

СОДЕРЖАНИЕ

Методы географических исследований

- Смирнова М.А., Геннадиев А.Н. Количественная оценка почвенного разнообразия: теория и методы исследования 3
- Кислов А.В., Варенцов М.И., Горлач И.А., Алексеева Л.И. «Остров тепла» московской агломерации и урбанистическое усиление глобального потепления 12
- Смирнягин Л.В.**, Щепинова А.М. Картографирование социально-экономических объектов способом секторно-лучевых диаграмм со средним значением 20

География и экология

- Дикарева Т.В., Малхазова С.М., Румянцев В.Ю., Солдатов М.С. Эколого-географический анализ распространения ядовитых растений в России 29

Региональные исследования

- Зубаревич Н.В. Трансформация рынков труда российских моногородов 38
- Фалина А.С., Сарафанов А.А., Добролюбов С.А., Запотьлько В.С., Гладышев С.В. Конвекция и стратификация вод на севере Атлантического океана по данным измерений зимой 2013/14 гг. 45
- Иванова Е.С., Харанжевская Ю.А., Миронов А.А. Латеральное распределение и миграция химических элементов в водах болот бассейнов рек Бакчар и Икса (Западная Сибирь) 55
- Матасов В.М. Внутриландшафтная динамика использования земель Мещерской низменности за последние 250 лет 65
- Абилов А.Ж., Кусаинова Г.К., Махрова А.Г. Социологические исследования при анализе формирования городских агломераций Казахстана (на примере Астаны) 75

Проблемы географического образования

- Дохов Р.А. Высшее географическое образование в США: организационная и пространственная структура 84

Краткие сообщения

- Потапова А.А. Географические особенности современной внешней миграции населения в Испании 94

Юбилей

- Елены Валентиновны Милановой 100

Потери науки

- Памяти Василия Алексеевича Есакова 102

Хроника

- Диссертационные советы географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова за 2016 г. 103

C O N T E N T S

Methods of geographical studies

Smirnova M.A., Gennadiyev A.N. Quantitative assessment of soil diversity: theory and methods of study.....	3
Kislov A.V., Varentsov M.I., Gorlach I.A., Alekseeva L.I. «Heat island» of the Moscow agglomeration and the urban-induced amplification of global warming.....	12
<u>Smirnyagin L.V.</u> , Shchepinova A.M. Mapping of socio-economic objects by means of polar area diagrams with average values.....	20

Geography and ecology

Dikareva T.V., Malkhasova S.M., Rumiantsev V.Yu., Soldatov M.S. Ecological-geographical analysis of the poisonous plants distribution in Russia....	29
---	----

Regional studies

Zubarevich N.V. Transformation of labor markets in Russia's single-industry cities	38
Falina A.S., Sarafanov A.A., Dobrolyubov S.A., Zapotylko V.S., Gladyshev S.V. Water convection and stratification in the Northern Atlantic data of in situ measurements in winter 2013/14).....	45
Ivanova E.S., Kharanzhevskaya Yu.A., Mironov A.A. Lateral distribution and migration of chemical elements in swamp waters within the Bakchar and Iksa river basins (Western Siberia).....	55
Matasov V.M. Intralandscape dynamics of land use within the Meshchera lowland over the past 250 years.....	65
Abilov A.Zh., Kusainova G.K., Makhrova A.G. Sociological studies for the analysis of formation of the metropolitan agglomerations in Kazakhstan (case study of the Astana city).....	75

Problems of geographical education

Dokhov R.A. Higher geographical education in the USA: organization and spatial structure.....	84
---	----

Short communications

Potapova A.A. Geographical features of the present-day external migration of population in Spain.....	94
---	----

Jubilee

Jubilee of Elena Valentinovna Milanova.....	100
---	-----

Losses of science

In memory of Vasily Alekseevich Esakov.....	102
---	-----

Chronicle

Dissertation councils of the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, in 2016.....	103
--	-----

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 631.4

М.А. Смирнова¹, А.Н. Геннадиев²КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО РАЗНООБРАЗИЯ:
ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изложены содