельниково является закрытой, – администратор сам решает, кого принимать в сообщество, вследствие чего картина половозрастного состава становится ближе к данным портала «Виртуальное население России». Кроме того, в сравнении с другими группами, в сообществе Ям-Тесово все более открыто и многоинформативно с точки зрения наполняемости постов. По официальным данным переписи населения за 2010 г., в д. Иссад доля женщин составляла 52%, в Ям-Тесово – 55%, а в Мельниково – 57,5%. На рис. 1 мы видим схожую картину – доля участниц женского пола представлена больше в группе п. Мельниково, а менее – в Ям-Тесово.

Миграционная активность участников групп рассматривалась с учетом открытой информации о месте жительства. К сожалению, в соцсети не предусмотрено указывать место рождения участников, но онлайн опросы в группах могут позволить отразить более полную информацию о мобильности жителей рассматриваемых поселений. Нами был проведен анонимный опрос участников групп, в котором предусматривался ответ на вопрос о своем месте рождения. К сожалению, активность в ответах проявили только участники группы Ям-Тесово (рис. 2). По результатам опроса участников группы, большинство родилось в п. Ям-Тесово, но также отмечается значительное количество родившихся в Санкт-Петербурге и г. Луга. Вероятнее всего, это участники из категории дачников, которые приезжают в Ям-Тесово на летний сезон, а также потомки жителей поселка, рожденные и проживающие за пределами сельского поселения.

В графе «местожительство» большинство участников всех групп отметило г. Санкт-Петербург (Ям-Тесово – 59%, Мельниково – 60%, Иссад – 43%). Доля лиц, указавших родной поселок в качестве своего местожительства, больше в д. Иссад (20%), в Мельниково (15%) и Ям-Тесово (9%) (рис. 3). Деревня Иссад расположена в 3 км от г. Новая Ладога и в 15 км от г. Волхов, в то время как от Мельниково до ближайшего г. Приозерск – 30 км, от д. Ям-Тесово до Луги – 40 км. Такое соотношение по транспортной доступности к ближайшим городам объясняет размывание населения д. Иссад на соседние территории, в отличие от Мельниково и Ям-Тесово, которые сами являются центрами притяжения населения более мелких соседних сельских поселений.

По дороге к Санкт-Петербургу от д. Иссад и от п. Мельниково городов нет, а от д. Ям-Тесово – Луга и Гатчина. Данные различия влияют на внешнее взаимодействие жителей сел с населенными пунктами благодаря близости двух некрупных городов. Это проявляется и в большем разнообразии участников в группе Ям-Тесово из разных населенных пунктов, большим количеством направлений дружественных связей.

Самая высокая мобильность населения, исходя из данных об указанном местожительстве участников сообществ в социальной сети, наблюдается в северном направлении, включая п. Мельниково (рис. 3). Это подтверждает процентное соотношение участников группы, указавших в качестве своего местожительства рассматриваемый сельский населенный пункт. Чем данный процент был меньше, тем соответственно больше был процент проживающих в городах. Следовательно, участники, проживающие в городах, связаны с селом были по иным причинам – имеют в селе дачу, приезжают туда к родственникам или друзьям. Из этого можно сделать вывод, что в данном населенном пункте доля мобильного населения несколько больше, чем в дру-

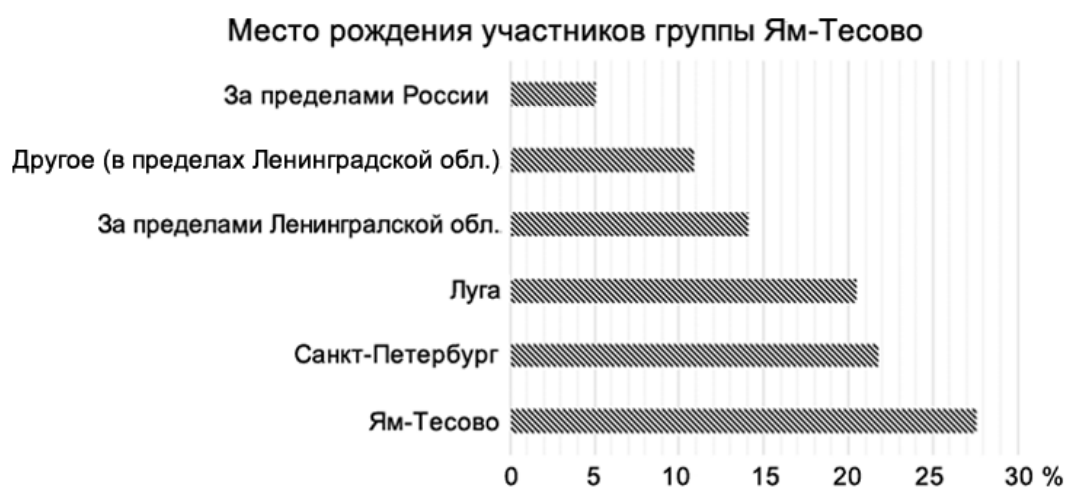


Рис. 2. Результаты онлайн опроса участников группы Ям-Тесово

Fig. 2. Results of on-line querying of the participants of the Yam_Tesovo group

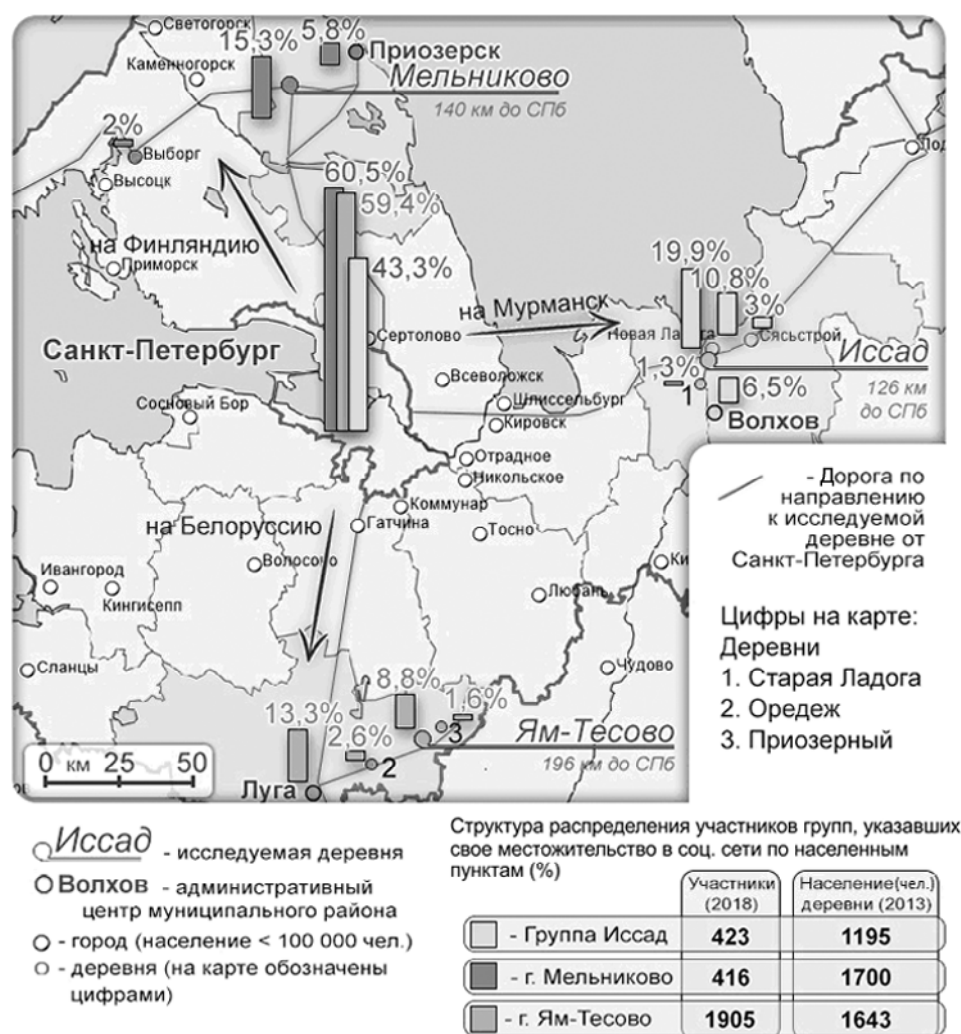


Рис. 3. Основные направления и распределение участников групп, указавших свое местожительство в социальной сети по населенным пунктам (столбчатые диаграммы отображены для населенных пунктов, которые были указаны в качестве местожительства более чем для 1% участников конкретного сообщества исследуемой деревни)

Fig. 3. Main directions and distribution of the participants of the groups, who indicated the place of living in the social network, by the settlements (bar charts are for those settlements which were indicated by more than 1% of participants of the group from the village under study)

гих рассматриваемых селах. Официальная статистика по миграции населения рассматриваемых сельских поселений имеет схожие черты с данными, полученными при обработке информации из социальной сети. С 2012 по 2016 гг. по количеству прибывших мигрантов лидирует п. Мельниково (627 чел.) против д. Ям-Тесово (540 чел.) и д. Иссад (360 чел.). В Мельниково наблюдается и самый большой процент международных мигрантов (38%), тогда как в Иссаде и Ям-Тесово этот показатель не достигает и 20%. Одной из главных причин такой миграционной активности в п. Мельниково, на наш взгляд, является наличие большого количества дач у жителей г. Санкт-Петербург в Выборгском и Приозерском районах ввиду широко развитого рекреационного потенциала территории, а также близости русско-финской границы.

По результатам анализа статистических данных всех трех групп соцсети выяснилось, что наименьшие коммуникационные связи с г. Санкт-Петербургом

у жителей д. Иссад. Этому может способствовать то, что вблизи д. Иссад находятся города Сясьстрой, Волхов, Новая Ладога и деревня Старая Ладога. С их жителями у населения д. Иссада наблюдаются более тесные связи (прежде всего, в ближайших городах работает часть населения д. Иссада). Кроме того, восточное направление области является менее популярным направлением для дачников в сравнении с направлениями на юг и север.

На основе анализа местожительства, указанного в социальной сети участниками рассматриваемых сообществ, результаты которого отображены на рис. 3, можно сделать вывод, что у жителей исследуемых сельских населенных пунктов преобладают дружественные связи с жителями соседних сел и ближайших городов в радиусе 30 км; кроме того подавляющая доля дружественных связей наблюдается с центром ближайшей агломерации, – Санкт-Петербургом. В качестве значимых населенных пунктов для рассматриваемых деревень были

выбраны такие села и города, которые были указаны более чем 1% участников рассматриваемых групп в качестве своего местожительства. Таким образом, если сравнить 5 дружественных населенных пунктов для жителей д. Иссад Волховского района с пятью дружественными регионами для самого Волховского района (по данным <http://webcensus.ru/vmap/дружба-регионов/>), то мы увидим, что радиус распространения дружественных связей для деревни в значительной степени меньше радиуса таких связей для района, в котором она находится.

С развитием социальных сетей, активным использованием их в качестве платформы для нахождения новых знакомых, друзей, спутников жизни привело не только к расширению радиуса взаимодействия жителей населенных пунктов, но и к изменению структуры образующихся семей. К примеру, до развития виртуальных средств общения браки в основном заключались между жителями населенного пункта или соседствующих ему (крайне редко, когда житель села мог жениться или выйти замуж за жителя столицы или другого государства). Сегодня, благодаря возможностям общения и знакомства через социальные сети, молодые люди находят свою пару и за пределами своего государства. Этому также есть подтверждение в рассматриваемых группах, среди участниц которых есть те, которые после вступления в брак с иностранцами сменили гражданство. Любопытно то, что несмотря на расстояния, такие участники проявляют заметную активность в группе (то есть удаленно стараются поддерживать связи с «малой Родиной»). Например, администратор группы д. Иссад в 2017 г. переехал в Италию по причине смены семейного статуса, но продолжает участвовать в жизни села посредством социальной сети).

С одним из администраторов группы п. Мельниково было проведено онлайн-интервью во «ВКонтакте» для выявления особенностей взаимодействия постоянных жителей села и дачников, чтобы изучить их количественный состав и понять «чем живет» село, как оно изменилось за последние 20 лет. Из жизни села респондент выделил, что в сезон население поселка увеличивается раза в 3–4. Общение с односельчанами происходит по интересам и необходимости. Иногда это пересекается, но в последние годы необходимость превалирует. В Петербурге с бывшими односельчанами не встречались, да и не знаем таких, изредка перезванивались с дачниками. У дачников занятия разнообразные, кроме «ничего неделанья». В том числе и огород, и рыбалка, и сбор грибов и ягод, и многое другое. Стаж тоже разный, подозреваю, что с 1948-го по 1989-й я являлся самым старым дачником Мельниково, пока не покинул город окончательно. За 50 лет Мельниково изменилось до неузнаваемости. Особенно радикальные перемены произошли за последние 20 лет. Как иногда я говорю: «Я уехал от цивилизации, но она меня догнала и весьма быстро». Из «медвежьего угла», как называли местность 50 лет назад, превратилась в обычный дачный поселок с необходимой инфраструктурой для круглогодичного пре-

бывания, в отличие от «садоводств» и прочих изобретений советской поры». Респондент подтверждает мысль о том, что городской стиль жизни с дачниками видоизменяет традиционный сельский уклад жизни, происходит трансформация села в новую категорию «полуглубинки», «полупригорода» [Тревиш, 2013].

В данной статье за основу взят обзор групп населенных пунктов в социальной сети, что несколько отличается от «подсчета числа дружащих пар пользователей в двух рассматриваемых регионах» [Виртуальное население России, раздел «Дружить городами»]. Рассмотрение групп позволяет говорить о «географии известности» населенного пункта, географии распространения его жителей и гостей, в то время как рассмотрение дружащих пар может не отобразить полноты дружественных поселению связей. Представим, что человек посетил д. Иссад и вступил в группу этого сельского поселения, чтобы следить за его новостями. Тем не менее, он может не иметь друзей в социальной сети, проживающих в деревне. А может быть и так, что человек купил в деревне дачу, проживая при этом на постоянной основе в другом населенном пункте, – совсем не обязательно, что в друзьях в социальной сети у него будут постоянные жители деревни, указавшие эту деревню в качестве своего местожительства в социальной сети. Поэтому можно предположить, что анализ групп населенных пунктов в социальных сетях представляет собой новый качественный подход для анализа географии населенных пунктов.

Выводы:

– исследование групп во «ВКонтакте» нескольких сельских поселений показало, что социальные сети можно использовать для получения виртуальных данных по основным демографическим показателям, таким как пол, возраст, семейное положение. При использовании инструментов «ВКонтакте» – онлайн опроса и онлайн интервью можно более полно рассматривать миграционные процессы, пространственные связи и основные социальные характеристики участников социальных групп. Безусловно, при сборе информации через интернет ресурсы нельзя избежать и погрешностей, но по нашим результатам сравнения некоторых демографических показателей групп сельских поселений с официальной статистикой выявилось соответствие действительности основной информации, указанной в социальной сети;

– анализ всех трех рассматриваемых групп в социальной сети показал, что при достаточно большой удаленности от центра Санкт-Петербургской агломерации, все три сельских поселения испытывают достаточно большое влияние города. В частности, большинство участников трех групп указало в качестве места проживания г. Санкт-Петербург. Большинство дачников из Санкт-Петербурга предпочитает направление в сторону Выборгского и Приозерского районов. Результат этого – высокий процент мигрантов именно в п. Мельниково, в сравнении с д. Иссад и п. Ям-Тесово;

– выявлена зависимость сельских населенных пунктов от близлежащих небольших городов: чем ближе город расположен к селу, тем большая доля участников сообщества указывает на данный город в качестве своего местожительства. Точно такую же закономерность показывает наличие города на автомобильном пути от села до мегаполиса. В результате мы видим эффект «размывания» сельского населения некоторых групп по соседним городам;

– формат созданной в социальной сети группы населенного пункта играет немаловажную роль в формировании связей между постоянными и временными жителями села. Самый оптимальный формат – публичная страница (пример группы д. Ям-Тесово), где наблюдается самое активное участие в обсуждении многих вопросов, в том числе и по развитию села;

– согласно проведенным интервью и опросам, за последние 20 лет наблюдается заметное влияние городского образа жизни на развитие сельских поселений. Больше всего оказывают влияния горожане – бывшие выходцы из села, которые активно поддерживают связи со своими родственниками и друзьями-односельчанами, а также дачники, которые способствовали изменению инфраструктуры сельских поселений. При этом стоит отметить, что наличие внутреннего потенциала села все же присутствует и не наблюдается полной зависимости от влияния Санкт-Петербургской агломерации. Можно отметить двусторонний обмен: села дают городам трудовые ресурсы, города – импульсы развития сельским поселениям при наличии активного населения среди постоянных жителей сел.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-011-00725.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 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. География. 2016. № 5. С. 93–95
- Виртуальное население России <http://webcensus.ru/vmap/> дружба-регионов/
- Группа деревни Иссад <https://vk.com/club1642690>.
- Группа РЯЙСЯЛЯ-МЕЛЬНИКОВО online <https://vk.com/club127259986>.
- Группа поселка Мельниково <https://vk.com/club148581>.
- Группа деревни Ям-Тесово <https://vk.com/yamtesovo>.
- Замятина Н., Пилясов А. Север, социальные сети и диаспора наоборот // Демоскоп Weekly. 2013. № 547–548.
- Замятина Н.Ю., Яиунский А.Д. Виртуальная география виртуального населения // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2018. № 1. С. 117–137.
- Малинова-Тзиафета О.Ю. Из города на дачу: социокультурные факторы освоения дачного пространства вокруг Петербурга (1860–1914). СПб.: Изд-во Европейского ун-та в Санкт-Петербурге, 2013. 336 с.
- Мальцева Е.С. Региональный рынок труда и проблема маятниковой трудовой миграции // Вестн. Череповецкого гос. ун-та. 2012. № 3(40). Т. 1. С. 41–45.
- Махрова А.Г., Кириллов П.Л. Сезонная миграция расселения в московской агломерации под влиянием дачной и трудовой маятниковой миграции: подходы к изучению и оценка // Региональные исследования. 2015. № 1(47). С. 117–125.
- Между домом... и домом. Возвратная пространственная мобильность населения России / Под ред. Т.Г. Нефедовой, К.В. Аверкиевой, А.Г. Махровой. М.: Новый хронограф, 2016. 504 с.
- Нефедова Т.Г., Покровский Н.Е., Трейвиш А.И. Социологические исследования: ежемесячный научный и общественно-политический журнал РАН. 2015. № 12. С. 60–69.
- Нефедова Т.Г., Мкртчян Н.В. Миграция сельского населения и динамика сельскохозяйственной занятости в регионах России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2017. № 5. С. 58–67.
- Состав и численность населения муниципальных образований Ленинградской области. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года / Стат. сб. Петростат. СПб., 2012. 159 с. [Электронный ресурс] <http://petrostat.gks.ru/> (дата обращения 15.06.2018).
- Трейвиш А.И. Сельско-городской континуум: региональное измерение // Вопросы географии. Сб. 141. Проблемы регионального развития России. М.: Изд. дом Кодекс, 2016. С. 51–71.
- Урри Дж. Социология за пределами обществ: виды мобильности для XXI столетия / Пер. с англ. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2012. 335 с.
- Чевтаева Н.Г., Егунов Э.В. Маятниковая миграция в жизнедеятельности населения пригородов. Институты развития демографической системы общества // Мат-лы V Уральского демографического форума / Под ред. А.И. Татаркина, А.И. Кузьмина. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. 2014. С. 184–187.
- Lynch K. Rural-urban interaction in the developing world. London – New York: Routledge, 2005. 209 p.

Поступила в редакцию 03.07.2018
Принята к публикации 20.07.2018

O.E. Vasilyeva¹, V.S. Udovenko²SOCIO-GEOGRAPHICAL ANALYSIS
OF RURAL SETTLEMENTS BY THE INSTRUMENTS
OF VKONTAKTE SOCIAL NETWORK

Principal demographic indicators of several rural settlements of the Leningrad Region are analyzed with the help of data presented in groups of these rural settlements in Vkontakte social network. Basing on the obtained statistical information, the external activity of population is characterized, including the mobility of the group of residents of studied settlements that are members of the social network.

Key words: rural settlement, city, social network, place of residence, mobility of the population.

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

REFERENCES

- Alekseyev A.I., Del'va K.I., Usova M.D. «Genealogicheskiye derev'ya» i sotsial'nyye seti kak istochnik informatsii dlya sotsial'no-geograficheskogo izucheniya sel'skoy mestnosti [«Genealogical trees» and social networks as a source of information for socio-geographical study of rural areas] // Vest. Mosk. Universiteta. Ser. 5. Geography. 2016. № 5. P. 93–95 (in Russian).
- Chevtayeva N.G., Yegunov E.V. Mayatnikovaya migratsiya v zhiznedeiatel'nosti naseleniya prigorodov. [Pendulum migration in the life of suburban dwellers]. Institutes for the development of the demographic system of society: materials of the Ural Demographic Forum / Ed. A.I. Tatarkina, A.I. Kuzmina. Ekaterinburg: Institute of Economics, UrB RAS, 2014. P. 184–187 (in Russian).
- Gruppa derevni Issad [The group of the Issad village] <https://vk.com/club1642690>
- Gruppa derevni Yam-Tesovo [The group of the Yam-Tesovo village] <https://vk.com/yamtesovo>
- Gruppa poselka Mel'nikovo [The group of the Mel'nikovo village] <https://vk.com/club148581>
- Gruppa RYAYSIALYA-MEL'NIKOVO [The group of RYAYSIALYA-MEL'NIKOVO] <https://vk.com/club127259986>
- Lynch K. Rural-urban interaction in the developing world. London–New York: Routledge, 2005. 209 p.
- Makhrova A.G., Kirillov P.L. Sezonnaya migratsiya rasseleniya v moskovskoy aglomeratsii pod vliyaniyem dachnoy i trudovoy mayatnikovoy migratsii: podkhody k izucheniyu i otsenka [Seasonal migration of settlement pattern in the Moscow agglomeration under the influence of dacha and labor pendulum migration: approaches to study and assessment] // Regional studies. 2015. № 1(47). P. 117–125 (in Russian).
- Malinova-Tziafeta O.YU. Iz goroda na dachu: sotsiokul'turnyye factory osvoiniya dachnogo prostranstva vokrug Peterburga (1860–1914) [From city to country: socio-cultural factors in the development of summer cottage space around Petersburg (1860–1914)]. SPb.: Publishing house of the European University in St. Petersburg, 2013. 336 p. (in Russian).
- Mal'tseva E.S. Regional'nyy rynek truda i problema mayatnikovoy trudovoy migratsii [Regional labor market and the problem of pendulum labor migration] // Vest. of Cherepovets State University. 2012. № 3(40) T. 1. P. 41–45 (in Russian).
- Mezhdu domom ... i domom. Vozvratnaya prostranstvennaya mobil'nost' naseleniya Rossii [Between home ... and home. Reversal spatial mobility of the Russian population] / Ed. T.G. Nefedova, K.V. Averkieva, A.G. Terry. M.: New chronograph, 2016. 504 p. (in Russian).
- Nefedova T.G., Mkrtchyan N.V. Migratsiya sel'skogo naseleniya i dinamika sel'sko-khozyaystvennoy zanyatosti v regionakh Rossii [Migration of rural population and dynamics of agricultural employment in the regions of Russia] // Vest. of Moscow University. Ser. 5. Geography. 2017. № 5. P. 58–67 (in Russian).
- Nefedova T.G., Pokrovskiy N.Ye., Treyvish A.I. Sotsiologicheskiye issledovaniya: yezhemesyachnyy nauchnyy i obshchestvenno-politicheskiy zhurnal RAN [Sociological research: monthly scientific and socio-political journal of the Russian Academy of Sciences]. 2015. № 12. P. 60–69 (in Russian).
- Sostav i chislennost' naseleniya munitsipalnykh obrazovaniy Leningradskoy oblasti. Rezultaty Vserossiyskoy perepisi naseleniya 2010 goda [Composition and population numbers of municipalities of the Leningrad Region. Results of 2010 All-Russia Population Census] / Stat. Sat. Petrostat – St. Petersburg., 2012. 159 p. [Electronic resource] <http://petrostat.gks.ru/> (date 15.06.2018) (in Russian).
- Treyvish A.I. Sel'sko-gorodskoy kontinuum: regional'noye izmereniye [Rural-urban continuum: regional dimension] // Voprosy geografii. Sb. 141. Problemy regional'nogo razvitiya Rossii / Pod red. S.G. Safronov. T. 141 iz Voprosy geografii. M.: Izd. Dom Kodeks, 2016. P. 51–71 (in Russian).
- Urry J. Sociology beyond society in: types of mobility for the twenty-first century / Trans. with English. M.: Ed. home of the Higher School of Economics. 2012. 335 p.
- Virtual'noye naseleniye Rossii [Virtual population of Russia] [Electronic resource] / <http://webcens> (date 15.05.2018) (in Russian) us.ru/vmap/druzhba-regionov/ (date 20.05.2018) (in Russian).
- Zamyatina N., Pilyasov A. Sever, sotsial'nyye seti i diaspora naoborot [North, social networks and diaspora a contraria] // DemoskopWeekly. 2013. № 547–548 (in Russian).
- Zamyatina N.YU., Yashunskiy A.D. Virtual'naya geografiya virtual'nogo naseleniya [Virtual geography of virtual population] // Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny. 2018. № 1. P. 117–137 (in Russian).

Received 03.07.2018

Accepted 20.07.2018

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia, Faculty of Geography, Department of Economic Geography, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: vasilyeva.o.e@gmail.com

² Herzen State Pedagogical University of Russia, Faculty of Geography, Department of Economic Geography, Master's Student; e-mail: uvsx@ya.ru

УДК 550.42:631.435(470.318)

О.А. Самонова¹, Е.Н. Асеева², Н.С. Касимов³**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ПО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ ФРАКЦИЯМ В БАЛОЧНОЙ ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ СМОЛЕНСКО-МОСКОВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ)**

Исследовано содержание и латеральное распределение Fe, Mn, Ti, Zr, Ni, Co, Cr, Zn, Pb во фракциях 1–0,25; 0,25–0,05; 0,05–0,01; 0,01–0,001 и <0,001 мм гумусовых горизонтов почв балочной системы в бассейне р. Протва. Содержание металлов определяется размерностью гранулометрической фракции: в крупном и среднем песке минимально содержание Ti, Zr и Cr, в крупной пыли концентрируется Zr, а содержание Fe, Mn, Co, Ni, Zn, Pb, Cu минимально, в средней и мелкой пыли накапливается Ti, в илистой фракции – Fe, Mn, Co, Ni, Cr, Pb, Zn. Вариабельность содержания большинства металлов уменьшается в ряду песок→пыль→ил. Латеральное распределение металлов в гранулометрических фракциях почв обусловлено их геохимической трансформацией в процессе перемещения от трансэлювиальных ландшафтов территории, окружающей балку, по склонам и днищу балки, от верховьев к низовьям. В крупном и среднем песке наиболее высокое содержание всех металлов, кроме Fe, выявлено в почвах днища или конуса выноса. В мелком песке металлы, кроме Zn и Ti, концентрируются в почвах трансэлювиальных ландшафтов. В средней и мелкой пыли все металлы, кроме Fe, Zr и Ti, накапливаются в почвах склонов и днища балки. В илистой фракции Zn и Mn концентрируются в почвах днища, а остальные элементы – в почвах трансэлювиальных ландшафтов. В крупной пыли латеральное распределение большинства металлов наиболее равномерно. Вдоль днища балки от верховьев к низовьям уменьшается содержание Ti и Zr – в крупном и среднем песке, Cu – в средней и мелкой пыли, Zr и Zn – в илистой фракции; содержание Cr растет в крупной пыли, Mn и Ti – в средней и мелкой пыли, Ni – в илистой.

Ключевые слова: металлы, гумусовые горизонты почв, гранулометрические фракции, механическая миграция, латеральное распределение.

Введение. Оценка фонового или антропогенно-измененного эколого-геохимического состояния ландшафтов основана на представлении о «фоновой геохимической структуре ландшафта», включающей характеристику его радиальной (R) – в вертикальном профиле ландшафта, и латеральной (L) – в катенах, дифференциации содержаний химических элементов, которые описываются различными коэффициентами или уравнениями [Глазовская, Касимов, 1987]. Это понятие в дальнейшем расширилось за счет информации о формах нахождения элементов (F -анализ), экстрагируемых различными вытяжками из твердой фазы почв, а также их гранулометрического фракционирования (G -анализ).

Соответствие размеров аэрозольных частиц атмосферных выпадений PM_1 (<1 микрона) и илистой фракции почв, частиц PM_{10} (менее 10 микрон) и пылевой фракции определяет важность G -анализа при эколого-геохимических исследованиях ландшафтов. Таким образом, фоновые и антропогенно-измененные геохимические структуры представляют собой взаимоотношения большого количества данных о распределении химических элементов в ландшафтных системах.

Настоящая работа охватывает ту часть этой проблематики, которая относится к фоновому гранулометрическому фракционированию металлов в почвах балочной ландшафтно-геохимической системы, типичной для лесных ландшафтов севера Калужской области. Относительная близость ландшафтов территории к Московской агломерации позволяет использовать полученные данные в качестве фоновых для эколого-геохимического анализа территорий «Новой» и «Старой» Москвы.

В ландшафтно-геохимических системах перемещение твердофазного вещества почвы (механическая миграция) осуществляется в форме плоскостной и линейной эрозии [Голосов, 2006; Геннадиев с соавт., 2013]. Важную роль в механической миграции играет суспензионный перенос частиц разной размерности, что определяет необходимость анализа поведения химических элементов в гранулометрических фракциях-носителях.

Перемещение твердого вещества и составляющих его различных гранулометрических фракций определяется длиной, крутизной, формой, экспозицией склонов, фазой снеготаяния и потенциалом дождевых осадков. В подтаежной зоне Западно-Сибирской равнины почвенная масса, переносимая мик-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, вед. науч. с., канд. геогр. н., доцент по специальности; e-mail: oasamonova@mail.ru.

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

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, зав. кафедрой, докт. геогр. н., академик РАН; e-mail: nskasimov@mail.ru.

ропотоками воды, до 40% состоит из физической глины [Евсеева, Квасникова, 2006]. На ранних стадиях снеготаяния в составе делювия преобладает крупная пыль, а на более поздних – крупная и мелкая пыль, мелкий песок. По прямым склонам наиболее активно переносятся фракции крупного и среднего песка и тонкой пыли [Евсеева с соавт. 2016].

В процессе перемещения по склонам частиц различной размерности происходит латеральная дифференциация химических элементов в результате разнообразных физических, физико-химических, химических и биохимических процессов, что мы предлагаем называть геохимической трансформацией гранулометрических фракций. В гумусовых горизонтах почв геохимическая трансформация гранулометрических фракций, а также физико-химическая миграция, проявляются максимально активно по сравнению с более глубокими почвенными горизонтами [Самонова, Асеева 2008].

Исследования геохимии гранулометрических фракций в почвах, в основном, посвящены тонким фракциям, к которым часто приурочен максимум содержания металлов, концентрирующихся в тонкодисперсных глинистых минералах с высокой поглощательной способностью [Förstner, 1982; Huang et al., 2014]. В крупных фракциях они аккумулируются лишь при наличии большого количества тяжелых минералов [Протасова, 2003]. Влияние почвообразующих пород и свойственных им ассоциаций тяжелых минералов на содержание химических элементов в гранулометрических фракциях почв подробно рассмотрено [Acosta et al., 2011]; радиальное распределение металлов в гранулометрических фракциях почв с текстурной дифференциацией на лёссовидных отложениях – в [Hardy, Cornu, 2006], где концентрация металлов во всех гранулометрических фракциях, кроме илистой, отмечена в гор. Вт. Поверхностно-аккумулятивное распределение металлов в средне- и мелкопесчаных, мелкопылеватой и илистой фракциях дерново-подзолистых и дерновых почв, обусловленное сорбционными процессами и равномерное распределение или накопление в нижней части профиля почв в составе крупно- и среднepyлеватых фракций описано ранее [Самонова, Асеева, 2008].

В почвах фоновых территорий содержание металлов зависит от минералогического состава отдельных фракций и их изменения в процессе выветривания и почвообразования [Побединцева, 1975; Förstner, 1982; Добровольский, 1983; Acosta et al., 2011]. Для почв техногенноизмененных территорий при разных типах антропогенного воздействия выявлены фракции-носители химических элементов. Тяжелые металлы накапливаются в средне-, мелкопылеватой и илистой фракциях городской пыли [Власов, Касимов, Кошелева, 2014]. Вне зоны техногенного воздействия в речных взвесах и донных отложениях, как и в почвах, максимальные концентрации металлов связаны с тонкими фракциями, однако и в песчаных фракциях могут отмечаться повышенные концентрации некоторых металлов за счет при-

сутствия тяжелых минералов [Förstner, 1982] или крупных частиц загрязняющих веществ [Thorne, Nickless, 1981].

Пространственное распределение валовых и подвижных форм металлов и основных почвенно-геохимических показателей в поверхностном горизонте почв двух каскадных ландшафтно-геохимических систем – голоценового оврага и плейстоценовой балки описано [Samonova et al., 2014]: оно связано с изменением гранулометрического состава, величины pH, содержания гумуса; транзит металлов в этих системах происходит с илистыми и пылеватыми частицами. Характеристика латерального распределения металлов в гранулометрических фракциях поверхностного горизонта почв молодой и литологически неоднородной формы – оврага, врезающегося в покровные и моренные суглинки, флювиогляциальные пески приведена нами ранее [Самонова, Касимов, Асеева, 2016]. Выявлено относительно равномерное распределение элементов в илистой, а также средне- и мелкопылеватой фракциях и более контрастное – в песчаных фракциях. Латеральное изменение концентрации металлов обусловлено различным генезисом (песчаные фракции) и дифференциацией вещества в процессе его миграции (песчаные, пылеватые и илистая фракции).

Цель данного исследования – анализ содержания и латерального распределения Fe, Mn, Ti, Zr, Ni, Co, Cr, Zn, Pb во фракциях 1–0,25; 0,25–0,05; 0,05–0,01; 0,01–0,001 и <0,001 мм гумусовых горизонтов почв в литологически однородной, суглинистой, эрозионной форме – балке.

Объект исследования. Балка Сенокосная (55°12'58" с. ш., 36°22'21" в. д., рис. 1, А) расположена на левом берегу р. Протва в юго-восточной части Смоленско-Московской возвышенности на территории Сатинского учебного полигона МГУ. Длина балки 400 м, глубина в средней части – 12–13 м; она имеет 2 отвершка длиной до 100 м, и ящикообразный поперечный профиль (рис. 1, Б). Балка наследует более древнюю эрозионную форму, в ее бортах выделяется не менее двух возрастных генераций склонов [Фузеина, Панин, 1998]. Верхние пологие (3–5°) части склонов с плавными, часто невыраженными бровками являются реликтами более древних форм. Крутые (20–40°) с четкими бровками склоны, опирающиеся на днище, сформировались в процессе углубления современной эрозионной формы. Верховье балки приурочено к древнему озерному понижению. Склоны балки сложены валунными суглинками, перекрытыми покровными суглинками мощностью от 1,1 до 1,45 м [Еременко, 2009], и даже более 2 м [Сысуев, 2014], поэтому подстилающие их опесчаненные моренные суглинки или отдельные линзы песчаных отложений существенно не влияют на гранулометрический состав верхнего горизонта почв. Для Сенокосной балки характерна современная активизация линейной эрозии [Фузеина, Панин, 1998] и формирование вторичного овражного вреза, по которому идет временный сток воды, в значительной степени определяющий лате-

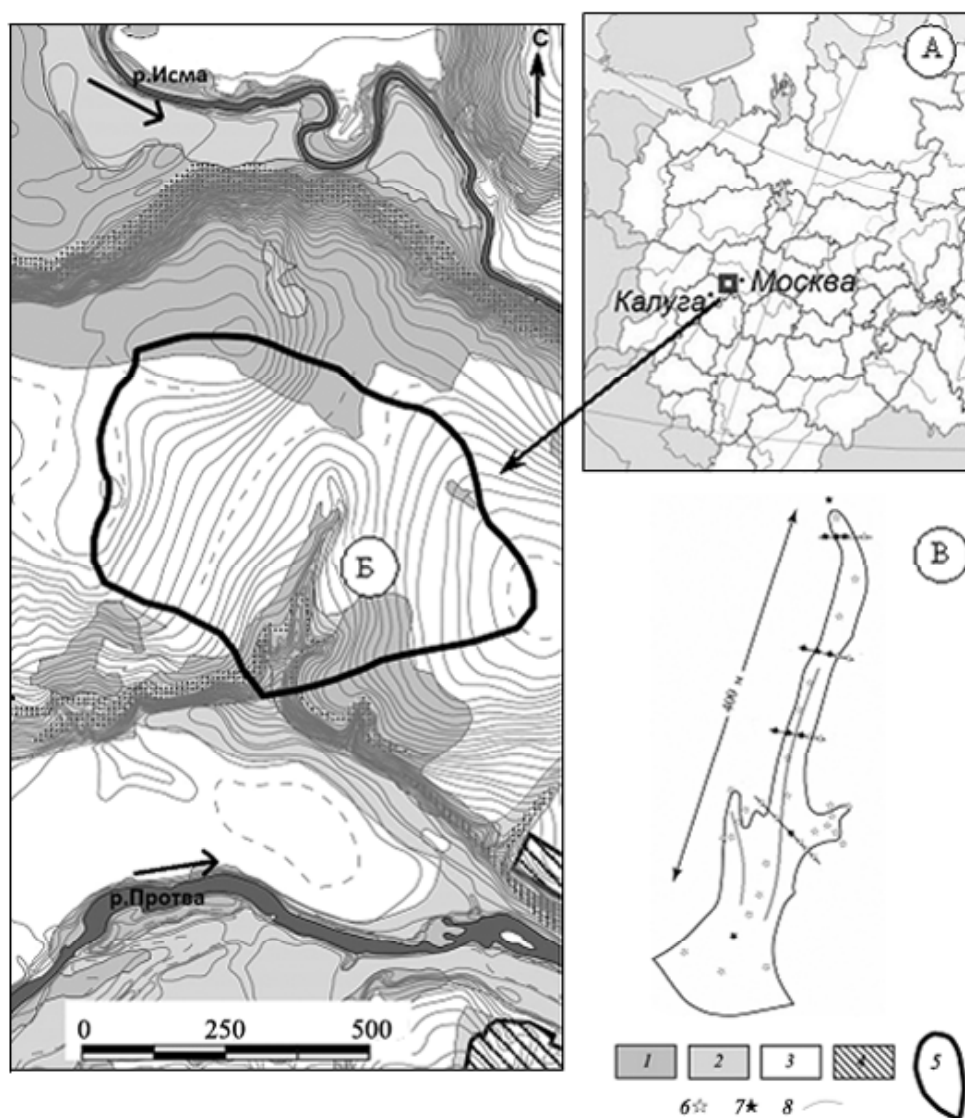


Рис. 1. Местоположение: А – ключевого участка; Б – Сенокосной балки и ее водосборной области на территории исследования (фрагмент карты из работы [Panin et al., 2009]); В – схема отбора проб в гумусовых горизонтах почв балочной системы и ее конуса выноса. На карте 1, Б горизонталы проведены через 1 м. Условные обозначения: 1 – лесная растительность; 2 – луговая растительность; 3 – обрабатываемые и залежные сельскохозяйственные земли; 4 – небольшие сельские населенные пункты (деревни); 5 – границы водосбора балки; 6 – места отбора проб; 7 – пробы, в которых отмыты гранулометрические фракции и определялось содержание металлов; 8 – вторичный эрозионный врез в днище балки

Fig. 1. A – location of the study area; Б – location of the balka and its catchment within the study area (the map fragment from [Panin et al., 2009]); В – the scheme of sampling sites (humus horizons of soils of the balka system and its detrital fan). The contour lines on map 1, Б are at 1 m interval. 1 – forest vegetation; 2 – meadow vegetation; 3 – cultivated and abandoned agricultural lands; 4 – villages; 5 – the catchment boundary; 6 – the sampling sites; 7 – the sites where the concentrations of metals were measured both in a bulk soil sample and in the separated grain-size fractions; 8 – secondary erosion channel in the balka's bottom

ральное распределение металлов в почвенной массе в целом и в ее отдельных гранулометрических фракциях. На конус выноса поступают наносы, образовавшиеся за счет размыва балочного аллювия вторичным овражным врезом (А.В. Панин, устное сообщение). Однако этот врез не вскрывает моренные суглинки (устное сообщение Ю.Н. Фузеиной) и гранулометрический состав анализируемых отложений не отличается от покровных суглинков (табл. 1). Трансэлювиальные ландшафты, окружающие эрозионную форму (балку), а также ее склоны, днище и

конус выноса образуют каскадную почвенно-геохимическую систему [Глазовская, 1987]. Латеральная (L) миграция в балочной почвенно-геохимической системе осуществляется в суглинистых отложениях, гранулометрическая однородность которых определяет ее монолитность.

Большая часть водосборной области Сенокосной балки (рис. 1, Б) занята агроландшафтами на дерново-среднеподзолистых освоенных почвах. Лишь в древнем озерном понижении развивается естественная растительность – разнотравно-щучко-

вое, с примесью ивы, сообщество на дерново-подзолистых грунтово-глеевых почвах. На средних и нижних частях склонов долины р. Протва сформировались дубово-еловые и елово-дубовые широколиственные сообщества на дерново-слабоподзолистых почвах. Склоны и днище балки заняты липово-березовыми и березово-рябиновыми крупнотравно-широколистными сообществами на дерновых и дерновых слабо развитых суглинистых почвах. Элементарные ландшафты днища балки, расположенные на разных уровнях рельефа (от верховьев к низовьям), с изменяющимися растительными сообществами и гранулометрическим составом почв представляют собой продольную каскадную ландшафтно-геохимическую систему. Хорошо выражен конус выноса, наложенный на старичное понижение, где под злаково-разнотравным сообществом развиты дерновые почвы. Его гипсометрический уровень соответствует средней пойме, периодически затопляемой во время весеннего половодья.

Материалы и методы исследований. Вкестростириания балки, в среднем через 100 м, заложены 3 ландшафтно-геохимических профиля, пересекающие борта балки и днище. Из гумусового горизонта (0-10 см) отобраны пробы в почвах трансэлювиальных ландшафтов, окружающих балку (в 2-3 м от бровки), на средних частях склонов балки, в днище и на конусе выноса. По днищу между профилями пробы отбирали через 35-40 м. Во всех 47 пробах определены величины pH_{KCl} , содержание $C_{орг}$ (по Тюрину), гранулометрический анализ выполнен пиррофосфатным методом.

Латеральное распределение металлов исследовалось в пяти гранулометрических фракциях 11 проб: трансэлювиальных ландшафтов, окружающих балку, ее правого склона, днища от верховьев к низовьям и конуса выноса (рис. 1, В). В почвах правого склона балки геохимические параметры распределены более равномерно, чем в почвах левого склона [Samonova et al., 2014]. Предполагается, что для отдельных фракций ситуация не изменится, и интерпретация результатов средних значений геохимических параметров для коротких (в среднем 3 пробы) выборок будет корректной.

В этих пробах выделены фракции (мм): 1-0,25($G1$) – ситовым методом; 0,25-0,05($G2$); 0,05-0,01($G3$); 0,01-0,001($G4+G5$) и <0,001($G6$) – методом отмучивания водой в химической лаборатории

Института географии РАН, (аналитик Е.А. Агафопова), массой 5 г, в которых атомно-эмиссионным количественным спектральным методом проанализировано содержание Fe, Mn, Ni, Co, Cr, Zn, Pb, Ti, Zr в Бронницкой геолого-геохимической экспедиции Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов. Рядом с размером фракции приведено ее обозначение, используемое в тексте, таблицах и на рисунках.

Рассчитаны средние арифметические содержания гранулометрических фракций, металлов в фракциях, гумуса и величины pH – в почвенной массе, значения коэффициента корреляции Спирмена для выявления тесноты связи между элементами и линейных изменений их концентраций вдоль днища оврага. Статистическая оценка распределения металлов для каждой фракции выполнена в общей выборке из 11 проб. Распределение элементов в гранулометрических фракциях почв балочной системы оценивали с помощью коэффициента латеральной дифференциации (L) – отношения среднего содержания элемента в данной выборке (склон, днище, конус выноса) к его содержанию в почвах трансэлювиальных ландшафтов, окружающих эрозионную форму, выборку для которых (для краткости) будем в тексте, таблицах и на рисунках называть «трансэлювиальные ландшафты». Распределение считалось однородным при $L = 0,9-1,1$.

Результаты и их обсуждение. Факторы распределения металлов в гумусовом горизонте почв балки. Дифференциация содержаний гранулометрических фракций, гумуса, величин pH , валовых и подвижных форм металлов в почвенной массе гумусовых горизонтов почв геоморфологических элементов балки, по данным 47 проб описана в [Samonova et al., 2014]. В данной работе анализируется распределение этих параметров в 11 пробах, где были выделены гранулометрические фракции (табл. 1).

Максимальна латеральная дифференциация фракции крупного и среднего песка: в склоновых почвах ее почти в 4,5 раза, а в днище – почти в 2 раза больше, чем в трансэлювиальных ландшафтах; аналогичное, но менее контрастное распределение мелкого песка. Пылеватые фракции распределены довольно равномерно. Содержание илстых частиц слабо увеличивается в днище балки (в среднем в 1,2 раза), уменьшаясь на конусе выноса из-за

Таблица 1

Среднее содержание гранулометрических фракций (%), гумуса, и значений pH в гумусовом горизонте почв балки Сенокосная: трансэлювиальные ландшафты (I) и склоны (II) правого борта, днище (III), конус выноса (IV)

Почвы элементарных ландшафтов балки	Гранулометрические фракции, мм						Гумус, %	pH
	1,0-0,25; $G1$	0,25-0,05; $G2$	0,05-0,01; $G3$	0,01-0,001; $G4+G5$	<0,001; $G6$	$\Sigma < 0,01$		
I. Дерново-среднеподзолистые почвы, (3)*	1,7	1,7	62,6	24,7	9,3	34,0	4,76	6,1
II. Дерновые почвы, (3)	7,7	6,8	52,2	22,6	10,7	33,3	2,50	6,2
III. Дерновые слабо развитые почвы, (4)	3,2	4,2	58,9	22,7	11,0	33,7	2,97	6,3
IV. Дерновые среднemocные, (1)	2,7	6,3	61,9	21,3	7,8	29,1	1,21	6,3

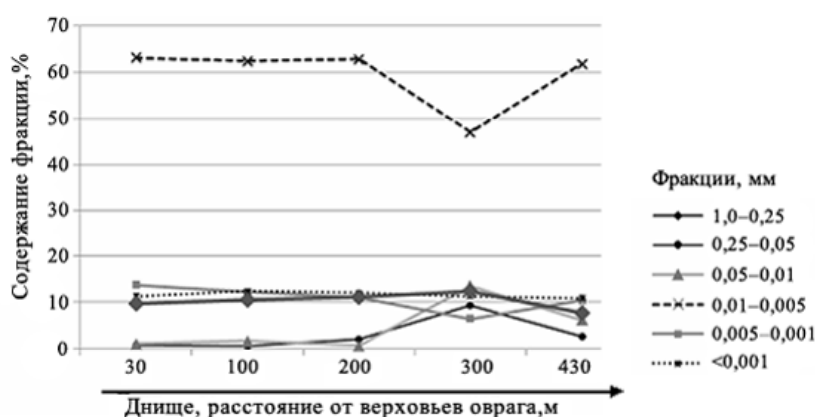


Рис. 2. Распределение гранулометрических фракций в гумусовом горизонте почв днища балки, от верховьев к конусу выноса

Fig. 2. The distribution of the grain-size fractions in humus horizons along the balka's bottom, from its headcuts to the fan

преобладания песчаных частиц в материале, приносимом в период весеннего половодья. Расчет коэффициента Спирмена показал наличие линейных пространственных трендов: аккумуляции среднего песка (слабо для мелкого песка), рассеяния крупной и средней пыли (слабо для мелкой пыли) от верховьев к конусу выноса балки (рис. 2).

Содержание гумуса уменьшается от 4,8% в дерново-среднеподзолистых почвах трансэлювиальных ландшафтов до 1,2% в дерновых среднемошных почвах конуса выноса балки, что совпадает с увеличением доли песчаных фракций в почвах. В днище от верховьев к низовьям содержание гумуса, как и крупнопылеватых частиц, уменьшается.

Дерново-среднеподзолистые почвы трансэлювиальных ландшафтов, окружающих балку, слабокислые, близкие к нейтральным ($pH=6,0$), с тенденцией слабого увеличения pH от 6,1 до 6,3 в ряду почв: трансэлювиальные ландшафты → склоны → днище → конус выноса из-за влияния гидрокарбонатно-кальциевых вод р. Протва. Корреляционная связь содержания гранулометрических фракций с величиной pH в почвах не установлена.

Латеральное распределение металлов в почвенной массе. Среднее содержание металлов в почвенной массе гумусовых горизонтов балки, в которых были отмыты гранулометрические фракции, приведено в табл. 2. По величине кларков концентрации (числовой индекс) в почвах трансэлювиальных ландшафтов металлы образуют ряд: $Pb_{1,9}$, $Mn_{1,5}$, $Ti_{1,4}$, $Zn_{1,2}$, $Cu_{1,1}$, $Co_{0,9}$, $Cr_{0,8}$, $Ni_{0,5}$, $Fe_{0,4}$, указывающий на повышенный фон Pb и Mn , пониженный – Ni и Fe . Кларк концентрации рассчитывался как отношение содержания элемента в данном объекте к кларку в литосфере. Для Fe , Mn , Ti , Cr , Ni , Zn , Pb использовались кларки Н.А. Григорьева (2009), Co , Cu – Z. Hu и S.Z. Gao (2008), Zr – А.П. Виноградова (1962).

Латеральное распределение металлов в почвенной массе слабо контрастно: L лежат в интервале 0,8 (Mn – на склонах, Cr и Pb – на конусе выноса) –

1,4 (Mn и Zr – на конусе выноса). В почвах склонов балки относительно трансэлювиальных ландшафтов содержание Fe , Cu , Zn , Pb , Co , Ni , Cr , Ti не изменяется; $Zr_{1,2}$ – слабо увеличивается, а $Mn_{0,8}$ – уменьшается в 1,2 раза. В почвах днища и склонов содержание элементов практически одинаково. В почвах конуса выноса содержание Pb и $Cr_{0,8}$ минимально, а Mn и $Zr_{1,4}$ – максимально.

Металлы в гранулометрических фракциях почв. В общей выборке для гумусовых горизонтов почв балки (трансэлювиальные ландшафты, склоны, днище, конус выноса) концентрации металлов зависят от размерности частиц (рис. 3). Во фракции крупного и среднего песка минимально содержание Ti , Zr и Cr , в отдельных

пробах наблюдается также высокое содержание Mn , Co и Ni . В крупнопылевой фракции отмечено накопление Zr и минимальное содержание Fe , Mn , Co , Ni , Zn , Pb , Cu . Приуроченность максимального содержания Zr к этой фракции объясняется наличием в ней устойчивых акцессорных минералов (сфен, рутил, циркон), характерных для четвертичных отложений на территории исследования [Комплексный ..., 1992]. Минимальное содержание большой группы металлов, вероятно, объясняется ее предполагаемым эоловым генезисом [Муратов, 1953], хотя в пылеватых фракциях почв некоторых регионов из-за особенностей их минералогического состава отмечается повышенное содержание Co и Ni [Синкевич, Стрижова, 1966; Hardy, Cornu, 2006; Побединцева, 1975]. В средне- и мелкопылевой фракции накапливается Ti . В илистой фракции выявлено максимальное содержание Fe , Mn , Co , Ni , Cr , Pb , Zn , что соответствует данным [Титова с соавт., 1996; Huang et al, 2014; Hardy, Cornu, 2006].

Ряды кларков концентрации в гранулометрических фракциях, где подстрочная цифра – отношение среднего содержания элемента в гранулометрической фракции к кларку в верхней части земной коры, отражают степень фракционирования химических элементов. Здесь и далее в формулах жирным шрифтом даны элементы с $KK > 2$, курсивом – с $KK \leq 0,5$.

$G1 - Mn_{5,0}, Cu_{3,5}, Co, Pb_{1,9}, Fe_{1,6}, Zr_{1,0}, Zn_{0,9}, Ni_{0,8}, Ti, Cr_{0,5}$
 $G2 - Zr_{3,1}, Cu_{2,3}, Pb_{1,9}, Fe_{1,7}, Cr_{0,9}, Ni_{0,8}, Ti, Zn, Co_{0,7}, Mn_{0,6}$
 $G3 - Zr_{5,2}, Ti_{1,5}, Pb_{1,2}, Cu_{1,0}, Cr_{0,6}, Zn_{0,5}, Mn, Co_{0,3}, Fe_{0,2}, Ni_{0,1}$
 $G4+G5 - Zr_{3,3}, Pb_{2,2}, Ti, Cu_{1,9}, Zn_{1,2}, Cr_{0,6}, Mn, Co_{0,5}, Fe, Ni_{0,3}$
 $G6 - Cu_{4,1}, Mn, Pb_{3,5}, Zn_{2,8}, Co, Fe_{1,8}, Zr_{1,6}, Ni_{1,4}, Ti_{1,3}, Cr_{1,0}$

Во фракции крупного и среднего песка ($G1$) хорошо видна концентрация Mn и Cu , а также Co , Pb и Fe , носителями которых, очевидно, являются мелкие железо-марганцевые конкреции и пленки

Таблица 2

Среднее содержание металлов и коэффициенты латеральной дифференциации (*L*) в гумусовых горизонтах почв балки
Сенокосная: трансэлювиальные ландшафты (I) и склоны (II) правого борта, днище (III),
конус выноса (IV), мг/кг, Fe – %

Элемент	Чувствительность анализа, мг/кг	Элементарные ландшафты геоморфологических элементов балки				Кларк*	КК** в почвах I
		I <i>n</i> =3	II <i>n</i> =3	III <i>n</i> =4	IV <i>n</i> =1		
Cu	5	29,3/1***	31,0/1,1	28,3/1,0	32,0/1,1	27	1,1
Zn	30	86,7/1	83,3/1,0	77,5/0,9	90,0/1,0	75	1,2
Pb	4	33,0/1	31,7/1,0	29,8/0,9	26,0/0,8	17	1,9
Co	3	13,0/1	12,7/1,0	11,3/0,9	12,0/0,8	15	0,9
Ni	5	25,7/1	26,0/1,0	23,3/0,9	24,0/0,9	50	0,5
Cr	5	74,7/1	73,7/1,0	71,3/1,0	59,0/0,8	92	0,8
Mn	3	1153,3/1	966,7/0,8	1055/0,9	1600/1,4	770	1,5
Ti	30	5433,3/1	5566,7/1,0	5225/1,0	5300/1,0	3900	1,4
Zr	10	496,7/1	586,7/1,2	577,5/1,2	720/1,4	170	2,9
Fe	0,001	1,7/1	1,8/1,1	1,9/1,1	1,5/0,9	4,06	0,4

Примечание *n* – число проб.

*Кларки Fe, Mn, Ti, Cr, Ni, Zn, Pb по Н.А. Григорьеву (2009), Co, Cu – по Gao (2008), Zr – по А.П. Виноградову (1962), в верхней части земной коры.

**Отношение содержания элемента в почвах трансэлювиальных ландшафтов к его кларку.

***Перед косой чертой приведено абсолютное содержание элемента в данной почве, после черты – коэффициент латеральной дифференциации *L*: отношение содержания элемента в почве элементарного ландшафта геоморфологического элемента балки к его содержанию в почве трансэлювиального ландшафта окружающей территории. Точность данного вида анализа составляет ±5–10% для всех элементов.

[Kabata-Pendias, 2011]. В мелкопесчаной фракции (*G2*) накапливается Zr, резко уменьшается содержание Mn и Co при слабо меняющемся содержании Cu, Pb и Fe, что отражает связь Cu и Pb с соединениями железа. В крупной пыли (*G3*) концентрируются только элементы-литофилы – Ti и Zr, связанные с акцессорными минералами. Ni, Co, Zn рассеиваются из-за низкого содержания в этой фракции соединений Fe и Mn. Во фракции средней и мелкой пыли (*G4+G5*) начинает постепенно увеличиваться содержание тяжелых металлов – Pb, Cu, Zn, Ni. Илистая фракция (*G6*) выступает сорбционным геохимическим барьером, на котором концентрируется большинство изученных металлов – Cu, Mn, Pb, Zn, Co, Fe и Ni.

Такое распределение металлов по гранулометрическим фракциям позволяет выделить крупную пыль (*G3*) в качестве условно фоновой и «безбарьерной» фракции, в которой, очевидно, содержание минеральных фаз-носителей металлов минимально. Другие фракции из-за усиления барьерных, в основном, сорбционных свойств, являются концентраторами металлов (табл. 3). Отношение содержания металлов в остальных фракциях к *G3* характеризует степень контрастности их гранулометрического фракционирования и позволяет выделить парагенезисы элементов для отдельных фракций. В представленных рядах хорошо видны два фракционных «плеча» отношений *Gn/G3*:

$G1/G3 - \text{Mn}_{15}, \text{Co}_9, \text{Fe}, \text{Ni}_{6,5}, \text{Cu}_{3,8}, \text{Zn}_{2,1}, \text{Pb}_{1,5},$
 $\text{Cr}_{0,9}, \text{Ti}_{0,3}, \text{Zr}_{0,2}$
 $G2/G3 - \text{Fe}_7, \text{Ni}_{4,9}, \text{Co}, \text{Cu}, \text{Mn}_2, \text{Zn}, \text{Pb}, \text{Cr}_{1,2},$
 $\text{Zr}, \text{Ti}_{0,5}$
 $G4+G5/G3 - \text{Ni}_{2,7}, \text{Zn}, \text{Cu}_{2,5}, \text{Co}_{2,3}, \text{Pb}, \text{Fe}, \text{Mn}_{1,8},$
 $\text{Ti}_{1,3}, \text{Cr}_{1,1}, \text{Zr}_{0,7}$
 $G6/G3 - \text{Mn}_{13,1}, \text{Fe}, \text{Ni}_{8,5}, \text{Co}_{6,7}, \text{Zn}_6, \text{Cu}_{3,8}, \text{Pb}_{2,7},$
 $\text{Cr}_{1,7}, \text{Ti}_{0,8}, \text{Zr}_{0,3}$

Первое – это *G1* с группой элементов Mn, Fe, Ni, Co, Cu, Zn и *G2* с аналогичной группой, но с более низкими коэффициентами концентрации. Второе – фракция *G6*, в которой, по сравнению с *G3*, активно накапливаются практически все изученные элементы, особенно Mn, Fe, Ni, Co, Zn, Cu и Pb, что отражает ее ярко выраженную «барьерность», связанную с высокими сорбционными свойствами илистых частиц.

Барьерность песчаной фракции *G1*, по-видимому, обусловлена сорбционными свойствами диоксида марганца, гидроксидов железа, встречающихся в крупных фракциях подзолистых почв в виде агрегированных масс, пленок и конкреций, а также сорбционными свойствами мономеров кремниевой кислоты, соосажающихся вместе с гидроксидами железа и повышающих сорбцию катионов некоторых тяжелых металлов [Янин, 2002; Kabata-Pendias, 2011].

Вариабельность содержания металлов (*Cv*) в фракциях уменьшается в ряду: песок→пыль→ил. Во

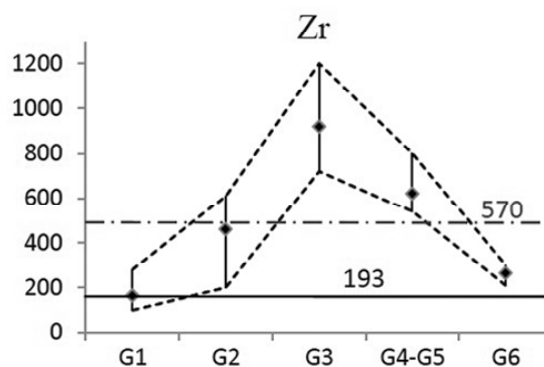
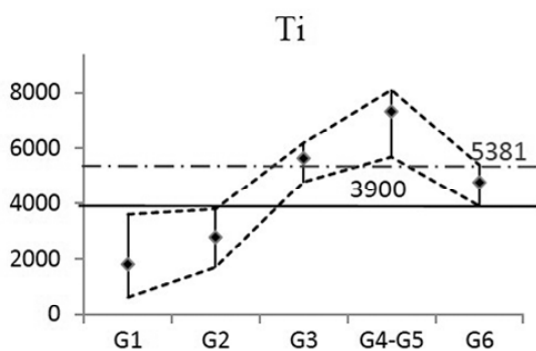
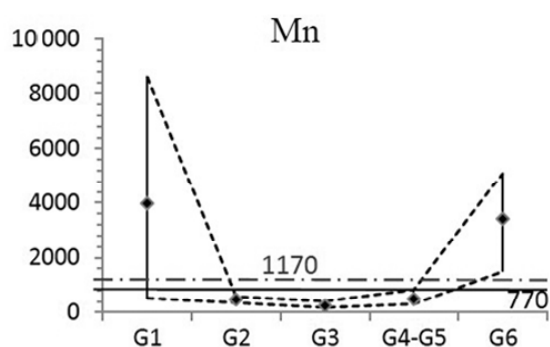
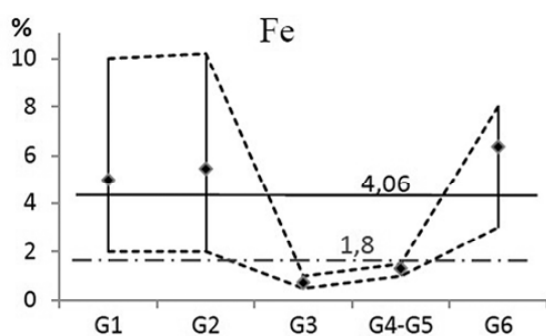
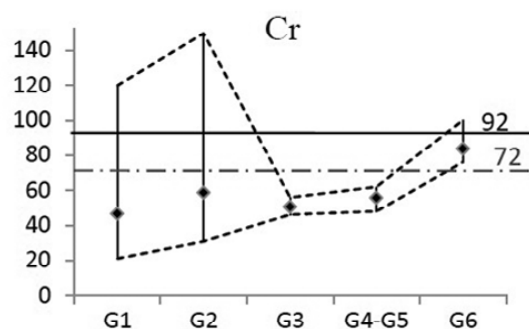
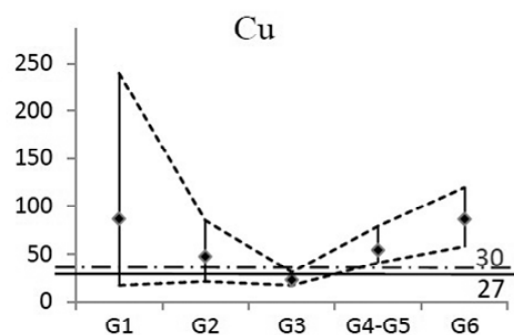
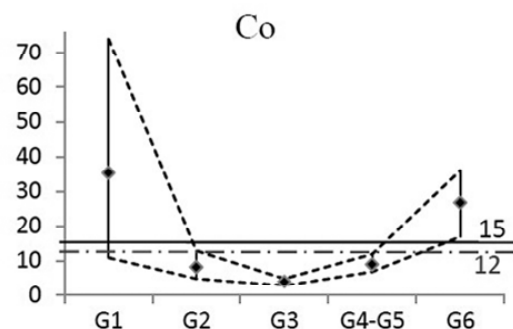
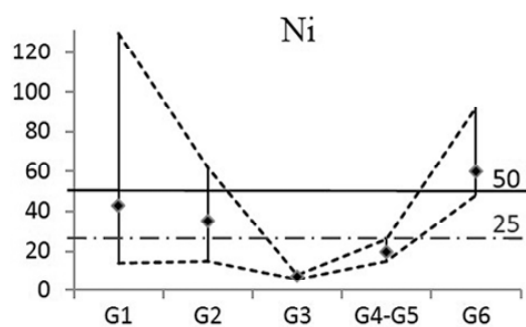
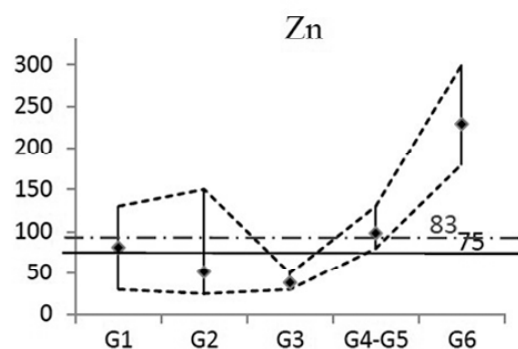
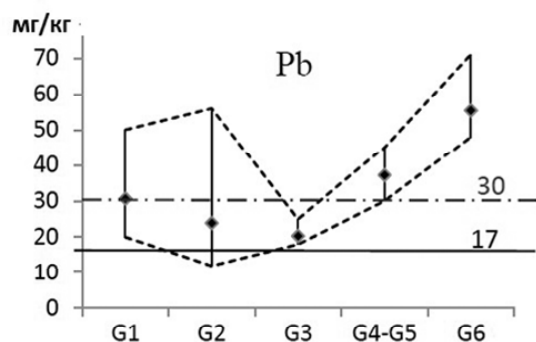


Таблица 3

Среднее содержание металлов в гранулометрических фракциях гумусовых горизонтов почв трансэлювиальных ландшафтов балки Сенокосная, правый борт (мг/кг, Fe вал – %)

Элемент	Гранулометрические фракции*				
	G1 1,7	G2 1,7	G3 62,6	G4+G5 24,7	G6 9,3
Cu	95,0	62,7	26,0	51,3	110,7
Zn	66,7	50,0	40,0	86,7	206,7
Pb	32,3	31,7	20,7	37,0	60,0
Co	28,7	10,0	4,0	7,7	27,7
Ni	40,0	39,7	7,3	16,0	69,7
Cr	45,0	80,0	50,7	52,3	89,3
Mn	3866,7	480,0	233,3	400,0	2733,3
Ti	2100	2700,0	5800,0	7433,3	5066,7
Zr	170,0	533,3	883,3	566,7	280,0
Fe, %	6,3	6,7	0,7	1,3	7,3

*Под индексом гранулометрической фракции приводится ее среднее содержание в почвах трансэлювиальных ландшафтов, %.

фракции крупного и среднего песка она максимальна для Cu, Co Ni, Fe, Mn, Ti, Zr; для Cu и Ni – превышает 75%, для Co, Fe, Mn – достигает 50% и лишь для Ti, Zr составляет ~40%. Во фракции мелкого песка значения C_v максимальны для Zn и Cr – более 60%, для Pb – около 50%. В пылеватых фракциях C_v для всех металлов значительно меньше и изменяется в интервале от 6% (Cr) до 23,5% (Zn). В илистой фракции C_v минимально для Ti, Zr, Pb – 9–12%; для остальных элементов вариabельность минимальна во фракции средней и мелкой пыли. Уменьшение вариabельности содержания элементов в тонких фракциях по сравнению с более крупными объясняется их относительно однородным минералогическим и химическим составом, что связано с преобладанием вторичных глинистых минералов.

Полученные данные о гранулометрическом фракционировании элементов – среднем содержании и вариabельности в гранулометрических фракциях гумусовых горизонтов почв – можно использовать в качестве фоновых при геохимической оценке антропогенного воздействия, в результате которого контрастность концентрации элементов в почвах, снежной и дорожной пыли увеличивается в десятки раз [Власов, Касимов, Кошелева, 2014].

Латеральное распределение металлов в гранулометрических фракциях почв. Миграция элементов в ландшафтах определяется рядом почвенно-геохимических факторов: окислительно-восстановительными и кислотно-основными условиями, содержанием органического вещества, минералогическим и гранулометрическим составом почв. Недостаточно исследовано гранулометрическое фракционирование металлов в почвенно-геохимических катенах и, тем более, в аренах – балках, речных долинах и др. Латеральное распределение металлов в гранулометрических фракциях гумусового горизонта почв в системе: трансэлювиальные ландшафты → склоны → днище → конус выноса Сенокосной балки показано на рис. 4. Среднее содержание элементов в почвах трансэлювиальных ландшафтов при расчете коэффициентов латеральной дифференциации (L) принято за 1 и приведено в табл. 3.

Фракция крупного и среднего песка (G1). Для нее характерна наиболее контрастная латеральная дифференциация металлов с двумя зонами аккумуляции элементов: в днище, где накапливаются $Ni_{1,6}$, Zn, Cu, Cr, $Co_{1,4}$ и на конусе выноса, где выше коэффициенты L $Ti_{1,7}$, $Zr_{1,5}$, а также и $Pb_{1,3}$, Zn и $Co_{1,2}$, по-видимому, из-за их сорбции оксидами Mn ($L=1,2$).

Рис. 3. Содержание элементов (мг/кг, Fe – %) в гранулометрических фракциях гумусовых горизонтов почв балки. Среднее арифметическое показано значком с заливкой, разброс содержаний – линией. Горизонтальной сплошной линией показано кларковое содержание элемента в верхней части континентальной земной коры. Пунктирной линией – среднее содержание элемента в почвенных пробах. По оси абсцисс – гранулометрические фракции, мм: G1 – 1–0,25; G2 – 0,25–0,05; G3 – 0,05–0,01; G4+G5 – 0,01–0,001; G6 – <0,001

Fig. 3. Metal concentrations (mg/kg, Fe – %) in the grain-size fractions separated from the humus horizons of balka soils. Arithmetic mean is indicated as solid diamond, minimum and maximum concentrations – as a vertical line. The horizontal solid line shows the clark content of an element in the upper part of the continental crust. The dashed line is the average content of an element in the bulk soil samples. X-line shows grain-size fractions, mm: G1 – 1–0,25; G2 – 0,25–0,05; G3 – 0,05–0,01; G4+G5 – 0,01–0,001; G6 – <0,001

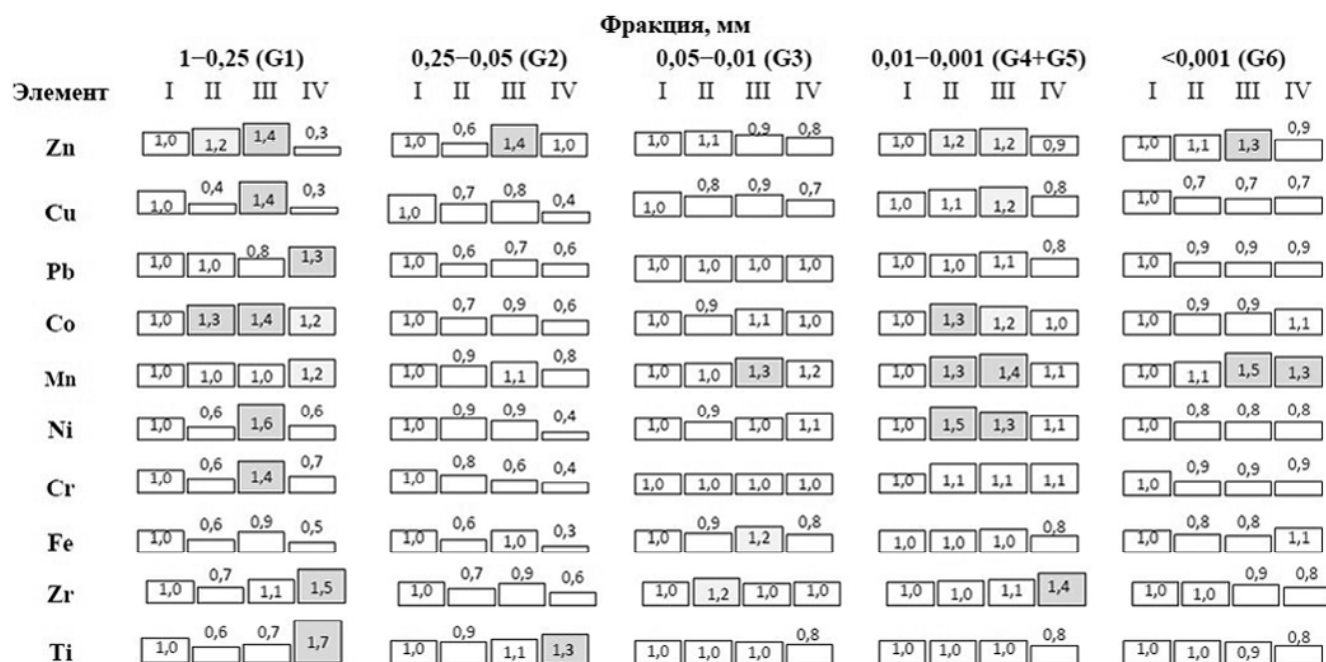


Рис. 4. Латеральное распределение металлов в гранулометрических фракциях гумусового горизонта почв балки. L – коэффициенты латеральной дифференциации: I – трансэлювиальные ландшафты, II – склоны балки, III – днище балки, IV – конус выноса. Цифры – значения L

Fig. 4. Lateral distribution of metals in the grain-size fractions of the humus horizons of balka soils. L – lateral differentiation coefficients: I – trans-eluvial landscapes, II – the balka slopes, III – the balka bottom; IV – the detrital fan. The numbers show L values

Рассеиваются на склонах и конусе выноса $Fe_{0,5-0,6}$ и $Co_{0,3-0,4}$, то есть гидроксиды Fe не являются основной причиной дифференциации этих элементов. Ti и Zr накапливаются на конусе выноса, вероятно, в результате транспорта и выветривания почвенного материала, которые сопровождаются увеличением доли устойчивых акцессорных минералов за счет разрушения более легко выветривающихся [Шванов, 1987]. Нельзя также исключать, что изменение содержания металлов в этой фракции на конусе выноса связано не только с ее геохимической трансформацией, но и с генезисом – она входит в состав балочного аллювия, сформировавшегося за счет переотложения покровных суглинков, смытых с водосбора. Вдоль днища балки статистически значимо уменьшается содержание Ti и Zr, для остальных элементов линейные тренды не выявлены.

По сравнению с оврагом распределение Zn, Pb, Co, Mn, Ni, Cr во фракции G1 почв балки, существенно иное из-за ее различного генезиса в почвах внутренних частей оврага и балки; в овраге максимальное содержание этих элементов наблюдалось в почвах водосбора [Samonova et al., 2017].

Корреляционный анализ показал тесную положительную связь в следующих группах элементов: Cu–Ni–Cr–Fe; Pb–Mn–Co; Co–Zn–Mn; Zn–Cr, что, вероятно, обусловлено совместным их нахождением в минеральной и сорбированной оксидами и гидроксидами Fe и Mn форме [Kabata-Pendias, 2011]. Связь Mn и Co обусловлена сорбцией Co

минералами Mn, известно, что эти элементы – спутники в почвенных процессах [Зырин, Титова, 1979]. По Тайлору и Маккензи [цит. по Alloway, 1995], до 79% минеральных форм Co входит в состав или ассоциировано с оксидами Mn. Тесная положительная связь в парах Cu–Ni, Pb–Co, Ni–Cr в почвенной массе гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв на покровных и делювиальных суглинках описана в [Самонова, Кошелева, Касимов, 1998].

Фракция мелкого песка (G2). Относительно почв трансэлювиальных ландшафтов содержание металлов в этой фракции уменьшается, кроме $Zn_{1,4}$ в днище и $Ti_{1,3}$ на конусе выноса. Особенно низки L для $Fe_{0,3}$, Cu, Ni, $Cr_{0,4}$, Pb, Co, $Zr_{0,6}$ на конусе выноса, что, возможно, связано, как с геохимическим преобразованием этой фракции, так и сменой ее генезиса.

Для металлов в G2 почвы склонов транзитны. Достоверные линейные тренды в распределении металлов по днищу балки не выявлены. Отличие латеральной геохимической дифференциации фракции G2 от G1 заключается в более низком содержании большинства металлов в ее составе во внутренней части балки. Тесная положительная связь характерна для трех пар элементов: Cu–Ni; Cu–Fe; Ti–Zr. Общая черта песчаных фракций – корреляция Cu с Ni, отмечена ранее для почвенной массы гумусовых горизонтов почв лесной зоны [Самонова, Асеева, 2006].

Характер латеральной дифференциации металлов в составе данной фракции почв балки и оврага

одинаковый [Самонова, Касимов, Асеева, 2016], различие проявляется в более контрастном уменьшении их содержания на склонах оврага.

Фракция крупной пыли (G3). В этой фракции наименее контрастна дифференциация металлов: в подчиненных почвах значения L лежат в интервале 0,8–1,2, за исключением $Mn_{1,3}$, слабо концентрирующегося в днище, и $Cu_{0,7}$, активно выносящейся из почв конуса выноса. По днищу только содержание Cr достоверно увеличивается от верховьев к низовьям балки.

В почвах балки и оврага латеральное распределение металлов в составе фракции различно: во внутренней части оврага содержание большинства металлов увеличивается, контрастность дифференциации также больше в овраге [Самонова, Касимов, Асеева, 2016].

В G3 установлена тесная положительная связь между содержаниями Mn и Co и отрицательная – между Cu и Cr, что объясняется сходством поведения элементов в первой паре в почвенно-геохимических процессах [Alloway, 1995] и различиями – во второй. Cu активно участвует в биогеохимических процессах, а Cr – преимущественно в физико-химических и механических. Слабые связи между металлами во фракции крупной пыли отличают ее от других гранулометрических фракций, что косвенно подтверждает ее аллохтонное (золотое) происхождение.

Фракция средней и мелкой пыли (G4+G5). Латеральная дифференциация металлов в этой фракции по сравнению с крупной пылью более контрастна. В почвах склонов концентрируются $Ni_{1,5}$, Mn, $Co_{1,3}$, в днище – $Mn_{1,4}$, $Ni_{1,3}$, Zn, Cu, $Co_{1,2}$, то есть, содержание металлов во внутренней части балки больше, чем в почвах трансэлювиальных ландшафтов. В почвах конуса выноса рассеиваются Fe, Ti, Pb, $Cu_{0,8}$, слабо накапливается – $Zr_{1,4}$. Вдоль днища балки в составе фракции выявлены статистически достоверные тренды роста содержания Mn и Ti и уменьшения содержания Cu. В этой фракции статистически значимая положительная корреляция отмечается для Ni с Zn, Co с Cr.

В овраге установлена близкая по характеру и контрастности латеральная дифференциации содержания большинства металлов, что может свидетельствовать об общем ее генезисе в обеих системах.

Илистая фракция (G6). Относительно почв трансэлювиальных ландшафтов во внутренних частях балки концентрируется только Mn и Zn – в днище (с $L=1,5$ и $L=1,3$ соответственно) и на конусе выноса – Mn ($L=1,3$). Остальные элементы внутри балки распределены равномерно. Латеральная дифференциация содержания металлов в илистой фракции отличается низкой контрастностью, что, по-видимому, связано с ее более однородным минералогическим составом – преобладанием вторичных глинистых минералов с высокой сорбционной емкостью, обеспечивающей высокую концентрацию металлов в этой фракции (см. выше). Вдоль днища балки, от верховьев к низовьям, отрицательный ли-

нейный тренд прослеживается для Zr и Zn, а положительный – для Ni. В илистой фракции тесная положительная связь установлена для пар элементов: Fe-Co, Pb-Co, Pb-Ni, Pb-Cr, Ni-Cr. Тесная положительная связь Fe с Co в илистой фракции, Cr и Pb – в почвенной массе гумусовых горизонтов почв на покровных суглинках описана в [Самонова, Асеева, 2006]. Корреляция Ni с Cr связана, вероятно, с миграционными формами Fe, типоморфным элементом в почвах данных ландшафтов.

В данной фракции почв оврага описано аналогичное по характеру и коэффициентам латеральной дифференциации распределение всех металлов, кроме Zn и Mn. В отличие от днища балки, где эти элементы накапливаются, в днище оврага содержание Mn уменьшается, а Zn – не изменяется относительно трансэлювиальных ландшафтов.

Монолитность (суглинистые отложения) балочной почвенно-геохимической системы обусловила слабую контрастность латеральной дифференциации металлов, как в почвенной массе, так и в составляющих ее гранулометрических фракциях, за исключением песчаных на конусе выноса. Предположительно, это связано с тем, что песчаные фракции на конусе выноса входят в состав более древнего балочного аллювия, вскрытого вторичным овражным врезом, и имеют более низкое содержание металлов, чем в составе покровных суглинков водосбора.

Корреляционные связи между металлами в отдельных гранулометрических фракциях, как и в почвенной массе, вероятно, обусловлены их совместным нахождением в составе различных минералов или в подвижных фазах, например, в сорбированной форме.

Выводы:

– в гранулометрических фракциях почв балочной системы содержание металлов зависит от размерности частиц, определяющей их сорбционную емкость. Для илистой фракции характерно максимальное содержание Fe, Mn, Co, Ni, Cr, Pb, Zn. В средне- и мелкопылевой фракции накапливается только Ti. В крупнопылевой фракции содержание всех изученных металлов, кроме Zr, минимально. В некоторых пробах фракции крупного и среднего песка наблюдается максимально высокое содержание Fe, Mn, Co и Ni;

– латеральная дифференциация содержания металлов в гранулометрических фракциях гумусовых горизонтов почв балочной системы обусловлена их геохимической трансформацией в процессе механического перемещения от трансэлювиальных ландшафтов по склонам балки и вдоль днища. Контрастность распределения металлов снижается в ряду: крупный и средний песок – мелкий песок, средняя и мелкая пыль – илистая фракция – крупнопылевая фракция. Во фракции крупной пыли латеральное распределение металлов наиболее равномерное;

– крупная пыль (G3), характеризующаяся минимальным содержанием металлов и их равномер-

ным латеральным распределением в балочной системе, предлагается в качестве условно фоновой фракции для оценки накопления элементов в других фракциях.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке гранта РГО-РФФИ № 17-05-41036.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. 1962. № 7. С. 555–571.
- Власов Д.В., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е. Геохимия дорожной пыли (Восточный округ г. Москвы) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 3. С. 23–33.
- Геннадиев А.Н., Кошовский Т.С., Жидкин А.П., Ковач Р.Г. Латеральная миграция твердофазного вещества почв в пределах ландшафтно-геохимической арены (метод магнитного трассера) // Почвоведение. 2013. № 10. С. 1–12.
- Глазовская М.А., Касимов Н.С. Ландшафтно-геохимические основы мониторинга природной среды // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1987. № 1. С. 11–16.
- Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М.: ГЕОС, 2006. 296 с.
- Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 382 с.
- Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 272 с.
- Евсеева Н.С., Квасникова З.Н. Водно-склоновые процессы на пахотных угодьях подтаежной зоны Западно-Сибирской равнины // Проблемы флювиальной геоморфологии. Ижевск, Ассоциация «Научная книга», 2006. С. 218–222.
- Евсеева Н.С., Квасникова З.Н., Каширо М.А., Батманова А.С., Алев В.В. Смыв почвы талыми снеговыми водами на склонах (по материалам стационарных наблюдений в Томской области) // Геоморфология. 2016. № 1. С. 45–54.
- Еременко Е.А. Ложбинный мезорельеф центральных и южных районов Восточно-Европейской равнины: Автореф. дис. ... канд. геогр. н. М., 2009. 24 с.
- Зырин Н.Г., Титова А.А. Формы соединений кобальта в почвах // Содержание и формы соединений микроэлементов в почвах. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. С. 350–386.
- Комплексный анализ четвертичных отложений Сатинского учебного полигона / Под ред. Г.И. Рычагова, С.А. Антонова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. 128 с.
- Муратов М.В. Об условиях образования суглинков в четвертичном периоде // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода, 1953, № 19.
- Побединцева И.Г. Почвы на древних корях выветривания. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. 191 с.
- Протасова Н.А. Редкие и рассеянные элементы (Mn, Cr, V, Ni, Cu, Zn, Co, Mo, Be, Ti, Zr, Ga, Sr, Ba, I, B) в почвообразующих породах Центрального Черноземья // Вестн. ВГУ. Сер. Химия, биология, фармация. 2003. № 2. С. 164–171.
- Самонова О.А., Асеева Е.Н. Геохимическая трансформация покровных и моренных суглинков бассейна Средней Протвы в процессе почвообразования // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 6. С. 67–74.
- Самонова О.А., Асеева Е.Н. Распределение металлов по гранулометрическим фракциям почв в юго-восточной части Смоленско-Московской возвышенности // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2008. № 3. С. 32–39.
- Самонова О.А., Касимов Н.С., Асеева Е.Н. Металлы в гранулометрических фракциях почв овражной системы (юго-восточная часть Смоленско-Московской возвышенности) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2016. № 3. С. 18–28.
- Самонова О.А., Кошелева Н.Е., Касимов Н.С. Ассоциации микроэлементов в профиле дерново-подзолистых почв южной тайги // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение, 1998. № 2. С. 14–19.
- Сысцев В.В. Георадарные исследования полимасштабных структур в ландшафтах на примере Смоленско-Московской возвышенности // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 4. С. 26–32.
- Титова Н.А., Травникова Л.С., Кахнович З.Н. и др. Содержание тяжелых металлов в гранулометрических и денсиметрических фракциях почв // Почвоведение. 1996. № 7. С. 888–898.
- Фузеина Ю.Н., Панин А.В. Морфология и возраст малых эрозионных форм в бассейне Средней Протвы // Междунар. вуз. координац. совещ. по проблеме эрозионных русловых и устьевых процессов. Псков, 13–15 окт. 1998 г. Псков. С. 161–163.
- Acosta J.A., Martínez-Martínez S., Faz A., Arocena J. Accumulations of major and trace elements in particle size fractions of soils on eight different parent materials // Geoderma. 2011. V. 161. № 1. P. 30–42.
- Alloway B.J. Heavy metals in soils. Blackie Acad. London, 1995. 368 p.
- Förstner U. Chemical forms of metal accumulation in recent sediments // Ore genesis. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1982. P. 191–199.
- Hardy M., Cornu S. Location of natural trace elements in silty soils using particle-size fractionation // Geoderma. 2006. V. 133. № 3–4. P. 295–308.
- Hu Z., Gao S. Upper crustal abundances of trace elements: A revision and update // Chemical Geology. 2008. V. 253. Iss. 3–4. P. 205–221.
- Huang B., Li Z., Huang J. et al. Adsorption characteristics of Cu and Zn onto various size fractions of aggregates from red paddy soil // J. Hazardous Mat. 2014. V. 264. P. 176–183.
- Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants, 4th ed. CRC Press, Boca Raton, Boca Raton, London New York, 2011. 548 p.
- Panin A.V., Fuzeina Ju.N., Belyaev V.R., Long-term development of Holocene and Pleistocene gullies in the Protva River basin, Central Russia // Geomorphology. 2009. V. 108. P. 71–91.
- Samonova O.A., Aseyeva E.N., Kasimov N.S. Metals in soils of erosional systems in forest zone in the central part of European Russia // J. Geochem. Explor. 2014. V. 144. P. 247–259.
- Samonova O.A., Aseyeva E.N., Kasimov N.S. Metals in 1–0,25 mm grain-size fraction in the soils of the mixed forest zone of the Russian plain // J. Geochem. Explor. 2017, V. 184, P. 381–393. DOI: 10.1016/j.gexplo.2017.07.020.
- Thorne L.T., Nickless G. The relation between heavy metals and particle size fractions within the Severn Estuary (UK) intertidal sediments // Science of the Total Environment. 1981. V. 19(3). P. 207–213.

Поступила в редакцию 05.03.2018
Принята к публикации 20.07.2018

O.A. Samonova¹, E.N. Aseyeva², N.S. Kasimov³,

**DISTRIBUTION OF METALS IN THE GRANULOMETRIC FRACTIONS
OF A BALKA SOIL-GEOCHEMICAL SYSTEM
(SOUTH-EASTERN PART OF THE SMOLENSK-MOSCOW UPLAND)**

Concentrations and lateral distribution of Fe, Mn, Ti, Zr, Ni, Co, Cr, Zn, Pb in 1–0.25; 0.25–0.05; 0.05–0.01; 0.01–0.001 and <0.001 mm grain-size fractions of humus soil horizons were studied in a balka system located in the Central Protva River basin. The levels of metal concentrations are determined by the particle size: Ti, Zr and Cr are at their lowest values in the coarse and medium sand; the coarse silt fraction is enriched in Zr, while Fe, Mn, Co, Ni, Zn, Pb, Cu show their minimal values in this fraction; the medium and fine silt shows the highest levels of Ti and the clay fraction the highest mean concentrations of Fe, Mn, Co, Ni, Cr, Pb, Zn. The variability in the concentrations of the majority of metals decreases from sand to silt and clay fractions. The lateral distribution of metals in the grain-size fractions is related to their geochemical transformation during the process of migration from the trans-eluvial landscapes of adjacent areas along the slope and bottom of the balka system, from the upper to lower reaches. In coarse and medium sand, the highest concentrations of metals, except Fe, are found in soils of the bottom or the detrital fan. In fine sand metals other than Zn and Ti are concentrated in soils of trans-eluvial landscapes. In medium and fine silt all metals, except Fe, Zr and Ti, accumulate in soils of the balka slope and bottom. In clay fraction Zn and Mn concentrate in soils of the balka bottom, while other elements in soils of trans-eluvial landscapes. The lateral distribution of the majority of metals is the most uniform in coarse silt fraction. The concentrations of some elements decrease down the balka bottom: Ti and Zr – in coarse and medium sand, Cu – in medium and fine silt, Zr and Zn – in clay fraction; the increase of concentrations was revealed for Cr in coarse silt, Mn and Ti in medium and fine silt and Ni in clay fraction.

Key words: metals, humus soil horizons, granulometric fractions, physical migration, lateral distribution.

Acknowledgments. The study was financially supported by the Russian Geographical Society and the Russian Foundation for Basic Research (grant № 17-05-41036).

REFERENCES

- Acosta J.A., Martinez-Martinez S., Faz A., Arocena J. Accumulations of major and trace elements in particle size fractions of soils on eight different parent materials // *Geoderma*. 2011. V. 161. № 1. P. 30–42.
- Alloway B.J. Heavy metals in soils. Blackie Acad. London, 1995. 368 p.
- Dobrovolskij V.V. Geografiya mikroelementov. Globalnoe rasseyaniye [Geography of trace elements. Global dispersion]. Moscow: Mysl', 1983. 272 p. (in Russian).
- Eremenko E.A. Lozhbinnyy mezorelef centralnyh i yuzhnyh rajonov Vostochno-Evropejskoj ravniny [Hollow mesorelief of the central and southern regions of the East European Plain] Synopsis of the PhD theses. Moscow, 2009. 24 p. (in Russian).
- Evseeva N.S., Kvasnikova Z.N. Vodno-sklonovye processy na pahotnyh ugodyah podtaezhnoj zony Zapadno-Sibirskoj ravniny [Water-slope processes on arable lands of the subtaiga zone of the West Siberian Plain] // *Problemy flyuvialnoj geomorfologii*. Izhevsk: Associaciya «Nauchnaya kniga». 2006. P. 218–222 (in Russian).
- Evseeva N.S., Kvasnikova Z.N., Kashiro M.A., Batmanova A.S., Aleev V.V. Smyv pochvy talymi snegovymi vodami na sklonah (po materialam stacionarnykh nablyudenij v Tomskoj oblasti) [Soil washoff with snowmelt water on the slopes (based on the materials of stationary observations in the Tomsk region)] // *Geomorfologiya*. 2016. № 1. P. 45–54 (in Russian).
- Förstner U. Chemical forms of metal accumulation in recent sediments // *Ore genesis*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1982. P. 191–199.
- Fuzeina Yu.N., Panin A.V. Morfologiya i vozrast malyh erozionnyh form v bassejne Srednej Protvy [Morphology and age of small erosion forms in the Middle Protva River basin] // *Mezhdunar. vuz. koordinac. soveshh. po probleme erozionnyh ruslovnyh i ustevykh processov*. Pskov, 13–15 october 1998. P. 161–163 (in Russian).
- Gennadiyev A.N., Koshovskij T.S., Zhidkin A.P., Kovach R.G. Lateralnaya migraciya tverdogaznogo veshhestva pochv v predelakh landshaftno-geokhimicheskoj areny (metod magnitnogo trassera) [Lateral migration of solid phase soil material within the landscape-geochemical arena (the method of magnetic tracer)] // *Pochvovedenie*. 2013. № 10. P. 1–12 (in Russian).
- Glazovskaya M.A., Kasimov N.S. Landshaftno-geokhimicheskie osnovy monitoringa prirodnoj sredy [Landscape-geochemical bases of environmental monitoring] // *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5. Geografiya*. 1987. № 1. P. 11–16 (in Russian).
- Golosov V.N. Eroзионно-akkumulyativnye processy v rechnykh bassejnah osvoennykh ravnin [The erosional and accumulative processes in river basins of cultivated plains]. Moscow: GEOS, 2006. 296 p. (in Russian).
- Grigorev N.A. Raspredelenie himicheskikh elementov v verhnjej chasti kontinentalnoj kory [Distribution of chemical elements in the upper part of the continental crust]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2009. 382 p. (in Russian).
- Hardy M., Cornu S. Location of natural trace elements in silty soils using particle-size fractionation // *Geoderma*. 2006. V. 133. № 3–4. P. 295–308.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Leading Scientific Researcher, PhD. in Geography; *e-mail*: oasamonova@mail.ru

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

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Head of the Department, Academician of RAS, D.Sc. in Geography; *e-mail*: nskasimov@mail.ru

Hu Z., Gao S. Upper crustal abundances of trace elements: A revision and update // *Chemical Geology*. 2008. V. 253. Iss. 3–4. P. 205–221.

Huang B., Li Z., Huang J. *et al.* Adsorption characteristics of Cu and Zn onto various size fractions of aggregates from red paddy soil // *J. Hazardous Mat.* 2014. V. 264. P. 176–183.

Kabata-Pendias, A. Trace elements in soils and plants, 4th ed. CRC Press, Boca Raton, Boca Raton, London–New York, 2011. 548 p.

Kompleksnyj analiz chetvertichnyh otlozhenij Satinskogo uchebnogo poligona [The integrated analysis of the Quaternary deposits of the Satino training station] / Eds. G.I. Rychagov, S.A. Antonov, Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1992. 128 p. (in Russian).

Muratov M.V. Ob usloviyah obrazovaniya suglinkov v chetvertichnom periode [On the conditions of loam formation in the Quaternary period] // *Byul. Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda*. 1953. № 19 (in Russian).

Panin A.V., Fuzeina Ju.N., Belyaev V.R., Long-term development of Holocene and Pleistocene gullies in the Protva River basin, Central Russia. *Geomorphology*. 2009. V. 108. P. 71–91.

Pobedinceva I.G. Pochvy na drevnih korah vyvetrivanija [The soils on ancient weathering crusts]. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1975. 191 p. (in Russian).

Protasova N.A. Redkie i rasseyannye elementy (Mn, Cr, V, Ni, Cu, Zn, Co, Mo, Be, Ti, Zr, Ga, Sr, Ba, I, B) v pochvoobrazuyushhiih porodah Centralnogo Chernozemya [Rare and trace elements (Mn, Cr, V, Ni, Cu, Zn, Co, Mo, Be, Ti, Zr, Ga, Sr, Ba, I, B) in parent materials of the Central Chernozemic Belt region], *Vestnik VGU, serija Himija, biologija, farmacija*. 2003. № 2. P. 164–171 (in Russian).

Samonova O.A., Aseyeva E.N., Kasimov N.S. Metals in soils of erosional systems in forest zone in the central part of European Russia // *J. Geochem. Explor.* 2014. V. 144. P. 247–259.

Samonova O.A., Aseyeva E.N., Kasimov N.S. Metals in 1–0,25 mm grain-size fraction in the soils of the mixed forest zone of the Russian plain // *J. Geochem. Explor.* 2017, V. 184, P. 381–393. DOI: 10.1016/j.gexplo.2017.07.020.

Samonova O.A., Aseyeva E.N. Geohimicheskaya transformaciya pokrovnyh i morenyh suglinkov bassejna Srednej Protvy v processe pochvoobrazovaniya [Geochemical transformation of mantle and moraine loams in the process of soil formation in the Central Protva River basin] // *Vestnik Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geografiya*. 2006. № 6. P. 67–74 (in Russian).

Samonova O.A., Aseyeva E.N. Raspredelenie metallov po granulometricheskim frakciyam pochv v yugo-vostochnoj chasti Smolensko-Moskovskoj vozvyshennosti [The distribution of metals in grain-size fractions of soils in the southeastern part of the Smolensk-Moscow Upland] // *Vestnik Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geografiya*. 2008. № 3. P. 32–39 (in Russian).

Samonova O.A., Kasimov N.S., Aseyeva E.N. Metally v granulometricheskix frakciyah pochv ovrazhnoj sistemy (Yugo-Vostochnaya chast Smolensko-Moskovskoj vozvyshennosti) [Metals in grain size fractions of a gully system (the south-eastern part of Smolensk–Moscow Upland)] // *Vestnik Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geografiya*. 2016. № 3. P. 18–28 (in Russian).

Samonova O.A., Kosheleva N.E., Kasimov N.S. Associacii mikroelementov v profile derno-podzolistykh pochv yuzhnoj tajgi [Association of microelements in the profile of sod-podzolic soils of southern taiga] // *Vestnik Mosk. Un-ta. Ser. 17. Pochvovedenie*. 1998. № 2. P. 14–19 (in Russian).

Sysuev V.V. Georadarnye issledovaniya polimasshtabnyh struktur v landshaftah na primere Smolensko-Moskovskoj vozvyshennosti [Georadar research of multiscale structures in landscapes (case study of Smolensk-Moscow Upland)] // *Vestnik Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geografiya*. 2014. № 4. P. 26–32.

Thorne L.T., Nickless G. The relation between heavy metals and particle size fractions within the Severn Estuary (UK) intertidal sediments // *Science of the Total Environment*. 1981. V. 19(3). P. 207–213.

Titova N.A., Travnikova L.S., Kahnovich Z.N. *et al.* Soderzhanie tyazhelyh metallov v granulometricheskix i densimetricheskix frakciyah pochv [The content of heavy metals in soil grain size fractions] // *Pochvovedenie*. 1996. № 7. P. 888–898.

Received 05.03.2018

Accepted 20.07.2018

УДК 911.9

Н.В. Шартова¹, Д.А. Шапошников², П.И. Константинов³, Б.А. Ревич⁴**БИОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ВО ВРЕМЯ АНОМАЛЬНОЙ ЖАРЫ НА ПРИМЕРЕ ЮГА РОССИИ**

Представлены результаты работ по определению наилучшего биоклиматического предиктора смертности населения во время волн жары. В качестве модельного региона выбран город Ростов-на-Дону, использованы статистические данные по суточной смертности населения и ежесуточные метеорологические данные за теплый период 1999–2011 гг. Проведенное исследование показало наличие взаимосвязи между волнами жары и смертностью населения. Риск смертности населения от ишемической болезни сердца и цереброваскулярных заболеваний повышается с ростом температуры. Использование биоклиматических индексов способствует выявлению взаимосвязей между тепловыми индексами и рисками для здоровья населения. Настоящее исследование предлагает использование индекса физиологически эквивалентной температуры Physiological Equivalent Temperature (PET) в качестве наиболее перспективного индекса для дальнейшего моделирования воздействия высоких температур окружающей среды на здоровье населения.

Ключевые слова: смертность населения, болезни системы кровообращения, биоклиматические индексы, волны жары, Ростов-на-Дону.

Введение. В условиях происходящих во второй половине XX и в начале XXI вв. процессов глобального потепления климата и мировой урбанизации особое внимание научного сообщества заслуживает проблема влияния климатических особенностей среды проживания на качество и продолжительность жизни населения [Изменение климата ..., 2007]. Для России – государства с высокой долей городского населения – принципиальную важность приобретает изучение городского климата как одного из факторов комфортности среды проживания.

Существует значительное количество исследований, подтверждающих воздействие температуры воздуха во время сильной жары на смертность населения [Kovats, Hajat, 2008; Gosling et al., 2009]. Для европейских городов показано, что после 2003 г. жара продолжает оставаться значимым фактором риска для здоровья населения [de'Donato et al., 2015; Fouillet et al., 2008; Schifano et al., 2009]. Особенно это важно для старшей (свыше 65 лет) возрастной категории [McMichael et al., 2006].

К наиболее показательным для изучения сильного продолжительного теплового воздействия на организм человека можно отнести аномальную жару, наблюдавшуюся в Чикаго в 1995 г. [Dematte et al., 1998], Париже и других европейских городах в 2003 г. [Laaidi et al., 2012], и Москве в 2010 г. [Shaposhnikov et al., 2014a]. В 1998–2002 гг. в городах России волны тепла стали причиной от 4 до 29 тысяч случаев дополнительных смертей в год. В Москве во время жары 2010 г. дополнительная смертность состави-

ла почти 11 тысяч случаев. При дальнейшем изменении климата возможно увеличение числа дней с аномальной высокой температурой, что, в свою очередь, приведет к увеличению количества климатозависимых смертельных исходов [Ревич, 2011].

В связи с вышеизложенным целью работы является определение наилучшего биоклиматического предиктора смертности населения во время аномальной жары или же в другой терминологии – волн жары. В качестве предикторов (независимых переменных, являющихся в данном случае средством прогнозирования повышенной смертности населения) были использованы: температура воздуха по стационарному психрометру августа (T); температурно-влажностный индекс Humidex (HUM); индекс эффективной температуры Apparent Temperature (AT); индекс физиологически эквивалентной температуры Physiological Equivalent Temperature (PET).

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1 – идентификация ансамблей волн жары; 2 – вычисление относительных рисков смертности для каждого из ансамблей волн жары методами анализа временных рядов ежедневной смертности; 3 – выбор наилучшего предиктора на основе полученных оценок риска.

Исследование проведено на примере города Ростов-на-Дону. Город расположен на юго-востоке Восточно-Европейской равнины, в умеренных широтах северного полушария, и, как и большинство городов-миллионеров РФ, относится к умеренно континентальному типу климата. Характерен повышен-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: shartova@yandex.ru

² Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, ст. науч. с., канд. физ.-мат. н., e-mail: dshap2014@gmail.com

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии, ст. преподаватель, канд. геогр. н.; e-mail: kostadini@mail.ru

⁴ Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, заведующий лабораторией, докт. мед. н., e-mail: brevich@yandex.ru

ный приток солнечной радиации, особенно для летнего периода. Температура воздуха имеет резко выраженный годовой ход. Годовая амплитуда экстремальных температур воздуха достигает 65–70°C. Годовое количество осадков составляет 618 мм, продолжительность залегания снежного покрова редко превышает 2 месяца.

Ростов-на-Дону – десятый по численности населения город России, ключевой экономический центр и транспортный узел Южного федерального округа. Основной экономической составляющей области является обрабатывающий сектор промышленности (преимущественно машиностроение). Это один из крупнейших городов России со средним уровнем загрязнения атмосферного воздуха, типичным для крупных российских городов с миллионным населением. Содержание в атмосферном воздухе мелкодисперсных частиц PM10 основного индикатора качества атмосферного воздуха, рассчитанных по содержанию взвешенных веществ, находится в пределах ПДК, за исключением летнего сезона, что связано с аэрацией частиц с поверхности земли. Среднегодовые концентрации других веществ, исследованных на стационарных постах гидрометеослужбы, диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота и других также не превышают ПДК.

Такие внешние факторы, как образ жизни населения, уровень бедности, безработицы и т. п. в данном случае не имеют столь важного значения, так как исследование проведено на одной достаточно большой стабильной выборке, а не на разных группах населения, находящихся в различных социально-экономических условиях. Все вышесказанное позволяет анализировать воздействие волн жары на смертность населения без учета дополнительных факторов.

Материалы и методы исследования. В исследовании использованы статистические данные о суточной смертности населения, полученные в Федеральной службе государственной статистики (Росстат), и ежесуточные метеорологические данные за теплое и переходное время года (с апреля по октябрь), полученные по информации ВНИИГМИ-МЦД для города Ростов-на-Дону за период 1999–2011 гг.

Суточная смертность населения представлена согласно Международной классификации болезней 10-го пересмотра (ICD-10) различных возрастных групп. В исследовании использованы данные по смертности населения от ишемической болезни сердца (коды I20–I25) и цереброваскулярных заболеваний (коды I60–I69) для возрастных категорий 30–64 года и старше 65 лет. Всего проанализировано 96 166 случаев смерти.

Метеорологические данные представлены срочными наблюдениями (8 раз в сутки) температуры воздуха, относительной влажности, скорости ветра и точки росы на метеорологической станции Ростов-на-Дону (индекс ВМО 34 730).

Биоклиматические индексы. Исследование основано на использовании восьми тепловых индексов, включающих как простые измерения темпера-

туры, так и составные биоклиматические индексы, которые получили широкое распространение при изучении воздействия температуры окружающей среды на здоровье населения. Детальное описание индексов представлено в табл. 1. В целом, средняя и максимальная суточные температуры были использованы для характеристики температуры окружающей среды в каждый конкретный день. Индекс *Humidex (HUM)* использован для оценки теплового стресса и определения усредненных ощущений человека при теплой влажной погоде [Masterson, Richardson, 1979]. Индекс *эффективной температуры (Apparent Temperature AT)*, является эквивалентом температуры, формирующим тот же уровень дискомфорта, что испытывался бы при существующих в окружающей среде температуре воздуха, влажности и солнечной радиации [Steadman, 1984]. Перечисленные выше индексы относятся к группе так называемых «прямых» индексов [Blażejczyk et al., 2012], рассчитываемых непосредственно по измеренным значениям параметров окружающей среды. Для получения более точных результатов в исследование был привлечен индекс *физиологически эквивалентной температуры (Physiological equivalent temperature PET)*, относящийся к группе индексов, основанных на моделях энергетического баланса человека [Matzarakis et al., 2007a].

Таким образом, было рассчитано 8 индексов (попарно как средние, так и наибольшие значения каждого из четырех индексов) в ежесуточном разрешении.

Идентификация волн жары. Определение температурных порогов волн жары проведено с помощью индексов T_{mean} , T_{max} , HUM_{mean} , HUM_{max} , AT_{mean} , AT_{max} , PET_{mean} , PET_{max} . Например, порог жары для индекса «среднесуточная температура» T_{mean} определен как 97%-ный процентиль круглогодичного распределения среднесуточных температур (табл. 2). В ансамбль волн жары включались непрерывные последовательности от 5 дней и более, всего получено 8 таких ансамблей.

Отдельно следует оговорить 2010 г., когда наблюдалась аномальная волна жары на всей территории европейской части России [Анализ условий ..., 2011]. Работы, ранее проведенные по волнам жары в Москве, показали, что включение этой волны в выборку наряду с «обычными» волнами жары сильно искажает результаты, поскольку влияние этой аномальной жары на смертность слишком велико [Shaposhnikov et al., 2014b]. В связи с этим, аномальная волна, длиной в 21 день, наблюдавшаяся в г. Ростове-на-Дону, была исключена из выборки.

Вычисление относительных рисков смертности. Относительный риск смертности во время волн жары (RR) определен как отношение ожидаемой смертности в среднем для всех дней, входящих в данный ансамбль волн, к ожидаемой смертности в среднем для всех остальных дней на основе регрессионной модели Пуассона.

$$\ln E(M) = \beta_L \times \{L \cdot heat\} + (time), \quad (1)$$

Таблица 1

Тепловые индексы, используемые в исследовании

Наименование и обозначение индекса	Формула или описание алгоритма вычисления
Температура по стационарному психрометру Августа (T)	Измеряется 8 раз в сутки, как и остальные метеопараметры, используемые в формулах ниже
Индекс температуры и влажности в жаркую погоду Humidex (HUM)	$HUM = T + 0,5555 \cdot (E - 10)$, где E – давление водяного пара, ГПа; $E = 6,11 \times C$ или $E = ?$ $6,11 \times \exp \left(5417,753 \times \left(\frac{1}{273,16} - \frac{1}{273,16 + td} \right) \right)$, где td – точка росы, °C $6,11 \times \frac{rh}{100} \exp \left(\frac{17,27T}{237,7 + T} \right)$, где rh – относительная влажность, %
Эффективная температура (AT)	$AT = T + 0,348E - 0,70v + 0,70 \frac{Q}{v + 10} - 4,25$, [Steadman, 1994], где E – давление водяного пара, ГПа; Q , Вт/м ² – солнечное излучение (прямая солнечная радиация), поглощаемое единицей площади поверхности – в данной работе не учитывалось, что равнозначно предположению о пребывании в тени; v – скорость ветра (м/с) на высоте 10 м
Физиологически эквивалентная температура (PET)	Вычисление индекса основано на модели энергетического баланса человека Munich Energy-balance Models for Individuals – MEMI [Hoppe, 1984]. Данный индекс можно рассчитать с помощью модели RayMan, которая учитывает расположение близлежащих к точке строений [Konstantinov et al., 2014] и подходит для использования на локальном и региональном уровнях. Алгоритм расчета представлен в [Matzarakis et al., 2007b]

* Максимум и среднее из восьми значений принимались соответственно за суточный максимум и среднесуточное значение. Расчет HUM и AT проводился только при температуре выше 20°C.

где: $\ln E(M)$ – натуральный логарифм ожидаемого значения ежедневной смертности; $\{L.heat\}$ – бинарная переменная, маркирующая все дни в ансамбле волн жары с заданным запаздыванием (лагом) L . Введение в модель лага отражает представления о том, что жара может влиять на смертность не в тот же день, а с небольшой задержкой – до трех дней. Наиболее вероятный лаг определяется перебором моделей с $L=0; 1; 2; 3$ и должен максимизировать статистическую значимость коэффициента β_L , который связан с относительным риском смертности в среднем для ансамбля волн жары:

$$RR_L = \frac{\langle M_L(\text{в жару}) \rangle}{\langle M(\text{в обычные дни}) \rangle} = \exp(\beta_L).$$

Согласно уравнению модели (1), при расчете рисков дополнительной смертности «смертностью в обычные дни», то есть «фоновой» следует считать среднюю смертность в данные календарные даты других лет периода исследования, с учетом всех явных зависимостей смертности от времен – то есть от номера дня в исследуемом массиве данных. В соответствии с таким подходом, последнее слагаемое в модели (1) представляет собой явную зависимость ежедневной смертности от времени и учитывает квадратичный многолетний тренд, периодические сезонные изменения как функцию номера дня в году DOY и зависимость смертности от семи категориальных переменных, маркирующих дни недели $\{DOW\}$.

$$f(time) = \beta_{lin}t + \beta_{quad}t^2 + S \left(DOY, \frac{4df}{year} \right) + \{DOW\}. \quad (2)$$

В уравнении (2) периодическая сезонная компонента моделируется естественным кубическим сплайном S с четырьмя степенями свободы в год.

Выбор наилучшего предиктора смертности осуществляется на основе оценки риска смертности во время волн жары, исходя из модели (1)–(2). При этом сравнивается качество моделей, основанных на одинаковых наборах первичных данных. С использованием методов статистического анализа проводится исследование того, какой из анализируемых биоклиматических индексов лучше всего отражает изменения в смертности населения. Задача решается путем перебора восьми параметров (температуры и биоклиматических индексов) и четырех лагов, используемых в уравнении (1) для вычисления переменной $L.heat$ – то есть для идентификации восьми ансамблей волн жары.

Поскольку остальные независимые переменные и сама структура модели остаются неизменными, то задача выбора наилучшего предиктора сводится к задаче выбора наилучшей модели смертности. Общепринятым способом сравнения обобщенных линейных моделей (glm) является использование «информационных критериев», чаще всего используется критерий Акаике (AIC) [Akaike, 1973]. Считается, что наилучшей будет модель с наименьшим значением критерия AIC.

Результаты исследований и их обсуждение.

Волны жары в г. Ростове-на-Дону в период 1999–2011 гг. Определение температурных порогов волн жары, проведенное на основе 97%-ного процентилля круглогодичного распределения среднесуточных температур для различных параметров, показало, что общее число волн жары колеблется от 5 до 13 (табл. 2). Количество волн, определенное при помощи средних суточных значений биоклиматических индексов (HUM_{mean} ; AT_{mean} ; PET_{mean}), одинаковое – 11. Оно равно количеству волн, определенных по максимальным суточным значениям температуры (T_{max}). Наибольшее количество волн (13) определено на основе среднесуточной температуры воздуха (T_{mean}), наименьшее – на основе максимальных суточных значений индекса PET (PET_{max}). Следует отметить, что для анализируемого периода с использованием критерия ВМО (Frich et al., 2002) получается большее количество волн – 17, однако 11 из них совпадают по срокам с выделенными волнами. Применение критерия аномально жаркой погоды Росгидромета (РД 52.88.699-2008) позволяет выделить лишь две полноценных волны, в остальных случаях дни с превышением климатической нормы не удовлетворяют критерию по его продолжительности.

Следует отметить, что пороги эквивалентных температур всегда выше, чем порог температуры (T). Сравнение количеств идентифицированных волн приводит к выводу, что использование максимальных суточных значений индексов всегда дает меньше волн, чем при использовании средних суточных значений.

Волны жары за анализируемый период наблюдались практически ежегодно, за исключением 2000, 2003, 2005 гг. (также можно отнести и 2004 г., когда с 28 июля была зафиксирована единственная волна жары, длившаяся пять дней и определенная на основе только одного индекса – AT_{mean}). В течение года наблюдается не более двух волн жары, определяемых по различным индексам. Исключение составляет 2011 г., когда на основе индексов AT_{mean} и PET_{mean} определены три, следующие друг за другом, волны жары. В основном волны жары характерны для июля и августа, за некоторым исключением. Наиболее ранняя волна жары была зафиксирована в 2007 г. и наблюдалась в конце мая (с 22 по 31 мая, в зависимости от используемого индекса). К поздним волнам можно отнести волны 2006–2008 гг., наблюдавшиеся в августе. Средняя продолжительность волн составляет 7–9 дней.

Наиболее продолжительная волна жары была определена на основе индексов AT_{mean} и PET_{mean} в

июле 2001 г. и составила 20–21 день. Средняя температура во время волн жары составляет 28°C.

К наиболее сильным можно отнести июльские волны 2001, 2002 и 2011 гг., поскольку они идентифицировались всеми используемыми индексами. Среднесуточная температура во время данных волн составляла 27–30°C. Максимальная температура воздуха за сутки при этом достигала 37°C. Согласно выбранным индексам, биоклиматические условия в период волн жары характеризовались следующим. Средние за сутки значения определяли дискомфортные условия (HUM_{mean} от 30 до 39°C) со средним термическим стрессом (PET_{mean} от 29 до 35°C). Максимальные значения за сутки уже определяли значительный дискомфорт (HUM_{max} от 39 до 40°C) и сильный термический стресс (PET_{max} от 35 до 41°C).

Относительные риски смертности в период волн жары. Результаты оценки относительных рисков смертности во время волн жары, идентифицированных по температуре воздуха и биоклиматическим индексам, приведены в табл. 3. Исходя из критерия минимизации AIC, были получены следующие наилучшие индексы: T_{mean} для показателя смертности от ишемической болезни сердца в возрасте 30–64 года; PET_{mean} для смертности от cerebrovasкулярных заболеваний в возрасте 30–64 года и ишемической болезни сердца в возрасте старше 65 лет; HUM_{mean} для смертности от cerebrovasкулярных заболеваний в возрасте 65 лет. Следует отметить, что значения AIC для моделей с восемью альтернативными индексами очень близки.

Наиболее высокие риски смертности связаны с cerebrovasкулярными заболеваниями в возрастной группе старше 65 лет, наименьшие – с ишемической болезнью сердца для населения возрасте 30–64 лет.

Более устойчивый результат по выбору предиктора смертности дает метод максимизации значения риска RR. Используя данный критерий, получается следующий набор данных: T_{mean} для показателя смертности от ишемической болезни сердца в возрасте 30–64 года; PET_{max} для смертности от cerebrovasкулярных заболеваний в возрасте 30–64 года, ишемической болезни сердца в возрасте старше 65 лет и cerebrovasкулярных заболеваний в возрасте 65 лет. Достоинство этого набора в том, что для трех из четырех изученных показателей смертности получен один и тот же индекс (PET_{max}). Это дает более веские основания считать PET (как среднюю, так и максимальную его величину за сутки) наиболее вероятным кандидатом на наилучший индекс.

Настоящее исследование является продолжением поиска взаимосвязей между термическим ре-

Таблица 2

Пороги жары для идентификации тепловых волн по температуре и биоклиматическим индексам в г. Ростове-на-Дону (N – общее число волн за 1999–2011, после исключения аномальной жары 2010 г.)

Индекс	T_{mean}	T_{max}	HUM_{mean}	HUM_{max}	AT_{mean}	AT_{max}	PET_{mean}	PET_{max}
Порог, °C	27,2	33,4	31,8	37,9	27,4	33,1	29,5	40,9
N	13	11	11	9	11	8	11	5

жимом среды и повышенной смертностью населения [Revich, Shaposhnikov, 2008; Shaposhnikov et al., 2014b]. В предыдущих исследованиях по г. Ростова-Дону [Ревич с соавт., 2015] было показано, что максимальное (среди представленных в табл. 3 показателем смертности) среднее число случаев смерти в день (9,7), так же как и максимальный относительный риск смерти (1,75) относятся к смертности от цереброваскулярных болезней в возрасте старше 65 лет. Минимальный относительный риск (1,20) характерен для ишемической болезни сердца для населения возрасте 30–64 лет. Это совпадает с

результатами, полученными в ходе текущего исследования, где максимальные риски смертности были установлены для возрастной группы старше 65 лет.

Наше исследование выявило статистически значимые взаимосвязи между всеми используемыми температурными индексами и несколькими показателями смертности в течение периода исследования. Важнейший вывод состоит в том, что моделирование ежедневной смертности позволяет выбрать такой температурный индекс, который лучше всего (теснее всего) коррелирует со смертностью, и его следует предпочесть как наилучший предиктор

Таблица 3

Относительные риски смертности по возрастным группам во время волн жары, идентифицированных по восьми различным биоклиматическим индексам

Биоклиматические индексы	<i>AIC</i>	<i>RR</i>	<i>s</i>	<i>z</i>	лаг
30–64 года					
Ишемическая болезнь					
<i>T_{mean}</i>	3,5299	1,19	0,09	2,21	0
<i>T_{max}</i>	3,5301	1,17	0,10	1,92	2
<i>HUM_{mean}</i>	3,5305	1,10	0,09	1,24	2
<i>HUM_{max}</i>	3,5303	1,15	0,10	1,66	2
<i>AT_{mean}</i>	3,5302	1,15	0,09	1,82	2
<i>AT_{max}</i>	3,5305	1,13	0,10	1,35	2
<i>PET_{mean}</i>	3,5309	1,02	0,08	0,21	0
<i>PET_{max}</i>	3,5306	1,15	0,14	1,19	0
Цереброваскулярные заболевания					
<i>T_{mean}</i>	3,0028	1,44	0,13	4,17	1
<i>T_{max}</i>	3,0026	1,46	0,13	4,26	2
<i>HUM_{mean}</i>	3,0029	1,41	0,12	4,02	0
<i>HUM_{max}</i>	3,0032	1,41	0,12	3,90	1
<i>AT_{mean}</i>	3,0023	1,42	0,11	4,35	3
<i>AT_{max}</i>	3,0022	1,52	0,14	4,56	1
<i>PET_{mean}</i>	3,0021	1,45	0,12	4,54	0
<i>PET_{max}</i>	3,0024	1,64	0,18	4,43	2
65 лет и старше					
Ишемическая болезнь					
<i>T_{mean}</i>	4,7976	1,32	0,05	7,14	3
<i>T_{max}</i>	4,7971	1,35	0,06	7,32	2
<i>HUM_{mean}</i>	4,8005	1,27	0,05	5,87	1
<i>HUM_{max}</i>	4,8012	1,28	0,06	5,66	2
<i>AT_{mean}</i>	4,7984	1,30	0,05	6,73	1
<i>AT_{max}</i>	4,7982	1,38	0,06	6,95	2
<i>PET_{mean}</i>	4,7969	1,34	0,05	7,36	2
<i>PET_{max}</i>	4,7983	1,51	0,09	7,03	3
Цереброваскулярные заболевания					
<i>T_{mean}</i>	5,1851	1,76	0,05	18,86	2
<i>T_{max}</i>	5,1792	1,83	0,06	19,84	3
<i>HUM_{mean}</i>	5,1786	1,79	0,05	19,78	1
<i>HUM_{max}</i>	5,1786	1,83	0,06	19,92	3
<i>AT_{mean}</i>	5,1855	1,72	0,05	18,63	1

Примечание. *AIC* – информационный критерий Акаике, модель с минимальным значением *AIC* является наилучшей в статистическом смысле; *RR* – относительный прирост смертности; *s* – стандартное отклонение, *z* – величина двустороннего z-критерия Фишера для регрессионного коэффициента β . Нулевую гипотезу об отсутствии связи между волнами жары и смертностью следует отвергнуть на 95% уровне значимости, если $z \geq 1,96$. Жирным шрифтом выделен наибольший по абсолютной величине риск для данного показателя смертности.

смертности во время волн жары. В частности, было показано, что обычная температура воздуха является наилучшим предиктором смертности лишь для ИБС в возрасте 30–64 лет, а для других изученных показателей смертности предпочтительно использовать физиологически эквивалентную температуру, при наиболее вероятном временном лаге между воздействием жары и откликом смертности два-три дня. Повышенная смертность населения трудоспособного возраста является одной из наиболее серьезных и трудно решаемых демографических проблем и ведет к значительным экономическим потерям. Так, экономические потери Москвы от дополнительной смертности населения во время аномальной жары летом 2010 г. находятся в пределах 97–123 млрд руб. или 1,23–1,57% ВВП [Порфирьев, 2013].

Использование биоклиматических индексов в качестве идентификаторов волн жары подтверждено в ряде исследований для регионов, находящихся в различных климатических условиях. Для штата Андхра-Прадеш (Индия) при помощи индекса *PET* оценена интенсивность и продолжительность волны жары 2015 г., ставшая причиной гибели 2248 человек по всей стране [Sarath Chandran et al., 2017]. Использование индекса *PET* в качестве идентификатора волн жары (при пороговом значении индекса свыше 35°C) апробировано на примере города Нови-Сад (Сербия) за период 1949–2012 гг. Показано увеличение количества дней со значениями индекса выше порогового, количества и продолжительности волн жары, начиная с 1981 г. [Basarin et al., 2016]. Следует отметить, что для г. Ростов-на-Дону мы получили более низкое пороговое значение по индексу *PET* для определения волны жары – 29,5°C. Кроме того, в зависимости от используемого температурного индекса было получено различное количество волн жары в изученном городе. Однако во время особенно интенсивных волн жары (такими, какие наблюдались в г. Ростов-на-Дону в 2001–2002 и 2011 гг.) различия не являются значительными, и все температурные индексы идентифицируют данные волны.

В исследовании Muthers et al. [2010] обнаружено, что население в Вене (климат Ростова-на-Дону более всего похож на климат Вены, с той лишь разницей, что зима в Вене менее снежная и морозная, а лето слегка прохладнее) демонстрирует значительную чувствительность к тепловому стрессу. В летние дни с полуденным индексом *PET* ниже 29°C средняя смертность немного ниже ожидаемой (на 1,8%, ДИ 2,1–1,5%). При значениях *PET* выше 29°C относительная смертность значительно возрастает: в дни с умеренным тепловым стрессом на 0,9% (ДИ, 0,4–1,4%), в дни с сильным тепловым стрессом на 5,8% (ДИ, 5,0–6,5%) и в дни с экстремальным тепловым стрессом на 13,0% (ДИ, 11,1–14,7%). Следует отметить, что для г. Ростов-на-Дону полуденные значения индекса *PET* в период волн жары составляют

в среднем 32–34°C, а дневные трехчасовые значения достигают 45°C, что также свидетельствует о возможном росте смертности населения в эти дни.

В одном из последних исследований на примере г. Хельсинки за период 1972–2014 гг. показано, что индекс *PET*, так же как и пространственно-усредненная температура, являются допустимыми показателями при моделировании зависимости смертности от тепловой среды [Ruuhela et al., 2017]. В то же время исследование смертности от отдельных патологий сердечно-сосудистой системы (острый инсульт, геморрагический инсульт, ишемический инсульт) не выявило корреляции с индексом *PET*. В данном случае более существенную роль играют суточные изменения температуры, изменения температуры в течение предыдущих 24 часов и суточные колебания атмосферного давления [Lim et al., 2017].

Выводы:

– все температурные индексы, использованные в исследовании, можно использовать в качестве идентификаторов волн жары. При этом пороги эквивалентных температур всегда выше, чем порог температуры воздуха. Использование максимальных суточных значений индексов всегда дает меньше волн, чем определяется при использовании средних суточных значений индексов. В зависимости от используемого температурного индекса может быть получено различное количество волн жары. Однако при интенсивных и ярко выраженных волнах жары различия не являются значительными, и все температурные индексы идентифицируют такие волны;

– проведенное исследование показало наличие взаимосвязи между волнами жары и смертностью населения. Смертность населения от ишемической болезни сердца и cerebrovasкулярных заболеваний повышается с ростом температуры. Использование биоклиматических индексов способствует выявлению взаимосвязей между индексами теплового стресса и смертностью населения. Настоящее исследование предлагает использование индекса физиологически эквивалентной температуры *Physiological Equivalent Temperature (PET)* в качестве наиболее перспективного индекса для дальнейшего моделирования воздействия высоких температур окружающей среды на здоровье населения. В то же время выбор оптимального индекса в качестве предиктора смертности может зависеть от изучаемых причин смерти. Например, было показано, что среднесуточную температуру следует считать наилучшим предиктором смертности от ишемической болезни сердца среди населения в возрасте 30–64 лет.

– в дальнейших исследованиях полученные результаты должны быть подтверждены построением непрерывных зависимостей смертности от биоклиматических индексов (в отличие от использованной здесь «бинарной» модели «экстремальная жара или обычный летний день»). Рекомендуется также учесть влияние суточных перепадов индексов.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-18-10324 «Человек в мегаполисе: экономические, демографические и экологические особенности»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года. Сборник докладов / Под ред. Н.П. Шакиной. ГУ «Гидрометцентр России». М.: Триада, лтд, 2011. 72 с.
- Изменение климата, 2007 г. Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в 4-й доклад об оценке Межправительственной группы по изменению климата / Под ред. Р.К. Пачаури, А. Райзингер. Женева: МГЭИК, 2007. 103 с.
- Порфирьев Б.Н. Экономическая оценка людских потерь в результате чрезвычайных ситуаций // Вопросы экономики. 2013. № 1. С. 46–68.
- Ревич Б.А. Волны жары как фактор риска для здоровья населения // Пульмонология. 2011. № 4. С. 34–37.
- Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Подольная М.Л., Харьковская Т.Л., Кваша Е.П. Волны жары в южных городах европейской части России как фактор риска преждевременной смертности населения // Проблемы прогнозирования. 2015. № 2. С. 56–67.
- Akaike H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle // 2nd International Symposium on Information Theory. 1973. P. 267–281.
- Basarin B., Lukić T., Matzarakis A. Quantification and assessment of heat and cold waves in Novi Sad, Northern Serbia // Int. J. Biometeorol. 2016. V. 60. № 1. P. 139–150. doi: 10.1007/s00484-015-1012-z.
- Blazejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B. Comparison of UTCI to selected thermal indices // Int. J. Biometeorol. 2012. V. 56. P. 515–535.
- de'Donato F.K., Leone M., Scortichini M., De Sario M., Katsouyanni K., Lanki T., Basagaña X., Ballester F., Åström C., Paldy A. Changes in the effect of heat on mortality in the last 20 years in nine European cities. Results from the phase project // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2015. V. 12. P. 15 567–15 583.
- Dematte J.E., O'Mara K., Buescher J., Whitney C.G., Forsythe S., McNamee T. et al. Near-Fatal Heat Stroke during the 1995 Heat Wave in Chicago // Ann. Intern. Med. 1998. V. 129. P. 173–181. doi: 10.7326/0003-4819-129-3-199808010-00001.
- Frich A., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A.M.G., Peterson T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century // Climate Research. 2012. V. 19. P. 193–212.
- Fouillet A., Rey G., Wagner V., Laaidi K., Empereur-Bissonnet P., Le Tertre A., Frayssinet P., Bessemoulin P., Laurent F., De Crouy-Chanel P., Jouglé E., Hémond D. Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave // Int. J. Epidemiol. 2008. V. 37. P. 309–317.
- Gosling S.N., Lowe J.A., McGregor G.R., Pelling M., Malamud B.D. Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: a critical review of the literature // Climatic Change. 2009. V. 92. № 3–4. P. 299–341. https://doi.org/10.1007/s10584-008-9441-x.
- Höppe P. Die Energiebilanz des Menschen. Wiss Mittl Meteorol. Inst. Uni München, 1984. 49 p.
- Konstantinov P.I., Varentsov M.I., Malinina E.P. Modeling of thermal comfort conditions inside the urban boundary layer during Moscow's 2010 summer heat wave (case-study) // Urban Climate. 2014. V. 10. № 3. P. 63–572.
- Kovats R.S., Hajat S. Heat Stress and Public Health: A Critical Review // Annu. Rev. Public Health. 2008. V. 29. № 1. P. 41–55. doi: 10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843.
- Laaidi K., Zeghnoun A., Dousset B. et al. The Impact of Heat Islands on Mortality in Paris during the August 2003 Heat Wave // Environmental Health Perspectives. 2012. V. 120. № 2. P. 254–259. doi: 10.1289/ehp.1103532.
- Lim J.-S., Kwon H.-M., Kim S.-E., Lee J., Lee Y.-S., Yoon B.-W. Effects of Temperature and Pressure on Acute Stroke Incidence Assessed Using a Korean Nationwide Insurance Database // J. of Stroke. 2017. V. 19. P. 295–303. doi: 10.5853/jos.2017.00045.
- Masterson J., Richardson F.A. Humidex, A Method of Quantifying Human Discomfort Due to Excessive Heat and Humidity. Downsview, Ontario: Environment Canada, 1979. 45 p.
- Matzarakis A., Amelung B., Blazejczyk K. Climate Change and Tourism – Assessment and Coping Strategies. Maastricht–Warsaw–Freiburg, 2007a. 227 p.
- Matzarakis A., Rutz F., Mayer H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments–application of the RayMan model // Int. J. Biometeorol. 2007b. V. 51. P. 323–334. https://doi.org/10.1007/s00484-006-0061-8.
- McMichael A.J., Woodruff R.E., Hales S. Climate change and human health: present and future risks // Lancet. 2006. V. 367. P. 859–869. doi: 10.1016/S0140-6736(06)68079-3.
- Muthers S., Matzarakis A., Koch E. Climate Change and Mortality in Vienna—A Human Biometeorological Analysis Based on Regional Climate Modeling // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2010. V. 7. № 7. P. 2965–2977. doi: 10.3390/ijerph7072965.
- Revich B., Shaposhnikov D. Temperature-induced excess mortality in Moscow, Russia // Int. J. Biometeorol. 2008. V. 52. P. 367–374.
- Ruuhela R., Jylhä K., Lanki T., Tiittanen P., Matzarakis A., Biometeorological assessment of mortality related to extreme temperatures in Helsinki region, Finland, 1972–2014 // Int. J. of Environmental Research and Public Health. 2017. V. 14. № 8. P. E944. doi: 10.3390/ijerph14080944.
- Sarith Chandran M.A., Subba Rao A.V.M., Sandeep V.M., Pramod V.P., Pani P., Rao V.U.M., Visha Kumari V., Srinivasa Rao C. Indian summer heat wave of 2015: a biometeorological analysis using half hourly automatic weather station data with special reference to Andhra Pradesh // Int. J. Biometeorol. 2017. V. 61. P. 1063–1072. doi: 10.1007/s00484-016-1286-9.
- Shaposhnikov D., Revich B., Bellander T. et al. Mortality Related to Air Pollution with the Moscow Heat Wave and Wildfire of 2010 // Epidemiology. 2014a. V. 25. № 3. P. 359–364. http://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000090.
- Shaposhnikov D., Revich B., Gurfinkel Y., Naumova E. The influence of meteorological and geomagnetic factors on acute myocardial infarction and brain stroke in Moscow, Russia // Int. J. Biometeorol. 2014b. V. 58. P. 799–808.
- Schifano P., Cappai G., De Sario M., Michelozzi P., Marino C., Bargagli A.M., Perucci C.A. Susceptibility to heat wave-related mortality: a follow-up study of a cohort of elderly in Rome // Environ. Health. 2009. № 8. 50 p.
- Steadman R.G. A universal scale of apparent temperature // J. Applied Meteorology. 1984. V. 23. P. 1674–1687. doi: 10.1175/1520-0450(1971)010<0674:OWOCP>2.0.CO;2.
- Steadman R.G. Norms of apparent temperature in Australia. Aust Met Mag. 1994. V. 43. P. 1–16.

Поступила в редакцию 25.12.2017

Принята к публикации 20.07.2018

N.V. Shartova¹, D.A. Shaposhnikov²,
P.I. Konstantinov³, B.A. Revich⁴

BIOCLIMATIC APPROACH TO THE ASSESSMENT OF POPULATION MORTALITY DURING HEAT WAVES: CASE STUDY OF THE SOUTH OF RUSSIA

The results of research to determine the best bioclimatic predictor of mortality during heat waves are presented. Rostov-on-Don was chosen as a model city; statistical data for daily mortality and daily meteorological data for the warm period of 1999–2011 were analyzed. The research has shown the interrelation between the heat waves and population mortality. The risk of mortality due to coronary heart disease and cerebrovascular diseases increases with the rising temperature. The use of bioclimatic indices helps to identify the links between thermal indices and health risks. The study suggests application of the Physiological Equivalent Temperature (PET) index as a most promising one for further modeling the effects of high ambient temperatures on public health.

Key words: population mortality, diseases of the circulatory system, bioclimatic indices, heat waves, Rostov-on-Don.

Acknowledgements. The research was financially supported by the Russian Science Foundation (project № 16–18–10324 Humans in Megalopolis: Economic, Demographic and Ecological Aspects)

REFERENCES

- Akaike H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle // 2nd International Symp. on Information Theory. 1973. P. 267–281.
- Analiz usloviy anomal'noy pogody na territorii Rossii letom 2010 goda. Sbornik dokladov [Analysis of the abnormal weather conditions within the territory of Russia in summer 2010. Proceedings]. Moscow: Triada, ltd, 2011. 72 p. (in Russian).
- Basarin B., Lukić T., Matzarakis A. Quantification and assessment of heat and cold waves in Novi Sad, Northern Serbia // Int. J. Biometeorol. 2016. V. 60. № 1. P. 139–150. doi: 10.1007/s00484-015-1012-z
- Blazejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B. Comparison of UTCI to selected thermal indices // Int. J. Biometeorol. 2012. V. 56. P. 515–535.
- de'Donato F.K., Leone M., Scortichini M., De Sario M., Katsouyanni K., Lanki T., Basagaña X., Ballester F., Ľström C., Paldy A. Changes in the effect of heat on mortality in the last 20 years in nine European cities. results from the phase project // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2015. V. 12. P. 15 567–15 583.
- Dematte J.E., O'Mara K., Buescher J., Whitney C.G., Forsythe S., McNamee T. et al. Near-Fatal Heat Stroke during the 1995 Heat Wave in Chicago // Ann Intern Med. 1998. V. 129. P. 173–181. doi: 10.7326/0003-4819-129-3-199808010-00001
- Frich A., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A.M.G., Peterson T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century // Climate Research. 2012. V. 19. P. 193–212.
- Fouillet A., Rey G., Wagner V., Laaidi K., Empereur-Bissonnet P., Le Tertre A., Frayssinet P., Bessemoulin P., Laurent F., De Crouy-Chanel P., Jouglu E., Hūmon D. Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave // Int. J. Epidemiol. 2008. V. 37. P. 309–317.
- Gosling S.N., Lowe J.A., McGregor G.R., Pelling M., Malamud B.D. Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: a critical review of the literature // Climatic Change. 2009. V. 92. № 3–4. P. 299–341. https://doi.org/10.1007/s10584-008-9441-x
- Höppe P. Die Energiebilanz des Menschen. Wiss Mittl Meteorol. Inst. Uni München, 1984. 49 p.
- Izmenenie klimata, 2007. Obobshhajushhij doklad. Vklad rabochih grupp I, II i III v 4-j doklad ob ocenke Mezhpriatel'stvennoj gruppy po izmeneniju klimata [Climate change, 2007. Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change]. Geneva: IPCC, 2007. 103 p. (in Russian).
- Konstantinov P.I., Varentsov M.I., Malinina E.P. Modeling of thermal comfort conditions inside the urban boundary layer during Moscow's 2010 summer heat wave (case-study) // Urban Climate. 2014. V. 10. № 3. P. 63–572.
- Kovats R.S., Hajat S. Heat Stress and Public Health: A Critical Review // Annu. Rev. Public Health. 2008. V. 29. № 1. P. 41–55. doi: 10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843
- Laaidi K., Zeghnoun A., Dousset B. et al. The Impact of Heat Islands on Mortality in Paris during the August 2003 Heat Wave // Environmental Health Perspectives. 2012. V. 120. № 2. P. 254–259. doi: 10.1289/ehp.1103532
- Lim J.-S., Kwon H.-M., Kim S.-E., Lee J., Lee Y.-S., Yoon B.-W. Effects of Temperature and Pressure on Acute Stroke Incidence Assessed Using a Korean Nationwide Insurance Database // J. Stroke. 2017. V. 19. P. 295–303. doi: 10.5853/jos.2017.00045
- Masterson J., Richardson F.A. Humidex, A Method of Quantifying Human Discomfort Due to Excessive Heat and

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Senior Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: shartova@yandex.ru

² Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, Environmental Health Laboratory, Senior Scientific Researcher, PhD. in Physics and Mathematics; e-mail: dshap2014@gmail.com

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Senior Lecturer, PhD. in Geography; e-mail: kostadini@mail.ru

⁴ Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, Environmental Health Laboratory, Head of the Laboratory, Professor, D.Sc. in Mathematics; e-mail: brevich@yandex.ru

Humidity. Downsview, Ontario: Environment Canada, 1979. 45 p.

Matzarakis A., Amelung B., Blazejczyk K. Climate Change and Tourism – Assessment and Coping Strategies. Maastricht–Warsaw–Freiburg, 2007. 227 p.

Matzarakis A., Rutz F., Mayer H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments–application of the RayMan model // *Int. J. Biometeorol.* 2007. V. 51. 323 p. <https://doi.org/10.1007/s00484-006-0061-8>

McMichael A.J., Woodruff R.E., Hales S. Climate change and human health: present and future risks // *Lancet.* 2006. V. 367. P. 859–69. doi: 10.1016/S0140-6736(06)68079-3

Muthers S., Matzarakis A., Koch E. Climate Change and Mortality in Vienna–A Human Biometeorological Analysis Based on Regional Climate Modeling // *Int. J. Environ Res Public Health.* 2010. V. 7. № 7. P. 2965–2977. doi: 10.3390/ijerph7072965

Porfir'ev B.N. Jekonomicheskaja ocenka ljudskih poter' v rezul'tate chrezvychajnyh situacij [Economic evaluation of human losses resulting from the emergencies] *Voprosy jekonomiki.* 2013. № 1. S. 46–68 (in Russian).

Revich B., Shaposhnikov D. Temperature-induced excess mortality in Moscow, Russia // *Int. J. Biometeorol.* 2008. V. 52. P. 367–374.

Revich B.A. Volny zhary kak faktor riska dlja zdorov'ja naselenija [Heat waves as a risk factor for public health] // *Russian Pulmonology.* 2011. № 4. P. 34–37 (in Russian).

Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Podol'naja M.L., Har'kova T.L., Kvasha E.P. Volny zhary v juzhnyh gorodah Evropejskoj chasti Rossii kak faktor riska prezhddevremennoj smertnosti naselenija [Heat waves in the southern cities of the European part of Russia as a risk factor for early mortality of

population] // *Studies on Russian Economic Development.* 2015. № 2. P. 56–67 (in Russian).

Ruuhela R., Jylhä K., Lanki T., Tiittanen P., Matzarakis A. Biometeorological assessment of mortality related to extreme temperatures in Helsinki region, Finland, 1972–2014 // *Int. J. Environmental Research and Public Health.* 2017. V. 14. № 8. P. 944. doi: 10.3390/ijerph14080944

Sarath Chandran M.A., Subba Rao A.V.M., Sandeep V.M., Pramod V.P., Pani P., Rao V.U.M., Visha Kumari V., Srinivasa Rao C. Indian summer heat wave of 2015: a biometeorological analysis using half hourly automatic weather station data with special reference to Andhra Pradesh // *Int. J. Biometeorol.* 2017. V. 61. P. 1063–1072. doi: 10.1007/s00484-016-1286-9

Schifano P., Cappai G., De Sario M., Michelozzi P., Marino C., Bargagli A.M., Perucci C.A. Susceptibility to heat wave-related mortality: a follow-up study of a cohort of elderly in Rome // *Environ. Health.* 2009. № 8. 50 p.

Shaposhnikov D., Revich B., Bellander T. et al. Mortality Related to Air Pollution with the Moscow Heat Wave and Wildfire of 2010 // *Epidemiology.* 2014. V. 25. № 3. P. 359–364. <http://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000090>.

Shaposhnikov D., Revich B., Gurfinkel Y., Naumova E. The influence of meteorological and geomagnetic factors on acute myocardial infarction and brain stroke in Moscow, Russia // *Int. J. Biometeorol.* 2014. V. 58. P. 799–808.

Steadman R.G. A universal scale of apparent temperature // *J. Applied Meteorology.* 1984. V. 23. P. 1674–1687. doi: 10.1175/1520-0450(1971)010<0674:JOWOCP>2.0.CO;2.

Steadman R.G. Norms of apparent temperature in Australia. *Aust Met Mag.* 1994. V. 43. P. 1–16.

Received 25.12.2017

Accepted 20.07.2018

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 551.89, 551.79, 551.248.2, 551.432.8

А.В. Баранская¹, Ф.А. Романенко², Х.А. Арсланов³, А.Ю. Петров⁴, Ф.Е. Максимов⁵, З.В. Пушина⁶,
А.Н. Тихонов⁷, Н.Э. Демидов⁸**ВЕРХНЕЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ГЫДАНА И АРКТИЧЕСКИХ ОСТРОВОВ: РЕКОНСТРУКЦИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УРОВНЯ КАРСКОГО МОРЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 50 ТЫСЯЧ ЛЕТ**

Материалы полевых исследований ряда опорных разрезов Гыданского полуострова и острова Белого и их сопоставление с литературными данными показали, что изменения относительного уровня юго-восточной части Карского моря после МИС 3 до настоящего времени отличались от среднемировых. Морские отложения МИС 3 (каргинского времени) залегают до высоты 2–2,5 м над уровнем моря на островах Белом, Сибириакова и некоторых других; они перекрыты морскими голоценовыми песками с аллохтонным торфом возрастом около 8 тысяч радиоуглеродных лет. На полуострове Явай в основании разрезов вскрываются морские суглинки и пески, сменяющиеся вверх по разрезу прослоями торфа возрастом от $24\,500 \pm 220$ (ЛУ-7972) до $30\,710 \pm 420$ (ЛУ-7971) лет. Выше лежат голоценовые озерные супеси с торфом и древесиной возрастом около 8 тысяч лет: здесь уровень моря не был выше современного позднее МИС 3. В южной части полуострова Мамонта уровень моря не поднимался, по крайней мере, после МИС 5 (казанцевского времени): отложения МИС 3 представлены суглинками с мамонтовой фауной, перекрытыми голоценовым аллювием и лимнием. Такое разнообразие сценариев изменения относительного уровня моря свидетельствует об общем поднятии земной коры Гыданского полуострова и юго-восточной части Карского моря, начиная с МИС 3, осложненном блоковыми дифференцированными движениями.

Ключевые слова: четвертичные отложения, неотектоника, вертикальные движения земной коры, уровень моря, Явай, Гыдан, остров Белый.

Введение. Изменения относительного уровня арктических морей – одна из самых сложных проблем изучения четвертичного периода российского Севера. Высотное положение поднятых или затопленных береговых линий определяется двумя основными факторами: глобальными колебаниями абсолютного или эвстатического уровня моря, связанными с изменением объема воды в Мировом океане, и локальными вертикальными движениями земной коры побережий. Если принять, что абсолютный уровень моря изменяется, в целом, синхронно во всем мире, то именно вертикальные движения земной коры (гляциоизостатические, тектонические и

другие) создают все разнообразие сценариев хода относительного уровня моря.

В российской Арктике в позднечетвертичное время относительный уровень моря изменялся иначе, чем во внеполярных областях, где последний раз он поднимался выше современных отметок (не более +10 м) только в МИС 5, затем колебался ниже –50...–60 м, а после максимума последнего оледенения (МИС 2) начал резко расти, постепенно замедляясь к концу голоцена и приближаясь к сегодняшнему положению [Church et al., 2010]. На побережьях арктических морей, напротив, присутствуют как голоценовые, так и более древние поднятые мор-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, НИЛ геоэкологии Севера, науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* alisa.baranskaya@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, НИЛ геоэкологии Севера, науч. с., кафедры геоморфологии и палеогеографии, вед. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* faromanenko@mail.ru

³ Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, лаборатория Геоморфологические и палеогеографические исследования полярных регионов и Мирового океана, главный специалист, докт. геол.-минерал. н., профессор; *e-mail:* arslanovkh@mail.ru

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, лаборатория Геоморфологические и палеогеографические исследования полярных регионов и Мирового океана, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* maksimov-fedor@yandex.ru

⁵ Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, лаборатория Геоморфологические и палеогеографические исследования полярных регионов и Мирового океана, инженер, без степени; *e-mail:* petrovalexey1987@gmail.com

⁶ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового Океана имени академика И.С. Грамберга», ст. науч. с; Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* musatova@mail.ru

⁷ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Зоологический институт Российской Академии наук (ЗИН РАН), заведующий музеем, заместитель директора по научной работе, НИИ прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета, науч. с., канд. биол. н.; *e-mail:* atikh@mail.ru

⁸ Институт геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского РАН, Москва, Россия, науч. с., канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* nikdemidov@mail.ru

ские отложения, свидетельствующие о неоднократном повышении относительного уровня моря после МИС 5 во многих районах [Каплин, Селиванов, 1999]. При этом, если лестницы поднятых морских террас в областях активного гляциоизостатического и тектонического поднятия на Балтийском щите [Кошечкин, 1979; Колька с соавт., 2005], Земле Франца-Иосифа и Новой Земле [Forman et al., 2004] изучены хорошо, то Карский регион вызывает больше всего вопросов и разногласий, несмотря на многолетние работы по изучению положения морских отложений в четвертичных разрезах. Нет единого мнения ни о наличии и периодизации плейстоценовых оледенений, ни о временных рамках и высоте древних трансгрессий, поскольку одни и те же отложения разными исследователями часто интерпретируются по-разному: как морские, или ледниковые, либо озерные и аллювиальные. Поэтому не только механизмы изменений абсолютного уровня моря и их амплитуды по сравнению с вертикальными движениями земной коры берегов и дна, но и сам ход относительного уровня моря остаются не до конца ясными. Разрешить подобные противоречия и восстановить единый сценарий изменений относительного уровня моря и вертикальных движений земной коры на севере Западной Сибири можно только путем накопления и обобщения еще большего количества фактического материала, в первую очередь, ранее не опубликованных результатов исследований разрезов морских и континентальных верхнечетвертичных отложений. При этом наибольший интерес представляют удаленные районы, исследованные хуже, чем относительно изученные полуострова Ямал и Тазовский, – Гыданский полуостров и арктические острова Карского моря, в первую очередь, самый крупный из них остров Белый.

Стратиграфическое расчленение четвертичных отложений Гыдана началось в первой половине прошлого века [Сакс, 1945а; Соколов и Значко-Яворский, 1957]. В 1973–1985 гг. на полуострове работала Тюменская инженерно-геологическая экспедиция геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова [Трофимов с соавт., 1986], изучавшая стратиграфию четвертичных отложений, подземные льды и современные геоморфологические процессы. В 1977–1981 гг. специалисты объединения «Аэрогеология» провели геологическую съемку полуострова [Авдалович, Биджиев, 1984]. В последние годы были описаны разрезы многолетнемерзлых отложений в южной части полуострова Явай и полуострова Мамонта [Облогов с соавт., 2012].

На острове Белом проводила работы Тюменская экспедиция МГУ в 1972 и 1978 гг. [Васильчук и Васильчук, 2015]. В последние годы детально изучены свойства многолетнемерзлых отложений в скважинах в западной части острова [Слагода с соавт., 2013, 2014], почвы и молодые торфа на западе и юге острова [Артемьева с соавт., 2016], а также особенности развития бугров пучения [Орехов с соавт., 2017]. Сравнительно хорошо изучен остров Сибирякова: детально описаны и продатированы

разрезы многолетнемерзлых отложений на северо-западном и южном берегах [Опокина с соавт., 2010; Стрелецкая с соавт., 2012, Гусев с соавт., 2013]. Другие острова южной части Карского моря исследованы в меньшей степени: некоторые эпизодически посещались геологами в первой половине XX в. [Сакс, 1945б; Дибнер, 1957]; детальные геоморфологические и хроностратиграфические работы начались лишь в конце столетия [Тарасов с соавт., 1995; Романенко, 1998; Романенко с соавт., 2001; Гусев с соавт., 2016].

Цель настоящей работы – характеристика четвертичных отложений ряда опорных разрезов на труднодоступных побережьях Гыданского полуострова и острова Белого и реконструкция на основе их изучения изменений относительного уровня Карского моря в позднечетвертичное время.

Материалы и методы исследований. Полевые работы проведены на острове Белом, полуострове Явай, на восточном берегу Обской губы в районе мыса Хонарасаля и на полуострове Мамонта к востоку от губы Яйне-Вонга (рис. 1, 1–5) в рамках российско-шведской экспедиции «Экология тундры-94», экспедиций «Ямал-Арктика-2012–2013», а также экспедиций на о. Белый в 2016–2017 гг.

На каждом из ключевых участков обследовались береговые обнажения протяженностью до нескольких километров. Четвертичные отложения вскрывали отдельными расчистками шириной от 2 м, геологические границы непрерывно прослеживались вдоль обрывов. Отбирали образцы грунта и торфа; для предотвращения их загрязнения перед отбором со стенки обнажения счищали 0,5–1 м грунта или торфа, в зависимости от величины протаивания. С помощью буровой установки УКБ-12/25 было пробурено 7 скважин глубиной от 3 до 10 м с отбором проб на гранулометрический, диатомовый анализы, анализ химического состава водной вытяжки, радиоуглеродное датирование и др. Радиоуглеродное датирование торфа, древесины и костей мамонта из береговых обнажений проводили в лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана им. В.П. Кёппена, Институт наук о Земле, СПбГУ (Санкт-Петербург) (25 образцов), AMS-датирование костей мамонта из береговых обнажений южной части полуострова Мамонта – в лаборатории радиоуглеродного анализа в Университете г. Гронингена (Голландия) (1 образец), АМ – датирование органического углерода в кернах – в США (National Ocean Sciences AMS Facility Department of Geology and Geophysics WoodsHole Oceanographic Institution, MA, USA), модель 1.5SDH-1 (<http://www.who.edu/nosams/ams-instruments>) (6 образцов). Гранулометрический анализ выполнен в лаборатории эволюционной географии Института географии РАН (г. Москва) (36 образцов), диатомовый анализ – З.В. Пушиной в ФГБУ «ВНИИ Океангеология» (Санкт-Петербург) (28 образцов), анализ ботанического состава торфа – К. Вершининым (ЛИН РАН, г. Иркутск, 10 образцов). Анализ содержания водорастворимых солей в водной

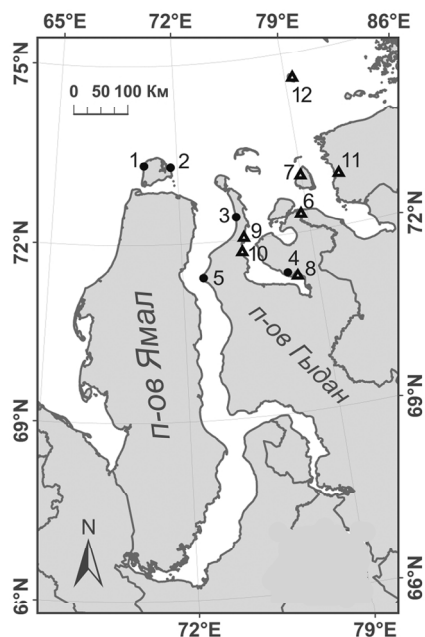


Рис. 1. Местоположение разрезов, о которых идет речь в статье: кружки – по данным собственных исследований, треугольники – по литературным данным: 1 – западный берег о. Белого; 2 – восточный берег о. Белого; 3 – западное побережье п-ова Явай; 4 – полуостров Мамонта, восточный берег бухты Яйне-Вонга; 5 – мыс Хонарасала (пойма реки Нгарка-Хортияха), 6 – устье реки Монгочехя (Баранская с соавт., 2013); 7 – о. Сибирякова (Стрелецкая с соавт., 2012, Гусев с соавт., 2013); 8 – полуостров Мамонта, берег от мыса Паха-Сале до мыса Няда-сале (Облогов с соавт., 2012); 9 – устье р. Еры-Маретаяха (Облогов с соавт., 2012), 10 – устье реки Монготалыаха (Васильчук с соавт., 1984); 11 – устье реки Крестьянки (Гусев с соавт., 2011, Стрелецкая с соавт., 2013); 12 – о. Свердруп (Тарасов с соавт., 1995)

Fig.1. Location of the outcrops mentioned in the article: circles – after own field data, triangles – after literature data: 1 – western coast of Beli Island; 2 – eastern coast of Beli Island; 3 – western coast of Yavay Peninsula; 4 – Mammoth Peninsula, the Yayne-Vonga Bay; 5 – Cape Khonarasalya; 6 – mouth of Mongocheyakha River (Baranskaya et al., 2013), 7 – Sibiriyakov Island (Streletskaya et al., 2012, Gusev et al., 2013); 8 – Mammoth Peninsula, coastline from Cape Pakha-Sale to Cape Nyadasalye (Oblogov et al., 2012, own data); 9 – the Yery-Maretayakha River mouth (Oblogov et al., 2012); 10 – the Mongotalyakhakha River mouth (Vasilchuk et al., 1984); 11 – the Krestyanka River mouth (Gusev et al., 2011, Streletskaya et al., 2013); 12 – Sverdrup Island (Tarasov et al., 1995)

вытяжке из пород проводили в Институте физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФХиБПП РАН г. Пущино) (24 образца) и под руководством И.З. Костенко в лаборатории Научно-исследовательского, проектно-испытательского и конструкторско-технологического института оснований и подземных сооружений (НИИОСП) им. Н.М. Герсевича (Москва) (5 образцов).

Результаты исследований и их обсуждение.

Разрез многолетнемерзлых отложений на восточном и западном берегах о. Белого состоит из трех толщ (рис. 1 – точки 1, 2, рис. 2 – разрез В [Баранская с соавт., 2018]). Нижняя из них видимой мощностью до 1,5–2 м иногда уходит под урез моря; она сложена параллельнослоистыми глинами и суглинками со значительным количеством намывного мохового войлока возрастом $35\,970 \pm 1840$ (ЛУ-7858) и $32\,480 \pm 1060$ (ЛУ-8235) в восточной и $29\,020 \pm 450$ (ЛУ-8463) р. л. в западной части острова, табл. 1). Отложения сильнозасоленные, сумма водорастворимых солей составляет 1,33% (табл. 2). Микрофоссилий в них мало: единичные обломки вымерших палеогеновых диатомей *Paralia grunowii* Gies. и неопределимые обломки створок морских центрических диатомей, спикулы губок. Слоистость значительно деформирована процессами промерзания и протаивания. Предполагается морское или прибрежно-морское происхождение толщи: она накапливалась в условиях илистой приливной осушки или, что менее вероятно, на дне мелководного залива в МИС 3 (каргинское время по региональной шкале, [Сакс, 1953]).

Средняя толща светло-серых и желто-серых песков мощностью до 4 м составляет большую часть береговых уступов (высота клифа до 5 м). Она характеризуется чередованием параллельной слоистости и слоистости ряби; присутствуют мутьобразные каналы врезания, характерные для приливно-отливной зоны. Встречаются линзы торфа возрастом

от 8000 ± 110 (ЛУ-8462) до 9440 ± 110 (ЛУ-8239) р. л. (табл. 1), которые, судя по их «рваным» краям и облеканию песками, были переотложены в водной обстановке. Несмотря на низкую засоленность (отложения относятся к незасоленным или слабозасоленным; значение суммы водорастворимых солей колеблется от 0,04 до 0,06%, табл. 2), по совокупности осадочных текстур (слоистости, каналам врезания, аллохтонным линзам торфа) можно предположить водную обстановку накопления и прибрежно-морское происхождение толщи. Подтверждает это предположение то, что засоленность современных пляжевых отложений значительно изменяется по латерали и с глубиной: присутствуют как среднезасоленные, так и незасоленные пески. Средняя толща сформировалась между 8 тыс. и 4,5 тыс. радиоуглеродных лет назад, судя по времени начала накопления вышележащих протяженных горизонтов автохтонного торфа верхней толщи.

Верхняя маломощная (до 0,4 м в восточной и до 1 м в западной части острова) толща включает переслаивание оторфованных суглинков с плохо отмытыми мелкозернистыми буро-палевыми песками эолового происхождения (современные надувы песка на тундровой равнине свидетельствуют о том, что процесс продолжается и по сей день, а прослой автохтонного торфа выше и ниже тонких прослоев песков говорят об их формировании в субаэральных условиях). Верхняя толща формировалась на суше с 4,5 тыс. р. л. назад (5,2 тыс. календарных лет назад) до настоящего времени.

Таким образом, о. Белый сложен морскими отложениями МИС 3, на которых залегают прибрежно-морские пески, сформировавшиеся в голоцене (атлантическое-суббореальное время), перекрытые маломощными позднеголоценовыми континентальными осадками (торфом, песками и суглинками).

Похожая история осадконакопления была реконструирована на о. Сибирякова [Стрелецкая с соавт.,

Т а б л и ц а 1

Результаты радиоуглеродного датирования

№ п/п	Разрез	№ расчистки	Высота над ур. м., м	Лаб. №	Материал	¹⁴ C возраст, лет	Календарный возраст, лет
1	п-ов Явай	745	3,6	ЛУ-7970	Торф	8 350±100	9 340±120
2	п-ов Явай	756	7,8	ЛУ-8229	Древесина	8 270±90	9 250±120
3	п-ов Явай	756	7	ЛУ-7973	Древесина	8 920±90	10 020±140
4	п-ов Явай	756	5	ЛУ-7972	Торф, переслаивающийся с супесью	24 500±220	28 350±250
5	п-ов Явай	756	4,6	ЛУ-8230	»	27 340±700	31 600±750
6	п-ов Явай	756	4,2	ЛУ-8231	»	28 900±660	32 900±740
7	п-ов Явай	756	3,8	ЛУ-8232	»	30 460±1 000	34 730±1 120
8	п-ов Явай	756	3,4	ЛУ-7971	»	30 710±420	34 670±400
9	п-ов Явай	746	7,5	ЛУ-7974	Торф	29 390±840	33 450±920
10	о. Белый (восток)	354	1,5	ЛУ-7858	Намывной торфяной войлок	35 970±1 840	40 260±1 840
11	о. Белый (восток)	354	1,5	ЛУ-8235	Намывной торфяной войлок	32 480±1 060	36 900±1 270
12	о. Белый (восток)	356	1,7	ЛУ-7859	Древесина	36 690±1 090	41 180±1 130
13	о. Белый (восток)	356	1,7	ЛУ-8240	»	39 180±1 670	43 720±1 610
14	о. Белый (восток)	355	2,5	ЛУ-8239	Линза аллохтонного торфа	9 440±110	10 740±200
15	о. Белый (восток)	358	2,6	ЛУ-8241	—	8 230±120	9 200±160
16	о. Белый (запад)	16/16	1,5	ЛУ-8462	—	8 000±110	8 860±160
17	о. Белый (запад)	22/16	0,5	ЛУ-8466	—	8 480±100	9 460±110
18	о. Белый (запад)	23/16	0,6	ЛУ-8467	Автохтонный торф	4 510±80	5 150±130
19	о. Белый (запад)	38-6/16	1,8	ЛУ-8459	Переслаивание песка и плохо разложившегося автохтонного торфа	3 000±70	3 180±100
20	о. Белый (запад)	39-14/16	0,5	ЛУ-8460	Автохтонный торф	640±70	610±50
21	о. Белый (запад)	15/16	0,3	ЛУ-8461	Песок с торфяной дерниной	590±120	590±90
24	губа Яйне-Вонга	778	7	ЛУ-8234	Торф	6 310±100	7 220±120
25	губа Яйне-Вонга	778	4	ЛУ-8245	Кости мамонта <i>in situ</i>	30 520±640	34 630±600

Пр и м е ч а н и е. Значения календарного возраста приведены на основании калибровочной программы «OxCal 4.2» (калибровочные кривые «IntCal 13», «Bomb13 NH1»), Christopher Bronk Ramsey (<https://c14.arch.ox.ac.uk>). Поправка на изотопное фракционирование и измерение содержания $\delta^{13}\text{C}$ не проводилось

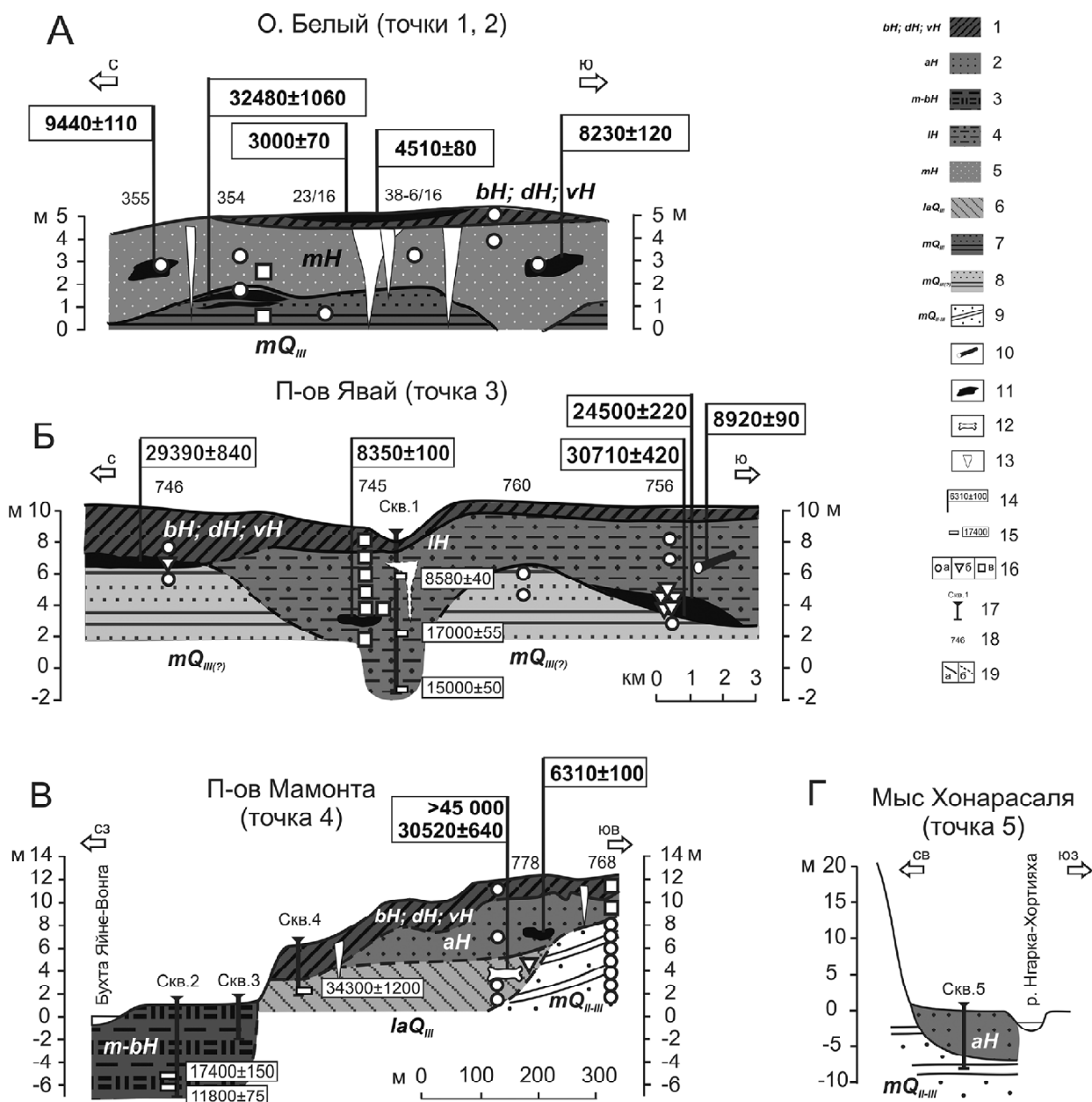


Рис. 2. Схематические разрезы опорных обнажений: А – сводный разрез западного и восточного берега острова Белого, Б – западный берег полуострова Явай, В – восточный берег бухты Яйне-Вонга, южная часть полуострова Мамонта, Г – мыс Хонарасаля (устье реки Нгарка-Хортийяха). Генетические типы четвертичных отложений: 1 – голоценовые болотные, склоновые и эоловые отложения ($bH; vH; dH$): супеси, суглинки, изредка оторфованные; 2 – голоценовый аллювий (aH): пески параллельно- и косослоистые с линзами суглинков, супесей и торфа; 3 – голоценовые лайдовые отложения ($m-bH$): суглинки, супеси и пески, переслаивающиеся с торфом; с присутствием криопэггов; 4 – голоценовые озерные отложения (lH): параллельнослоистые супеси, пески и суглинки; 5 – голоценовые прибрежно-морские отложения (mH): пески со слоистостью ряби и линзами аллохтонного торфа, рассеянные мощными повторно-жильными льдами; 6 – озерно-аллювиальные отложения третьей ступени верхнего неоплейстоцена (МИС 3) (laQ_{III}): пески с корнями растений и торфом; суглинки с костными остатками мамонтовой фауны; 7 – морские отложения третьей ступени верхнего неоплейстоцена (МИС 3) (mQ_{III}): тяжелые суглинки и глины с намытым моховым войлоком с единичными прослоями песков; 8 – морские отложения не моложе третьей ступени верхнего неоплейстоцена (МИС 3) ($mQ_{III(?)}$): тяжелые суглинки и глины с намытым моховым войлоком; хорошо отмытые пески со слоистостью ряби с щепками и растительным детритом; 9 – морские отложения первой ступени верхнего неоплейстоцена (МИС 5) или старше (mQ_{I-II}): ритмичное переслаивание хорошо отмытых светлых песков с щепками и плавником и параллельнослоистых сизых глин. Датированный материал (отображен не в масштабе): 10 – древесина, 11 – торф или намытый моховый войлок, 12 – кости млекопитающих. Прочие обозначения: 13 – ледяные жилы (показаны вне масштаба). Возраст отложений: 14 – радиоуглеродный по результатам сцинтилляционного датирования растительных и костных остатков, 15 – радиоуглеродный по результатам AMS-датирования органического вещества в кернах мерзлых пород (по [Демидов с соавт., 2016], 16 – места отбора проб из береговых уступов: а) на гранулометрический анализ, анализ химического состава водной вытяжки и диатомовый анализ; б) только на анализ химического состава водной вытяжки, в) только на гранулометрический и диатомовый анализ, 17 – скважины, 18 – места отдельных расчисток береговых обнажений, 19 – геологические границы: а) наблюдаемые в обнажениях и скважинах, б) предполагаемые

2012; Гусев с соавт., 2013; точка 7 на рис. 1). В основании обрывов залегают морские суглинки и глины с криогенными деформациями, ИК-ОСЛ возраст которых – $41\,000 \pm 3200$ (RLQG 2072-042) и $45\,800 \pm 3500$ (RLQG 2073-042) лет – соответствует МИС 3 [Гусев с соавт., 2013]. Выше залегают пески с линзами торфа, которые имеют радиоуглеродный возраст от $11\,435 \pm 170$ (СОАН-7946) до $27\,285 \pm 350$ (СОАН-7944) и $27\,085 \pm 320$ (СОАН-7945) лет в южной части острова и от 5980 ± 120 (СОАН-7591) до 7370 ± 130 (СОАН-7589) лет в западной части острова [Стрелецкая с соавт., 2012]. Вмещающие торф супеси и пески имеют ИК-ОСЛ возраст 8600 ± 700 лет (RLQG 1950-119, [Гусев с соавт., 2013]). Там же, в слое песков с горизонтальной слоистостью и знаками ряби, встречается торф с радиоуглеродным возрастом от 8070 ± 130 (ЛЮ-6152) до $12\,450 \pm 250$ (ЛЮ-6410) лет [Гусев с соавт., 2013]. Автохтонный торф, перекрывающий разрез на южном берегу, сформировался 3480 ± 45 лет назад (СОАН-7947) [Стрелецкая с соавт., 2012]. Таким образом, и на о. Белом, и на о. Сибирякова в МИС 3 была приливная зона неглубокого моря, которая сменилась осушением и накоплением торфов. В голоцене подъем уровня моря привел к размыву берегов и накоплению песчаной толщи. В конце голоцена относительный уровень моря вновь понизился, а на поверхности образовался автохтонный торф. Голоценовая трансгрессия в районе арктических островов при этом, вероятно, не была высокой: к северу от о. Сибирякова, на о. Свердруп (рис. 1, точка 12) на высоте 7–8 м над урезом залегает автохтонный пресноводный торф возрастом от 11640 ± 40 (ГИН-7625) до 9770 ± 280 (ГИН – 7627) р. л. [Тарасов с соавт., 1995], который не был размыв. Соответственно, относительный уровень Карского моря не поднимался здесь в голоцене выше 7–8 м.

На западном побережье п-ова Явай на траверзе оз. Тиребято (рис. 1, точка 3, рис. 2, разрез Б, рис. 3) нижняя толща отложений, обнажающихся в разрезе равнины высотой 12–15 м, похожа на морскую толщу из оснований обрывов о. Белого и Сибирякова. Она вскрывается на высоте до 7 м над уровнем моря и, как и на о. Белом, иногда опускается

под урез, сложена параллельнослоистыми сизо-серыми суглинками с неполносетчатой криогенной текстурой, хорошо отмытыми светло-серыми песками с флазерной слоистостью (слоистостью ряби, подчеркнутой ленточными прослоями тонкого материала) и плохо отмытыми рыже-бурыми песками со щепками и древесным детритом (рис. 3, слой 5 а–г). На дифференциальных кривых крупности частиц (рис. 3, Б) заметно, что суглинки отличаются плохой сортированностью (преобладает алеврит, но присутствуют все фракции от глины до среднего песка; второй пик приходится на мелкий песок), а пески – напротив, имеют один хорошо выраженный пик мелкой фракции. Отложения нижней толщи по химическому составу водной вытяжки изменяются от незасоленных до сильнозасоленных (рис. 3, В, табл. 2). Микрофоссилий в них мало, они отличаются плохой сохранностью, свидетельствующей о переотложении: в параллельнослоистых суглинках обнажения 756 (слой 5г) обнаружены обломки пресноводных диатомовых аэрофильных видов *Pinnularia borealis* и створки хорошей сохранности переотложенных палеогеновых диатомей *Paralia grunowii* Gles., *Stephanopyxis cf. marginata* (Grun.) и др., а в песках обнажения 760 и 746 (слои 5а, 5б и 5в) – лишь единичные целые створки и обломки вымерших палеогеновых диатомей. По осадочным текстурам (слоистость в песках, смена тонкого материала крупным вверх по разрезу) можно сделать вывод о водной обстановке осадконакопления. Пески разреза 760 засолены в значительной степени, однако преобладают ионы SO_4^{2-} , а не Cl^- . В остальных разрезах (756 и 746) засоленность отсутствует. По засоленности отложений невозможно сделать однозначный вывод о происхождении; по совокупности осадочных текстур (наличию слоистости ряби, прослоев переотложенного хорошо перемытого растительного детрита) можно сказать о том, что осадки накапливались в водной обстановке.

Выше по разрезу встречаются прослои и линзы торфа, переслаивающегося с супесью, общей мощностью до 1,5–2 м (рис. 3, слой 4). Торф представлен слабоборазжившимися остатками бриевых мхов с осоками. Его радиоуглеродный возраст составля-

Fig. 2. Schematic sections of the outcrops: А – Beli Island, Б – western coast of Yavay Peninsula, В – eastern coast of Yayne-Vonga Bay, southern part of Mammoth Peninsula, Г – Cape Khonarasalya (Ngarka-Khortiyakha River mouth). Genetic units of Quaternary sediments: 1 – Holocene boggy, slope and aeolian deposits (bH; vH; dH): sandy loams, silts, sands, occasionally with peat; 2 – Holocene alluvial deposits (aH): parallel and cross-bedded sands with lenses of silt, sandy loam and peat; 3 – Holocene laida deposits (m-bH): silts, sandy loams and sands, interbedded with peat; with cryopegs; 4 – Holocene lacustrine sediments (IH): sandy loams, sands and silts with parallel bedding; 5 – Holocene marine sediments (mH): sands with parallel and flaser lamination with lenses of alloctonous peat dissected by thick ice wedges; 6 – Late Pleistocene lacustrine-alluvial sediments (MIS 3 (laQ_{III})): sands with plant roots and peat; silts with remnants of mammoth fauna; 7 – Late Pleistocene marine sediments (MIS 3) (mQ_{III}): silts and clays with well-washed moss debris and few layers of sand; 8 – Late Pleistocene marine sediments not younger than MIS 3 (mQ_{III}?): heavy silts and clays; well-washed sands with flaser bedding with wood and plant debris; 9 – marine sediments of MIS 5 age or older (mQ_{II-III}): rhythmically laminated well-washed light sands with wood debris and driftwood and parallel bedded bluish clays. Dated material (out of scale): 10 – wood, 11 – peat or redeposited moss debris, 12 – mammal bones. Other: 13 – ice wedges. Age of sediments: 14 – ^{14}C obtained by conventional radiocarbon dating of bones and plant remnants, 15 – ^{14}C obtained by AMS radiocarbon dating of organic matter in cores of frozen sediments (Demidov et al., 2016). 16 – locations of samples in the coastal outcrops taken for: a) grain size, chemical water extract and diatom analysis, б) chemical analysis of water extract only, в) grain size analysis only. 17 – boreholes, 18 – sites of the coastal cliff cuts, 19 – borders between sedimental units: a) observed in boreholes and outcrops, б) assumed

Таблица 2

**Содержание водорастворимых солей в отложениях береговых обрывов острова Белого и Гыданского полуострова
(над чертой мг-экв./100 г, под чертой – % экв.)**

№ обнаже- ния и образца	Состав отложе- ний	Высо- та над ур. м., м	pH	Анионы				Катионы			Сум- ма со- лей, %	Тип грунтов согласно ГОСТ 25100-2011
				CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺		
о. Белый												
356-2	Суглинок	1,0	7,29	-/-	1,2/5,1	1,12/4,8	21,2/90,1	2,06/8,8	4/17,0	17,46/74,2	1,33	Сильно- засоленные
363-9	Песок	2,5	7,68	-/-	0,73/38,8	0,2/25,9	0,1/35,3	0,3/32,6	0,33/38,4	/0,4/29,1	0,06	Слабо- засоленные
802-2	Песок	1,2	7,70	-/-	0,73/70,9	0,2/19,4	0,1/9,7	0,3/29,1	0,33/32,0	0,4/38,8	0,08	Слабо- засоленные
802-3	Песок	0,8	7,60	-/-	0,28/45,9	0,24/39,3	0,09/14,8	0,15/25,0	0,23/38,3	0,22/36,7	0,04	Незасоленные
802-4	Песок	0,2	7,55	-/-	0,3/49,2	0,18/29,5	0,13/21,3	0,2/33,3	0,3/50,0	0,1/16,7	0,04	Незасоленные
П-ов Явай												
746-1	Торф	7,1	6,29	-/-	0,05/1,5	3,18/2,1	0,07/96,4	0,88/25,5	0,28/8,0	2,28/66,5	0,19	Незасоленные
746-2	Суглинок	8	7,26	-/-	0,25/24,9	0,28/47,7	0,48/27,4	0,10/8,3	0,23/18,6	0,88/73,1	0,07	Незасоленные
746-3	Песок	6,6	6,7	-/-	0,05/4,5	0,93/11,6	0,13/83,9	0,10/10,2	0,15/15,3	0,73/74,5	0,06	Незасоленные
756-2	Супесь	7,5	7,65	-/-	0,28/36,5	0,30/23,7	0,18/39,8	0,18/22,5	0,25/32,1	0,35/45,4	0,05	Незасоленные
756-3	Суглинок	7	7,09	-/-	0,13/15,5	0,48/25,5	0,21/59,0	0,20/25,7	0,23/29,0	0,35/45,3	0,05	Незасоленные
756-4	Торф	5,2	7,9	-/-	0,63/34,2	0,85/19,2	0,35/46,6	1,35/52,4	0,18/6,8	1,05/40,8	0,14	Незасоленные
756-5	Торф	4,5	6,79	-/-	0,63/8,7	6,25/4,7	0,34/86,6	0,75/20,8	1,38/38,1	1,49/41,2	0,41	Средне- засоленные
756-6	Торф	4,1	6,83	-/-	0,13/3,3	3,53/2,5	0,09/94,2	0,15/10,1	0,23/15,1	1,11/74,8	0,17	Слабо- засоленные
756-7	Торф	3,8	4,69	-/-	-/-	1,10/12,3	0,15/87,7	0,98/19,0	1,90/37,1	2,25/43,9	0,14	Незасоленные
756-8	Торф	3,3	6,93	-/-	0,23/16,5	0,88/19,4	0,27/64,1	0,15/7,3	0,48/23,1	1,43/69,6	0,10	Незасоленные
756-9	Суглинок	3,2	7,72	-/-	0,43/24,7	0,50/46,3	0,80/29,1	0,18/12,1	0,48/32,8	0,80/55,1	0,11	Незасоленные
760-2	Песок	6,6	7,37	-/-	0,15/12,9	0,60/35,3	0,41/51,7	0,05/4,8	0,15/14,5	0,84/80,7	0,07	Слабо- засоленные
760-3	Песок	5,6	5,85	-/-	0,08/1,0	0,85/88,2	6,89/10,9	1,85/23,3	1,65/20,7	4,45/56,0	0,55	Сильно- засоленные
Губа Яйне-Вонга												
768-2	Суглинок, глина	6,2	8,66	0,03/0,6	0,70/1,3	0,93/35,1	0,34/17,2	0,10/46,4	0,20/4,7	1,85/9,3	0,14	Незасоленные
768-3	Песок	6	7,34	-/-	0,15/13,3	0,80/15,9	0,18/70,9	0,03/3,0	0,08/8,9	0,75/88,2	0,06	Слабо- засоленные
768-5	Песок	5,6	7,45	-/-	0,18/14,2	0,88/14,6	0,18/71,2	0,03/2,2	0,10/8,7	1,02/89,1	0,08	Слабо- засоленные
768-9	Песок	5	7,22	-/-	0,13/10,1	0,88/19,3	0,24/70,6	0,05/4,0	0,15/12,0	1,05/84,0	0,08	Слабо- засоленные
768-10	Глина	4,9	8,79	0,05/1,5	0,95/28,7	1,73/17,6	0,58/52,2	0,15/4,8	0,18/5,6	2,82/89,7	0,22	Средне- засоленные
768-12	Песок	4,5	6,84	-/-	0,05/6,4	0,28/58,7	0,46/34,9	0,28/40,9	0,13/18,6	0,27/40,5	0,05	Слабо- засоленные
768-13	Песок	4	4,27	-/-	-/-	0,35/85,2	2,02/14,8	1,10/52,9	0,43/20,4	0,56/26,7	0,15	Средне- засоленные
778-2	Глина	3,5	7,73	-/-	0,38/21,3	0,93/26,2	0,46/52,5	0,10/5,6	0,48/26,5	1,22/68,0	0,11	Незасоленные
778-6	Суглинок	10,5	6,55	-/-	0,10/17,7	0,25/37,9	0,21/44,3	0,10/15,3	0,38/57,5	0,18/27,1	0,04	Незасоленные
778-7	Песок	6,4	6,6	-/-	0,10/24,3	0,20/27,0	0,11/48,7	0,05/12,6	0,23/56,8	0,12/30,6	0,03	Незасоленные
778-8	Суглинок	5,3	8,31	-/-	0,55/33,6	0,90/11,5	0,19/54,9	0,25/16,5	0,28/18,2	0,99/65,3	0,11	Незасоленные

от 24 500±220 (ЛУ-7972) до 30 710±420 (ЛУ-7971) лет. Ненарушенное залегание и значительная (до десятков метров) протяженность прослоев свидетельствует об их автохтонном формировании. Большая часть образцов торфа пресная, однако два образца из разреза 756 засолены в средней и слабой степени. Возможны два объяснения: торф мог изначально образоваться на низкой периодически затопливаемой поверхности (лайде), или же впоследствии был засолен при попадании брызг морских волн на стенку берегового обрыва, за счет своей высокой абсорбирующей способности.

На юге и в центральной части обнажения торф перекрывает толща палевых параллельнослоистых супесей (рис. 3, слой 3). Ее подошва в южной части обнажения залегает на высоте 5–8 м над уровнем моря, а в центральной части понижается и, по данным бурения (рис. 3, скв. 1), уходит под уровень моря не менее, чем на –1,5 м, общая мощность достигает 9 м. Супеси отличаются параллельной горизонтальной слоистостью, подчеркнутой буроватыми прослоями более тонкого материала. Полностью отсутствуют любые несогласия внутри толщи: отдельные слойки мощностью 1–2 см можно проследить на сотни метров. Нарушают их лишь единичные сбросы по трещинам. Супеси незасоленные (табл. 2), по гранулометрическому составу состоят преимущественно из частиц крупноалевритовой размерности и тонкого песка, однако содержат и глину (рис. 3, Б). Книзу содержание алеврита увеличивается. В большей части образцов супесей микрофоссилий не обнаружено, а в остальных присутствуют лишь единичные створки вымерших палеогеновых диатомей *Paralia grunowii* Gles, неопределимые обломки створок морских центрических диатомей и спикулы губок. В толще супесей встречаются редкие линзы торфа и суглинистого материала с обломками веточек до 0,3 м длиной, а также небольшие фрагменты древесины. Их возраст составляет 8350±100 (ЛУ-7970), 8270±90 (ЛУ-8229) и 8920±90 (ЛУ-7973) р. л. соответственно. По органическому углероду в керне скважины 1 были получены датировки 8580±40 (OS-107 973), 17 000±55 (OS-107 930) и 15 000±50 (OS-107 931) р. л. (табл. 3, [Демидов с соавт., 2016]), которые нам представляются удивительными: торф возрастом 8350±100 лет залегает почти на той же высоте, что и органическое вещество в керне скважины с датировкой 17 000±55 лет (3,3 и 2,8 м над уровнем моря соответственно). Учитывая инверсию AMS-датировок, более достоверными представляются в данном случае сцинтилляционные даты. Параллельная ненарушенная слоистость, отсутствие засоленности и переотложенные линзочки торфа позволяют предположить, что слой 3 имеет озерное происхождение, а датировки торфа и древесины, что он сформировался в атлантическом периоде голоцена.

Венчают разрез бурые неявнослоистые суглинки и супеси с криотурбациями. По гранулометрическому составу это преимущественно алевриты с примесью тонкого песка и глины. Они не засолены

(табл. 2, рис. 3, В), микрофоссилии в них не обнаружены. Это покровные отложения, сформировавшиеся в конце голоцена, перекрытые слоем дернины с корнями растений.

Таким образом, нижнюю часть разреза составляют осадки, накопившиеся в водной обстановке не позже МИС 3, выше залегает торф возрастом от 24 до 30 тыс. радиоуглеродных лет, венчают разрез голоценовые (возможно, начавшие формироваться еще в конце последнего криохрона) озерные супеси, перекрытые голоценовыми и современными покровными суглинками.

Похожее строение четвертичной толщи наблюдается и в южной части п-ова Явай. На его восточном берегу, у основания, в устье р. *Еры-Маретаяхи* (рис. 1, точка 9) в основании разреза лежат глины и суглинки с раковинами морских моллюсков, перекрытые супесчано-песчаной толщей с прослоями торфа возрастом 21 930±370 р. л. (ЛУ-6542). Выше залегают озерно-болотные супеси с корнями растений возрастом 9100±90 р. л. (ЛУ-6534) и торфом возрастом 8500±90 р. л. (ЛУ-6535) [Облогов с соавт., 2012]. В близко расположенном обнажении близ устья р. *Монготальянгах* (рис. 1, точка 10) в основании сходного разреза залегает серая супесь, а выше – органо-минеральная толща, переслаивание супеси и гипнового низинного автохтонного торфа возрастом от 21 900±900 (ГИН-2469) до 30 200±800 (ГИН-2470) р. л. [Васильчук с соавт., 1984]. Выше залегает 1,5-метровый прослой песка, перекрытый торфом с возрастом 3900±310 р. л. (ГИН-2468). Ю.К. Васильчук с соавт., проанализировав состав солей в торфе, интерпретируют органо-минеральную толщу как сформировавшуюся на лайде и делают вывод, что в сартанское время (начало МИС 2) глубокой регрессии Карского моря не происходило.

Исходя из сходства последовательности толщ, естественно предположить, что отложения всех трех разрезов на п-ове Явай – одни и те же слои, имеющие общее происхождение и возраст. В нижней части залегают предположительно морские пески, суглинки и супеси возрастом не моложе МИС 3. Исходя из степени и типа засоления этих отложений на полуострове Явай (рис. 3, табл. 2), однозначных выводов об их морском происхождении сделать нельзя, однако наличие раковин морских моллюсков в аналогичных отложениях близ устья Еры-Маретаяхи позволяет сделать предположение о связи древнего водного бассейна с морем. Происхождение прослоев торфа, перекрывающих их, требует дополнительного исследования. Если они накапливались на лайде, уровень моря на Гыдане был близок к современному в период от 35 до 23–26 тыс. календарных лет назад, в то время как в других областях земного шара, к примеру, в Индийском океане уже 30 тысяч лет назад он упал до –130 м [Lambeck et al., 2010]. В таком случае пришлось бы признать наличие интенсивного тектонического поднятия п-ова Явай после МИС 2, со средней скоростью более 6 мм/год (темпы, сравнимые с последнедне-

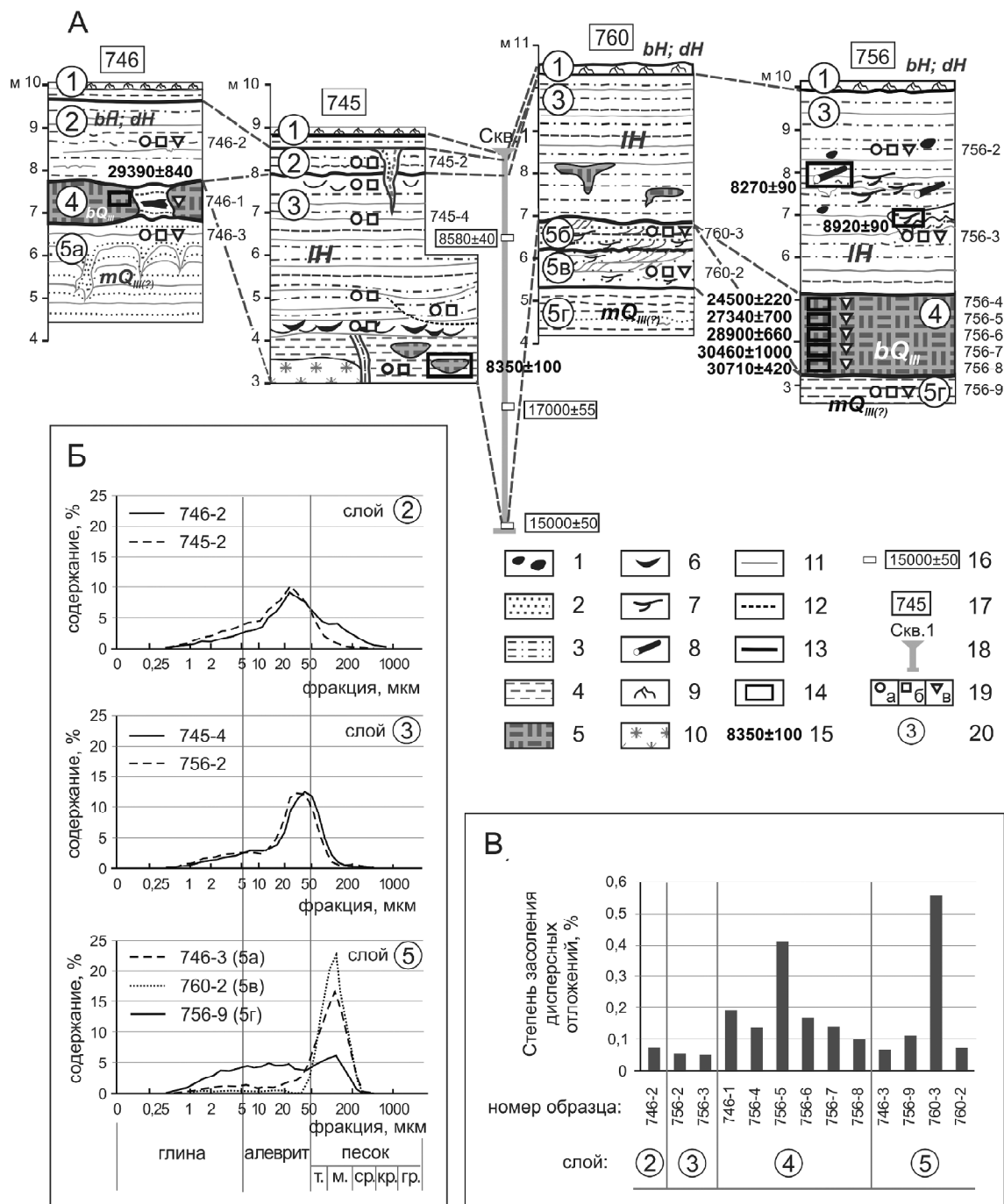


Рис. 3. А – строение расчисток четвертичных отложений западного берега полуострова Явай. Условные обозначения: 1 – галька; 2 – песок; 3 – супесь; 4 – суглинок; 5 – торф; 6 – линзы хорошо разложившегося растительного детрита и мохового войлока; 7 – растительный детрит, щепки; 8 – древесина; 9 – корни растений (дернина); 10 – погребенный снежник; 11 – линии напластования (слоистость); 12 – пост-седиментационный сброс в толще супесей; 13 – границы геологических тел; 14 – места отбора проб на определение возраста; 15 – сцинтилляционный радиоуглеродный возраст органических остатков, лет назад; 16 – AMS- возраст органического вещества в кернах, лет назад; 17 – номер расчистки; 18 – расположение скважины; 19 – места отбора образцов: а) на диатомовый анализ, б) – на гранулометрический анализ, в) – на анализ химического состава водной вытяжки; 20 – номер слоя: 1) покровная супесь с дерниной; 2) переслаивание бурых супесей и суглинков с криотурбациями, 3) горизонтальное параллельное переслаивание светло-палево-бурых супесей и палево-бурых суглинков, 4) торф; торф, переслаивающийся с супесью и песком, 5а) параллельнослоистые серо-палево-бурые пески с псевдоморфозами по вытягившим ледяным жилам, 5б) переслаивание ярко-бурых суглинков и светло-серых хорошо отмытых песков с многочисленным щепочным детритом и косой слоистостью, 5в) светло-серый хорошо отмытый песок с щепочным детритом, с косой и флазерной слоистостью, 5г) сизо-серый тяжелый суглинок с прослоями супеси и песка, с неполносетчатой криогенной текстурой. Генетические индексы отложений: mQ_{III} – морские отложения не моложе третьей ступени верхнего неоплейстоцена (МИС 3); bQ_{III} – позднелейстоценовые болотные отложения (МИС 3); IH – голоценовые озерные отложения; bH; dH – голоценовые и современные покровные и склоновые отложения. Б – дифференциальные кривые крупности частиц отложений полуострова Явай по данным гранулометрического анализа; В – гистограммы степени засоления отложений полуострова Явай

вым поднятием Балтийского щита). Подобная картина не согласуется с равнинным рельефом и отсутствием голоценовых поднятых морских отложений на п-ове Явай. Более вероятным представляется накопление торфа в континентальных, озерно-болотных условиях. Верхняя же часть всех трех разрезов накапливалась на суше и представлена голоценовыми озерными супесями с торфом, перекрытыми болотными и покровными отложениями.

В южной части полуострова Мамонта в районе губы Яйне-Вонга (точка 4, рис. 1, разрез А, рис. 2) в морские (слабо- и средnezасоленные с хлоридно-натриевым типом засоления) хорошо отмытые крупно- и среднезернистые светлые пески с сизыми глинами вложены озерные и аллювиальные отложения МИС 3. В тяжелых неяснослоистых суглинках с запахом органического вещества обнаружены кости *in situ*, принадлежащие предположительно взрослой самке шерстистого мамонта (*Mammuthus primigenius*). Радиоуглеродное датирование костей показало возраст $30\,520 \pm 640$ лет (ЛУ-8245), AMS-датирование – запредельный возраст – более 45 000 лет (GrANr-62453). Вмещающие суглинки и глины не засолены (сумма водорастворимых солей – 0,04–0,11%), они практически не содержат диатомей, за исключением единичных обломков морских переотложенных центрических видов. Кости обнаружены на высоте около 3 м над уровнем моря, выше залегают косослоистые незасоленные пески с линзами суглинков и торфа возрастом 6310 ± 100 р. л. (ЛУ-8234). В них обнаружен пресноводный бентосный диатомовый комплекс с преобладанием *Staurosira venter* (Ehr.) Cleve et Möller и сопутствующими болотными *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. и др., встречены цисты золотистых водорослей *Chrysophytes*. Таким образом, в высоких береговых обрывах озерно-аллювиальные отложения МИС 3 с костями мамонта вверх по разрезу постепенно сменяются голоценовым аллювием; молодых морских отложений здесь не обнаружено. Восточнее, между мысами Паха-Сале и Няда-Сале, [Облогов с соавт., 2012] (рис. 1, точка 8), линза озерных осадков с торфами голоценового возраста вложена непосредственно в древние морские отложения старше МИС 3, а на пляже встречаются кости мамонта, вымытые из береговых обрывов.

Низкая лайда губы Яйне-Вонга, по данным бурения (рис. 2, А, скв. 2,3), сложена прибрежно-

морскими (лайдовыми) сильно засоленными оторфованными суглинками и супесями с криопэгами [Демидов с соавт., 2016]. Их AMS-возраст на глубине от –5 до –6,5 м ниже уреза составил $17\,400 \pm 150$ (OS-108 015) и $11\,800 \pm 75$ (OS-108 016) лет (табл. 3, рис. 2), что может свидетельствовать об относительно высоком положении относительного уровня моря здесь в конце МИС 2 (сартанского времени) – начале голоцена.

В районе мыса Хонарасаля, расположенного в западной части центрального Гыдана примерно на той же широте, (рис. 1, точка 5, рис. 2, Г), в 800 м от устья реки Нгарка-Хортяха скважиной 5 до глубины –6 м вскрыты косослоистые аллювиальные незасоленные отложения с пресноводным диатомовым комплексом, залегающие на засоленных морских песках и глинах [Демидов с соавт., 2016], похожих на древние морские пески и глины из обрывов близ губы Яйне-Вонга в районе п-ова Мамонта. Это свидетельствует о том, что амплитуды изменений относительного уровня моря на Гыданском п-ове отличаются на разных участках: низкие приморские поверхности одной и той же высоты (до 1–2 м) могут быть сложены как засоленными лайдовыми, так и пресными аллювиальными отложениями.

Таким образом, в северной части Гыданского полуострова встречаются как разрезы, где присутствуют морские отложения моложе МИС 5, так и обнажения, где описаны лишь континентальные фации этого возраста.

Вопрос о наличии и высоте каргинской трансгрессии, коррелируемой с МИС 3, остается остро дискуссионным для севера Западной Сибири. Долгое время считалось, что уровень моря в это время поднимался до 60 м [Данилов, 1978], а высокие террасы Гыдана высотой 40–60 и 30–40 м сложены каргинскими морскими осадками [Авдалович, Биджиев, 1984]. С внедрением оптико-стимулированной люминесценции (ОСЛ) и других методов датирования произошел массовый пересмотр каргинских дат в сторону удревнения до МИС 5, или казанцевского времени [Астахов и Мангеруд, 2005; Astakhov, 2014]; появились данные об отсутствии морских осадков МИС 3 выше современного уровня моря, а соответствующие отложения высоких террас Гыдана и Тазовского п-ова были отнесены к аллювиальным, озерным и другим континентальным образованиям [Назаров, 2007; Астахов и Назаров, 2010].

Fig. 3. A) Detailed section of Quaternary sediments on the western coast of Yavay Peninsula. 1 – pebble; 2 – sand; 3 – sandy loam; 4 – silt; 5 – peat; 6 – lenses of organic matter; 7 – plant debris, wood debris; 8 – wood; 9 – plant roots and sod; 10 – buried snowfield; 11 – bedding elements; 12 – normal fault in sandy loam; 13 – borders between sedimental units; 14 – places of sampling for radiocarbon analysis, 15 – radiocarbon age of organic remnants, BP, 16 – AMS age of organic matter in borehole cores, BP; 17 – number of outcrop; 18 – borehole position; 19 – location of samples a) for diatom analysis, б) for grain size analysis, в) for chemical composition of water extract; 20 – index of layer: 1) – cover sandy loam with roots, 2) interbedded brown sandy loam and silts with cryoturbation, 3) parallel horizontal bedded light sandy loam, 4) peat, peat interbedded with sandy loam and sand, 5a) parallel bedded light grey sands with pseudomorphs, 5б) interbedded brown silts and light grey well-washed sands with numerous wood debris and cross bedding, 5в) light grey well-washed sands with wood debris with cross and flaser bedding, 5г) grey bluish heavy silt with layers of sandy loam and sand, with a reticulate-blocky cryogenic texture; Genetic indexes of sediments: mQ₃? – marine sediments not younger than MIS 3; bQ₃ – MIS 3 boggy deposits; IQ₄ – Holocene lacustrine deposits; prQ₄ – Holocene and recent cover and slope deposits. Б) Differential curves for the grain size of sediments at Yavay Peninsula, B) Histograms of salinity levels for sediments at Yavay Peninsula

Таблица 3

Результаты AMS датирования (по: [Демидов с соавт., 2016], с дополнениями)

№ п/п	Разрез	№ скважины (расчистки)	Высота отбора над у. м., м	Лаб. №	Материал	AMS ^{14}C возраст, лет	$\delta^{13}\text{C}$	Поправка на $\delta^{13}\text{C}$	Источник $\delta^{13}\text{C}$	Календ. возраст, лет
1	п-ов Явай	1	6,5	OS-107973	органическое вещество кернов	8 580±40	-26,63	да	измерен	9 558±68
2	п-ов Явай	1	2,5	OS-107930	»	17 000±55	-24,69	да	измерен	20 496±195
3	п-ов Явай	1	-1,5	OS-107931	»	15 000±50	-24,59	да	измерен	18 211±185
4	губа Яйне-Вонга	2	-5	OS-108015	»	17 400±150	-26,22	да	измерен	21 032±428
5	губа Яйне-Вонга	2	-6,5	OS-108016	»	11 800±75	-24,93	да	измерен	13 616±145
6	губа Яйне-Вонга	4	2	OS-108026	»	34 300±1200	-27,22	да	измерен	38 883±2668
7	губа Яйне-Вонга	778	4	GrANr 62453	кости мамонта <i>in situ</i>	>45 000	—	неизвестно	—	—

Примечание: значения календарного возраста приведены на основании калибровочной программы «OxCal 4.2» (калибровочные кривые «IntCal 13», «Bomb13 NH1»). Christopher Bronk Ramsey (<https://c14.arch.ox.ac.uk>).

По нашим данным, прибрежно-морские отложения МИС 3 присутствуют в основаниях разрезов островов Белого и Сибирякова до высоты 2–2,5 м над ур. м. Это мелководные фации, свидетельствующие о незначительном превышении относительного уровня моря над современным в то время. Морские отложения МИС 3, по данным ИК-ОСЛ датирования на высоте около 2 м над ур. м., были описаны и на западном побережье Таймыра близ устья реки Крестьянки [Гусев с соавт., 2011; Стрелецкая с соавт., 2013] (рис. 1, точка 11). В отложениях морских террас высотой 5–10 м островов Карского шельфа (Рингнес, Циркуль, Тройной) были также получены $^{230}\text{Th}/\text{U}$ датировки раковин моллюсков времени МИС 3 [Гусев с соавт., 2016]. Нижние толщи суглинков, супесей и песков на п-ове Явай не были непосредственно продатированы и могут принадлежать как к МИС 3, так и к более раннему времени. Переслаивание супесей и торфов конца МИС 3 – первой половины МИС 2 могло сформироваться как на лаиде при высоком положении относительного уровня моря, так и в континентальных условиях. В южной части полуострова Мамонта в районе губы Яйне-Вонга и мыса Нядасала морские отложения МИС 3 не обнаружены; напротив, под урез уходит континентальная толща суглинков с остатками мамонтовой фауны древнее 34 тыс. календарных лет. Подстилающие ее морские пески, переслаивающиеся с глинами, накопились не раньше МИС 5. Таким образом, здесь следов высокого положения моря в МИС 3 нет. Следовательно, по данным с Гыданского п-ова и о-вов прилегающего шельфа можно предположить небольшую высоту и распространение каргинской (МИС 3) трансгрессии, охватившей лишь северную оконечность современной суши Гыдана.

Тем не менее, сам факт обнаружения морских отложений МИС 3 в целом ряде разрезов говорит о том, что ход относительного уровня моря существенно отличался от внеполярных областей, где в разных частях света (Тихий, Атлантический, Индийский океаны, Красное море, море Сулу и др.) было четко установлено низкое положение уровня моря [Siddall et al., 2008]. В первой половине МИС 3 он колебался на отметках около -60 м, а во второй – около -80. Положение относительного уровня моря в МИС 3, близкое к современному, свидетельствует об интенсивных восходящих движениях земной коры побережий, проявившихся с того времени, особенно заметных в северных районах. Возможно, в течение МИС 3 в них присутствовала гляциоизостатическая составляющая, так как перед этим, около 60 тыс. лет назад, север Западной Сибири, по предположениям ряда исследователей [Forman et al., 2002; Svendsen et al., 2004], был перекрыт ледниковым щитом. Более интенсивное воздымание северных районов косвенно свидетельствует в пользу гляциоизостатического механизма, поскольку предполагаемый ледник в МИС 4 наступал именно с севера, с шельфа Карского моря.

Морских отложений МИС 2 обнаружено не было; в это время уровень Карского моря упал ниже современного, и часть шельфа была осушена. Данные о его понижении до -70 м [Стрелков, 1970] или до -30...-50 м [Данилов, 1978], свидетельствуют, что относительный уровень моря был выше среднемирового (-130 м) в это время [Lambeck et al., 2002]. Затем, в голоцене, уровень моря начал расти, главным образом, под действием эвстатической составляющей: поступления в Мировой океан талой воды ледников. Данные донных колонок морских отло-

жений [Polyakova, Stein, 2004; Левитан с соавт., 2007] свидетельствуют о том, что, в относительно мелко-водных областях близ выхода из Обской губы и Енисейского залива, судя по времени смены речного осадконакопления на морское, рост уровня моря происходил практически синхронно со среднемировым.

9–10 тыс. лет назад при потеплении и активном термокарсте повсеместно шло заболачивание ландшафтов, в результате чего накопились торфа о. Белого, п-ова Явай, о. Сибирякова и др. С ростом уровня моря эти торфа размывались и переоткладывались в виде линз в прибрежно-морских, преимущественно песчаных, отложениях.

В середине голоцена, когда рост эвстатического, или абсолютного уровня моря замедлился, заметную роль стали вновь играть вертикальные движения земной коры. При этом они не были гляциоизостатическими: в МИС 2 территория не перекрывалась покровным ледником [Svendsen et al., 2004]. В результате молодые голоценовые прибрежно-морские отложения о-вов Белого и Сибирякова оказались выше современного уровня моря. Южнее подобного поднятия не происходило: на п-ове Явай и у мыса Хонарасаля в береговых обрывах и скважинах вскрываются озерные и аллювиальные фации голоцена. Лишь близ бухты Яйне-Вонга формировались низкие периодически затапливаемые лаиды, оторфованные отложения которых сегодня находятся ниже уровня моря. Все это позволяет сделать вывод о наличии дифференцированных вертикальных движений земной коры в голоцене, поднявших морские осадки на разную высоту. Подтверждается подобная гипотеза и наличием на п-ове Мамонта на побережье Енисейского залива деформаций четвер-

тичных толщ, связанных с поднятием отдельных блоков, как, например, полая «антиклиналь» с размахом крыльев в 10 км, описанная в предположительно казанцевских морских отложениях к востоку от устья р. Монгочейхи [Баранская с соавт., 2013], и других дислокаций, связанных с молодыми разрывными нарушениями [Гусев с соавт., 2015].

Выводы:

– в результате изучения обнажений четвертичных отложений о. Белого и Гыданского п-ова и сравнения полученных материалов с литературными данными выявлено наличие позднеплейстоценовых и голоценовых морских отложений, слагающих водораздельные поверхности низменных равнин;

– в средней и южной частях Гыданского п-ова (губа Яйне-Вонга, мыс Хонарасаля) последняя значительная морская трансгрессия произошла не позже МИС 5: под урез уходят континентальные (озерные и аллювиальные) отложения МИС 3 с мамонтовой фауной. В северной части Гыдана (п-ов Явай), на о. Белом и на о. Сибирякова уровень моря поднимался в МИС 3 по крайней мере на 3–4 м, о чем свидетельствует наличие прибрежно-морских и морских суглинков, глин и песков с растительным детритом этого возраста. В голоцене (5–8 тыс. лет назад) произошла еще одна трансгрессия, охватившая лишь о. Белый и о. Сибирякова; она привела к накоплению хорошо отмытых песков со слоистостью ряби и линзами аллохтонного торфа;

– наличие морских отложений МИС 3 и голоцена, поднятых, в отличие от других регионов земного шара, выше современного уровня моря, свидетельствует об общем поднятии земной коры северной части Гыданского п-ова и арктических о-вов Карского моря.

Благодарности. Исследования проведены в рамках проектов РФФИ № 16-35-60118 мол_а_дк, 16-45-890076 р_а и Госбюджетной темы АААА-А16-116032810055-0 «Геоэкологический анализ и прогноз динамики криолитозоны Российской Арктики». Лабораторные аналитические работы по датированию осуществлялись при финансовой поддержке МЭЦ «Арктика» в рамках лабораторных исследований по результатам экспедиций «Ямал-Арктика-2012, 2013» и при частичной поддержке гранта СПбГУ № 18.40.68.2017. Авторы благодарят начальника экспедиций «Ямал-Арктика» В.А. Оношко, К.Г. Филиппову и Е.А. Константинова, выполнявших гранулометрический анализ, и Л.Е. Ефимову за ценные консультации и обсуждение результатов химического анализа водной вытяжки грунтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авдалович С.А., Биджиев Р.А. Каргинские морские террасы на севере Западной Сибири и проблема сарганского оледенения // Изв. АН СССР. Сер. географическая. 1984. № 1. С. 89–100.
 Артемьева З.С., Юртаев А.А., Александровский А.Л., Зазовская Э.П. Органическое вещество погребенной торфяной почвы на острове Белый (Карское море) // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2016. Вып. 85. С. 36–56.
 Астахов В.И., Мангеруд Я. О возрасте каргинских межледниковых слоев на Нижнем Енисее // Доклады РАН. 2005. Т. 403. № 1. С. 63–66.
 Астахов В.И., Назаров Д.В. Стратиграфия верхнего неоплейстоцена севера Западной Сибири и ее геохронометрическое обоснование // Региональная геология и металлогения. 2010. № 43. С. 36–47.

Баранская А.В., Большиянов Д.Ю., Кучанов Ю.И., Томашунас В.М. Новые данные о дислокациях в четвертичных отложениях полуостровов Ямал и Гыдан и связанных с ними новейших тектонических движениях по результатам экспедиции «Ямал-Арктика-2012» // Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. № 4(98). С. 91–102.
 Баранская А.В., Романенко Ф.А., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А., Пушина З.В. Четвертичные отложения острова Белого: стратиграфия, возраст, условия формирования // Криосфера Земли. 2018. Т. XXII. № 2. С. 3–15.
 Васильчук Ю.К., Васильчук А.К. Инженерно-геологические и геохимические условия полигональных ландшафтов острова Белый (Карское море) // Инженерная геология. 2015. Вып. 1. С. 50–72.

- Васильчук Ю.К., Серова А.К., Трофимов В.Т. Новые данные об условиях накопления каргинских отложений на севере Западной Сибири // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 1984. № 53. С. 28–35.
- Гусев Е.А. Неотектонические нарушения новейшего чехла в районе Енисейского залива Карского моря // Проблемы Арктики и Антарктики. 2015. № 3(105). С. 5–14.
- Гусев Е.А., Аникина Н.Ю., Арсланов Х.А., Бондаренко С.А., Деревянко Л.Г., Молодьков А.Н., Пушина З.В., Рекант П.В., Степанова Г.В. Четвертичные отложения и палеогеография острова Сибирякова за последние 50 000 лет // Известия русского географического общества. 2013. Т. 145. № 4. С. 65–79.
- Гусев Е.А., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Молодьков А.Н., Кузнецов В.Ю., Смирнов С.Б., Чернов С.Б., Жеребцов И.Е., Левченко С.Б. Новые геохронологические данные по неоплейстоцен-голоценовым отложениям низовьев Енисея // Проблемы Арктики и Антарктики. 2011. № 2(88). С. 36–44.
- Гусев Е.А., Максимов Ф.Е., Молодьков А.Н., Яржембовский Я.Д., Макарьев А.А., Арсланов Х.А., Кузнецов В.Ю., Петров А.Ю., Григорьев В.А., Токарев И.В. Новые геохронологические данные по неоплейстоцен-голоценовым отложениям Западного Таймыра и островам Карского моря // Проблемы Арктики и Антарктики. 2016. № 3(109). С. 74–84.
- Данилов И.Д. Плейстоцен морских субарктических равнин. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. 200 с.
- Демидов Н.Э., Баранская А.В., Дурденко Е.В., Занина О.Г., Караевская Е.С., Пушина З.В., Ривкина Е.М., Спирина Е.В., Спенсер М. Биогеохимия мерзлых толщ арктического побережья полуострова Гыдан // Проблемы Арктики и Антарктики. 2016. № 3(109). С. 34–49.
- Дибнер В.Д. Геологическое строение островов центральной части Карского моря // Тр. НИИГА. 1957. Т. 81. С. 97–104.
- Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее, будущее. М.: ГЕОС, 1999. 289 с.
- Кинд Н.В. Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. М.: Наука, 1974. 255 с.
- Колька В., Евзеров В., Меллер Я., Корнер Г. Последледниковые гляциоизостатические движения на северо-востоке Балтийского шита // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Кольского полуострова (сборник статей). Апатиты: Изд-во Кольского Научного Центра РАН, 2005. С. 15–25.
- Кошечкин Б.И. Голоценовая тектоника восточной части Балтийского шита. Л.: Наука, 1979. 158 с.
- Лазуков Г.И. Антропоген северной половины Западной Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. С. 32–55.
- Левитан М.А., Лаврушин Ю.А., Штайн Р. Очерки истории седиментации в Северном Ледовитом океане и морях Субарктики в течение последних 130 тыс. лет. М.: ГЕОС, 2007. 404 с.
- Облогов Г.Е., Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Гусев Е.А., Арсланов Х.А. Четвертичные отложения и геокриологические условия берегов Гыданской губы (Карское море) // Десятая Международная конференция по мерзлотоведению (TICOP): Ресурсы и риски регионов с вечной мерзлотой в меняющемся мире. Тюмень, Россия: Печатник, 2012. Т. 3. С. 365–369.
- Опокина О.Л., Слагода Е.А., Стрелецкая И.Д., Суслова М.Ю., Томберг И.В., Ходжер Т.В. Криолитология, гидрохимия и микробиология голоценовых озерных и повторно-жильных льдов о-ва Сибирякова Карского моря // Природа шельфов и архипелагов Европейской Арктики. М.: ГЕОС, 2010. Вып. 10. С. 241–247.
- Орехов П.Т., Попов К.А., Слагода Е.А., Курчатова А.Н., Тихонравова Я.В., Опокина О.Л., Симонова Г.В., Мелков В.Н. Бугры пучения острова Белый в прибрежно-морской обстановке Карского моря // Криосфера Земли. 2017. Т. XXI. № 1. С. 46–56.
- Романенко Ф.А. Строение и динамика рельефа островов Карского моря // Динамика Арктических побережий России. М.: Географический ф-т МГУ, 1998. С. 131–153.
- Романенко Ф.А., Михалев Д.В., Николаев В.И. Подземные льды на островах у берегов Таймыра // Материалы гляциологических исследований. 2001. № 91. С. 129–137.
- Сакс В.Н. К стратиграфии четвертичных отложений в бассейнах рек Мессо, Пур и Таз // Тр. Горно-геологич. Управления. М.-Л.: Изд-во Главсевморпути, 1945а. Вып. 16. С. 144–152.
- Сакс В.Н. Четвертичные отложения Таймырского полуострова и прилегающих островов // Проблемы Арктики. 1945б. № 2. С. 84–111.
- Сакс В.Н. Четвертичный период в Советской Арктике. 2-е изд. переработанное и дополненное // Тр. Ин-та геол. Арктики. Л.: Водтрансиздат, 1953. Вып. 77. 627 с.
- Слагода Е.А., Курчатова А.Н., Попов К.А., Томберг И.В., Опокина О.Л., Никулина Е.Л. Криолитологическое строение первой террасы острова Белый в Карском море: микростроение и признаки криолитогеоза (часть 2) // Криосфера Земли. 2014. Т. XVIII. № 1. С. 12–22.
- Слагода Е.А., Лейбман М.О., Хомутов А.В., Орехов П.Т. Криолитологическое строение первой террасы острова Белый в Карском море (часть 1) // Криосфера Земли. 2013. Т. XVII. № 4. С. 11–21.
- Соколов В.Н., Значко-Яворский Г.А. Новые данные по геологии Гыданского полуострова // Информационный бюл. Ин-та Геологии Арктики. 1957. Вып. 6. С. 4–10.
- Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Слагода Е.А., Опокина О.Л., Облогов Г.Е. Полигонально-жильные льды на острове Сибирякова (Карское море) // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 2012. № 3. С. 57–63.
- Стрелецкая И.Д., Гусев Е.А., Васильев А.А., Облогов Г.Е., Аникина Н.Ю., Арсланов Х.А., Деревянко Л.Г., Пушина З.В. Геокриологическое строение четвертичных отложений берегов Западного Таймыра // Криосфера Земли. 2013. Т. XVII. № 3. С. 17–26.
- Стрелков С.А. К истории перемещения береговой линии Арктического бассейна в кайнозой. Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозой. Л.: Гидрометеиздат, 1970. С. 222–227.
- Тарасов П.Е., Андреев А.А., Романенко Ф.А., Сулержицкий Л.Д. Палинотрафигграфия верхнечетвертичных отложений острова Свердруп (Карское море) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1995. Т. 3. № 2. С. 98–104.
- Трофимов В.Т., Баду Ю.Б., Васильчук Ю.К. Инженерно-геологические условия Гыданского полуострова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 212 с.
- Astakhov V. The postglacial Pleistocene of the northern Russian mainland // Quaternary Science Reviews. 2014. V. 92. P. 388–408.
- Church J.A., Aarup T., Woodworth P.L., Wilson W.S., Nicholls R.J., Rayner R., Lambeck K., Mitchum G.T., Steffen K., Cazenave A., Blewitt G., Mitrovica J.X., Lowe J.A. Sea-level rise and variability: synthesis and outlook for the future // Understanding Sea-Level Rise and Variability / Eds.: J.A. Church, P.L. Woodworth, T. Aarup, W.S. Wilson. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2010. P. 402–419.
- Forman S.L., Ingolfsson O., Gataullin V., Manley W.F., Lokrantz H. Late Quaternary stratigraphy, glacial limits, and paleoenvironments of the Marresale area, western Yamal Peninsula, Russia // Quaternary Research. 2002. V. 57. Is. 3. P. 355–370.
- Forman S.L., Lubinski D.J., Ingolfsson O., Zeeberg J.J., Snyder J.A., Siegert M.J., Matishov G.G. A review of postglacial emergence on Svalbard, Franz Josef Land and Novaya Zemlya, northern Eurasia // Quaternary Science Reviews. 2004. № 23. P. 1391–1434.
- Lambeck K., Yokoyama Y., Purcell A. Into and out of the Last glacial Maximum Sea Level change during Oxygen Isotope Stages 3–2 // Quaternary Science Reviews. 2002. № 21. P. 343–60.
- Lambeck K., Woodroffe C.D., Antonioli F., Anzidei M., Gehrels W.R., Laborel J., Wright A.J. Paleoenvironmental records, geophysical modeling, and reconstruction of sea-level trends and variability on centennial and longer timescales // Understanding Sea-Level Rise and Variability / Eds.: J. Church, P.L. Woodworth, T. Aarup, W.S. Wilson. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2010. P. 61–121.
- Polyakova Y., Stein R. Holocene paleoenvironmental implications of diatom and organic carbon records from the

southeastern Kara Sea (Siberian Margin) // *Quaternary Research*. 2004. V. 62. P. 256–266.

Siddall M., Rohling E.J., Thompson W.G., Waelbroeck C. Marine isotope stage 3 sea level fluctuations: Data synthesis and new outlook // *Reviews of Geophysics*. . 2008. V. 46. RG4003. P. 1–29.

Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I., Demidov I., Dowdeswell J.A., Funder S., Gataullin V., Henriksen M., Hjort C.,

Houmark-Nielsen M., Hubberten H.W., Ingolfsson O., Jakobsson M., Kjær K.H., Larsen E., Lokrantz H., Lunkka J.P., Lysé A., Mangerud J., Mantioukhov A., Murray A., Möller P., Niessen F., Nikolskaya O., Polyak L., Saarnisto M., Siegert C., Siegert M.J., Spielhagen R.F., Stein R. Late Quaternary ice sheet history of Northern Eurasia // *Quaternary Science reviews*. 2004. V. 23. P. 1229–1271.

Поступила в редакцию 14.06.2017
Принята к публикации 20.07.2018

**A.V. Baranskaya¹, F.A. Romanenko², Kh.A. Arslanov³,
A.Yu. Petrov⁴, F.E. Maksimov⁵, Z.V. Pushina⁶, A.N.
Tikhonov⁷, N.E. Demidov⁸**

UPPER QUATERNARY SEDIMENTS OF GYDAN PENINSULA AND ARCTIC ISLANDS: EVIDENCE OF RELATIVE KARA SEA LEVEL CHANGES SINCE 50 KA

Field data on Quaternary sediments of several outcrops at Gydan Peninsula and Beliy Island and their comparison with literature data have shown that the relative sea-level changes in the southeastern part of the Kara Sea since MIS 3 differ from the average sea-level changes in the World Ocean. MIS 3 (Kargin time) marine sediments lie at elevations of up to 2–2,5 m a.s.l. at Beliy Island, Sibiryakov Island and some other Arctic islands; they are covered by the Holocene marine sand with allochthonous peat aged about 8 kA (radiocarbon). At Yavay Peninsula, marine silts and sands lie at the bottom of the coastal cliff and are overlaid by peat aged from 24 500±220 (LU-7972) to 30 710±420 (LU-7971) radiocarbon years. Above them, Holocene lacustrine sandy loam with peat and wood with ages of about 8 kA outcrop, implying that sea-level did not rise above its present position since MIS 3. In the southern part of Mammoth Peninsula, sea-level did not rise above present at least since MIS 5 (Kazantsevo time). MIS 3 deposits are continental silts with mammoth fauna, covered by the Holocene alluvium and lacustrine sediments. The range of RSL change scenarios evidences the general uplift of the Earth's crust at Gydan Peninsula and the south-eastern part of the Kara Sea since MIS 3, accompanied by differential block movements.

Key words: Quaternary sediments, neotectonics, vertical movements of the Earth's crust, sea level, Yamal Peninsula, Gydan Peninsula, Bely Island.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects № 16-35-60118 мол. а. дк and № 16-45-890076 р. а) and carried out under the state research theme AAAA-A16-116032810055-0 Geocryological analysis and forecast of the dynamics of the Russian Arctic cryolithozone. Laboratory dating was financially supported by the Arktika Center (laboratory investigations following the Yamal-Arktika-2012, 2013 expeditions) and partially by the SPb State University (project № 18.40.68.2017). The authors are grateful to V.A. Onoshko, Chief of the Yamal-Arktika expeditions, to K.G. Filippova and E.A. Konstantinov who performed the grain size analysis and to L.E. Efimova for discussing the interpretation of the water extract chemical analyses' results.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Geoecology of the North, Scientific Researcher, PhD. in Geography; *e-mail:* alisa.baranskaya@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Geoecology of the North, Scientific Researcher; Department of Geomorphology and Palaeogeography, Leading Scientific Researcher, PhD. in Geography; *e-mail:* faromanenko@mail.ru,

³ Saint-Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, Laboratory for Geomorphologic and palaeogeographic investigations of polar regions and the World Ocean, Leading Scientific Researcher, D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor; *e-mail:* arslanovkh@mail.ru

⁴ Saint-Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, Laboratory for Geomorphologic and palaeogeographic investigations of polar regions and the World Ocean, Engineer; *e-mail:* petrovalexey1987@gmail.com

⁵ Saint-Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, Laboratory for Geomorphologic and palaeogeographic investigations of polar regions and the World Ocean, Senior Scientific Researcher, PhD. in Geography; *e-mail:* maksimov-fedor@yandex.ru

⁶ FBSI «VNIIOKEANGEologiya im. Gramberga», Senior Scientific Researcher; Arctic and Antarctic Research Institute, PhD. in Geology and Mineralogy; *e-mail:* musatova@mail.ru

⁷ FSBIS Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences (ZIN RAS), Director of Museum; Institute of Applied Ecology of the North, North-Eastern Federal University, Scientific Researcher, PhD. in Biology; *e-mail:* atikh@mail.ru

⁸ Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Scientific Researcher, PhD. in Geology and Mineralogy; *e-mail:* nikdemidov@mail.ru

REFERENCES

- Artem'eva Z.S., Jurtaev A.A., Aleksandrovskij A.L., Zazovskaja Je.P. Organicheskoe veshhestvo pogrebennoj torfjanoj pochvy na ostrove Belyj (Karskoe more) [Organic matter of the buried peat soil at the Belyi Island (the Kara Sea)] // *Bulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*, 2016. Vyp. 85. P. 36–56 (in Russian).
- Astakhov V.I., Mangerud J. O vozraste karginskih mezhdunikovyh sloev na Nizhnem Enisee [About the age of Kargin interglacial sediments of the Lower Enisey River] // *Dokl. RAN*. 2005. V. 403. № 1. P. 63–66 (in Russian).
- Astakhov V. The postglacial Pleistocene of the northern Russian mainland // *Quaternary Science Reviews*. 2014. V. 92. P. 388–408.
- Astakhov V.I., Nazarov D.V. Stratigrafija verhnego neoplejstocena severa Zapadnoj Sibiri i ee geohronometricheskoe obosnovanie [The stratigraphy of the Upper Neopleistocene of the north of Western Siberia and its geochronometric justification] // *Regional'naja geologija i metallogenija*. 2010. № 43. P. 36–47 (in Russian).
- Avdalovich S.A., Bidzhiev R.A. Karginskie morskije terrasy na severe Zapadnoj Sibiri i problema sartanskogo oledeneniya [Kargin marine terraces in the north of Western Siberia and the problem of the Sartan glaciation] // *Izvestija AN SSSR. Ser. Geograficheskaja*. 1984. № 1. P. 89–100 (in Russian).
- Baranskaya A.V., Bol'shijanov D.Ju., Kuchanov Ju.I., Tomashunas V.M. Novye dannye o dislokacijah v chetvertichnyh otlozhenijah poluostrovov Jamal i Gydan i svyazannyh s nimi novejsih tektonicheskikh dvizhenijah po rezul'tatam jekspedicii «Jamal–Arktika–2012» [New data on dislocations in the Quaternary deposits of the Yamal and Gydan peninsulas and the associated recent tectonic movements received as a result of the Yamal0-Arctic-2012 expedition] // *Problemy Arktiki i Antarktiki*. 2013. V. 4(98). P. 91–102 (in Russian).
- Baranskaya A.V., Romanenko F.A., Arslanov Kh. A., Maksimov F.E., Starikova A.A., Pushina Z.V. Chetvertichnye otlozhenija ostrova Belogo: stratigrafija, vozrast, uslovija formirovaniya [Quaternary sediments of the Belyi Island: stratigraphy, age, formation conditions] // *Kriosfera Zemli*. 2018. V. XXII. № 2. P. 3–15 (in Russian).
- Church J., Aarup T., Woodworth P.L., Wilson W.S., Nicholls R.J., Rayner R., Lambeck K., Mitchum G.T., Steffen K., Cazenave A., Blewitt G., Mitrovica J.X., Lowe J.A. Sea-level rise and variability: synthesis and outlook for the future // *Understanding Sea-Level Rise and Variability* / Eds.: J.A. Church, P.L. Woodworth, T. Aarup, W.S. Wilson. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2010. P. 402–419.
- Danilov I.D. Plejstocen morskikh subarkticheskikh ravnin [The Pleistocene of the marine Sub-Arctic plains]. M.: Izd-vo MGU, 1978. 200 p.
- Demidov N.E., Baranskaya A.V., Durdenko E.V., Zanina O.G., Karaevskaja E.S., Pushina Z.V., Rivkina E.M., Spirina E.V., Spenser M. Biogeohimija merzlyh tolshh arkticheskogo poberezh'ja poluostrova Gydan [Biogeochemistry of frozen grounds of the Arctic coast of the Gydan Peninsula] // *Problemy Arktiki i Antarktiki*. 2016. № 3(109). P. 34–49 (in Russian).
- Dibner V.D. Geologicheskoe stroenie ostrovov central'noj chasti Karskogo morja [Geologic structure of the islands in the central part of the Kara Sea] // *Tr. NIIGA*. 1957. V. 81. P. 97–104 (in Russian).
- Forman S.L., Ingolfsson O., Gataullin V., Manley W.F., Lokrantz H. Late Quaternary stratigraphy, glacial limits, and paleoenvironments of the Marresale area, western Yamal Peninsula, Russia // *Quaternary Research*. 2002. V. 57. Is. 3. P. 355–370.
- Forman S.L., Lubinski D.J., Ingolfsson O., Zeeberg J.J., Snyder J.A., Siegert M.J., Matishov G.G. A review of postglacial emergence on Svalbard, Franz Josef Land and Novaya Zemlya, northern Eurasia // *Quaternary Science Reviews*. 2004. № 23. P. 1391–1434.
- Gusev E.A. Neotektonicheskie narusheniya novejshego chehla v rajone Enisejskogo zaliva Karskogo morja [Neotectonic dislocations of the recent sedimentary cover at the Gulf of Enisey, the Kara Sea] // *Problemy Arktiki i Antarktiki*. 2015. № 3(105). P. 5–14 (in Russian).
- Gusev E.A., Anikina N.Ju., Arslanov Kh.A., Bondarenko S.A., Derevjanko L.G., Molod'kov A.N., Pushina Z.V., Rekant P.V., Stepanova G.V. Chetvertichnye otlozhenija i paleogeografija ostrova Sibirjakova za poslednie 50 000 let [Quaternary sediments and palaeogeography of the Sibirjakov Island during recent 50 ka] // *Izvestija russkogo geograficheskogo obshhestva*. 2013. V. 145. № 4. P. 65–79 (in Russian).
- Gusev E.A., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Molod'kov A.N., Kuznetsov V.Ju., Smirnov S.B., Chernov S.B., Zherebcov I.E., Levchenko S.B. Novye geohronologicheskie dannye po neoplejstocen-golocenovyim otlozhenijam nizov'ev Eniseja [New geochronologic data on the Neopleistocene-Holocene sediments of the Lower Enisey River] // *Problemy Arktiki i Antarktiki*. 2011. № 2(88). P. 36–44 (in Russian).
- Gusev E.A., Maksimov F.E., Molod'kov A.N., Jarzhembovskij Ja.D., Makar'ev A.A., Arslanov Kh.A., Kuznetsov V.Ju., Petrov A.Ju., Grigor'ev V.A., Tokarev I.V. Novye geohronologicheskie dannye po neoplejstocen-golocenovyim otlozhenijam Zapadnogo Tajmyra i ostrovam Karskogo morja [New geochronologic data on the Neopleistocene-Holocene sediments of the Western Taymir Peninsula and the Kara Sea islands] // *Problemy Arktiki i Antarktiki*. 2016. № 3(109). P. 74–84 (in Russian).
- Kaplin P.A., Selivanov A.O. Izmeneniya urovnja morej Rossii i razvitie beregov: proshloe, nastojashhee, budushhee [Changes of the level of Russian seas and the coastal evolution: past, present, future]. M.: GEOS, 1999. 289 p. (in Russian).
- Kind N.V. Geohronologija pozdnego antropogena po izotopnym dannym [Late Anthropogene geochronology based on the isotope data]. M.: Nauka, 1974. 255 p. (in Russian).
- Kol'ka V., Evzerov V., Mjoller Ja., Korner G. Poslednikovyje glacioizostaticcheskie dvizhenija na severo-vostoke Baltijskogo shhita [Glacioisostatic movements of the north-eastern part of the Baltic shield after the last glaciation] Novye dannye po geologii i poleznym iskopajemym Kol'skogo poluostrova (sbornik statej) / Pod red. F.P. Mitrofanova. Apatity: Izd-vo Kol'skogo Nauchnogo Centra RA, 2005. P. 15–25 (in Russian).
- Koshechkin B.I. Golocenovaya tektonika vostochnoj chasti Baltijskogo shita [The Holocene tectonics of the eastern part of the Baltic shield]. Leningrad: Nauka, 1979. 158 p. (in Russian).
- Lambeck K., Yokoyama Y., Purcell A. Into and out of the Last glacial Maximum Sea Level change during Oxygen Isotope Stages 3–2 // *Quaternary Science Reviews*. 2002. № 21. P. 343–60.
- Lambeck K., Woodroffe C.D., Antonioli F., Anzidei M., Gehrels W.R., Laborel J., Wright A.J. Paleoenvironmental records, geophysical modeling, and reconstruction of sea-level trends and variability on centennial and longer timescales // *Understanding Sea-Level Rise and Variability* / Eds. J.A. Church, P.L. Woodworth, T. Aarup and W.S. Wilson, Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2010. P. 61–121.
- Lazukov G.I. Antropogen severnoj poloviny Zapadnoj Sibiri [The Anthropogene of the northern half of Western Siberia]. M.: Izd-vo MGU, 1970. P. 32–55 (in Russian).
- Levitani M.A., Lavrushin Ju.A., Shtayn R. Ocherki istorii sedimentacii v Severnom Ledovitom okeane i morjah Subarktiki v techenie poslednih 130 tys. let [The history of sedimentation in the Arctic Ocean and Sub-Arctic seas during recent 130 ka]. M.: GEOS, 2007. 404 p. (in Russian).
- Oblogov G.E., Streletskaia I.D., Vasilyev A.A., Gusev E.A., Arslanov Kh.A. Chetvertichnye otlozhenija i geokriologicheskie uslovija beregov Gydanskoj guby (Karskoe more) [Quaternary sediments and geocryological conditions of the coasts of the Gulf of Gydan (the Kara Sea)], Desjataja Mezhdunarodnaja konferencija po merzlotovedeniju (TICOP): Resursy i riski regionov s vечноj merzlotoj v menjajushhemsja mire. Tjumen', Rossija: Pechatnik, 2012. V. 3. P. 365–369 (in Russian).
- Opokina O.L., Slagoda E.A., Streletskaia I.D., Suslova M.Ju., Tomberg I.V., Hodzher T.V. Kriolitologija, gidrohimija i mikrobiologija

glocenovyh ozernykh i povtorno-zhil'nykh l'dov o-va Sibirjakova Karskogo morja [Cryolithology, hydrology and microbiology of the Holocene lacustrine and wedge ice of the Sibirjakov Island, the Kara Sea] // *Priroda shel'fov i arhipelagov Evropejskoj Arktiki*. M., GEOS, 2010. Ed. 10. P. 241–247 (in Russian).

Orehov P.T., Popov K.A., Slagoda E.A., Kurchatova A.N., Tikhonravova Ja.V., Opokina O.L., Simonova G.V., Melkov V.N. Bugry puchenija ostrova Belyj v pribrezhno-morskoj obstanovke Karskogo morja [Pingos of the Belyj Island under the coastal situation of the Kara Sea] // *Kriosfera Zemli*. 2017. V. XHI. № 1. P. 46–56 (in Russian).

Polyakova Y., Stein R. Holocenepaleoenvironmental implications of diatom and organic carbon records from the southeastern Kara Sea (Siberian Margin) // *Quaternary Research*. 2004. № 62. P. 256–266.

Romanenko F.A. Stroenie i dinamika rel'efa ostrovov Karskogo morja [The structure and dynamics of the topography of the Kara Sea islands], *Dinamika Arkticheskikh poberezhij Rossii*. M.: Geograficheskij f-t MGU, 1998. P. 131–153 (in Russian).

Romanenko F.A., Mikhalev D.V., Nikolaev V.I. Podzemnye l'dy na ostrovah u beregov Tajmyra [Ground ice on the islands near the coasts of the Taymir Peninsula] // *Mat-ly glaciologicheskikh issledovanij*. 2001. № 91. P. 129–137 (in Russian).

Saks V.N. Chetvertichnye otlozhenija Tajmyrskogo poluostrova i prilagajushchih ostrovov [Quaternary sediments of the Taymir Peninsula and the adjacent islands] // *Problemy Arktiki*. 1945b. № 2. P. 84–111 (in Russian).

Saks V.N. K stratigrafii chetvertichnykh otlozhenij v bassejnakh rek Messo, Pur i Taz [To the stratigraphy of Quaternary deposits in the Messo, Pur and Taz river basins] // *Tr. Gorno-geologich. Upravlenija*. M.-L.: Izd-vo Glavsevmorputi, 1945a. Ed. 16. P. 144–152 (in Russian).

Saks V.N. Chetvertichnyj period v Sovetskoy Arktike [Quaternary period in the Soviet Arctic], *Trudi Instituta geologii Arktiki*. L.: Vodtransizdat, 1953. Ed. 77. 627 p. (in Russian).

Siddall M., Rohling E.J., Thompson W.G., Waelbroeck C. Marine isotope stage 3 sea level fluctuations: Data synthesis and new outlook // *Reviews of Geophysics*. 2008. V. 46. RG4003. P. 1–29.

Slagoda E.A., Kurchatova A.N., Popov K.A., Tomberg I.V., Opokina O.L., Nikulina E.L. Kriolitologicheskoe stroenie pervoj terrasy ostrova Belyj v Karskom more: mikrostroenie i priznaki kriolitogeneza (chast' 2) [Cryolithologic structure of the first terrace of the Belyj Island, the Kara Sea: microstructure and evidences of cryolithogenesis (part 2)] // *Kriosfera Zemli*. 2014. V. XVIII. № 1. P. 12–22 (in Russian).

Slagoda E.A., Leibman M.O., Khomutov A.V., Orekhov P.T. Kriolitologicheskoe stroenie pervoj terrasy ostrova Belyj v Karskom more (chast' 1) [Cryolithologic structure of the first terrace of the Belyj Island, the Kara Sea (part 1)] // *Kriosfera Zemli*. 2013. V. XVII. № 4. P. 11–21 (in Russian).

Sokolov V.N., Znachko-Javorskij G.A. Novye dannye po geologii Gydanskogo poluostrova [New data on the geology of the Gydan Peninsula] // *Informacionnyj bjulleten' Instituta Geologii Arktiki*. 1957. Ed. 6. P. 4–10 (in Russian).

Streletskaia I.D., Gusev E.A., Vasilyev A.A., Oblogov G.E., Anikina N.Ju., Arslanov Kh.A., Derevjanko L.G., Pushina Z.V. Geokriologicheskoe stroenie chetvertichnykh otlozhenij beregov Zapadnogo Tajmyra [Geocryologic structure of Quaternary coastal sediments of the western Taymyr Peninsula] // *Kriosfera Zemli*. 2013. V. XVII. № 3. P. 17–26 (in Russian).

Streletskaia I.D., Vasilyev A.A., Slagoda E.A., Opokina O.L., Oblogov G.E. Poligonal'no-zhil'nye l'dy na ostrove Sibirjakova (Karskoe more) [Ice wedges of the Sibirjakov Island (the Kara Sea)] // *Vestnik MGU. Ser. 5. Geografija*. 2012. № 3. P. 57–63 (in Russian).

Strelkov S.A. K istorii peremeshhenija beregovoju linii Arkticheskogo bassejna v kajnozoe [To the history of the Cenozoic displacement of the coastline in the Arctic Basin] // *Severnyj Ledovityj okean i ego poberezh'e v kajnozoe*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1970. P. 222–227 (in Russian).

Svensen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I., Demidov I., Dowdeswell J.A., Funder S., Gataullin V., Henriksen M., Hjort C., Houmark-Nielsen M., Hubberten H.W., Ingoľfsson O., Jakobsson M., Kjör K.H., Larsen E., Lokrantz H., Lunkka J.P., Lysľ A., Mangerud J., Matiouchkov A., Murray A., Möller P., Niessen F., Nikolskaya O., Polyak L., Saarnisto M., Siegert C., Siegert M.J., Spielhagen R.F., Stein R. Late Quaternary ice sheet history of Northern Eurasia // *Quaternary Science reviews*. 2004. V. 23. P. 1229–1271.

Tarasov P.E., Andreev A.A., Romanenko F.A., Sulerzhitskij L.D. Palinostratigrafija verhnechetvertichnykh otlozhenij ostrova Sverdrup (Karskoe more) [Palinostratigraphy of the Upper Quaternary sediments of the Sverdrup Island (the Kara Sea)] // *Stratigrafija. Geologicheskaja korrelyacija*. 1995. V. 3. № 2. P. 98–104 (in Russian).

Trofimov V.T., Badu Ju.B., Vasil'chuk Ju.K. Inzhenerno-geologicheskie uslovija Gydanskogo poluostrova [Engineering-geocryological conditions of the Gydan Peninsula]. M.: Izd-vo MGU, 1986. 212 p. (in Russian).

Vasil'chuk Ju.K., Serova A.K., Trofimov V.T. Novye dannye ob uslovijah nakoplenija karginskih otlozhenij na severe Zapadnoj Sibiri [New data on the conditions of accumulation of the Kargin sediments in the north of Western Siberia] // *Bjulleten' Komissii po izucheniju chetvertichnogo perioda*. 1984. № 53. P. 28–35 (in Russian).

Vasil'chuk Ju.K., Vasil'chuk A.K. Inzhenerno-geologicheskie i geokhimicheskie uslovija poligonal'nykh landshaftov ostrova Belyj (Karskoe more) [Engineering-geologic and geochemical conditions of polygonal landscapes of the Belyj Island (the Kara Sea)] // *Inzhenernaja geologija*. 2015. № 1. P. 50–72 (in Russian).

Received 14.06.2017

Accepted 20.07.2018

УДК 911.9 (470.318)

В.Л. Бабурин¹, Г.И. Гладкевич², А.И. Данышин³, М.С. Савоскул⁴, С.Г. Сафронов⁵**ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ МЕСТА И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ КОНФЛИКТЫ
(НА ПРИМЕРЕ БОРОВСКОГО РАЙОНА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Особенности трансформации социально-экономического пространства территорий, расположенных в краевых зонах влияния крупных агломерации, рассмотрены на примере Боровского района Калужской области и Сатинского полигона, где традиционно проходит учебная практика студентов географического факультета. Сдвиги в территориальной структуре района оценены с позиций концепций экономико-географического положения, функции места, диффузии инноваций. Выявлены основные типы конфликтов, возникающих в результате конкуренции основных функций: аграрной, индустриально-инфраструктурной, рекреационной, природоохранной, селитебной и специальной. Современный этап развития района характеризуется нарастанием конкуренции функций за территорию и другие ресурсы, что обусловлено их интенсивным развитием, в первую очередь, в восточной части района, а также выносом за пределы или, наоборот, подтягиванием к границам Московского региона новых инвестиционных проектов, лишь косвенно связанных с интересами района. Конфликты функций обостряются на фоне противоречивых процессов, протекающих в территориальной организации населения: нарастание мозаичности, поляризации интересов разных групп населения. Отсутствие продуманного функционального зонирования постепенно ведет к формированию устойчивого, трудно поддающегося корректировкам чересполосного землепользования, которое в перспективе может привести к деградации наиболее ценных, в том числе природоохранных функций территории.

Ключевые слова: географические системы, экономико-географическое положение, место и его положение, трансформация, специализация, функциональное зонирование, конфликты землепользования, сельская местность, сельское расселение.

Введение. Географические системы – основной объект изучения, объединяющий все направления географии. Одним из важнейших их свойств является эволюция, инновационный процесс, структурирующий систему и меняющий ее свойства, в том числе специализацию под действием циклов конъюнктуры. Форма существования этих систем – функционирование, при которой система выполняет роль – «отправляет функцию» – в системе более высокого ранга и при этом воспроизводит саму себя [Алаев, 1983]. Если система воспроизводит себя на расширенной основе, ее функционирование тождественно росту и сопровождается прогрессивными изменениями структуры, трактуемыми Э.Б. Алаевым как развитие, а если трансформации связаны с примитивизацией структуры, происходит деградация, а на определенном этапе и разрушение самой системы. При этом важно помнить, что целевой функцией любой географической системы является пространственная экспансия, которая в свою очередь провоцирует территориальные конфликты, в том числе конфликты функций места.

Важнейшими акторами преобразования пространства являются экономико-географическое по-

ложение места (ЭГП) и функция места (ФМ). В современной географии часто выделяют два направления развития учения об ЭГП – с взглядом на объект «извне», со стороны, и взглядом «вовне», изнутри. Классическое определение экономико-географического положения Н.Н. Баранского – «отношение объекта к вне его лежащим данностям, имеющим для него то или иное экономическое значение», ориентирует исследователей на взгляд «вовне». В центре внимания оказываются связи объекта с другими элементами территориальных систем. Основным же вопросом становится поиск внешних факторов его развития. Качество положения объекта определяет перспективы его развития, специализацию экономики [Баранский, 1980]. Но специализация – это во многом уже и функция объекта (места). В своем взаимодействии особенности положения и функции места позволяют с достаточной полнотой описать процессы трансформации экономического пространства.

Категориям ЭГП места и функции места посвящено значительное число исследований [Алаев, 1980; Арманд, 1985; Бабурин с соавт., 1987; Баранский, 1980; Гусева, 2012; Замятина, 2004; Минц, 1970;

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

² Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: dolph-glad@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: alivda@yandex.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, доцент, докт. геогр. н.; e-mail: savoskul@yandex.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: saffff@mail.ru

Преображенский, 1966]. В большинстве из них отмечается наличие тесной связи этих категорий с *факторами размещения*, ключевые из которых транспортно-коммуникационный, природно- и трудресурсный, собственно территориальный, экологический. ЭПП фактически задается как положение в «силовом поле», образованном другими объектами [Саушкин, 1973], как своеобразная точка сингулярности. Масштабы этого взаимодействия напрямую связаны с теми функциями, которые объект выполняет в территориальной системе.

И здесь открывается исследовательское пространство для второго направления – взгляда «извне», то есть поиска внутренних факторов привлекательности объекта для окружающих его элементов социально-экономического пространства. Все составные части экономико-географического положения – выгодное/невыгодное, макро-/мезо-/микро-, отраслевое/функциональное, соседство/иерархия, собственный/наведенный потенциал – напрямую связаны с дуализмом положения и свойств самого объекта.

Каждый объект (предприятие, населенный пункт, регион, страна) выполняет в общей системе какую-либо способную изменяться со временем функцию. Ее суть А.А. Минц и В.С. Преображенский одними из первых сформулировали как понятие функции места, то есть части географического пространства, которая несет или может нести определенную функцию в жизни общества, удовлетворяя определенную потребность общества [Минц, 1970]. *Функция места* – категория исследования географического пространства, основывающаяся на изучении роли, значения точечной геоструктуры (места) в сложившейся территориальной системе. В то же время, место может трактоваться и в более широком контексте, как ареал, размытое множество, то есть ФМ – многомасштабное понятие.

Большинство территорий (по крайней мере, в освоенных частях) полифункциональны, и при интенсивном хозяйственном освоении абсолютизация наблюдаемой преимущественно в статике ситуации «одно место – одна функция» имеет ошибочный и даже опасный характер и способствует консервации существующего, исторически сложившегося использования территории или четко определяемой специализации ссылками на предопределенность «самой природы». Поэтому смена функций места под влиянием инновационных процессов, определяемых цикличностью развития общества объективна, но, как правило, ограничена определенными рамками [Бабурин с соавт., 1987].

С учетом различных точек зрения функцию территории можно определить как ее способность (потенциальную или реализованную) удовлетворять определенные общественные потребности, в зависимости от рамочных условий, заданных природным и ресурсным потенциалом, географическим положением, этнокультурной спецификой. В современной трактовке функция места проявляет себя не только в материально-вещественной форме, но и в субъек-

тивных образах, впечатлениях и эмоциях, посредством которых данная территория закрепляется в сознании населения, что позволяет включить в число направлений, прямо или косвенно занимающихся проблемами анализа функций места, и некоторые ветви культурной географии [Замятина, 2004].

В зарубежных исследованиях в рамках концепций единой географии, понятием изменения функции места оперировал К. Зауэр, который писал, что «география занимается изучением предметов и явлений на земной поверхности, различающихся от места к месту вне зависимости от их природной или культурной принадлежности». При этом он подчеркивал, что географ... обязан заниматься размещением по поверхности Земли навыков населения и произведений человеческих рук, чтобы знать, откуда они произошли и как распространились, чтобы определить главное в их отношении к культурной и природной среде... [Американская география..., 1957]. Э. Кларк выступал за применение в географии генетического подхода, который позволяет сосредоточить внимание на процессах, поскольку все, что интересует нас в современности, может быть понято через соответствующие созидательные процессы» [Holdsworth, 2002]. Р. Хартшорн настаивал на том, что «главный фокус географии – территориальная дифференциация, мозаика отдельных ландшафтов на земной поверхности и их взаимодействие» [Хардштон, 1961]. Против деления на физическую и экономическую географию выступал В. Бунге [Бунге, 1967]. Р. Джонстон также указывал на то, что «основная задача географии состоит в описании изменяющегося облика территорий». Эта задача состоит «не в том, чтобы отыскать источники или проследить развитие, а в том, чтобы облегчить понимание настоящего» [Джонстон, 1987]. Наконец, Р. Морилл определял задачи географии, как исследование пространственных отношений, изменений в пространстве, а также выявление «какова структура физического пространства, как люди связаны через пространство, как человек организовал свое общество в пространстве и каковы наши знания и использование пространственных изменений [Морилл, 1970].

В реальной действительности, пространственные отношения, учитывая экспансионистскую целевую установку динамики систем, всегда в большей или меньшей степени содержат конфликтную составляющую. В географии проблемы конфликтологии (за исключением политической) в основном рассматриваются в рамках земельного права или экологических проблем. Так, Б.И. Кочуров и др., классифицируя экологические проблемы и ситуации, конфликтными называет те из них, что обладают наименьшей степенью остроты [Кочуров, 2003]. Ю.Г. Иванов и Т.И. Шевелева, обсуждая проблемы земельного права, поднимают вопросы фиксации и прогноза территориальных экологических конфликтов, но не раскрывают их содержания [Иванов с соавт., 1998]. С нашей точки зрения, конфликты функций места – это преимущественно конфликты землепользования и производных от него процессов.

Материалы и методы исследований. Данное исследование основано на принципах системного подхода, лежащего в основе экономико-географической концепции развития территории. Предметом экономико-географического изучения является сбалансированное развитие территории во всем многообразии развивающихся и взаимодействующих на ней функций. При этом ставится задача поиска необходимой пропорциональности выполняемых ею экономических, социальных и экологических функций при условии максимального снижения вероятности конфликтных ситуаций.

Проблема сбалансированности развития имеет четко выраженное экономико-географическое содержание и строится на интегральном (системном) подходе к изучению основных взаимодействующих компонентов территории – хозяйства, населения и природной среды. Рациональное использование территории, по методологии данного исследования, включает анализ не только природных, демографических, производственных, инфраструктурных, финансовых, интеллектуальных факторов, но и саму территорию как поле взаимодействия разных компонентов и как специфический ресурс, имеющий свою количественную (размеры, протяженность и т. д.) и качественную (лучшее или худшее экономико-географическое положение) оценку.

В основу определения стратегии развития территории и обоснования ее дальнейшего сбалансированного развития положен сопряженный анализ территориальной дифференциации и территориальных различий, выполняемых ею функций, с учетом влияния экономического и социального развития на экологическую ситуацию в регионе.

Методическая схема разработки концепции сбалансированного развития предполагает реализацию исторического подхода – выделение этапов формирования функциональной структуры, анализа сценариев смены функций в пределах модельной территории, происходящей как по эволюционному, так и революционному варианту. И в том, и в другом случае методика исследования строится на анализе потенциала территориальных конфликтов разных функций и появляющихся конфликтных ареалов, что неизбежно в условиях ограниченности территориальных ресурсов.

Исследование строится на основе собранных полевых, фондовых и статистических материалов.

Результаты исследования и их обсуждение. Социально-экономические процессы в краевой зоне влияния Москвы и на северо-востоке Калужской области не раз становились объектом исследования географов [Алексеев, 1980; Бабурин с соавт., 1987; Гусева, 2012; Махрова, 2008]. С учетом результатов предшествующих работ для территории Боровского района, давно вошедшего в периферийную

часть Московской агломерации, можно выделить пять этапов *формирования функциональной структуры*.

В XIV–XVII вв. в ходе «внутренней» колонизации Волго-Окского междуречья, в процессе расширения первоначального ареала расселения по долинам рек Протвы и Лужи в сторону водоразделов были заложены основные контуры сети сельских поселений [Алексеев, 1975; Глухов, 2017]. Из 112 современных сельских населенных пунктов (СНП) более 95 существовали уже в 1705 г.

На *втором этапе* низкая доходность земледелия подтолкнула развитие в Боровске и его округе кустарных промыслов, а с начала XIX в. и относительно крупных мануфактур. Удобно расположенный на пересечении водных и сухопутных торговых путей Боровский уезд пережил в этот период наибольший экономический подъем.

После пересечения в 1899 г. территории уезда железной дорогой Москва–Брянск–Киев, оставившей в стороне древний уездный центр, транзитность территории усиливается, а численность населения в результате расширения отходничества начинает уменьшаться. Ее значение проявилось позже, уже в советский период, когда территория вдоль полимагистрала Москва–Киев, имевшая в дореволюционный период преимущественно аграрную специализацию с вкраплениями небольших промышленных предприятий⁶, «догружается» оборонной инфраструктурой, отдельными предприятиями ВПК, включая те, из которых позднее вырос г. Обнинск⁷, а также небольшими промышленными зонами.

На *четвертом этапе* происходит постепенное рекреационное освоение территории района, резко усилившееся в конце 1980-х гг. и в первые постсоветские десятилетия. В советский период рекреация практически не конфликтует с сельским и лесным хозяйством в силу ограничения на передачу их земель под иные нужды. В постсоветский период конфликтность монотонно возрастает. В центральной части района рекреация осваивает, в первую очередь, долину р. Протва, а в восточной части – вытесняет аграрную и частично замещает специальную функцию в ходе создания садоводческих товариществ на местах дислокации стартовых позиций ПРО Московского военного округа.

В 2000-х гг. начался принципиально *новый этап* трансформации функции места территории района. Ведущими факторами этого процесса выступают транспортно-географическое положение территории (более широко – ЭГП) и ее ресурсный потенциал – относительная чистота ландшафтов, с одной стороны, и наличие земельных ресурсов для размещения новых производств – с другой. Как никогда важную роль играют институциональные и субъективные факторы, влияющие на уровень рентабельности

⁶ Например, ткацкая фабрика в поселке Ермолино, выпускавшая хлопчатобумажные ткани и набивные платки, была основана купцом Ф.С. Исаевым еще в 1880 г. В 1951 г. она была значительно модернизирована и преобразована в хлопчатобумажный комбинат.

⁷ Обнинск вырос из поселка городского типа Малоярославец-1 лаборатории, занимавшейся ядерными исследованиями и давшей начало Физико-энергетическому институту. Статус города областного подчинения Обнинск получил в 1956 г. после пуска первой в мире АЭС.

вновь размещаемых производств и принятие управленческих решений на региональном и муниципальном уровнях.

Практически весь север и восток района в настоящее время оказались охвачены процессами замещения «старых» функций «новыми», индустриально-инфраструктурными и, как следствие, объективно возникающими между ними конфликтами функций, зачастую антагонистическими (см. рис. 2). Это в первую очередь связано с созданием целой полосы промышленных зон вдоль полимагистрали Москва–Киев от индустриального парка (ИП) «Ворсино» до Балабаново и Обнинска. В центральной части района, где расположен Сатинский полигон, возникает все большее число объектов, никак функционально не связанных с окружающей сельской местностью, а являющихся своего рода «выплесками» городской культуры и экономики.

В результате можно говорить о разделении территории района на четыре относительно целостные функциональные зоны: преимущественно аграрный запад, рекреационный центр, все еще «оборонный» север и северо-запад, преимущественно индустриальный восток и северо-восток. По границам этих зон возникли полосы острых конфликтов функций места, как в части землепользования, так и всего комплекса пространственных социально-экономических отношений в границах географических систем.

Сценарии смены функций в пределах модельной территории. Смена функции места – многоплановый процесс, связанный с диффузией инноваций, которые стирают, дополняют, трансформируют или замещают предыдущую функцию на новую. При этом общим трендом развития пространственных объектов (и их функций) и географических систем является переход от монофункциональности к полифункциональности.

Почти все социально-экономические явления и процессы вписаны в природную рамку. При постоянно меняющемся спросе на территорию в условиях изменяющихся общественных потребностей, неизбежно возникает конкуренция и конфликт функций места за вмещающий «ландшафт». На начальном этапе, при смене функций природных ландшафтов, возникают две группы изменений. *Первые* – связаны с первичным хозяйственным освоением территорий, когда «чистые» природные комплексы впервые вовлекаются в общественное использование и получают специализацию. Этот процесс, как правило, характеризуется экстенсивным ростом хозяйственных функций «вширь». *Вторые* – с приданием уже измененным ландшафтам новых функций, которые должны удовлетворять и возникающие новые потребности общества.

Трансформация функций может происходить по двум сценариям – эволюционному и революционному. В первом случае изменения происходят постепенно по мере накопления количественных изменений, на определенном этапе меняющих качество системы. Например, в западной и центральной час-

тях Боровского района уже много десятилетий происходит постепенное замещение одних типов землепользования на другие (лес – инфраструктура Министерства обороны – садовые товарищества; пашня – садовые участки – жилищная застройка; пашня – промышленность и логистика и т. п.). Это можно рассматривать, с одной стороны, как смену функций элементов географических систем, а с другой – как смену хозяйственной специализации территории. Смена функций сопровождается повышением интенсивности хозяйственной деятельности или внедрением технических систем новой мощности, предполагающих и большую глубину изменения связей между компонентами природных и социально-экономических комплексов.

Революционная схема предполагает или быструю замену одной функции другой, или появление ареалов, в которых тесно соприкасаются, взаимодействуют, а на определенном этапе начинают конфликтовать интересы нескольких функций. В пределах модельной территории выделяются два типа **конфликтных ареалов**. Наиболее распространены *полифункциональные*, формирующиеся в зоне одновременной реализации нескольких разнообразных функций, распространение которых ограничено границами застройки (промышленно-логистическая, селитебная, специальная, некоторые виды рекреации). Такая ситуация сложилась на востоке Боровского района, где осуществляемые уже давно на его территории функции, резко интенсифицировались, а их ареалы, тяготеющие к полимагистрали Москва–Киев, пришли в непосредственное соприкосновение.

Условно *монофункциональные* конфликтные ареалы образуются на территориях с доминированием отдельных функций, например, селитебно-рекреационной или быстро вытесняемых ею сельскохозяйственной и лесохозяйственной, когда степень интенсивности использования территории приводит к превышению значений экологического порога ее емкости. Такие ареалы характерны для центральной и западной частей района.

Общественная значимость различных функций неодинакова, что должно учитываться в хозяйственной практике. Теоретически приоритетны те функции территории, которые сохраняют ее биологическую продуктивность – природоохранная, аграрная, рекреационная, лесохозяйственная и т. д. На практике, соседствующие на территории функции нередко выступают как антагонисты по отношению друг к другу. Однако при создании «буферных зон», предназначенных для «поглощения воздействия», они могут продолжить успешное развитие [Родоман, 2002].

Динамика основных функций территории в пределах Боровского района на современном этапе определяется сдвигами, в первую очередь, ареалов индустриально-логистической и рекреационной деятельности.

В течение последнего десятилетия здесь опережающими темпами росло *промышленное производство*: по доли занятых в промышленности, где

работает более половины персонала крупных и средних предприятий, район вышел в число лидеров среди муниципальных образований Калужской области. На обрабатывающие производства приходится более 4/5 стоимости производимой в районе продукции и услуг; промышленность является и основным источником доходов местного бюджета (табл.).

Объем промышленного производства в районе в 2010–2016 гг. увеличился в 2,5 раза, превысив 130 млрд рублей. В структуре продукции доминировали крупные предприятия по выпуску электрооборудования и пищевой промышленности, на которые в 2016 г. приходилось 71 и 11% объемов промышленного производства соответственно. Отрасли, с которых начиналась индустриализация этой территории – текстильная, целлюлозно-бумажная промышленность (лесной комплекс) и металлообработка, – отошли на второй план (соответственно 2, 6 и 4%). На малый и средний бизнес приходилось лишь около 10% объема промышленного производства района.

Крупнейшие предприятия сконцентрированы в ИП «Ворсино»⁸, который разместился на 1600 га бывших сельскохозяйственных земель племенного совхоза. Его продолжением на юг вдоль инфраструктурного коридора стали растущие индустриальные

зоны Балабанова и Обнинска. Многие предприятия советского периода в этом сложносоставном промышленном ареале были замещены новыми инновационными проектами по принципу «*brownfield*». Индустриальная специализация восточной части района продолжает усиливаться и сдвигаться на запад в результате начала реализации проекта особой экономической зоны «Калуга»⁹ к северо-западу от ИП «Ворсино», под которую отведено 430 га сельскохозяйственных земель.

Почти вплотную к индустриальному парку примыкает крупномасштабный мультимодальный логистический центр «Фрейт Вилладж Ворсино» площадью 600 га с объемом инвестиций 8 млрд рублей, предоставляющий комплексное транспортно-экспедиционное и сервисное обслуживание. Проходящие через него потоки, например, реализованные в последние годы проекты по доставке грузов из КНР в Россию, на начальном этапе ориентируются на быстро развивающуюся промышленность Боровского района и Обнинска, а впоследствии – на обслуживание потребностей юго-западной части Московской агломерации.

Возможностей обратного процесса, смены городами, в первую очередь малыми и средними, промышленной функции на рекреационную почти нет,

Структура занятости в Боровском районе Калужской области (по крупным и средним предприятиям)

Виды экономической деятельности	Боровский муниципальный район						Справочно: Калужская область		
	тыс. человек			%			%		
	2008	2012	2016	2008	2012	2016	2008	2012	2016
Сельское и лесное хозяйство	0,3	0,1	0,1	2,9	1,1	0,9	3,3	2,8	2,0
Обрабатывающие производства	5,8	6,7	9,6	50,4	51,7	62,3	31,0	31,2	31,5
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	0,4	0,4	0,2	3,6	3,2	1,5	4,2	4,4	4,6
Строительство	0,3	0,7	0,0	2,2	5,1	0,3	2,6	2,2	1,8
Оптовая и розничная торговля	0,1	0,2	0,8	0,6	1,7	5,3	3,5	3,6	5,4
Транспорт и связь	0,5	0,2	0,3	4,1	1,7	1,7	6,0	5,7	5,5
Операции с недвижимым имуществом	0,5	0,6	0,6	4,1	4,7	4,1	7,0	7,3	7,0
Образование	1,5	1,5	1,5	13,2	11,8	9,7	14,2	13,6	13,3
Здравоохранение	0,9	1,0	1,0	7,6	7,5	6,5	10,1	10,7	10,8
Государственное управление	0,7	1,0	0,8	6,0	8,0	5,2	10,6	11,2	11,2
Прочие виды деятельности	0,6	0,4	0,4	5,4	3,5	2,6	7,5	7,3	6,8
<i>Всего</i>	<i>11,5</i>	<i>13,6</i>	<i>15,4</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

Источник: База данных муниципальных образований [Электронный ресурс] URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst29/DBInet.cgi> (дата обращения: 18.03.2018).

⁸ ИП «Ворсино», на который в 2012–2016 гг. пришлось 12% инвестиций области (около 80 млрд рублей), имеет весьма выгодное транспортно-географическое положение. Он расположен непосредственно у границ Московской области и Новой Москвы, вдоль автодороги М-3 и железной дороги Москва–Киев, в 6 км от Обнинска и 95 км от Калуги, имеющей тесные кооперационные связи с его предприятиями. Относительно рядом проходят трассы Москва–Варшава и Большое московское кольцо. В Ермолино расположен аэродром.

⁹ К 2020 г. здесь планируется разместить предприятия медицинского кластера, уже работает ООО «Карандашная фабрика «Красина», завод строительных материалов АО «Веста Парк». Кроме того в районе планируется формирование резервной территории технопарка г. Обнинск, а на землях сельскохозяйственного назначения ОПХ «Ермолино» предусматривается размещение предприятий по производству и переработке рапса.

как нет и научно обоснованных проектов по созданию современного рекреационного центра на базе малого города. Поиск адекватного времени функционального профиля городских поселений Боровского района, за счет усиление какой-либо, кроме административной, функции требует серьезных научных разработок.

В периферийной части района, хозяйственная деятельность в постсоветские десятилетия наоборот сокращалась, что вело к росту значения *рекреационного сегмента*. На площади 83 га реализован широко разрекламированный проект «Этномир», представляющий из себя многопрофильный культурно-образовательный агротуристический комплекс. На очереди новый оригинальный проект – «Боровский Эко-Курорт». В его рамках на землях сельскохозяйственного назначения, в непосредственной близости от учебно-научной станции «Сатино» строятся коттеджные поселки «Солнечная долина» общей площадью 248 га (деревни Бутовка, Сатино, Митинки) и «Солнечная слобода» – 50 га.

В настоящее время четко отделить рекреационную и селитебную функции сложно. Согласно схеме территориального развития в муниципальном образовании «Деревня Совьяки» население в перспективе вырастет с 1,5 до 4,1 тыс. человек. В 1,5 раза увеличится население Балабанова, а в целом по району прогнозируется рост населения к 2035 г. с 61,6 до 98,6 тыс. человек.

Отрицательные тренды в пределах Боровского района имеют *аграрная, лесохозяйственная и специальная* функции. В целом за последние пятнадцать лет площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась на 4,3 тыс. га, а лесного фонда – на 0,5 тыс. га, в пользу земель населенных пунктов и промышленности, площадь которых, соответственно, выросла на 4,2 и 0,6 тыс. га. Этот процесс заметно усилился в 2016–2017 гг., когда изменили свои функции территории площадью 1140 га, из которых 750 га были переведены в категорию земель населенных пунктов. Очевидно, что это неизбежно формирует новые конфликтогенные «разломы».

Процесс размещения новых предприятий на бывших сельскохозяйственных угодьях сопровождается реиндустриализацией промышленных площадок в городах района, которые не могут полностью удовлетворить растущие потребности промышленности, не столько по площади, сколько по затратам на их перепланировку и санитарным требованиям.

Сохраняющаяся аграрная специализация района приурочена к ареалам с высокой интенсивностью производства¹⁰. Все еще значительные по площади (около 22 тыс. га, в том числе пашни более 16 тыс. га) сельскохозяйственные угодья сконцентрированы у нескольких крупных сельхозпредприя-

тий, контролирующих почти 90% пашни, и в единичных фермерских хозяйствах.

Объекты со *специальными функциями* были в советский период размещены в северной части района – ближе к Москве, для защиты которой они и создавались. Они занимают более 1 тыс. га, в том числе 400 га – аэродромный комплекс в Ермолино. Значение этой функции постепенно снижается, и к настоящему времени на бывших позициях ЗРК С-35 площадью 120 га уже создано несколько садоводческих товариществ. Происходит и постепенная интродукция бывших военных городков в структуру муниципальных поселений района.

Трансформация функциональной структуры территории происходит на фоне неоднозначных процессов в **территориальной организации населения**. До начала 1990-х гг. определяющее влияние на сельское расселение Боровского района оказывали *зональные*, в первую очередь ландшафтные факторы, определившие исходно мелко- и среднеселенную структуру сельского расселения в зоне выборочного земледельческого освоения на юге лесной зоны [Алексеев, 1975; Ковалев, 1963]. Основные современные процессы, характерные для этого типа сельского расселения, – поляризация: концентрация постоянного населения в крупных поселениях, как правило, занимающих центральное или пригородное положение в системе расселения, и вымывание средних по численности СНП. Несмотря на то, что период интенсивного оттока жителей давно позади, а в последние годы наметился даже рост численности населения, поляризация сельского расселения продолжалась и в течение последнего межпереписного периода (рис. 1, А).

Распределение СНП по людности уже к началу 1970-х гг. окончательно утрачивает черты сходства с нормальным (рис. 1, Б): развитие системы расселения все сильнее определяется внешними по отношению к ней *азональными факторами*, связанными, в первую очередь, с экономико-географическим положением территории в зоне постепенно усиливающегося влияния Московской агломерации. Наиболее яркое их проявление – увеличение доли временного населения, подчиненного более сложным сезонным и недельным пространственно-временным циклам.

Для более точной оценки численности временного населения, а значит, и уровня его давления на ландшафт нужны качественные обследования. Масштаб несоответствия численности постоянного, зафиксированного переписью, и наличного населения, дают данные, приведенные в схеме территориального планирования в 2006 г., а также наша оценка на основе числа дворов и среднего размера домохозяйства, принятого как 2,5 человека (рис. 1, А).

Эти расхождения, лишь усилившиеся за последние годы по мере расширения жилищного строи-

¹⁰ Среди них выделяются тепличный комбинат АО «Роуз Хилл», производящий до 20 млн штук роз, занимающийся овощами «Обнинский тепличный комбинат» в д. Кривское Боровского района, молочный комплекс бренда «Асеньевское», современный рыбноводческий комплекс «Межура» с 15-ю бассейнами и годовым объемом производства рыбы 4,5 тыс. т.

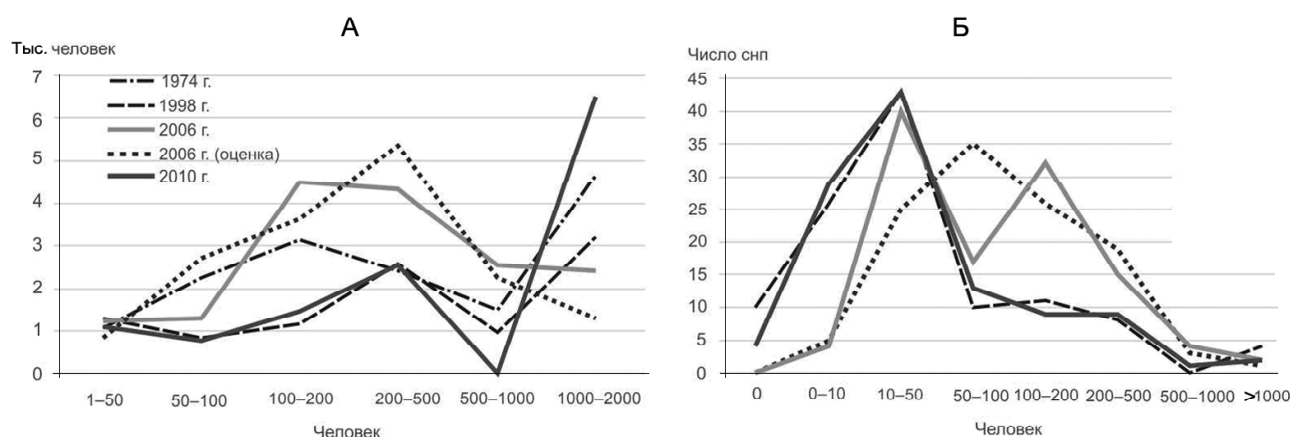


Рис. 1. Расселение сельского населения (А) и структура сельских населенных пунктов (Б) Боровского района по группам людности СНП (Источники: 1974 и 1998 гг. – данные текущего учета населения; 2006 г. – Схема территориального развития муниципального района «Боровский район» Калужской области. Калуга, 2007. Т. 1.; 2010 г. – Численность и размещение населения Калужской области: Итоги Всероссийской переписи населения 2010 г. Калуга, 2012. Т. 1)

Fig. 1. Settlement pattern of the rural population (А) and the structure of rural settlements (Б) in the Borovsk district by population groups of rural settlements (Sources: 1974 and 1998 – data of the current population accounting, 2006 – Scheme of the Territorial Development of the Borovsk District municipal district, the Kaluga region, Volume 1. Kaluga, 2007; 2010 – Numbers and distribution of the population of the Kaluga region: Results of 2010 All-Russian Population Census Volume 1. Kaluga, 2012)

тельства, проявляются как в недооценке давления на ландшафт, оценить емкость которого, например, для селитебно-рекреационной функции, властям не приходит в голову, так и в нарастающем расхождении интересов разных групп населения, в том числе различиях в их отношении к окружающей территории. Параллельно размывается местная идентичность, утрачивается коммунальная солидарность, а значит, и способность противостоять негативным тенденциям в трансформации землепользования и внутрисистемных взаимосвязей.

Эти процессы наиболее заметны в полупериферийной зоне, к которой относится и территория Сатинского полигона, где рекреация «усадебного» типа в последние годы дополняется коттеджными поселками на бывших сельхозземлях. На глазах происходит огораживание территории, что дополнительно усиливает концентрацию отдыхающих по долинам рек.

В российском Нечерноземье постсоветская трансформация сектора услуг привела к деградации иерархической системы учреждений обслуживания, во многом связанной с территориальной структурой коллективных сельхозпредприятий [Зубаревич, 2013]. Однако, если рыночные услуги, в первую очередь торговля, быстрее адаптировались к новой ситуации, подстроившись в первую очередь под более обеспеченное и мобильное временное население (табл.), то некоторые базовые социальные услуги, например, медицинские или связанные с утилизацией твердых коммунальных отходов, при финансировании и организации которых обычно учитываются лишь постоянные жители, испытывают значительную перегрузку в период наплыва рекреантов.

География зон активной трансформации функций территории охватывает большую часть рай-

она. Основные полифункциональные ареалы, в которых, провоцируя конфликты, сталкиваются интересы наиболее динамичных функций, расположены в восточной части района, вблизи полимагистралей М3 Москва–Киев (рис. 2).

В первую очередь, это конфликт объектов с индустриально-инфраструктурной функцией, которые теснят сельское хозяйство, создают негативное соседство для садоводческих товариществ и для селитебных территорий. Затрагиваются и интересы объектов специальной инфраструктуры.

Объекты со специальной функцией создают негативное соседство с разросшейся в постсоветский период рекреацией в форме садоводческих товариществ, ареалов познавательного туризма и в определенной степени с селитебными зонами города Ермолино и ОЭЗ «Калуга», находящимися в пределах глиссады бывшего военного аэродрома. В случае принятия решения о его развитии, что весьма вероятно в связи с созданием у его северных границ транспортно-логистического центра, как минимум, шумовое загрязнение этой территории резко вырастет.

Есть примеры замещения рекреацией объектов оборонного назначения, созданных еще во второй половине XX в., для защиты столицы как часть единого комплекса противовоздушной и противоракетной обороны. Они играли роль своеобразного резервата, ограничив застройку и сохранив природные комплексы в радиусе нескольких километров от своей границы. На отдельных участках этих территорий в 1990-е гг. были созданы садоводческие товарищества.

В центральной части района наиболее заметно противоречие между наступающей, быстро интенсифицирующейся и уплотняющейся рекреацией как «усадебного», так и «коттеджного» типа на объек-



Рис. 2. Зоны активной трансформации функций территории на северо-востоке Калужской области

Fig. 2. Zones of the active transformation of functions of a territory in the northeast of the Kaluga region

ты и ареалы с аграрной и лесохозяйственной функциями, а также «старой» рекреации. Если раньше это касалось в первую очередь долин рек, то сегодня зона соприкосновения разных функций вышла на водоразделы. Идет срастание этих территорий с селитебными зонами населенных пунктов.

Отдельную группу составляют межмуниципальные противоречия, приуроченные к границам Боровского района и г. Обнинска. Обнинск ищет новые земли для жилищного строительства, активно застраивая имеющиеся в его распоряжении территории, в том числе лесопокрывы, усиливая рекреационную нагрузку на район, и параллельно надеясь на расширение своих границ за счет района. Для Боровского района в приграничной с Обнинском зоне важно, например, сохранение овощеводческого комбината, резервных участков, которые можно использовать для коттеджного строительства.

Конкуренция и трансформация функций места по мере развития общества и его производительных сил – процесс объективный. Важно, чтобы перечисленные конфликты разрешались цивилизованно с учетом стратегических целей развития территории и на основе планов функционального зонирования.

Выводы:

– результаты анализа трансформации функций места на примере Боровского района Калужской области касаются существенно более широкого круга территорий на периферии Московской агломерации;

– концепции ЭГП и ФМ, формировавшиеся параллельно и нацеленные на анализ свойств территории «извне» и «изнутри», взаимно обогащая друг друга, образуя определенную единство, являются основными инструментами изучения существующих функций территории и их трансформации. Анализ смены функций места наиболее адекватно описывается в рамках теории диффузии инноваций, дополняющих, трансформирующих предыдущую функцию или замещающих ее на новую, и, как правило, ведущих к усложнению географических систем, их переходу от монофункциональности к полифункциональности;

– в постсоветский период произошла смена эволюционного сценария трансформации функций на революционный. На территории Боровского района происходит заметная интенсификация все чаще территориально смыкающихся современных ведущих функций, которые ранее были разделены террито-

риями с аграрной и лесохозяйственной специализацией в результате чего нарастает конфликтность;

– в пределах района нарастает конкуренция различных землепользователей, что привело в последние годы к изменению функций территории на площади около 5 тыс. га. Наиболее остро конфликтная ситуация проявляется на востоке района, где сопрягаются ИП «Ворсино», специальная инфраструктура и садоводческие товарищества. Зона потенциальных конфликтов формируется вокруг ОЭЗ «Калуга». Сельскохозяйственные, а также лесные земли активно замещаются практически на всей территории района: на востоке – преимущественно объектами с индустриально-логистическими функциями, в центре и на западе – с селитебно-рекреационными. Наиболее заметный межмуниципальный спор касается участков в долине р. Протва на границе г. Обнинска и Боровского района;

– расширение числа ареалов с конфликтами функций происходит на фоне усложнения территориальной структуры расселения, изменения пространственно-временной ритмики его функционирования. Рост численности временных жителей способствует вытеснению чисто селитебной и аграрной

функций селитебно-рекреационной функцией, которая может реализовываться как в исторически сложившихся СНП, так и во вновь создающихся коттеджных поселках. В составе населения происходит формирование групп, имеющих разные целеполагающие установки и взгляды на перспективы развития территории района, в результате чего резко возрастает значимость фактора соседства;

– хотя в целом процесс изменения функции места следует признать объективным, остро стоит вопрос о снижении его конфликтности, что делает все более востребованным научно обоснованное функциональное зонирование территории Боровского района. Однако институциональные особенности российского общества, слабость муниципальных образований и противоречия между ними, конфликты в сфере земельных отношений, могут подтолкнуть Боровский район на путь, по которому идет уже значительная часть ближнего Подмосковья. Расширение зон чересполосного землепользования с негативным соседством – первый шаг к формированию негативной территориальной матрицы, своего рода негативной колеи, которая может замедлить и осложнить развитие этой территории в будущем.

Благодарности. Исследование выполнено благодаря поддержке грантов РФФИ – проекты № 18-05-00394А, 18-05-01106А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: понятийно-терминологический словарь. М.: Мысль, 1983. 350 с.
- Алексеев А.И. Экономико-географическое изучение и прогнозирование сельского расселения. Дис. ... канд. геогр. н. М., 1975. 161 с.
- Алексеев А.И., Хромов П.С., Шувалов В.Е. Материалы географических исследований Сатинского учебного полигона и смежных территорий в бассейне Средней Протвы / Результаты экономико-географических исследований 1972–74 гг. М.: ВИНТИ, 1980. Вып. IV. 30 с.
- Американская география. Современное состояние и перспективы / Сост. П. Джемс, К. Джонс. М., 1957.
- Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. М.: Мысль, 1975.
- Бабурин В.Л., Басс И.М., Манаков А.Г. Изменение функции места как путь интенсификации развития Московского региона // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1987. № 4. С. 24–27.
- Баранский Н.Н. Экономико-географическое положение. Становление советской экономической географии. Избр. тр. М.: Мысль, 1980.
- Бунге В. Теоретическая география / Под ред. В.М. Гохмана. М.: Прогресс, 1967. 281 с.
- География, общество, окружающая среда. Т. V. География социально-экономического развития / Под ред. А.И. Алексеева, Н.С. Мироненко. М.: Изд. дом «Городец», 2004. 672 с.
- Глухов А.И. Топонимический палимпсест Сатинской учебно-научной станции. Тезисы доклада на Сатинском семинаре (рукопись). М., 2017.
- Гусева Е.С. Трансформация функций сельской местности Подмосковья за 20 лет рыночных преобразований // Региональные исследования. 2012. № 2. С. 47–58.
- Джонстон Р.Д. География и географы: Очерк развития англо-амер. социал. географии после 1945 г. / Р.Дж. Джонстон; Пер. с англ. Н.М. Алаевой; Под ред. Э.Б. Алаева; [Послел. С. Лаврова]. М.: Прогресс, 1987. 367 с.
- Замятина Н.Ю. Принципы создания образа места // География и экология в школе XXI века. 2004. № 2. С. 3–11.
- Зубаревич Н.В. Трансформация сельского расселения и сети услуг в сельской местности // Изв. РАН. Сер. географическая. 2013. № 3. С. 26–38.
- Иванов Ю.Г., Шевелева Т.И. Муниципальное земельное право. М., 1998. 45 с.
- Ковалев С.А. Сельское расселение (географическое исследование). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963.
- Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. Смоленск, 2003. 380 с.
- Махрова А.Г., Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И. Московская область сегодня и завтра: тенденции и перспективы пространственного развития. М.: Новый хронограф. 2008. 344 с.
- Миц А.А. Функция места и ее изменение // Изв. АН СССР. Сер. География. 1970. № 6. С. 118–131.
- Мироненко Н.С., Денисенцев А.С. О политической геоэкологии как области географического знания // Проблемы геоэкологии. М.: «Пресс-Соло», 2004. Т. 1. С. 12–24.
- Преображенский В.С. Ландшафтные исследования. М., 1966. 128 с.
- Родоман Б.Б. Поляризованная биосфера. Смоленск: Ойкумена, 2002. 336 с.
- Саушкин Ю.Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика. М.: Мысль, 1973. 559 с.
- Hartshorne R. Perspective on the Nature of Geography. 2012. 210 p.
- Holdsworth D.W. Historical geography: the ancients and the moderns-generational vitality // Progress in Human Geography. 2002. № 26. P. 671–678.
- Morrill R.L. The spatial organization of society. Belmont, 1970. 251 p.

Поступила в редакцию 02.04.2018
Принята к публикации 20.07.2018

V.L. Baburin¹, G.I. Gladkevich², A.I. Danshin³,
M.S. Savoskul⁴, S.G. Safronov⁵.

**TERRITORIAL CONFLICTS AND FUNCTION OF THE PLACE
(CASE STUDY OF THE BOROVSK DISTRICT OF THE KALUGA REGION)**

Specific features of the transformation of the socio-economic space of territories located in the marginal zones of influence of large agglomerations are considered on the example of the Borovsk district of the Kaluga region and the Satino training grounds, the area of traditional training of the students of the MSU Faculty of Geography. Shifts in the territorial structure of the region are evaluated basing on the concepts of the economic-geographical situation, the function of the place and the diffusion of innovations. The main types of conflicts that arise as a result of competition of the main functions are identified: agrarian, industrial-infrastructure, recreational, environmental, residential and special. The current stage of the district development is characterized by increasing competition of functions for the territory and other resources, which is due to their intensive development, primarily in the eastern part of the region, and also by moving beyond or, on the contrary, drawing near the borders of the Moscow region new investment projects of just indirect relation to the interests of the district. Conflicts of functions are exacerbated against the backdrop of contradictory processes occurring in the territorial organization of the population: complication of its spatio-temporal organization and polarization of the interests of its various groups. The absence of a well-thought-out functional zoning gradually leads to the formation of a sustainable, difficultly amenable strip land use, which in the future can lead to degradation of the most valuable functions of the territory.

Key words: geographical systems, economic-geographical position, place and its function, transformation, specialization, functional zoning, territorial conflicts, rural area, rural settlement.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects № 18-05-00394A, 18-05-01106A).

REFERENCES

- Alaev Je.B.* Social'no-jekonomicheskaja geografija: ponjatijno-terminologicheskij slovar' [Socio-economic geography: conceptual-terminological dictionary]. M.: Mysl', 1983. 350 s. (in Russian).
- Alekseev A.I.* Jekonomiko-geograficheskoe izuchenie i prognozirovanie sel'skogo rasselenija. [Economic-geographical study and forecasting of rural settlement pattern]. Dis. ... kand. geogr. n. M., 1975. 161 s. (in Russian)
- Alekseev A.I., Hromov P.S., Shuvalov V.E.* Materialy geograficheskikh issledovanij Satinskogo uchebnogo poligona i smezhnyh territorij v bassejne Srednej Protvy [Materials of geographical studies of the Satino training ground and adjacent territories in the Middle Protva River basin] / Results of Economic and Geographical Research 1972-74. M.: VINITI, 1980. Iss. IV. 30 s. (in Russian).
- Amerikanskaya geografiya. Sovremennoe sostoyanie i perspektiv* [American geography. Current state and prospects] / Sost. P. Dzheims, K. Dzjons. M., 1957 (in Russian).
- Armand D.L.* Nauka o landschafte. [The Landscape Science]. M.: Mysl', 1975. 288 s. (in Russian).
- Baburin V.L., Bass I.M., Manakov A.G.* Izmenenie funkicii mesta kak put' intensivifikacii razvitiya Moskovskogo regiona. [Change of the function of a place as a way of intensification of the Moscow region development] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5: Geografija. 1987. № 4. S. 24–27 (in Russian).
- Baranskij N.N.* Jekonomiko-geograficheskoe polozhenie. [Economic-geographical position] // Stanovlenie sovetskoj jekonomicheskoy geografii: Izbrannye trudy. M.: Mysl', 1980. S. 128–159 (in Russian).
- Bunge V.* Teoreticheskaja geografiya [Theoretical Geography] / Pod red. V.M. Gohman. M.: Progress, 1967. 281 s. (in Russian).
- Dzhonston R.D.* Geografiya i geografy: Oчерk razvitiya anglo-amer. social. geografii posle 1945 g. [Geography and geographers: Sketch of the development of the Anglo-Amer. social geography after 1945] / R.Dzh. Dzhonston; Per. s angl. N.M. Alaevoj; Pod red. E.B. Alaeva; [Poslesl. S. Lavrova]. M. Progress, 1987. 367 s. (in Russian).
- Geografija, obshhestvo, okruzhajushhaja sreda. T. V. Geografija social'no-jekonomicheskogo razvitiya* [Geography, society, environment. T. V. Geography of socio-economic development] / Pod red.: A.I. Alekseeva, N.S. Mironenko. M.: Izd. dom «Gorodec», 2004. 672 s. (in Russian).
- Gluhov A.I.* Toponimicheskij palimpsest Satinskoj uchebno-nauchnoj stancii. [Toponymic palimpsest of the Satino educational-scientific station] // Tezisy doklada na Satinskom seminare (rukopis'). M., 2017 (in Russian).
- Guseva E.S.* Transformacija funkcion sel'skoj mestnosti Podmoskov'ja za 20 let rinochnyh preobrazovanij. [Transformation

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

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: dolph-glad@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: alivda@yandex.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Associate Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: savoskul@yandex.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: saffff@mail.ru

of the functions of rural areas of the Moscow region during 20 years of market transformation] // *Regional'nye issledovanija*. 2012. № 2. С. 47–58 (in Russian).

Hartshorne R. Perspective on the Nature of Geography. 2012. 210 p.

Holdsworth D.W. Historical geography: the ancients and the moderns-generational vitality // *Progress in Human Geography*. 2002. № 26. P. 671–678.

Ivanov Yu.G., Sheveleva T.I. Municipal «noe zemel» noe pravo. [Municipal land law] М., 1998. 45 s. (in Russian).

Kochurov B.I. Ekodiagnostika i sbalansirovanoe razvitie. [Eco-diagnostics and balanced development]. Smolensk, 2003. 380 s. (in Russian).

Kovalev S.A. Sel'skoe rasselenie (geograficheskoe issledovanie). [Rural settlement pattern (geographical study)]. М.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1963 (in Russian).

Mahrova A.G., Nefedova T.G., Trejvish A.I. Moskovskaja oblast' segodnja i zavtra: tendencii i perspektivy prostranstvennogo razvitiya. [Moscow region today and tomorrow: trends and prospects of spatial development]. М.: Novyj hronograf, 2008. 344 s. (in Russian).

Mincz A.A., Preobrazhenskij V.S. Funkcija mesta i ee izmenenie [Function of the place and its change] // *Izv. AN SSSR. Ser. Geografija*. 1970. № 6. S. 118–131 (in Russian).

Mironenko N.S., Denisenkov A.S. O politicheskoj geokonfliktologii kak oblasti geograficheskogo znanija. [About political geoconflictology as a field of geographical knowledge] // *Problems of geoconflictology*. М.: Press-Solo, 2004. V. 1. S. 12–24.

Morill R.L. Prostranstvennaja organizacija obshhestva [The spatial organization of society], 1970. 251 s. (in Russian).

Preobrazhenskij V.S. Landshaftnye issledovanija. [Landscape studies]. М., 1966. 128 s. (in Russian).

Rodoman B.B. Poljarizovannaja biosfera. [Polarized biosphere]. Smolensk: Ojkumena, 2002. 336 s. (in Russian).

Saushkin Ju.G. Jekonomicheskaja geografija: istorija, teorija, metody, praktika. [Economic geography: history, theory, methods, practice]. М.: Mysl', 1973. 559 s. (in Russian).

Zamjatina N.Ju. Principy sozdaniya obraza mesta. [Principles of creating the image of a place] // *Geografija i jekologija v shkole XXI veka*. 2004. № 2. S. 3–11 (in Russian).

Zubarevich N.V. Transformacija sel'skogo rasselenija i seti uslug v sel'skoj mestnosti [Transformation of rural settlement pattern and the network of services in rural areas] // *Izv. RAN. Ser. geograficheskaja*. 2013. № 3. S. 26–38 (in Russian).

Received 02.04.2018

Accepted 20.07.2018

УДК 911.375 (73)

М.Э. Пилька¹, Н.А. Слука², Т.Х. Ткаченко³, Е.Р. Цаликова⁴

КРУПНЕЙШИЕ ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫЕ КОРПОРАЦИИ В ГЛОБАЛЬНЫХ ГОРОДАХ США: ЦЕНТР-ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ ДИСПАРИТЕТЫ

В современных условиях классическая методика определения глобальности городов должна быть дополнена оценкой уровня аттракции для зарубежных транснациональных корпораций (ТНК). Их размещение в крупнейших агломерациях США напрямую связано с геоэкономической мощью центров и развитостью сектора высокоспециализированных бизнес-услуг. Выявлены основные центр-периферические диспаритеты зарубежного транснационального капитала: по общей массе, отраслевому составу и географической структуре компаний. Результаты анализа позволяют завершить многолетнюю дискуссию об однозначной первичности исторического ядра агломераций в размещении филиалов ТНК и вторичности пригородной зоны.

Ключевые слова: ТНК, Forbes 2000, размещение филиалов, глобальные города США, центр-периферический подход.

Введение. Модернизация интеграционных процессов, выражающаяся в растущей открытости и мобильности мировых рынков, активной диффузии человеческого капитала, информации, технологий, ведет к существенному изменению роли больших городов в международном сообществе. В условиях глобализации они превратились, во-первых, в высококонцентрированные командные пункты мировой экономики; во-вторых, в ключевые места базирования финансовых и специализированных сервисных фирм; в-третьих, в производственные центры новых технологий и инноваций; в-четвертых, в основные рынки сбыта товаров и услуг. Иными словами, крупнейшие агломерации и есть те места, где происходят процессы глобализации, а их значение и идентичность выходят далеко за пределы страны базирования; часто именуются в специальной литературе «глобальными городами» [Хватов, 2015]. Изучению феномена, получившего теоретическое обоснование в начале 1990-х годов в трудах С. Сассен [Sassen, 1991] и первичную эмпирическую интерпретацию в работах международной исследовательской группы «Глобализация и мировые города» («Globalization and World Cities», сокр. – GaWC) [Сайт, 2018], в последнее время посвящено много публикаций. Они формируют 5 основных направлений [Гречко, Пилька, Слука, 2016]: а) «классическое» – продолжение углубленных исследований в области разработок GaWC через филиальные сети ТНК в сфере бизнес-услуг [Beaverstock, Smith, Taylor, 1999]; б) «отраслевое» – оценка позиционирования городов в отдельных отраслях глобальной экономики; в) «коммуникативное» –

изучение иерархии и географии центров глобальной контактности и связности; г) «морфологическое» – сопоставление деловой активности мировых центров в разных территориальных масштабах (начиная с локального города и заканчивая глобальными городскими регионами); д) «комплексное» – как отражение урбанистических реалий на четырех, согласно И. Валлерстайну, «аренах коллективного взаимодействия» [Валлерстайн, 2001]. В 2000-е годы на стыке зарубежного академического и экспертно-консалтингового сообщества возникло целое направление по составлению рейтингов глобальных городов. Их регулярно представляют такие крупные международные структуры, как The Economist, A.T. Kearney, PWC, Knight Frank и др. [Global Cities, 2016; Cities of Opportunity 7, 2016; Global Power City Index 2016, 2016; The Wealth Report, 2017].

Апробация разнообразных методик окончательно закрепила представление о главном первоисточнике и базисе возникновения феномена глобальных центров и их объединения в виде «архипелага городов» – процессе транснационализации мировой экономики, то есть появлении мощнейших корпораций с обширной сетью филиалов, дислоцирующихся в агломерациях и консолидирующих через паутину внутри- и межфирменных связей все мировое городское сообщество. На этой основе определены основной состав и соподчиненность глобальных центров⁵, а также особенность их размещения, близко соответствующего географии наиболее богатых и динамично развивающихся стран и регионов мира [Пилька, Слука, 2017]. В одном из последних рей-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, канд. геогр. н.; e-mail: martinpilka92@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: sluka2011@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: maryasha_t@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, магистрант; e-mail: lizatsalikova@icloud.com

⁵ Особым авторитетом пользуется иерархия глобальных городов группы GaWC, разведенных по значимости на 3 группы: альфа, бета и гамма; испытывавшая несколько итераций.

тингов группы GaWC выделяется уже 526 глобальных центров (в 2000 г. – 55 и 67 формирующихся), образующих три основные территориальные подсистемы – Европейскую, Азиатско-Тихоокеанскую и Североамериканскую, ядро которой составляют агломерации США. В силу особой многочисленности и принадлежности к различным иерархическим категориям глобальные города США представляют весьма удачный полигон для сравнительного анализа по различным направлениям, в том числе для изучения особенностей дислокации структур транснационального бизнеса.

Постановка проблемы. Несмотря на солидный пласт научных работ [Abrahamson, 2004; Clark, 2003; Godfrey, Zhou, 2013; Kratke, 2014; Liu, Derudder, Taylor, 2014 и многие другие], изученность роли городов в ходе глубоких изменений географической структуры мирового хозяйства под влиянием глобализации нельзя считать исчерпывающей, а дискурс в рамках теории глобальных городов – завершенным. До настоящего времени критерии их выделения четко не сформулированы. Отражение «силы» городов в современном транснациональном поле международного разделения труда через деятельность исключительно «домашних» корпораций и компаний бизнес-услуг отчасти устарело и требует дополнения оценкой роли городов как центров притяжения зарубежных ТНК. Это может стать новым подходом для экономической географии и смежных дисциплин к анализу, с одной стороны, территориальной проекции процессов транснационализации мирового хозяйства в целом [Гитер с соавт., 2015; Слука, 2017], а с другой – факторов аттрактивности городов для иностранных компаний и приоритетов их внутригородского размещения. Цель исследования – на основе статистической информации оценить особенности дислокации иностранного транснационального капитала в глобальных городах США с позиций центр-периферического подхода.

Материалы и методы исследований. Научно-теоретическую основу исследования составляют труды ведущих зарубежных и отечественных теоретиков глобальной экономики, транснационализации мирового хозяйства, специалистов в области геоурбанистики и глобальных городов. Главные источники фактического материала – данные за 2016 г. самого крупного и наиболее авторитетного рейтинга корпораций – Форбс-2000 [Forbes 2000, 2017], построенного на базе четырех показателей: продажи, прибыль, активы и рыночная стоимость компаний, и официальных сайтов ТНК. Используются аналитические отчеты и рейтинги международных консалтинговых компаний и исследовательских институтов; материалы корпораций экономического развития агломераций США и официальных сайтов ТНК; зарубежной и отечественной периодической печати. Исследование опирается на теорию мирового и глобального города [Sassen, 1991, 1994; Taylor,

2001, 2004, 2005], системно-структурный, комплексный, функциональный, полимасштабный, центр-периферический и корпоративный подходы [Потоцкая, 2016; Родионова, Слука, 2014; Самусенко, 2014, 2016; Слука, 2016]. В работе использованы общенаучные и конкретно-научные методы, в том числе историко-географический, типологический, сравнительно-географический, метод рейтингования.

Исходя из авторитетной классификации глобальных городов группы GaWC [The World According to GaWC, 2012], в исследование вовлечено 28 агломераций США, из которых в альфа-группу (высшую категорию) входят – 8, в бета-группу – 9 и гамма-группу – 11 центров. Население каждого из них превышает 2 млн чел., а ВВП по ППС – 100 млрд долл. В совокупности, занимая 7% территории, они аккумулируют 52% населения и 58% ВВП страны. Города взяты в пределах метрополитенских ареалов. Под ядром агломерации понимается ее центральный город в границах, обозначенных Бюро переписи США [U.S. Census Bureau, 2016], а под периферией (пригородной зоной) – прочие территории и поселения.

При учете корпораций и их подразделений принимаются следующие ограничения и допущения: 1 – из анализа намеренно выведены корпорации сферы ритейла (сетевой розничной торговли) и дилерские центры автопроизводителей в силу их повсеместного размещения; 2 – ряд компаний исключены из исследования из-за отсутствия достоверных данных о филиалах (например, израильская «Teva», швейцарская «Schneider Electric»; всего таких компаний 27); 3 – расчеты выполнены как с учетом числа офисов корпорации в одном городе, так и по схеме одна компания – один офис. При этом не дешифрируется тип филиала (офис продаж, предприятие, региональная штаб-квартира и т. д.). Введено понятие офисы-компании – суммарное количество компаний, присутствующих в городе⁶; 4 – рассмотрены лишь те представительства, которые на 100% принадлежат главной компании и зарегистрированы под тем же товарным знаком; 5 – для оценки размера филиалов компаний по занятости привлечены данные сети деловых контактов LinkedIn; 6 – функциональный профиль ТНК определяется в соответствии с Североамериканской системой классификации отраслей (NAICS) – стандартом федеральной системы статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. *Факторы, масштабы и своеобразие присутствия иностранных компаний в глобальных городах США.* Главная цель создания нового подразделения за рубежом – получение дополнительной прибыли и упрочение конкурентоспособности фирмы. Это затратное мероприятие требует детальной экспертизы, учитывающей десятки обстоятельств. Тем не менее, выбор конкретного места дислокации офиса задается, по сути, двуединой моделью –

⁶ К примеру, в одном городе работает 30 компаний, содержащих 40 офисов, а в другом – 50 и 80 соответственно. В этих двух городах всего 80 офисов-компаний и 120 офисов.

«от компании» и «от города». В первом случае особую роль играет специфика бизнеса и стратегия роста ТНК, возможность межкорпоративной кооперации и взаимодействия с правительственными структурами (Вашингтон), расклад внутрифирменных сил и «человеческий фактор». Во втором – экономико-географическое положение, статус и имидж города (Детройт – родина мирового автомобилестроения), исторически сложившаяся функциональная специализация центров (Атланта – крупнейший авиахаб мира) и их лидерство на отдельных глобальных рынках (Хьюстон – «энергетическая столица мира»), история деловых и социокультурных связей. Не остаются без внимания также нюансы местного законодательства и политики истеблишмента, человеческий капитал, научно-технический и инновационный потенциал, система подготовки кадров и ряд других.

В 2016 г. в США дислоцировались 586 из 1413 неамериканских фирм, представленных в рейтинге Форбс-2000, с более чем 7 тыс. представительств. В глобальных городах страны действовали 583 ТНК с 4,6 тыс. филиалами, 2931 офисом-компанией и общей численностью персонала порядка 720 тыс. чел. (79%). Причем по занятости доля этих центров в отдельных отраслях (финансы и страхование, информация, электроника и др.) превышала 90%. На таком фоне закономерно, что из 59 неамериканских корпораций, входящих в первую сотню рейтинга Форбс-2000, 47 имеют представительства в рассматриваемых центрах. Здесь присутствуют гиганты финансовой сферы (ICBC, BNP Paribas, ING, HSBC), страхования (Allianz, Prudential), автомобильной промышленности (Toyota Motor, Volkswagen Group), нефтяной индустрии (PetroChina, Total), химической промышленности (BASF, Novartis) и многие другие. Годовые продажи десяти крупнейших ТНК, работающих в США, превышают 1,5 трлн долл., а 583 ТНК, имеющих филиалы в глобальных городах, составляют более 14 трлн долл. [Forbes 2000, 2017].

Вместе с тем города существенно различаются по степени привлекательности и масштабам присутствия зарубежного транснационального бизнеса. Согласно расчетам, в 2016 г. на 8 альфа-городов страны приходилось больше половины всех офисов-компаний и 2/3 региональных штаб-квартир, максимальное число государств, представленных ТНК. Здесь сконцентрировано 3/5 всех занятых в иностранных фирмах. На фоне лидеров весьма скромны позиции 11 гамма-городов США, где находится менее 1/5 офисов-компаний, лишь 5,5% региональных штаб-квартир, менее 1/10 занятых и минимальное число стран базирования ТНК. Это уже совсем иное измерение. Неоднородность крупнейших агломераций США как мест локализации зарубежных ТНК хорошо отражает авторский индекс корпоративной активности (ИКА) – куммулятив расчетов по четырем метрикам (численность занятых в филиалах иностранных ТНК, число офисов-компаний, региональных штаб-квартир и представленных корпора-

циями стран) с применением метода линейного масштабирования [Пилька, Слука, 2014]. Согласно его значениям, выделяются две основные группы городов – ключевые и второстепенные – и ряд подгрупп (табл. 1).

Ключевые центры – крупнейшие транснациональные площадки страны, доминирующие в отдельных отраслях экономики с четко выраженными конкурентными преимуществами. К ним относятся: «город-гегемон» Нью-Йорк, превосходящий другие агломерации по всем индикаторам с гигантским отрывом; «города-лидеры» (Лос-Анджелес, Чикаго, Сан-Франциско, Хьюстон) и «города-тяжеловесы» (Вашингтон, Даллас, Атланта, Бостон, Детройт, Майами, Филадельфия). Второстепенные центры – города, либо утратившие в силу ряда причин свои позиции на американском и глобальном рынках, либо только начинающие «восхождение к вершине». По сочетанию признаков они дифференцируются на «города-средневесы» (Сиэтл, Роли, Сан-Диего) и «города-аутсайдеры» (Финикс, Тампа, Сент-Луис, Милуоки, Колумбус и др.). Если первые имеют явные шансы упрочить позиции в иерархии американских транснациональных центров, то перспективы вторых весьма призрачны. Они испытывают реальный напор со стороны многих неглобальных городов: Мемфиса, Нэшвилла, Остина, Солт-Лейк-Сити, разными способами пытающихся «перетягивать» филиалы зарубежных ТНК на себя.

Анализ распределения иностранных ТНК в глобальных городах США в сопряжении с рядом иных характеристик выявил, по крайней мере, две серьезные зависимости. Во-первых, выполняется правило: чем крупнее город по основным общегеографическим размерным показателям (площадь, численность населения, объем ВВП по ППС), тем больше к нему интерес со стороны зарубежных транснациональных структур. При этом сверхвысокая корреляция прослеживается между параметрами «масса компаний» и «ВВП по ППС» (табл. 2). Во-вторых, налицо почти полное совпадение иерархии городов США по присутствию зарубежного бизнеса с ранжированием от GaWC, основанном на оценке исключительно бизнес-услуг. Столь тесная связь рейтингов высвечивает особую значимость сформированности и качества сектора высокоспециализированного обслуживания как для «домашних», так и зарубежных компаний, что лишний раз подтверждает правоту апологета теории глобального города С. Сассен о его природе [Sassen, 1991; 1994; 2002].

Дисбаланс размещения иностранного крупного бизнеса в глобальных городах США в системе центр-периферия. Каждая из зон агломераций имеет свои конкурентные преимущества для размещения офиса ТНК. При прочих равных на окончательный выбор его местоположения, как местными, так и иностранными фирмами, ключевое влияние оказывает фактор качества жизни. Все более серьезной альтернативой историческому ядру, долгое время воспринимавшегося «визитной карточкой» и узлом всех управленческих и деловых функций

Таблица 1

Представительство зарубежного транснационального бизнеса в глобальных городах США, 2016 г.

Категории глобальных городов	Глобальные города	Число				ИКА*
		офисов-компаний	региональных штаб-квартир	стран, представленных ТНК	занятых, тыс. чел.	
Альфа++	Нью-Йорк	383	98	41	184,8	4,00
	Чикаго	191	22	29	58,6	1,56
Альфа	Лос-Анджелес	249	29	29	52,6	1,76
	Сан-Франциско	220	21	28	48,6	1,54
	Вашингтон	121	11	24	26,3	0,90
Альфа-	Атланта	141	14	22	27,8	0,92
	Майами	92	10	25	10	0,74
	Бостон	121	13	22	37,9	0,91
Бета+	Даллас	136	9	23	32,6	0,92
	Хьюстон	173	34	32	57,8	1,74
	Филадельфия	91	14	21	32,6	0,77
Бета-	Сиэтл	94	3	20	11,3	0,51
	Миннеаполис	65	3	17	13,3	0,33
	Кливленд	54	2	19	6,1	0,33
Гамма+	Сан-Диего	72	5	22	8,9	0,53
	Детройт	122	16	21	26,7	0,84
	Денвер	62	3	15	8,1	0,23
Гамма	Сент-Луис	46	3	13	10,7	0,12
	Финикс	66	2	18	7,6	0,33
	Шарлотт	60	4	18	9,1	0,34
Гамма-	Тампа	43	1	17	4,3	0,20
	Цинциннати	55	3	15	7,3	0,20
	Роли	57	5	22	16,6	0,53
Всего	Милуоки	38	0	13	3,1	0,03
	Колумбус	46	0	15	7,2	0,15
	Орlando	29	1	14	2,4	0,05
Коэффициент вариации, %	Канзас-Сити	45	1	17	3	0,20
	Портленд	59	0	14	3,1	0,12
Усредненные характеристики основных типологических групп городов						
Ключевые	Гегемоны	383	98	41	184,8	>1,5
	Лидеры	180–250	20–35	~30	50–70	0,7–1
	Тяжеловесы	90–150	10–15	20–25	20–35	0,35–0,7
Второстепенные	Средневесы	50–90	3–5	~20	10–15	<0,35
	Аутсайдеры	30–60	<3	<20	<10	–

*Индекс корпоративной активности.

Рассчитано по: [официальные сайты ТНК; Forbes 2000, 2016].

Таблица 2

Корреляция индикаторов корпоративной деятельности и основных размерных характеристик глобальных городов США, 2016 г.

Размерные характеристики городов	Показатель	Зарубежные ТНК			
		число занятых, тыс. чел.	число стран, представленных ТНК	Число офис-компаний	Число региональных штаб-квартир
Общегеографические	Население, тыс. чел.	0,90	0,85	0,89	0,86
	Территория, тыс. км ²	0,37	0,41	0,44	0,29
	ВВП по ППС, млн долл.	0,94	0,88	0,96	0,93
Зарубежные ТНК	Число занятых, тыс. чел.	1,00	0,87	0,93	0,99
	Число стран, представленных ТНК	0,87	1,00	0,92	0,87
	Число офис-компаний	0,93	0,92	1,00	0,92
	Число региональных штаб-квартир	0,99	0,87	0,92	1,00

Рассчитано по: [официальные сайты ТНК; Forbes 2000, 2016; U.S. Census Bureau, 2016].

глобального города [Friedmann, 1986; Hall, 1998], выступают эдж-сити (окраинные города): жизнь в тихом и экологичном пригороде, но с развитой социальной инфраструктурой и в окружении культурных благ, доступных в традиционных урбанизированных центрах. Привлекательные стороны эдж-сити – близость к центральному городу, ключевым транспортным системам, основным работодателям региона, а также их относительная дешевизна. Неслучайно уже в 1980-е годы в эдж-сити Нью-Йорка было больше офисных площадей, чем в Мидтауне. Тренд к изменению «расселенческих» приоритетов хорошо читается на примере зарубежных компаний. По нашим данным, 62,1% всех их филиалов и 62,9% региональных штаб-квартир приходится на пригороды (табл. 3). Причем различия между ключевыми и второстепенными городами невелико. Таким образом, можно констатировать, что наиболее «транснациональной» частью агломераций США является уже не историческое ядро, а периферия.

По зональному соотношению числа филиалов компаний в глобальных городах США выделяются три принципиальные схемы: центр-ориентированная (доля пригородов менее 40%), смешанная (40–60%) и периферийно-ориентированная (более 60%). К первому типу относятся четыре агломерации с ограниченным потенциалом привлечения иностранных ТНК – Тампа, Орландо, Шарлотт, Сан-Диего, а также Хьюстон, основой транснационального капитала которого являются корпорации нефтехимической отрасли. Он отличается жестким разграничением функциональной специализации главных зон агломерации. Если пригороды выполняют в первую очередь производственную функцию, то центр – однозначно ориентирован на консолидацию компаний непроизводственной деятельности (менеджмент, маркетинг, продажи, сервис и другие). В муниципальных границах Хьюстона сосредоточено 75% филиа-

лов и практически все (95%) региональные штаб-квартиры зарубежных ТНК.

Второй тип включает пять второстепенных корпоративных центров (Финикс, Сент-Луис, Портленд, Денвер и Канзас-Сити) и Нью-Йорк. В Нью-Йорк сити располагается 47% филиалов и 43% штаб-квартир иностранных ТНК преимущественно из сферы финансов и страхования (60% филиалов). Несмотря на признанный космополитизм Нью-Йорка, в транснациональной сфере ведущие позиции имеют британские и японские фирмы, на которые суммарно приходится чуть менее 40% офисов-компаний. Главный фактор, «выталкивающий» бизнес из центра, – невероятная дороговизна земли и недвижимости, в особенности на Манхэттене. В результате в урбанистической структуре транснационального бизнеса периферии агломерации исключительную роль получили многочисленные, крупные и полифункциональные эдж-сити, особенно в центральном и северном Нью-Джерси. Так, в Парсиппини присутствуют компании химической (DSM, Evonik), электротехнической (Midea Group), автомобильной промышленности (Toyota Motor), финансовых услуг (HSBC, Willis Towers Watson) и т. д., представляющих Японию, Великобританию, Германию и др. Во Флорем-Парке находится консалтинговая Accenture, химическая BASF, пищевая Nestle, финансовая Maple и многие иные компании разных стран. Подразделения зарубежных ТНК в этих городах в значительной мере специализируются на выполнении управленческой (региональные штаб-квартиры) и исследовательской (центры НИОКР) функций. Но промышленные предприятия действуют в Эдисоне (Eisai, LyondellBasell Industries), Пискатауэе (L'Oréal Group, Evonik), Фрихолде (Nestle), Бриджвотере (Saint-Gobain).

В третий тип входит 17 городов, в том числе Лос-Анджелес, Чикаго, Сан-Франциско и др. Максимальный (более 80%) вес пригородной зоны по офи-

Таблица 3

**Распределение представительств зарубежных ТНК в пределах центральной и пригородной зоны
глобальных городов США, 2016 г.**

Глобальные города	Число		Доля пригородной зоны в общем числе, %	
	филиалов ТНК	региональных штаб-квартир ТНК	филиалов ТНК	региональных штаб-квартир ТНК
Нью-Йорк	727	98	53,1	57,1
Лос-Анджелес	440	29	73,4	93,1
Сан-Франциско	351	21	74,9	95,2
Чикаго	303	22	68,6	77,3
Хьюстон	249	34	24,1	5,9
Атланта	223	14	65,0	71,4
Вашингтон	212	11	74,5	81,8
Детройт	202	16	91,1	100
Даллас	199	9	66,3	55,6
Бостон	188	13	71,8	92,3
Филадельфия	167	14	80,2	78,6
Майами	149	10	61,1	40,0
Сиэтл	127	3	66,1	66,7
Миннеаполис	95	3	66,3	33,3
Финикс	92	2	57,6	50,0
Кливленд	91	2	78,0	100
Сан-Диего	89	5	21,3	20,0
Денвер	80	3	51,3	66,7
Шарлотт	71	5	35,2	20,0
Роли	71	4	64,8	100
Портленд	69	0	49,3	0
Цинциннати	68	3	63,2	66,7
Колумбус	65	0	64,6	0
Сент-Луис	60	3	40,0	0,0
Тампа	59	1	27,1	0,0
Канзас-Сити	57	1	56,1	100
Милуоки	47	0	61,7	0
Орlando	37	1	24,3	0,0
<i>Всего, в том числе</i>	<i>4588</i>	<i>327</i>	<i>62,1</i>	<i>62,9</i>
<i>Ключевые</i>	<i>3410</i>	<i>291</i>	<i>65,1</i>	<i>65,5</i>
<i>Второстепенные</i>	<i>1178</i>	<i>36</i>	<i>53,6</i>	<i>47,2</i>

Рассчитано по: [официальные сайты ТНК; Forbes 2000, 2016].

сам зарубежных ТНК в Детройте и Филадельфии. Детройт является, возможно, любимым примером для демонстрации заката традиционной американской промышленности, а сам город за последние десятилетия потерял более половины своего населения. Но бренд «родины моторов» устойчиво привлекает иностранный капитал. Здесь находятся представительства практически всех ведущих автопроизводителей мира, включая Toyota, Honda, Nissan, Volkswagen и др. Привлекательность окружения Филадельфии объясняется, во-первых, уникальностью географического положения на стыке агломе-

раций Нью-Йорка и Вашингтона и, как следствие, стремлением международного бизнеса к равноудаленному размещению филиалов от всех трех узлов; а, во-вторых, вхождением в агломерацию городов Делавэра (в первую очередь Уилмингтона) с его выгодным для корпораций законодательством. Столичный «ресурс» агломерации Вашингтона, включающей крупный Балтимор, влияет на развитие ряда малых эдж-сити, аккумулирующих подразделения государственных служб. Так, в Арлингтоне находится министерство обороны США, а Рестон – ядро Технологического коридора Даллеса. В этих цент-

рах «сидят» многие американские (например, телекоммуникационная Sprint Corporation) и иностранные компании, включая Bombardier, BAE Systems и ряд других из отрасли АРКП (авиаракетно-космическая промышленности).

В целом эти схемы повторяются и в случае размещения региональных штаб-квартир зарубежных ТНК. Наибольшие расхождения выявлены для городов с небольшим их количеством – Миннеаполис, Роли, Шарлотт, а также Майами. Здесь в центре агломерации, сосредоточивающем финансовую мощь региона, находится 60% региональных штаб-квартир иностранных компаний и только около 40% их представительств.

Центр-периферический диспаритет отраслевого состава зарубежных ТНК в глобальных городах США. Постиндустриальность рассматриваемых агломераций – общепризнанный факт. Отличительная черта транснационального сегмента их экономики – равенство занятости между промышленными ТНК и фирмами третичного сектора. При этом в совокупной структуре зарубежных ТНК особо весомое место занимают компании шести отраслей: информации, финансовых и профессиональных услуг, транспортного машиностроения, химической и электронной промышленности. На них приходится 75% всего персонала. Подобное распределение характерно и для глобальных городов других стран, например, для Лондона и Парижа, что, в частности, подтверждает, с одной стороны, международную активность ТНК данных видов деятельности, а с другой – единство природы транснационального бизнеса в городах этого типа.

Однако по уровню концентрации зарубежных фирм всех отраслей экономики ключевые города многократно превосходят второстепенные. Более того, налицо существование определенного «разделения труда» между главными центрами в сфере привлечения иностранных компаний разного отраслевого профиля. Так, Нью-Йорк занимает ведущее место в сфере финансов, химической промышленности и оптовой торговле; Лос-Анджелес – в производстве машин и оборудования и транспортном машиностроении; Хьюстон – в добывающей промышленности и коммунальных услугах; Чикаго – в металлургии и транспорте; Сан-Франциско – в электронной индустрии и информации. Привлечение дополнительных характеристик зарубежных ТНК и обобщение результатов отраслевого анализа позволяет развести глобальные города США на четыре категории: 1 – «комплексные» – с примерным равенством компаний вторичного и третичного сектора экономики, широкой палитрой специализаций (11 городов, в т. ч. Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Чикаго и др.); 2 – «сервисные» – с преобладанием ТНК третичного сектора, в первую очередь финансовых и профессиональных услуг (Майами, Орlando, Тампа, Миннеаполис, Канзас-Сити); 3 – «новых отраслей» – с особой ролью электронной промышленности, фармацевтики, информации, профессиональных услуг (Сан-Франциско, СिएТЛ, Даллас, Финикс); 4 –

«промышленные», включающие центры традиционных отраслей с доминированием ТНК нефтяной, автомобильной, пищевой индустрии (Хьюстон, Детройт, Сент-Луис, Колумбус и Кливленд) и центры хай-тека (Бостон, Сан-Диего, Роли).

Определенное «разделение труда» хорошо читается не только между городами, но и между основными территориальными зонами агломераций США. Если в муниципальных границах сконцентрированы 60% филиалов иностранных компаний четырех видов деятельности: туризма и общественного питания, коммунальных услуг, недвижимости, финансов и страхования, а также добывающей промышленности (во многом за счет «монопольного» положения в отрасли Хьюстона); то в пригородной зоне – 75–90% – восьми отраслей индустрии (пищевой, электронной, химической промышленности, транспортного машиностроения и др.). В целом предпочитает размещение в инновационных кластерах периферии большая часть компаний профессиональных услуг (Wipro, Tech Mahindra, Capgemini), специализирующихся на IT-консалтинге. Хотя, менее многочисленные фирмы, занимающиеся управленческим консалтингом, такие как Accenture, и работающие с клиентами из списка Fortune Global 500, тяготеют к центральным городам [Accenture, 2017]. Относительно большая степень свободы при выборе местоположения офисов характерна для компаний из сферы транспорта, оптовой торговли, строительства, печатного дела и информации.

Центр-периферический диспаритет географической структуры зарубежных ТНК в глобальных городах США. В рассматриваемых центрах действуют корпорации 43 государств, преимущественно из экономически наиболее развитых стран, а в региональном плане – из Европы. Но при этом максимальным представительством обладают ТНК Японии (25,7% всех офисов-компаний). На пять стран-лидеров (Японию, Великобританию, Францию, Германию и Швейцарию) приходится более половины всех офисов-компаний иностранных ТНК и свыше 60% занятых, а на десять (включая Республику Корею, Нидерланды, Канаду, Швецию и Индию) – уже 3/4 и почти 90%. Относительно узким кругом основных «игроков» объясняется умеренный уровень дифференциации географической структуры зарубежных ТНК в глобальных городах США. Это хорошо фиксируется при расчете индекса Херфиндала-Хиршмана. Согласно диапазону его значений, города четко группируются в четыре категории: более 1300 (с наиболее высокой степенью «монополизации» географии корпоративных связей) – 6 центров, 1100–1300 – 7, 1000–1100 – 8 и менее 1000 (с пониженной степенью «монополизации») – 7. В составе каждой из групп присутствуют как ключевые, так и второстепенные города, что отрицает прямую зависимость между их крупностью и шириной транснациональных контактов.

Авторитетность и весомость центра на мировой арене однозначно актуально для компаний из

Китая, Республики Кореи, Тайваня и Сингапура, зачастую принимающих во внимание наличие этнической диаспоры⁷. Напротив, место в рейтинге глобальных городов вторично для японских и европейских ТНК. Для первых определяющую роль скорее играет функциональная специализация центра, а для вторых особенно важен историко-культурный фактор, что признается множеством исследователей [Global Urban Analysis, 2011; Kotkin, 2014; Sassen, 1994]. Повышенным интересом, например, британских компаний пользуются Бостон и Вашингтон; других стран региона – Филадельфия, Майами, Милуоки, Кливленд, Сент-Луис и т. д.⁸ Любопытно отметить, что, несмотря на развитие телекоммуникаций и авиасообщения, иностранные ТНК выбирают «ближайшие» центры США. Так, города, обращенные к побережью Тихого океана, привлекают относительно большее число корпораций из Азии, а центры Восточного побережья – из Европы. Юг США, как во многом «новая» площадка транснационального развития, характеризуется симбиозом европейских и азиатских ТНК. Исключение составляют города Флориды с преобладанием компаний Старого Света.

Мозаичность географической структуры зарубежных ТНК в глобальных городах США сохраняется и во внутриагломерационном разрезе. Так, компании 18-ти стран превалируют в историческом ядре, 13 – в пригородах, а 12 – присутствуют в обоих сегментах. При этом генеральная схема зонального расселения ТНК напрямую связана с масштабом их присутствия. Эмпирически доказано, что размещение фирм с ограниченным числом филиалов явно тяготеет к центру (например, Испании, Италии, Китая), а с массовым представителем (Японии, Швейцарии, Франции, Германии и других крупнейших «игроках» транснационального бизнеса) – к периферии. Исключение в последнем случае составляют только канадские ТНК. Подобное распределение хорошо согласуется с иерархически-волновой моделью диффузии прямых иностранных капиталовложений у ТНК [Кузнецова с соавт., 2009; Кузнецов, 2016], но в масштабах агломерации. Вне зависимости от национальной принадлежности «селятся» в историческом ядре американских городов, а затем «осваивают» пригороды и избранные эдж-сити.

Благодарности. Выполнено по планам НИР кафедры географии мирового хозяйства при частичной поддержке гранта РФФИ (проект № 16-06-00492).

Выводы:

– в условиях глобализации многократно усиливается нодальность крупнейших агломераций США в пространственной организации транснационального бизнеса за счет активного привлечения иностранных контрагентов. Аттрактивность городов задается большой совокупностью факторов и напрямую зависит, с одной стороны, от их геоэкономической мощи, а с другой – развитости сектора высокоспециализированных бизнес-услуг;

– по масштабам присутствия зарубежных ТНК четко выделяются две большие группы – ключевые и второстепенные – и ряд подгрупп центров США с Нью-Йорком в качестве однозначного города-гегемона и целой плеядой городов-аутсайдеров, чьи перспективы в глобальном транснациональном поле весьма туманны;

– отличительные черты транснационального сегмента экономики глобальных городов США: во-первых, равенство между промышленными и непромышленными ТНК; во-вторых, сверхконцентрация компаний ограниченного числа отраслей; в-третьих, относительная узость и подобие географии трансграничных корпоративных связей; в-четвертых, неоднозначность характера внутриагломерационного размещения иностранных ТНК;

– в результате анализа выявлены три основных центр-периферических диспаритета зарубежных компаний в глобальных городах США: 1 – по общей массе. Аргументация их явного преобладания в пригородной зоне позволяет считать завершенной многолетнюю дискуссию в международном научном сообществе об однозначной первичности исторического ядра агломераций в размещении транснационального капитала; 2 – по отраслевому составу. Если 60% и более подразделений всех иностранных ТНК обрабатывающей промышленности сконцентрировано в эдж-сити, то их подавляющая часть из сферы финансовых услуг и транспорта локализовано в пределах муниципальных границ; 3 – по географической структуре. Ее разнообразие в центре агломераций прирастает за счет компаний-пионеров, только формирующую сеть представителей, а устойчивость пропорций на периферии во многом задается ТНК «со стажем», уже обладающих опытом работы в США и относительно большим числом филиалов.

⁷ Только на три центра – Нью-Йорк, Лос-Анджелес и Сан-Франциско – приходится около 65% всех занятых в корейских и сингапурских компаниях, 60% – в тайваньских.

⁸ Если в Милуоки и Кливленде более 60% населения указывают в качестве своего происхождения основные европейские нации (немцы, ирландцы, поляки), то в Портленде или Сиэтле – менее 45%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Валлерстайн И. Анализ мировых систем и ситуация в современном мире. СПб.: Университетская книга, 2001. 416 с.
- Гитер Б.А., Гречко Е.А., Колосов В.А., Мироненко К.В., Пилька М.Э., Сабурова Е.Н., Слука Н.А., Тикунова И.Н., Ткаченко Т.Х., Федорченко А.В., Фомичев П.Ю. Основные направления исследований географии мирового хозяйства // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2015. № 6. С. 3–11.
- Гречко Е.А., Пилька М.Э., Слука Н.А. Корпоративный подход в исследовании глобальных городов // Региональные исследования. 2016. № 3(53). С. 13–21.
- Кузнецов А.В. Особенности анализа географии зарубежных инвестиций транснациональных корпораций // Балтийский регион. 2016. № 3. С. 30–44.
- Кузнецова О.В., Кузнецов А.В., Туровский Р.Ф., Четверикова А.С. Инвестиционные стратегии крупного бизнеса и экономика регионов. 3-е изд. М.: ЛИБРОКОМ, 2013. 439 с.
- Пилька М.Э., Слука Н.А. Глобальные города США как хабы зарубежных ТНК // Вестн. МГИМО-Университета. 2017. № 6(57). С. 196–206.
- Пилька М.Э., Слука Н.А. Размещение представительств зарубежных транснациональных корпораций в глобальных городах США // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2014. № 4. С. 75–82.
- Потоцкая Т.И. Корпоративная география как научная парадигма отраслевого анализа // Творческое наследие А.С. Посникова и современность. 2016. № 10. С. 97–104.
- Потоцкая Т.И. От отраслевого экономико-географического анализа к корпоративной географии // Социально-экономическая география: История, теория, методы, практика. Смоленск: Изд-во Универсум, 2016. С. 86–94.
- Родионова И.А., Слука Н.А. О корпоративной географии // Социально-экономическая география: Теория, методология и практика преподавания. М.: ФГОУ ВПО МПГУ, 2014. С. 54–58.
- Сайт исследовательской группы «Globalization and World Cities». URL: <http://www.lboro.ac.uk/gawc/index.html>.
- Самусенко Д.Н. Ключевые тенденции транснационализации мирового хозяйства: динамика, география, отраслевая структура // Вестн. МПГУ. Сер. Естественные науки. 2016. № 1. С. 18–34.
- Самусенко Д.Н. Общие и региональные особенности процессов прямого инвестирования в современном мировом хозяйстве // Фундаментальные исследования. 2014. № 3 (часть 2). С. 292–295.
- Слука Н.А. Город в условиях глобализации. М.: Белый ветер, 2017. 140 с.
- Слука Н.А. Цели, задачи и проблемы корпоративной географии // Изв. академии наук. Сер. географическая. 2016. № 5. С. 38–45.
- Хватов Ю.Ю. Сравнительный анализ рейтингов конкурентоспособности глобальных городов // Европейский вектор экономического развития. 2015. № 1(18). С. 195–202.
- Abrahamson M. Global Cities. Oxford: Oxford University Press, 2004. 192 p.
- Accenture. URL: <https://www.accenture.com/us-en/company>.
- Beaverstock J.V., Smith R.G., Taylor P.J. A Roster of World Cities // Cities. 1999. № 16(6). P. 445–458.
- Cities of Opportunity 7. PwC, 2016. 104 p. URL: <https://www.pwc.com/us/en/cities-of-opportunity/2016/cities-of-opportunity-7-report.pdf>.
- Clark D. Urban World, Global City. London: Routledge, 2003. 256 p.
- Forbes 2000 URL: <https://www.forbes.com/global2000/>.
- Friedmann J. The World City Hypothesis // Development and Change. 1986. 17(1). P. 69–84.
- Global Cities 2016. A.T. Kearney. URL: <https://www.atkearney.com/documents/10192/8178456/Global+Cities+2016.pdf/8139cd44-c760-4a93-ad7d-11e5d347451a>.
- Global Power City Index 2016. Institute For Urban Strategies. URL: http://mori-m-foundation.or.jp/pdf/GPCI2016_en.pdf.
- Global Urban Analysis: A Survey of Cities in Globalization / Ed by P.J. Taylor et al. London: Earthscan, 2011. 464 p.
- Godfrey B.J., Zhou Y. Ranking World Cities: Multinational Corporations and the Global Urban Hierarchy // Urban Geography. 2013. V. 20. № 3. P. 268–281.
- Hall P. Globalization and World Cities // Globalization and the World of Large Cities / Ed. by L. Fu-chen, Y.M. Yeung. Tokyo: United Nations University Press, 1998. P. 17–36.
- Kotkin J. Size is not the Answer: The Changing Face of the Global City. Singapore: Civil Service College, 2014. 27 p.
- Kratke S. How Manufacturing Industries Connect Cities Across the World: Extending Research on 'Multiple Globalizations' // Global Networks. 2014. № 14, 2. P. 121–147.
- Liu X., Derudder B., Taylor P.J. Mapping the Evolution of Hierarchical and Regional Tendencies in the World City Network, 2000–2010 // Computers, Environment and Urban Systems. 2014. № 43. P. 51–66.
- Sassen S. Cities in a World Economy. SAGE Publications, Inc., 1994. 424 p.
- Sassen S. Global Network/Linked Cities. Routledge, 2002. 376 p.
- Sassen S. The Global City: New York, London, Tokyo. Princeton, New Jersey, 1991. 480 p.
- Taylor P.J. Leading World Cities: Empirical Evaluations of Urban Nodes in Multiple Networks // Urban Studies. 2005. V. 42. № 9. P. 1593–1608.
- Taylor P.J. Specification of the World City Network // Geographical Analysis. 2001. V. 33. № 2. P. 181–194.
- Taylor P.J. World City Network: A Global Urban Analysis. Routledge, 2004. 256 p.
- The Wealth Report. Knight Frank, 2017. URL: <http://content.knightfrank.com/research/83/documents/en/the-wealth-report-2017-4482.pdf>.
- The World According to GaWC 2012. URL: <http://www.lboro.ac.uk/gawc/world2012t.html>.
- U.S. Census Bureau. URL: <https://www.census.gov>.

Поступила в редакцию 12.07.2018
Принята к публикации 20.07.2018

М.Е. Pilka¹, N.A. Sluka²,
Т.Кх. Tkachenko³, E.R. Tsalikova⁴

MAJOR MULTINATIONAL CORPORATIONS IN THE US GLOBAL CITIES: CORE-PERIPHERY LOCATION DISPARITIES

Under current conditions traditional methods of evaluating the global city status need to be updated by gauging city's attractiveness for foreign multinational corporations. Why corporations locate in the leading metropolitan areas of the US is in large part dictated by city's economic power and its ability to draw specialized business services. The paper brings to light key disparities in how foreign multinationals locate in us metro area's core and periphery, i.e. industry-specific and geography-specific tendencies, as well as the differences in the total mass of transnational capital located in two zones. The results of the analysis allow putting the end to a longstanding debate on the core's primary status over the periphery as it relates to the location of foreign multinational corporations.

Key words: TNC, Forbes 2000, affiliate location, global cities of the US, core-periphery approach.

Acknowledgements. The study was performed under research plans of the Department of World Economy and partially financed by the Russian Foundation for Basic research (project № 16-06-00492).

REFERENCES

- Abrahamson M. Global Cities. Oxford: Oxford University Press, 2004. 192 p.
- Accenture. URL: <https://www.accenture.com/us-en/company>.
- Beaverstock J.V., Smith R.G., Taylor P.J. A Roster of World Cities // Cities. 1999. № 16(6). P. 445–458.
- Cities of Opportunity 7. PwC, 2016. 104 p. URL: <https://www.pwc.com/us/en/cities-of-opportunity/2016/cities-of-opportunity-7-report.pdf>.
- Clark D. Urban World, Global City. London: Routledge, 2003. 256 p.
- Forbes 2000 URL: <https://www.forbes.com/global2000/>.
- Friedmann J. The World City Hypothesis // Development and Change. 1986. № 17(1). P. 69–84.
- Giter B.A., Grechko E.A., Kolosov V.A., Mironenko K.V., Pilka M.E., Saburova E.N., Sluka N.A., Tikunova I.N., Tkachenko T.H., Fedorchenko A.V., Fomichev P.Y. Osnovnye napravleniya issledovaniy geografii mirovogo hozyajstva [Principal lines of studying the geography of world economy] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr. 2015. № 6. S. 3–11 (in Russian).
- Global Cities 2016. A.T. Kearney. URL: <https://www.atkearney.com/documents/10192/8178456/Global+Cities+2016.pdf/8139cd44-c760-4a93-ad7d-11c5d347451a>.
- Global Power City Index 2016. Institute For Urban Strategies. URL: http://mori-m-foundation.or.jp/pdf/GPCI2016_en.pdf.
- Global Urban Analysis: A Survey of Cities in Globalization / Ed. by P.J. Taylor et al. London: Earthscan, 2011. 464 p.
- Godfrey B.J., Zhou Y. Ranking World Cities: Multinational Corporations and the Global Urban Hierarchy // Urban Geography. 2013. V. 20. № 3. P. 268–281.
- Grechko E.A., Pilka M.E., Sluka N.A. Korporativnyj podhod v issledovanii global'nyh gorodov [Corporate approach to the global cities studying] // Regional'nye issledovaniya. 2016. № 3(53). S. 13–21 (in Russian).
- Hall P. Globalization and World Cities // Globalization and the World of Large Cities / Ed. by L. Fu-chen, Y.-M. Yeung. Tokyo: United Nations University Press, 1998. P. 17–36.
- Hvatov Y.Y. Sravnitel'nyj analiz rejtingov konkurentosposobnosti global'nyh gorodov [Comparative analysis of competitive power rating of global cities] // Evropejs'kij vektor ekonomichnogo razvitiu. 2015. № 1(18). S. 195–202 (in Russian).
- Kotkin J. Size is not the Answer: The Changing Face of the Global City. Singapore: Civil Service College, 2014. 27 p.
- Kratke S. How Manufacturing Industries Connect Cities Across the World: Extending Research on 'Multiple Globalizations' // Global Networks. 2014. № 14(2). P. 121–147.
- Kuznecov A.V. Osobennosti analiza geografii zarubezhnyh investicij transnacional'nyh korporacij [Specific features of studying foreign investments of transnational corporations] // Baltijskij region. 2016. № 3. S. 30–44 (in Russian).
- Kuznecova O.V., Kuznecov A.V., Turovskij R.F., Chetverikova A.S. Investicionnye strategii krupnogo biznesa i ehkonomika regionov [Investment strategies of the large business and the economy of the regions] 3-e izd. M.: LIBROKOM, 2013. 439 s. (in Russian).
- Liu X., Derudder B., Taylor P.J. Mapping the Evolution of Hierarchical and Regional Tendencies in the World City Network, 2000–2010 // Computers, Environment and Urban Systems. 2014. № 43. P. 51–66.
- Pilka M.E., Sluka N.A. Global'nye goroda SSHA kak haby zarubezhnyh TNK [The US global cities as hubs for foreign transnational corporations] // Vestnik MGIMO-Universiteta. 2017. № 6(57). S. 196–206 (in Russian).
- Pilka M.E., Sluka N.A. Razmeshchenie predstavitel'stv zarubezhnyh transnacional'nyh korporacij v global'nyh gorodah SSHA Location of the offices of foreign transnational corporations in the US global cities] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr. 2014. № 4. S. 75–82 (in Russian).
- Potockaya T.I. Korporativnaya geografiya kak nauchnaya paradigma otraslevogo analiza [Corporate geography as a scientific paradigm of the branch analysis] // Tvorcheskoe nasledie A.S. Posnikova i sovremennost'. 2016. № 10. S. 97–104 (in Russian).
- Potockaya T.I. Ot otraslevogo ehkonomiko-geograficheskogo analiza k korporativnoj geografii [From the branch economic-

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, PhD in Geography; e-mail: martinpilka92@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: sluka2011@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: maryasha_t@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Master's Student; e-mail: lizatsalikova@icloud.com

geographical analysis to the corporative geography] // *Social'no-ehkonomicheskaya geografiya: Istoriya, teoriya, metody, praktika*. Smolensk: Izd-vo Universum, 2016. S. 86–94 (in Russian).

Rodionova I.A., Sluka N.A. O korporativnoj geografii [About corporative geography] // *Social'no-ehkonomicheskaya geografiya: Teoriya, metodologiya i praktika prepodavaniya*. M.: FGOU VPO MPGU, 2014. S. 54–58 (in Russian).

Sajt issledovatel'skoj gruppy [Research group Site] «Globalization and World Cities». URL: <http://www.lboro.ac.uk/gawc/index.html>.

Samusenko D.N. Klyuchevye tendencii transnacionalizacii mirovogo hozyajstva: dinamika, geografiya, otraslevaya struktura [Key tendencies of transnationalising the world economy: dynamics, geography, branch structure] // *Vestnik MGPU. Ser. Estestvennye nauki*. 2016. № 1. S. 18–34 (in Russian).

Samusenko D.N. Obshchie i regional'nye osobennosti processov pryamogo investirovaniya v sovremennom mirovom hozyajstve [General and regional features of the processes of direct investment in modern world economy] // *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014. № 3 (chast' 2). S. 292–295 (in Russian).

Sassen S. Cities in a World Economy. SAGE Publications, Inc., 1994. 424 p.

Sassen S. Global Network/Linked Cities. Routledge, 2002. 376 p.

Sassen S. The Global City: New York, London, Tokyo. Princeton, New Jersey, 1991. 480 p.

Sluka N.A. Celi, zadachi i problemy korporativnoj geografii [Aims, tasks and problems of corporative geography] // *Izv. akademii nauk. Ser. geograficheskaya*. 2016. № 5. S. 38–45 (in Russian).

Sluka N.A. Gorod v usloviyah globalizacii [City under the globalization processes]. M.: Belyj veter, 2017. 140 s. (in Russian).

Taylor P.J. Leading World Cities: Empirical Evaluations of Urban Nodes in Multiple Networks // *Urban Studies*. 2005. V. 42. № 9. P. 1593–1608.

Taylor P.J. Specification of the World City Network // *Geographical Analysis*. 2001. V. 33. № 2. P. 181–194.

Taylor P.J. World City Network: A Global Urban Analysis. Routledge, 2004. 256 p.

The Wealth Report. Knight Frank, 2017. URL: <http://content.knightfrank.com/research/83/documents/en/the-wealth-report-2017-4482.pdf>.

The World According to GaWC 2012. URL: <http://www.lboro.ac.uk/gawc/world2012t.html>.

U.S. Census Bureau. URL: <https://www.census.gov>.

Vallerstajin I. Analiz mirovyh sistem i situaciya v sovremennom mire [Analysis of the global systems and situations in the modern world]. SPb.: Universitetskaya kniga, 2001. 416 s. (in Russian).

Received 12.07.2018

Accepted 20.07.2018

УДК 314.04, 316.3

Е.С. Путилова¹

ВЛИЯНИЕ ДЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ НА СОЦИАЛЬНУЮ СТРУКТУРУ НАСЕЛЕНИЯ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ СТАРОПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ УРАЛЬСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

На примере 50-ти индустриальных центров Уральского экономического района изучено воздействие снижения производственного потенциала на их социальную структуру и человеческий капитал. Кризис старопромышленных районов при переходе к рыночной экономике отразился не только на экономическом, но и на социальном положении местного населения, а также на его потенциале. Длительная и устойчивая деиндустриализация приводит к разрушению традиционных семейных связей. Вслед за деградацией социальной структуры в период длительной выраженной деиндустриализации снижается уровень развития человеческого капитала.

Ключевые слова: старопромышленный регион, постиндустриальное развитие, социально-культурные факторы, население, инновации.

Введение. Длительная и устойчивая деиндустриализация старопромышленных городов отрицательно воздействует не только на их экономическое положение, но и на демографическое поведение и трудовой потенциал населения, а также способность адаптироваться к меняющейся экономической ситуации и генерировать инновации, что в свою очередь зависит от социально-культурных характеристик местного сообщества.

Для изучения старопромышленных районов в зарубежной литературе все большую популярность набирает так называемый «современный» или «сетевой» подход к анализу причин упадка и возрождения старопромышленных регионов. Предметом исследования данного подхода стали социокультурные и институциональные механизмы, которые рассматриваются в качестве основного фактора отсутствия адаптационных способностей региона или города к современной экономике [Стратегии развития ..., 2011]. В публикациях отечественных исследователей основное внимание уделяется процессам диверсификации, модернизации производственных мощностей подобных регионов, повышению конкурентоспособности продукции, а также стратегическом планировании. При значительном интересе к вопросам формирования инновационной экономики, изучению социокультурных факторов развития старопромышленных районов посвящено ограниченное количество публикаций. Более пристальное внимание к инновационной активности населения и его потенциалу уделяется в работах, опубликованных в последние годы: А.И. Татаркин, К.А. Новикова в работе по оценке инновационного потенциала территории отмечают роль коллективов и населения в повышении инновационной активности [2015]; В.В. Егоров показывает значение «человеческого измерения экономики» и «человеческого капитала» для развития Урала в современных экономических реалиях [2016]; Е.Н. Заборова изучила значение со-

циокультурных факторов для экономического развития региона. По утверждению автора, без соответствующего развития социокультурной сферы невозможно не только реализовать, но и сгенерировать какие-либо инновационные проекты [2016, с. 30].

Материалы и методы исследования. Рассмотрены 60 старопромышленных городов Уральского экономического района, следующих различным траекториям индустриального развития – от деиндустриализации до неоиндустриализации и повышения роли инноваций в экономике на основе кластеров. Не анализировались данные по закрытым городам, а также наукоградам и городам-миллионникам. К старопромышленным городам отнесены центры горнодобывающей и металлургической промышленности, а также центры тяжелого машиностроения. Эти города разделены на 3 группы: деиндустриализирующиеся (города, где наблюдается промышленный спад), реиндустриализирующиеся (города, где развитие экономики происходит на базе существующих промышленных предприятий) и города, где развиваются новые отрасли экономики. Методика распределения городов по группам основана на изучении динамики промышленного производства.

Для каждого из городов проанализирован ряд статистических показателей, характеризующих занятость и трудовой потенциал населения, социальное положение и человеческий капитал городов. Основными источниками стали данные Всероссийской переписи населения 2010 г., а также База данных муниципалитетов Российской службы государственной статистики. Для обработки данных использован сравнительный и корреляционный анализы. Полученные результаты позволили проанализировать взаимосвязь между индустриальным развитием городов и социально-культурными характеристиками.

Обсуждение результатов исследования. Среди рассматриваемых городов Урала самый низкий уро-

¹ АНО «Институт регионального консалтинга», эксперт, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, аспирантка; e-mail: es_putilova@mail.ru

вень экономического и социального благосостояния населения отмечается преимущественно в городах, находящихся на стадии деиндустриализации. Переходный период оказал существенное влияние на население старопромышленных городов. Многие из них так и не смогли остановить депопуляцию, начавшуюся в 90-е годы (рис. 1). За пять лет с 2010 по 2014 гг. только 8 из рассматриваемых 60 городов имели положительную динамику численности населения. Наибольший прирост численности населения наблюдался в относительно благополучных городах в зоне городских агломераций региональных центров, где расположены штаб-квартиры крупных холдингов, и экономика которых приобрела более диверсифицированный характер, – в Верхней Пышме на 7,3% и Копейске на 3,1%.

Самыми быстрыми темпами население сокращалось в наиболее депрессивных городах Пермского края, ориентированных в прошлом на добычу угля и имеющих слабое транспортное сообщение с крупными региональными центрами, – Губахе (22%), Кизеле (12%), Александровске (6%). В среднем убыль численности населения старопромышленных городов Урала составила 4,5% за 5 лет.

Возрастная структура населения большинства старопромышленных городов Урала отличается повышенной долей населения старше трудоспособного возраста и пониженной долей детей и молодежи. Медианный возраст населения рассматриваемых городов в 2010 г. составлял 39,2 года (медианный возраст для населения РФ в 2010 г. – 38 лет).

Детальное изучение данных переписи позволяет судить о трансформации семейных отношений в изучаемых городах. Устойчивая деиндустриализация, а также нестабильное положение базовых для города

предприятий приводит к разрушению семейных связей. С наступлением глубокого кризиса семейные ценности постепенно разрушаются, появляется большее количество незарегистрированных пар, внебрачных детей, увеличивается количество разводов, а также доля одиноких людей, что в целом отрицательно характеризует социальный капитал местного сообщества. В итоге города на стадии деиндустриализации, а также с нестабильными градообразующими предприятиями, характеризуются менее благоприятной социальной структурой населения. Особенно это характерно для малых городов Пермского края, Свердловской области, и некоторых малых городов Челябинской области, где основные предприятия находятся на стадии затяжного кризиса, хотя и продолжают функционировать. В таких городах выше доля незарегистрированных браков, внебрачных детей, доля неполных семей и уровень разводов, при этом ниже возраст вступления в брак и рождения детей.

В большинстве городов, находящихся на стадии затянувшейся рецессии, отмечается самая низкая среди рассмотренной группы городов доля населения, состоящего в браке. Среди рассматриваемых старопромышленных центров наиболее низкие показатели характерны для городов Кизеловского угольного бассейна (КУБ): в Кизеле только 32,5% населения состоит в браке, в Чусовом – 34,1%, а также Губахе (36,2%) и Александровске (36,5%). Наиболее высокая доля населения, состоящая в разводе, наблюдается в стагнирующих городах – в Бакале 9,9% населения, Волчанске – 9,1%. В относительно благополучных городах больше средний размер частных домохозяйств, меньше количество неполных семей с несовершеннолетними детьми.

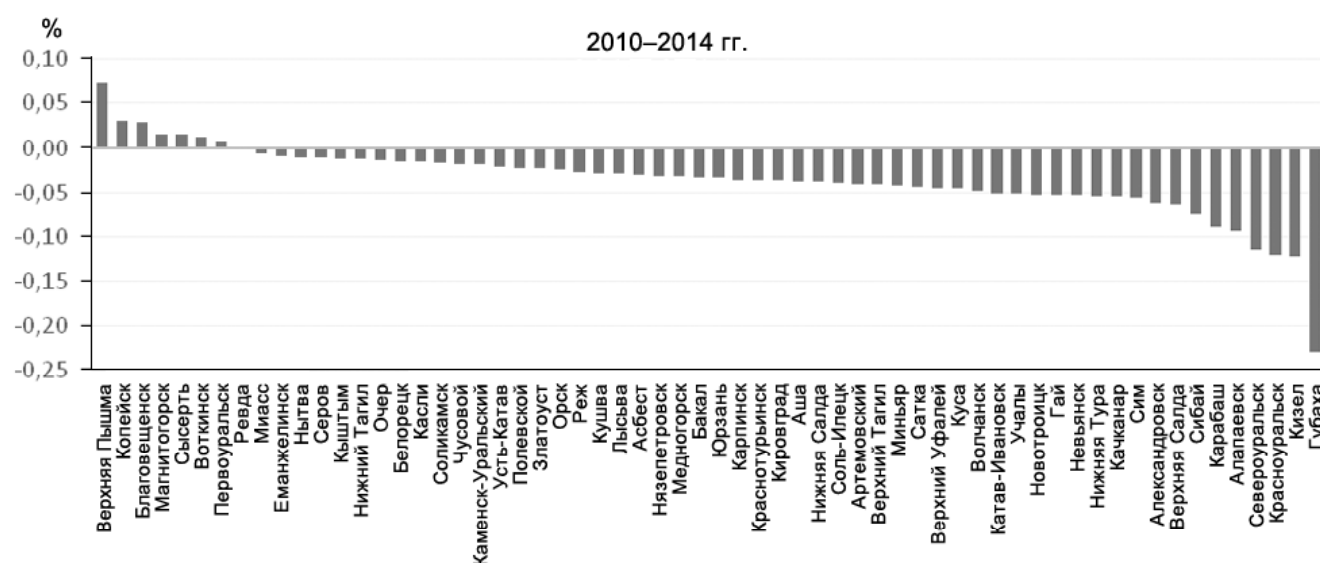


Рис. 1. Динамика численности населения старопромышленных городов Уральского экономического района

Fig. 1. Population dynamics of old industrial cities in the Ural economic region

Преобладающее количество незарегистрированных браков, как и внебрачных детей, отмечается среди городов Пермского края, а также городов Свердловской области с нестабильным экономическим положением в таблице показаны как города на стадии деиндустриализации). Хотя в странах Западной и Северной Европы высокая доля внебрачных детей связана с распространением постматериалистических ценностей и расширением подходов к формированию семьи, распространение внебрачной рождаемости в России в немалой степени связано с социальным неблагополучием [Клупт, 2010]. Пренебрежение регистрацией брака часто обусловлено скорее материальными трудностями и низким социальным статусом, нежели западноевропейским взглядом на институт семьи.

Вслед за разрушением социальной структуры в период длительной выраженной деиндустриализации местное население часто теряет способность к

обучению, становится более консервативным и пассивным по отношению к труду. Примером служит город Кизел, где после длительной деиндустриализации значительно уменьшилось количество и ухудшилось качество рабочей силы, местные жители даже при наличии вакансий часто не имеют желания выходить на работу [Курицева, 2009]. Для города характерна наименьшая доля населения, имеющая постоянную работу, – в Кизеле лишь треть населения имеет постоянную работу (34%). Согласно докладу администрации Кизеловского муниципального района, предыдущий опыт работы по переподготовке и профессиональному обучению, квотированию рабочих мест для особо нуждающихся в трудоустройстве социально незащищенных категорий населения, проводившейся в рамках реструктуризации угольной отрасли, показал недостаточную эффективность из-за отсутствия мотивации к постоянной занятости и завышенных ожиданий по

Виды современного индустриального развития (2000–2015 гг.) старопромышленных городов Урала

Стадия индустриального развития	Пермский край	Свердловская область	Челябинская область	Башкортостан	Оренбургская область	Удмуртия
Деиндустриализация	Нытва, Кизел	Волчанск, Красноуральск, Асбест, Алапаевск, Артемовский, Сысерть, Верхний Тагил, Карпинск	Еманжелинск, Нязепетровск, Бакал, Карабаш, Миньяр, Юрюзань, Касли, Катав-Ивановск, Куса	Сибай	–	–
Реиндустриализация	Очер, Александровск, Лысьва, Чусовой	Североуральск, Краснотурьинск, Каменск-Уральский, Первоуральск, Качканар, Серов, Верхняя Салда, Нижний Тагил, Ревда, Полевской, Кировград, Нижняя Салда, Невьянск, Кушва, Нижняя Тура	Усть-Катав, Верхний Уфалей, Аша, Сатка, Кыштым, Магнитогорск, Сим	Белорецк, Благовещенск, Учалы,	Орск, Гай, Новотроицк, Медногорск	Воткинск
Развитие отраслей, не связанных с изначальной специализацией города	Губаха	Верхняя Пышма, Карпинск	Копейск, Миасс, Златоуст	–	–	–

тенциальных работников в части заработной платы [Курицева, 2009].

При попытках диверсификации экономики подобных городов вероятно основными препятствиями наряду с отсутствием финансовых возможностей будет также недостаток квалифицированных кадров. Хотя в некоторых рассматриваемых городах около трети населения в трудоспособном возрасте не имеют постоянной работы, даже существующие предприятия испытывают недостаток специалистов [Современные ..., 2013].

Одной из важных оценок конкурентоспособности города часто называют человеческий капитал населения, а также его креативный потенциал. Для расчета индекса человеческого капитала рассматриваемых городов выбраны 3 основных показателя – доля населения с высшим образованием, количество кандидатов наук на 10 тыс. человек, а также доля населения, обучающегося в образовательном учреждении. Последний показатель рассматривался для населения в трудоспособном возрасте, чтобы уменьшить влияние количества учащихся в общеобразовательных учреждениях на итоговое значение. Выбор показателей обусловлен существующими открытыми данными для муниципальных образований российских статистических служб, позволяющими количественно оценить знания и навыки населения.

Наибольшее значение полученного индекса человеческого капитала среди старопромышленных городов УЭР имеют относительно благополучные города – Магнитогорск, а также Верхняя Пышма. Магнитогорск имеет самое высокое значение по доле населения с кандидатской степенью – на 10 тыс. человек в городе насчитывается более 32 кандидатов наук, в Верхней Пышме – 18,7. Кроме того, в Верхней Пышме и Магнитогорске высокое значение доли населения с высшим образованием – 20,3 и 19,3% соответственно. Города с наиболее высоким уровнем развития человеческого капитала (ЧК) обладают наибольшим потенциалом для диверсификации экономики и появления новых отраслей. Примером служит Верхняя Пышма, где формируется новый кластер железнодорожного машиностроения.

Среди городов-аутсайдеров по данному показателю преобладающее количество составляют города со снижением или прекращением производственной активности, в том числе значительное количество городов КУБа. В городах с наименьшим уровнем развития ЧК в среднем только около 10% населения обучаются в образовательных учреждениях, от 6,5 до 10% населения имеют высшее образование.

ЧК имеет взаимосвязь как с экономическими, так и с социально-демографическими показателями рассматриваемых городов. Отрицательная корреляционная зависимость ($r = -0,53$) прослежива-

ется между показателем ЧК и долей населения, живущего за счет пособия по безработице. Прослеживается положительная взаимосвязь между высоким значением ЧК и индексом социального благосостояния ($r = 0,59$). Дети из благополучных семей и в более благоприятной и открытой социальной обстановке имеют больше шансов поступить в учебное заведение, как и закончить его, что в конечном итоге отражается на накопленном индексе человеческого капитала. Стоит также отметить значительную взаимосвязь между ЧК и медианным возрастом населения ($r = -0,69$). Во многом это обусловлено тем, что при расчете учитывается доля обучающегося населения, в основном молодежи.

Кроме того, значение показателя ЧК имеет положительную связь с уровнем развития малого бизнеса ($r = 0,56$). Наибольшее количество предприятий малого и среднего бизнеса на 10 тыс. жителей зарегистрировано в Верхней Пышме (386), Магнитогорске (356), а также Сысерти (362) и Орске (334). Тем не менее, развитие малого бизнеса в рассматриваемых городах зависит не только от предпринимательских способностей местных жителей, но и от содействия власти, а также платежеспособности местного населения.

Высокий ЧК способствует более быстрому внедрению инноваций, новых технологий и их адаптации. Индикатором открытости сообщества к новым технологиям может служить степень развития глобальных информационных сетей. Средний уровень проникновения сети Интернет в России в 2010 г. составлял 39% (рис. 2). Распространение сети Интернет среди старопромышленных городов Урала варьировало от 19% пользователей среди всего населения в наиболее депрессивных городах, до 51% пользователей в Верхней Пышме. При этом взаимосвязь количества пользователей сети Интернет с уровнем развития человеческого капитала ($r = 0,65$) в два раза сильнее, чем взаимосвязь с численностью населения города ($r = 0,33$).

Выводы:

– в городах на стадии деиндустриализации наблюдается самый низкий уровень не только экономического, но и социального благосостояния. Промышленные центры со стабильным экономическим положением имеют более благоприятную социальную структуру и высокий уровень развития ЧК населения;

– индекс ЧК имеет взаимосвязь как с экономическими, так и с социально-демографическими показателями рассматриваемых городов. Высокий уровень развития ЧК способствует более быстрому проникновению инноваций, новых технологий и их адаптации;

– ЧК наряду с другими факторами может иметь значение для адаптации к новым экономическим условиям и способности генерировать инновации.

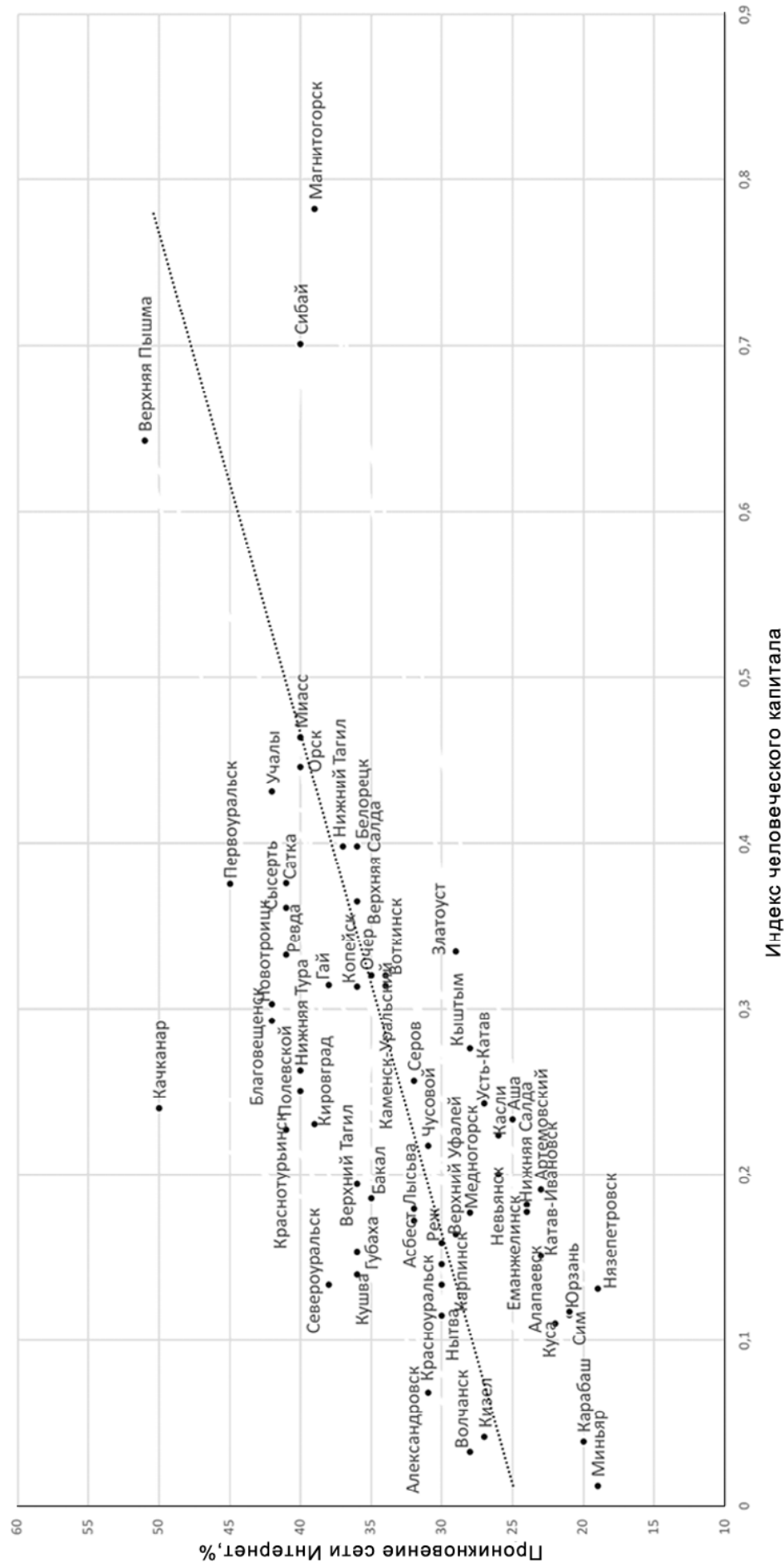


Рис. 2. Уровень развития человеческого капитала и проникновение сети Интернет в 2010 г.

Fig. 2. Level of human capital development and Internet users as a percentage of urban population in 2010.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

База данных показателей муниципальных образований Федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/>.

Всероссийская перепись населения 2010. URL: <http://www.perepis-2010.ru/>.

Егоров В.В. Дорога Урала в XXI век и проблема «человеческого капитала» // Урал – XXI век: регион опережающего развития. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2016. С. 19–24.

Заборова Е.Н. Социокультурные факторы инновационного регионального развития // Урал – XXI век: регион опережающего развития. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2016. С. 25–30.

Клупт М. Демографическая повестка XXI века: теории и реалии // Социологические исследования. 2010. № 8. С. 60–71.

Курицева Е., Тургель И. Проблемы использования демографического и трудового потенциала населения муниципальных образований старопромышленного района (на примере Муниципальных районов Кизеловского угольного бассейна) // Вопросы управления. 2009. № 27. С. 29–38.

Современные процессы трансформации промышленных площадок (на примере малых городов Пермского края). Отчет по итогам зимней экспедиции НСО кафедры СЭГЗС, 2013.

Стратегии развития старопромышленных городов: международный опыт и перспективы в России / Под ред. И. Стародубровской. М.: Изд-во Института Гайдара, 2011.

Татаркин А.И., Новикова К.А. Инновационный потенциал территории в поведенческих оценках населения // Экономика региона. 2015. № 3. С. 279–296.

Поступила в редакцию 15.02.2017

Принята к публикации 20.07.2018

E.S. Putilova¹

THE IMPACT OF DEINDUSTRIALIZATION ON THE SOCIAL STRUCTURE OF POPULATION AND HUMAN CAPITAL IN OLD INDUSTRIAL CITIES OF THE URAL ECONOMIC REGION

The article aims to investigate how the reducing production potential impacts the social structure and human capital in 50 industrial cities of the Ural economic region. The crisis of the old industrial areas during the transition to the market economy affected both economic and social status of the local population, as well as its potential. Long-term and stable deindustrialization leads to the destruction of traditional family ties. After degradation of the social structure the level of human capital development also decreases during the period of the long-term deindustrialization.

Key words: old industrial region, post-industrial development, social and cultural factors, population, innovations.

REFERENCES

Baza dannyh pokazatelej municipal'nyh obrazovaniy Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Database of municipalities' indicators. Russian Federal Statistics Service] URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/>

Egorov V.V. Doroga Urala v XXI vek i problema «chelovecheskogo kapitala» [The way of the Ural region into the 21st century and the problem of «human capital»] // Ural – XXI vek: region operezhayushchego razvitiya. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. gos. ehkon. un-ta, 2016. S. 19–24 (in Russian).

Klupt M. Demograficheskaya povestka XXI veka: teorii i realii [Demographic Agenda of the XXI Century: Theories and Realities] // Sociologicheskie issledovaniya. 2010. № 8. S. 60–71 (in Russian).

Kuriceva E., Turgel' I. Problemy ispol'zovaniya demograficheskogo i trudovogo potentsiala naseleniya municipal'nyh obrazovaniy staropromyshlennogo rajona (na primere Municipal'nyh rajonov Kizelovskogo ugol'nogo bassejna) [Problems of using the demographic and labor potential of the population of municipal formations in the old industrial area (case study of municipal areas of the Kizelovsky coal basin)] // Voprosy upravleniya. 2009. № 27. S. 29–38 (in Russian).

Sovremennyye processy transformacii promyshlennyh ploshchadok (na primere malyh gorodov Permskogo kraja) [Modern processes of transformation of industrial sites (case study of small towns of the Perm Region)]. Otchet po itogam zimnej ehkspedicii NSO kafedry SEHGZS, 2013 (in Russian).

Strategii razvitiya staropromyshlennyh gorodov: mezhdunarodnyj opyt i perspektivy v Rossii [Strategies for development of old industrial cities: international experience and prospects in Russia] / Pod red. I. Starodubrovskoj. M.: Izd-vo Instituta Gajdara, 2011 (in Russian).

Tatarkin A.I., Novikov K.A. Innovacionnyj potentsial territorii v povedencheskih ocenках naseleniya [Innovative potential of a territory as reflected by the behavioral assessments of the population] // Ekonomika regiona. 2015. № 3. S. 279–296 (in Russian).

Vserossijskaya perepis' naseleniya 2010 [2010 All-Russian Population Census]. URL: <http://www.perepis-2010.ru/>.

Zaborova E.N. Sociokul'turnye faktory innovacionnogo regional'nogo razvitiya [Socio-cultural factors of innovative regional development] // Ural – XXI vek: region operezhayushchego razvitiya. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. gos. ehkon. un-ta, 2016 (in Russian).

Received 15.02.2017

Accepted 20.07.2018

¹ Npo «Institute of Regional Consulting», expert; Lomonosov Moscow state University, faculty of geography, Department of socio-economic geography of foreign countries, post-graduate student; e-mail: es_putilova@mail.ru

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК: 911.3

Г.А. Пивовар¹, А.И. Алексеев²

СЕЛЬСКО-ГОРОДСКИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ НА ГРАНИЦЕ С МОСКОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИЕЙ

Рассмотрены явления и процессы, характерные для современной сельской местности, находящейся под влиянием Московской агломерации. В качестве теоретической базы для осмысления была принята идея сельско-городского континуума. Дополнены перечни ключевых процессов и связей, характерных для взаимодействия города и села (по К. Линчу). Проведена типология «сельских миров», выделена группа «новых деревенских» – коренных горожан, выбравших село как пространство для собственной жизни и деятельности.

Ключевые слова: трансформация сельской местности, рост многоукладности, периферия Московской агломерации, постсоветская деревня.

Введение. Взаимодействие и взаимовлияние городской и сельской действительности становятся все более явными и актуальными для современных исследователей. Активная диффузия городского образа жизни и различных современных городских практик определяют явственность трансформаций, происходящих в сельской местности. Данность эта является нам как в изменении состава населения, так и в появлении новых функций, новых типов хозяйственной деятельности и новых жизненных стратегий коренного населения [Между домом ..., 2016]. Происходящие процессы усложняют определения сельского пространства и сельского образа жизни как такового. Ответить на него однозначно на сегодняшний день не представляется возможным, что не освобождает нас, как исследователей, от поиска возможных форматов и версий, выявления закономерностей происходящих процессов.

Материалы. Основой для написания данной статьи является лонгитюдное наблюдение трансформационных процессов в одном из районов, граничащих с Московской областью. Было проведено более 40 глубинных интервью с представителями как местного населения, так и местной власти, сезонным населением, местными предпринимателями.

Результаты. Кто такой сельский житель? Необходимость уточнения этого термина все чаще встает перед исследователями сегодняшнего села, особенно когда речь идет о пригородных зонах, которые имеют унаследованную систему расселения и хозяйства и по-прежнему достаточно самобытны, чтобы именоваться сельскими, а не дачными, но где, в то же время, уже произошли глобальные процессы трансформации.

Является ли сельским жителем тот, кто родился, проживает и занят на сельской территории, или к

сельским жителям мы можем отнести постоянно проживающих на сельской территории, не принимая во внимание место рождения и специфику занятости? Сколько собственного жизненного времени должен проводить человек на сельской территории, чтобы считаться «деревенским»? Или, возможно, категория времени тут не играет определяющую роль, а истинно сельский житель – это тот, кто ведет приусадебное хозяйство и знает «с какой стороны надо подходить к корове»? Или надо отходить от традиционной дихотомии «городское/сельское население», и выделять «промежуточные» группы?

Реалии сегодняшнего дня показывают, что даже индивид, рожденный, проживающий, трудоустроенный в селе совсем не обязательно обладает теми навыками, которые мы в собственных устоявшихся представлениях относим к исконно сельским, конструирующим «фенотип» села. Напротив, зачастую новоприбывший житель крупного города, стремящийся к «экологическому быту», активно начинает их осваивать: разводить коз, знакомиться с дровяным самоваром и даже собирать и восстанавливать по крупинкам локальные обычаи. Традиционный образ деревни в зоне ближайшей периферии Московской агломерации уходит в прошлое вместе с последними представителями довоенного поколения, поддерживающими и воспроизводящими его собственным сформированным укладом жизни.

Для более адекватного понимания современной «сельскости» полезным будет вспомнить идеи сельско-городского континуума, возникшие на рубеже 1930-х гг. у П.А. Сорокина и К. Циммермана, исходящие из определения идеальной деревни, идеального города и гаммы переходов между ними [Трейвиш, 2016]. Изначально это явное противопоставление городского и сельского поддерживалось

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, аспирант; e-mail: pivovargal@gmail.com

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, докт. геогр. н., профессор; e-mail: alival@mail.ru

большинством исследователей [Wirth, 2005; Redfield, 1947], но на сегодняшний день представление это трансформировалось и скорее представляет собой «неприятие полярности города и села, их резкого территориального и социального раздела» [Трейвиш, 2016, с. 4].

В одном из современных исследований [Полян, 2001] выделяется 2 базовых типа взаимодействия города и села по принципу «человеческих потоков»: 1 – трудовые миграции из сельской местности в крупные города и 2 – миграции городских дачников, заполняющих летом (а порой и круглогодично) пригороды и периферию ряда регионов. Справедливо отмечается, что оба этих процесса, как и упомянутые ранее, никак не регистрируются и не отражаются в статистических или иных формальных источниках [Нефедова, 2013, с. 27]. Но к такому генерализованному разделению на сегодняшний день можно уверенно добавить группу, качественно отделившуюся от обобщенного понимания «дачников» («горожане по регистрации, имеющие дом и землю в сельской местности, где они проводят какое-то время» [Нефедова, 2013]), как исключительно пассивной категории населения, рассматривающих сельскую местность преимущественно как рекреационный ресурс. Пожалуй, было бы уместно назвать их «новыми деревенскими» – исконно городскими жителями, осознанно сделавшими выбор в пользу сельской местности как пространства для собственной жизни, а очень часто и деятельности. Данная деятельность может включать в себя как традиционные сельские сферы производства сельскохозяйственной продукции, так и бизнес, основанный на рекреации, и даже культурную и ремесленную деятельность. Таких людей по-прежнему не много, они не составляют значимой статистической величины, и, в то же время, большинство из этих людей или семей – очень значимы и заметны в деревенской повседневности. Именно они чаще всего создают новые смыслы в сельском пространстве, определяя «сельский ландшафт» и, как будет показано далее, зачастую именно они оберегают прежние смыслы.

Возвращаясь к идеям село-городского континуума, остановимся на одной из значимых, по мнению А.И. Трейвиша [2016], моделей, которой являются основные село-городские связи, выявленные и описанные К. Линчем. Принципом их выделения становятся процессы, характерные для село-городского взаимодействия. Однако, на наш взгляд, с момента создания этой типологии [Lynch, 2005] ситуация значительно видоизменилась. Кроме того, список связей можно несколько расширить непосредственно под рассматриваемую территорию. Все дополненное справедливо для сельского района, находящегося под значительным влиянием Московской агломерации.

Как мы видим, количество связей возросло и увеличилось влияние города на сельскую местность в связи с большей ресурсностью и большей внутренней пассионарностью города. Особенно интерес-

ны изменения в ценностных ориентациях населения, происходящие благодаря влиянию города. Внутренние процессы, характерные для сельской местности в поздний советский и постсоветский периоды были направлены исключительно на попытку сельских жителей максимально «приблизиться» по типу и нормам бытового существования к городскому образу жизни, как более комфортному и социально престижному. Пожалуй, лишь самые старшие жители, военное и поствоенное поколение, скорее по консервативным соображениям, сохраняли прежний жизненный уклад. Их дети и внуки ценным признают все иное, зачастую формируя идеальное по принципу «от обратного». В этом стремлении, даже культурологические и приятные сельские традиции, попытки их воспроизводства, воспринимались абсолютным большинством деревенских жителей как «колхозность», излишняя простодушность.

К примеру, в качестве приятного подарка в деревне куда более охотно будет принята фабричная коробка конфет, нежели домашний испеченный пирог. Такой традиционный и весьма удобный головной убор как косынка, почти никогда не используется молодыми девушками и женщинами из деревни, и весьма охотно входит в обиход дачниц и «новых деревенских» жительниц. Таких локальных бытовых примеров расхождения образа «деревенского» и современного деревенского уклада, свойственного современным сельским жителям, можно привести еще великое множество.

Одновременно идет обратный процесс, вхождения «в моду» сельского образа жизни, для представителей городского среднего класса. Именно из числа «приезжих» на село и укоренившихся там бывших горожан, находятся индивиды, которые с трепетом относятся к локальной идентичности того места, в котором они обрели свой новый дом. Известны примеры «сбора и сохранения рухляди» (предметов традиционного крестьянского быта), создания локальных праздников и фестивалей, основанных на исторических событиях данной местности, инициированных именно «новыми деревенскими». Безусловно, происходящее в незначительной степени объясняется уровнем образования, жизненного опыта, а порой и материальных возможностей, зачастую более высоких у приезжего укоренившегося населения.

На сегодня социально-экономическая структура села не демонстрирует нам абсолютно доминантную роль горожан, социальное расслоение по принципу рождения; есть отдельные зажиточные дома тех и других категорий населения, общая масса дачников, скорее относящихся к «среднему классу» и общая масса чуть более бедного местного населения.

Постепенное обретение селянами различных технологических благ уменьшало, а то и стирало материальные различия между «сельскими» и «городскими», характерные для советского и начала постсоветского периода. В начале 90-х это была стационарная телефонная связь (доступная только отдельным особо зажиточным жителям), в начале

двухтысячных – первая мобильная связь и собственный автомобиль, в зажиточное время – до кризиса 2008 г. – отдельные семьи (местных предпринимателей) приобретали уже экзотические виды транспорта (снегоходы, квадроциклы).

Современная сельская местность, находящаяся в активной зоне влияния агломерации, – это весьма неоднородная масса людей, хозяйственных элементов и систем интересов, взаимопроникновение и столкновение которых, собственно, и создает сегодняшний облик деревни. В процессе отстаивания собственных прав как на участие, так и на присвоение сельского пространства весьма явственен конфликт между традиционной деревней, постсоветской деревней, дачной деревней и «новой деревней». Образно эти «миры» разделяются следующим образом:

Традиционная деревня – люди (пространства), воспроизводящие редкие практики традиционной сельской жизни, существующие прежде всего в периферийных сельских населенных пунктах.

Постсоветская деревня – самая явная и многочисленная группа, прежде всего в бывших центральных усадьбах колхозов; здесь «деревенское» становится синонимом упрощенного и непривлекательного, незатейливого. Чаще всего эта деревня «кормится» в городах, на самых неквалифицированных работах. Она и стремится к городскому образу жизни, но через те символы и действия, которые постепенно отбрасываются самими городами: неумеренным потреблением, автомобилизацией, и т. д.

Дачная деревня – весьма неоднородна. Она начала формироваться в позднесоветский период дачными кооперативами, а на сегодняшний день переросла в формы клубных поселков, отдельных ранчо. К ней уместно отнести все, что имеет сезонный характер и ориентируется на рекреацию, как на базовый вид деятельности, в том числе и постепенно отмирающий вид летнего отдыха «у бабушки». Столь популярные у современных исследователей экопоселения также преимущественно относятся к этой категории. За представлениями и мечтами большинства людей, относящих себя к экопоселенцам, за редким исключением, не происходит никаких реальных действий.

«Новая деревня» – пожалуй, самая неоднородная категория, к ней относятся все круглогодично проживающие в селе выходцы из крупных городов (многие из которых сохранили городские квартиры)

и все, кто некогда сознательно выбрав для себя это место, стал заниматься любой предпринимательской деятельностью. К этой категории уместным представляется отнести как семью военнослужащих на пенсии, которые завели около сотни коз, и совместно с женой занимается крестьянским хозяйством, так и владельцев крупного рекреационного объекта, вложивших в него значительные инвестиции, и даже выходца из Москвы, имеющего пассивный доход в городе и перебравшегося на постоянное место жительства в сельскую местность, нашедшего для себя пчеловодство, как занятие по душе, приносящее небольшой непостоянный доход. Новые «деревенские» – это прежде всего социальная сеть; они опознают друг друга и активно взаимодействуют друг с другом по различным вопросам. Зачастую их деятельность приводит к появлению еще одной нестабильной социальной группы: временных трудовых мигрантов – поскольку местные жители далеко не всегда соглашаются на них работать.

Выводы:

– мы наблюдаем все нарастающее воздействие городского влияния на сельскую действительность в зоне Московской агломерации. «Городское» уже не просто является примером для подражания «сельскому», оно становится новым актором сельской хозяйственной деятельности, новой экономикой и новым переосмыслением «сельскости» как традиционных и экологических ценностей. В то же время «исконно сельское» активно отказывается от собственных черт, постепенно теряя характерные практики и даже такие значимые ранее хозяйственные элементы, как личное подсобное хозяйство, огородничество, садоводство – становятся рудиментарными явлениями. Возникает феномен «расслоения сельских миров», каждый из которых характеризуется определенной внутренней структурой, ценностями и спецификой;

– в исследованном районе выделено 4 «сельских мира»: 1 – традиционное село, сохраняющее привычный образ жизни; 2 – постсоветская деревня, ориентированная на работу в городах – в основном маятниковые мигранты и отходники; 3 – дачники – сезонное население, ориентированное на рекреацию как на базовый вид деятельности; 4 – «новые деревенские» – исконно городские жители, осознанно сделавшие выбор в пользу сельской местности как пространства для собственной жизни, а очень часто и деятельности.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-011-00725.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Нефедова Т.Г. Десять актуальных вопросов о сельской России. Ответы географа. М.: Ленанд, 2013. 456 с.

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

Полян П. Территориальные структуры – урбанизация – расселение: теоретические подходы и методы изучения. М.: Новый хронограф, 2014. 788 с.

Трејвиш А.И. Сельско-городской континуум: региональное измерение // Проблемы регионального развития России. М.: Кодекс, 2016. С. 52–70.

Lynch K. Rural-urban interaction in the developing world. London – New York: Routledge, 2005. 209 p.

Redfield R. Tepoztlan, a Mexican village: a study in folk life. Chicago: University of Chicago Press, 1930. 247 p.

Wirth L. Urbanism as a way of life // American j. of sociology. 1938. V. 44. P. 1–24.

Поступила в редакцию 03.07.2018

Принята к публикации 20.07.2018

G.A. Pivovar¹, A.I. Alekseev²

RURAL-URBAN RELATIONSHIPS AT THE BORDER OF THE MOSCOW AGGLOMERATION

The article examines phenomena and processes characteristic of today's rural areas, which are under the influence of the Moscow agglomeration. As a theoretical basis for understanding, the idea of rural-urban continuum was adopted. The lists of key processes and relations, characteristic of rural-urban interactions (after K. Lynch), are supplemented. A typology of «rural worlds» is suggested; a group of «new villagers» – the indigenous urban dwellers who have chosen village as a space for their own life and activities – is identified.

Key words: transformation of the countryside, growing multistructurality, periphery of the Moscow agglomeration, post-Soviet village.

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

REFERENCES

Lynch K. Rural-urban interaction in the developing world. London–New York: Routledge, 2005. 209 p.

Mezhdu domom ... i domom. Vozvratnaya prostranstvennaya mobil'nost' naseleniya Rossii [Between home ... and home. Reversal spatial mobility of the population in Russia] / Ed. T.G. Nefedova, K.V. Averkieva, A.G. Mahrova: New chronograph, 2016. 504 p. (In Russian).

Nefedova T.G. Desyat' aktual'nyh voprosov o sel'skoj Rossii. Otveti geografa. [Ten topical questions about rural Russia. The answers of a geographer]. M.: Lenand, 2013. 456 p. (In Russian).

Paciorkovskii V.V. Sel'sko-gorodskaya Rossiya [Rural-urban Russia]. M.: ISEP RAS, 2010. 390 c. (In Russian).

Polyan P. Territorial'nye struktury – urbanizaciya – rasselenie: teoreticheskie podhody i metody izucheniya [Territorial structures – urbanization – settlement: theoretical approaches and methods of study]. M.: New Chronograph, 2014. 788 p. (In Russian).

Redfield R. Tepoztlan, a Mexican village: a study in folk life. Chicago: University of Chicago Press, 1930. 247 p.

Trejvish A.I. Sel'sko-gorodskoj kontinuum: regional'noe izmerenie [The rural-urban continuum: a regional dimension] // Problems of regional development in Russia. M.: Kodeks, 2016. P. 52–70 (In Russian).

Wirth L. Urbanism as a way of life // American j. of sociology. 1938. V. 44. P. 1–24.

Received 03.07.2018

Accepted 20.07.2018

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, post-graduate student; e-mail: pivovar.gal@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: alival@mail.ru

ЮБИЛЕИ

ТАТЬЯНА МИХАЙЛОВНА КРАСОВСКАЯ

10 декабря 2018 г. свой юбилей отмечает профессор кафедры физической географии мира и геоэкологии, доктор географических наук Татьяна Михайловна Красовская – признанный специалист в области физической географии, геоэкологии и природопользования, крупный эксперт по Северу России.

Т.М. Красовская закончила географический факультет МГУ в 1971 г., после окончания аспирантуры в 1979 г. успешно защитила кандидатскую диссертацию, посвященную антропогенным ландшафтам Индокитая. С 1978 г. ее пригласили на кафедру общей физической географии и палеогеографии, где она под руководством академика К.К. Маркова принимала участие в создании семитомной монографии «География Мирового океана», а также проводила исследования по определению биологической продуктивности материков и изучению физической географии Мирового океана. Т.М. Красовская стояла у истоков создания кафедры рационального природопользования. Она активно участвовала в подготовке первых учебных планов, паспорта специалиста и других документов для подготовки студентов по рациональному природопользованию на географическом факультете МГУ. В течение многих лет она руководила дальней практикой студентов кафедры на Кольском полуострове, программа которой была разработана ею, а также ознакомительными практиками студентов географов и экологов из Финляндии, ФРГ, Великобритании, США. Значителен вклад Татьяны Михайловны в разработку теоретических основ географического природопользования, эколого-экономические оценки природного капитала Севера России, системный анализ потоков вещества и энергии в геосистемах Севера России и многие другие направления.

В период работы в Лаборатории возобновляемых источников энергии Т.М. Красовская активно внедряла географический анализ в научные исследования лаборатории, провела оценку ветроэнергоресурсов Арктического побережья России, прибрежных пустынь Земного шара для выявления перспективных районов с целью получения пресной воды за счет конденсации (проект «Роса»).

Т.М. Красовская в 1985–1991 гг. руководила работой экспедиционной научно-исследовательской группы «Арктика» географического факультета МГУ, в 1990–1993 гг. являлась членом экологической комиссии Ассоциации полярников. Она принимала участие в разработке методики комплексного мониторинга изменений природной среды и экологической экспертизы в Арктике и Субарктике, принятой затем Арктическим Советом. На основании экспедиционного изучения и использования оригинальной оценочной методики были сделаны рекомендации по размещению станций фонового мониторинга в Арктике России, внедренные в практику. В 1995–1998 гг. она

являлась экспертом отдела Арктики и островных территорий Госкомсевера РФ. Татьяна Михайловна участвовала в подготовке правительственных документов по вопросам охраны окружающей среды в Арктике для международных организаций, документов по экологическим проблемам и коренным малочисленным народам Севера в Федеральном Собрании РФ. Т.М. Красовская руководила и принимала активное участие в реализации многочисленных научно-исследовательских программ и грантов по Арктике в рамках РФФИ, РГНФ, Research Support Scheme, AMAP и др., в экологических экспертизах крупных народохозяйственных проектов.

В область научных интересов Т.М. Красовской входит также проблематика культурных ландшафтов в контексте устойчивого развития территорий. Более 25 лет она является соруководителем междисциплинарного научного семинара «Культурный ландшафт» Комиссии культурной географии Русского географического общества.

В 2005 г. Т.М. Красовская успешно защитила диссертацию на соискание степени доктора географических наук по теме «Природа Севера России: социо-культурный и эколого-экономический анализ», в 2008 г. она опубликовала монографию «Природопользование Севера России».

С 2007 г. Т.М. Красовская работает на кафедре физической географии мира и геоэкологии. Татьяна Михайловна – вдумчивый педагог и блестящий лектор. Она разработала и в течение многих лет преподает основные курсы кафедры, а также курс «География» для студентов-биологов, проводит дальнейшие практики в России и за рубежом, руководит студентами, магистрантами, стажерами и аспирантами.

Профессор Т.М. Красовская опубликовала свыше 200 научных работ, в том числе 15 монографий, включая зарубежные (в соавторстве), учебные пособия и учебник «Введение в природопользование» (в соавторстве с М.В. Слипенчуком, 2016). Она имеет звание Почетного работника Высшей школы и образования России.

Т.М. Красовская неоднократно избиралась председателем Профкома географического факультета и на этом посту оказывала неоценимую помощь студентам и сотрудникам в решении многочисленных социальных проблем. Татьяну Михайловну отличает яркий талант исследователя и педагога, заинтересованность в работе, огромное трудолюбие. Она завоевала искреннее уважение и признание на факультете и кафедре.

Друзья и коллеги поздравляют Татьяну Михайловну с замечательным юбилеем и желают ей доброго здоровья, благополучия, новых творческих достижений и многих лет активной работы на географическом факультете.

Редколлегия журнала

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ В 2018 г.

Авторы	№	Стр.
Авессаломова И. А., Иванов А. Н., Савенко А. В. Водная миграция химических элементов в ландшафтах вулканических островов Центральных Курил (на примере о. Матуа)	1	73
Агибалов А. О., Сенцов А. А., Зайцев В. А. Отражение гранито-гнейсовых куполов Северного Приладожья в современном рельефе	5	72
Алабян А. М., Панченко Е. Д., Алексеева А. А. Особенности динамики вод в приливных устьях малых рек бассейна Белого моря	4	39
Бабурин В. Л., Гладкевич Г. И., Даньшин А. И., Савоскул М. С., Сафронов С. Г. Изменение функции места и территориальные конфликты (на примере Боровского района Калужской области)	6	72
Бакланов П. Я., Мошков А. В., Романов М. Т. Базисные структурные звенья в долгосрочном развитии транспортных систем Дальневосточного региона России ...	4	83
Баранская А. В., Романенко Ф. А., Арсланов Х. А., Петров А. Ю., Максимов Ф. Е., Пушина З. В., Тихонов А. Н., Демидов Н. Э. Верхнечетвертичные отложения Гыдана и арктических островов: реконструкция относительного уровня Карского моря за последние 50 тысяч лет	6	56
Безродных Ю. П., Янина Т. А., Сорокин В. М., Романюк Б. Ф. Строение осадочной толщи голоцена Северного Каспия как отражение изменений климата и уровня моря	5	52
Белова Е. Д. Территориальные различия в уровне развития киноиндустрии стран мира	1	57
Березкин М. Ю. География инвестиций в возобновляемую энергетику мира	4	68
Блинова Т. В., Былина С. Г., Русановский В. А. География молодежной безработицы в России	4	101
Бобылев С. Н., Тикунов В. С., Черешня О. Ю. Уровень развития цифровой экономики в регионах России	5	27
Богатырев Л. Г., Жилин Н. И., Самсонова В. П., Якушев Н. Л., Кириллова Н. П., Бенедиктова А. И., Земсков Ф. И., Карпухин М. М., Ладонин Д. В., Вартанов А. Н., Демин В. В. Многолетний мониторинг снежного покрова в условиях природных и урбанизированных ландшафтов Москвы и Подмосковья	2	85
Бодрова В. Н. Картографирование лесистости острова Сарпинский Волгоградской области	3	47
Васильев А. П. Пространственные закономерности эволюции административно-территориального деления Пруссии в XIX–XX веках	2	60
Васильева О. Е., Удовенко В. С. Социально-географический анализ сельских поселений на основе данных социальной сети «ВКонтакте»	6	26
Васильчук Ю. К., Чижова Ю. Н., Буданцева Н. А., Васильчук А. К., Облогов Г. Е. Изотопный состав снежников и ледников Полярного Урала	1	81
Вахнина И. Л., Обязов В. А., Замана Л. В. Динамика увлажнения в степной зоне юго-восточного Забайкалья с начала XIX столетия по кернам сосны обыкновенной	2	28
Виноградова В. В. Изменение природно-климатической дискомфортности в XX–XXI веках на территории России	3	30

Авторы	№	Стр.
Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Смирнова М.А. Углеводородное состояние почв в ландшафтах: генезис, типизация	6	3
Гладенкова Т.А. География мировой торговли парфюмерно-косметической продукцией в конце XX – начале XXI века	2	34
Гладкий А.С. Оценка соответствия метрополитенских ареалов в Бразилии критериям трудовых взаимосвязей	2	78
Даньшин А.И. Экспортный потенциал агропромышленного комплекса Сибири и Дальнего Востока России	4	109
Демидов А.Н., Колтовская Е.В., Куликов М.Е. Многолетние изменения термохалинных характеристик Балтийского моря	4	49
Ермолаева П.О., Кузнецова И.Б. Общественные оценки социально-экономических последствий изменения климата по материалам Республики Татарстан ...	1	33
Зырянов А.И. Дробное районирование и площадное развитие туризма	5	44
Илларионова О.А., Климанова О.А. Трансформация «зеленой» инфраструктуры в крупных городах Южной Америки	3	23
Казанцева Л.А., Сиппель А.Е. Экологическая и пожарная опасность полигона твердых бытовых отходов Сорокинского района Тюменской области	5	22
Казьмин М.А., Карпачевский А.М. Трансформация землепользования на Сатинском учебно-научном полигоне за 40 лет (1977–2017 гг.)	5	81
Касимов Н.С., Власов Д.В. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах российских городов (по данным ежегодных докладов Росгидромета)	3	14
Киреева М.Б., Илич В.П., Гончаров А.В., Богачев А.Н., Фролова Н.Л., Пахомова О.М., Соловьева В.В. Влияние маловодья 2007–2015 гг. в бассейне р. Дон на состояние водных экосистем	5	3
Ковач Р.Г., Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Белик А.Д. Динамика углеводородных газов в почвах: новый подход к изучению и индикационный потенциал	3	40
Кондрин А.Т., Кораблина А.Д., Архипкин В.С. Результаты численного моделирования штормовых нагонов в Белом море	2	43
Коротаев В.Н., Чернов А.Ю. Формирование пойм в низовьях крупных равнинных рек в условиях колебаний базиса эрозии	4	29
Косицкий А.Г., Лукьянова А.Н. Подземные водосборы малых водотоков Сатинского полигона (их размер и влияние на химический состав воды)	5	96
Кошелева Н.Е., Дорохова М.Ф., Кузьминская Н.Ю., Рыжов А.В., Касимов Н.С. Влияние автотранспорта на экологическое состояние почв в Западном административном округе Москвы	2	16
Кузнецова О.В. Бюджетные возможности городов-миллионников в России как фактор их социально-экономического развития	4	75
Куксина Л.В. Сезонная изменчивость расхода и мутности воды на реках Камчатского края	4	57

Авторы	№	Стр.
Курбанов Р.Н., Янина Т.А., Мюррей Э.С., Борисова О.К. Гирканский этап в позднелейстоценовой истории Маньчжурской депрессии	3	77
Лазаренко В.А. Корпоративная социальная ответственность крупного бизнеса в России	1	66
Леонова Н.Б., Микляева И.М., Рябова Н.В., Малхазова С.М. Современное состояние и перспективы использования целебных ресурсов Камчатки	6	10
Лозбенев Н.И., Козлов Д.Н. Роль природных факторов в формировании структуры землепользования Вороно-Цнинского междуречья за последние 300 лет	4	12
Люри Д.И., Некрич А.С., Карелин Д.В. Изменение пахотных площадей в России в 1990–2015 гг. и почвенная эмиссия диоксида углерода	3	70
Магрицкий Д.В., Евстигнеев В.М., Юмина М.Н., Торопов П.А., Кенжебаева А.Ж., Ермакова Г.С. Изменения стока в бассейне р. Урал	1	90
Мамаева Е.В., Губарев П.С., Горшков А.Г., Павлова О.Н., Сусллова М.Ю., Изосимова О.Н., Ходжер Т.В., Земская Т.И. Деградация нефти бактериями, выделенными из донных осадков Карского моря и озера Байкал	6	18
Микляева И.М., Кадетов Н.Г., Сусллова Е.Г., Вахнина О.В. Многолетняя динамика растительного покрова полигона Сатинской учебно-научной станции	5	88
Мухаметов С.С., Кондратьев С.И. Экстремальные значения гидрохимических параметров в водах Балаклавской бухты в феврале 2015 г.	5	14
Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Сомов В.В., Митрофанова Е.С., Кукушкин С.Ю. Влияние разработки Сибайского месторождения (Южный Урал) на трансформацию потока металлов в подчиненных ландшафтах	1	14
Пилька М.Э., Слука Н.А., Ткаченко Т.Х., Цаликова Е.Р. Крупнейшие транснациональные корпорации в глобальных городах США: центр периферические диспаритеты	6	83
Попова В.В., Мацковский В.В., Михайлов А.Ю. Современные изменения климата суши внетропической зоны Северного полушария	1	3
Путилова Е.С. Влияние деиндустриализации на социальную структуру населения и человеческий капитал старопромышленных городов Уральского экономического района	6	94
Путилова Е.С. Географические особенности деиндустриализации США во второй половине XX века	1	102
Романова Э.П., Красовская Т.М., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А. Развитие научных идей А.М. Рябчикова в современных исследованиях школы физико-географических и ландшафтно-геоэкологических исследований мира	4	4
Савенко А.В. Типы распределения растворенных форм химических элементов в устьевых областях рек	2	53
Самонова О.А., Асеева Е.Н., Касимов Н.С. Распределение металлов по гранулометрическим фракциям почв балочной системы (юго-восточная часть Смоленско-Московской возвышенности)	6	34
Семиколенных Д.В., Арсланов Х.А., Игнатов Е.И., Лукша В.Л. Эволюция природной среды района Керченского пролива в последние 25 тысяч лет	3	55
Серга Э.Н. Особенности распределения однородных зон в полях гидрометеорологических характеристик над Северотихоокеанским регионом в холодный период года	1	49

Авторы	№	Стр.
Сидорчук А. Ю. Намытые почвы и эмиссия углекислого газа в бассейне р. Дон	4	21
Табелинова А. С. Геоэкологические процессы на территории северо-восточного Прикаспия (Атырауская и Мангыстауская области Казахстана)	1	25
Тархов С. А. Транспортная освоенность территории	2	3
Ткаченко А. А. Ключевые понятия теории расселения: попытка переосмысления	2	10
Торопов П. А., Алешина М. А., Семенов В. А. Тенденции изменений климата Черноморско-Каспийского региона за последние 30 лет	2	67
Халыков Е. Е. Применение методик лазерного сканирования и геоинформационных систем при изучении овражной эрозии (Казахстан)	5	36
Хорошев А. В., Ткач К. А., Муртазина Д. У. Влияние ландшафтных условий на урожайность зерновых культур в степной зоне Северного Казахстана	3	62
Чалов Р. С. Временная трансформация морфодинамических типов русел больших равнинных рек	3	3
Шартова Н. В., Шапошников Д. А., Константинов П. И., Ревич Б. А. Биоклиматический подход к оценке смертности населения во время аномальной жары на примере юга России	6	47
Яблоков В. М. Геоинформационный анализ структуры и динамики природно-экологического каркаса Москвы на основе открытых геоданных	1	42
<i>Краткие сообщения</i>		
Алексеев А. И., Воробьев Н. И. Сколько сельских жителей в России зимой? ...	5	104
Белова Е. Д. Кинематографический туризм в России	3	96
Горохова Е. В. Влияние Олимпийских зимних игр (2002, 2006, 2010 и 2014 гг.) на развитие спорта в мире	2	97
Каширина Е. С., Голубева Е. И. Ландшафтная репрезентативность особо охраняемых природных территорий Севастополя	1	102
Пивовар Г. А., Алексеев А. И. Сельско-городские взаимосвязи на границе с Московской агломерацией	6	100
Пивовар Г. А., Алексеев А. И., Гавриленко А. С., Гусаков Т. Ю., Дельва К. И., Корюхин Д. М. Рост полифункциональности сельской местности: пример района на границе Московской агломерации	2	102
Тикунов В. С., Белозеров В. С., Антипов С. О., Супрунчук И. П. Социальные медиа как инструмент анализа посещаемости туристических предпочтений (на примере Ставропольского края)	3	89
<i>Юбилеи</i>		
Столетие Александра Максимовича Рябчикова	4	3
80-летие Евгения Ивановича Игнатова	1	112
80-летие Вячеслава Николаевича Конищева	2	105

Авторы	№	Стр.
95-летие Юрия Гавриловича Симонова	2	105
75-летие Александра Алексеевича Соловьева	4	110
60-летие Сергея Анатольевича Добролюбова	5	108
Юбилей Елены Ивановны Поляковой	2	105
Юбилей Светланы Михайловны Малхазовой	4	109
Юбилей Татьяны Михайловны Красовской	6	104
<i>Хроника</i>		
В диссертационных советах географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в 2018 г.	4	111
<i>Указатель статей и материалов, опубликованных в журнале в 2018 г.</i>	6	105

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 5. ГЕОГРАФИЯ»

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. К публикации также принимаются краткие сообщения (объем до 5 стр. или 9–10 тыс. знаков с пробелами, до 2 рисунков и до 10 позиций в списке литературы), информация о научных конференциях и событиях, рецензии на книги. 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.

Комплектность. Представленные в редакцию материалы должны включать направление с места работы (учебы) автора; текст статьи, подписанный всеми авторами; аннотацию статьи и ключевые слова на русском и английском языках; таблицы, рисунки и подписи к ним. Материалы (за исключением направления) представляются в распечатанном виде в двух экземплярах и в электронном виде.

Структура и оформление статьи. На первой странице статьи необходимо указать УДК (печатается над заголовком статьи слева), инициалы и фамилию автора, название статьи. Внизу страницы в виде цифровых сносок для каждого автора указываются место работы, должность, ученая степень, адрес электронной почты. Информация о выполнении работы в рамках программы (проекта), о ее финансовой поддержке указывается в конце статьи. Изложение должно быть ясным, лаконичным и последовательным. Статья должна быть структурирована и включать рубрики: введение; материалы и методы исследований; результаты исследований и их обсуждение; выводы; список литературы.

Текст набирается шрифтом Times New Roman 14 кеглем через 1,5 интервала, с отступом абзацев 1,25 см. Страницы А4 имеют верхнее и нижнее поля 2 см, 2,5 см слева и 1,5 см справа; с нумерацией сверху страницы. Объем статьи не должен превышать 14–16 страниц (включая список литературы и таблицы) и не более 3–4 рисунков. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

Нумерация формул (сплошная по всей статье) указывается в скобках цифрами (1, 2 и т. д.) с правой стороны. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Список литературы приводится в конце статьи: сначала в соответствии с русским алфавитом, затем – с английским, по тексту статьи даются ссылки в квадратных скобках [Иванов, 1985]. Библиографическое описание дается в следующем порядке: фамилии и инициалы авторов, полное название монографии, место издания, издательство, год издания, страницы; для периодических изданий – фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год выпуска, том, номера страниц. Для списка References (рекомендуем пользоваться ресурсом <http://www.translit.ru>) для русскоязычных позиций сделать транслитерацию ФИО авторов и названия работы; в квадратных скобках дать перевод названия на английский язык, транслитерацию выходных данных, в скобках (in Russian). Ссылки на иностранных языках остаются в оригинальном варианте. Пример оформления первой страницы и списка литературы см. на сайте журнала.

Таблицы печатаются на отдельной странице каждая, кегль 14, через 1,5 интервала. Нумеруются по порядку упоминания их в тексте арабскими цифрами. После номера должно следовать название таблицы. Все графы в таблицах должны иметь заголовки и быть разделены вертикальными линиями.

Все рисунки необходимо присылать в формате JPEG, отдельным файлом. На иллюстрациях следует избегать лишних деталей и надписей (надписи рекомендуется заменять цифрами или буквами, разъяснение которых дается в подрисуночных подписях или в тексте). Линии на рисунках должны быть четкими (5–6 рix). Ширина рисунков не должна превышать 180 мм, высота – 240 мм. Шрифт буквенных и цифровых обозначений на рисунке Times New Roman (9–10-й кегль). Рисунки должны быть черно-белыми, рекомендуется применять разные типы штриховки (с размером шага, позволяющим дальнейшее уменьшение). Фото должны быть черно-белыми, контрастными.

Возможна публикация цветных рисунков в online версии журнала. При этом они должны хорошо читаться и при черно-белой печати в «бумажной» версии.

Подрисуночные подписи представляются на отдельной странице, кегль 14, через 1,5 интервала.

Статьи принимаются на географическом факультете в редакции, через сайт журнала и по электронной почте.

Редакция: комната 2108а, тел. +7(495)-939-29-23. Сайт журнала <http://geogrmsu.elpub.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. ДОБРЮЛОВ, доктор географических наук, профессор, член-корреспондент РАН (главный редактор)
В.С. ТИКУНОВ, доктор географических наук, профессор (зам. главного редактора)
Т.А. ЯНИНА, доктор 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)
В.Н. КОНИЩЕВ, доктор географических наук, профессор
С.Б. КРООНЕНБЕРГ, профессор (Технологический университет г. Делфт, Нидерланды)
С.М. МАЛХАЗОВА, доктор географических наук, профессор
Г. МОУРИ, профессор (Университет г. Токио, Япония)
П.Е. ТАРАСОВ, доктор наук, профессор (Берлинский Свободный университет, Германия)
В.Е. ШУВАЛОВ, кандидат географических наук, доцент
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*)
T.A. YANINA, doctor of science (*Secretary-General*)
A.I. ALEKSEEV, doctor of science, professor
S.I. BOLYSOV, doctor of science, professor
K.N. D'YAKONOV, doctor of science, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, professor
A.N. GENNADIYEV, doctor of science, professor
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. KONECNY, professor (Masaryk University, Faculty of Science, Czech Republic)
V.N. KONISHCHEV, doctor of science, professor
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)
V.E. SHUVALOV, candidate of science, associate professor
P.E. TARASOV, professor (Free Berlin University, Germany)
V.V. YANKO-KHOMBACH, doctor of science, professor (Avalon Institute of Applied Sciences, Winnipeg, Canada)
S.S. ZILITINKEVICH, doctor of science, professor (Finnish Meteorological Institute, Finland)
O.G. ZOLINA, professor (Fourier University, Grenoble, France)

Номер подготовили члены редколлегии

А.Н. ГЕННАДИЕВ, А.И. АЛЕКСЕЕВ

Редактор **Е.В. Достовалова**

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 Сут. Бумага офсет. № 1. Офсетная печать. Усл. печ. л. 14,0
Уч.-изд. л. 00,0. Тираж экз. Изд. № 00000. Заказ №

Типография МГУ.
119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 15.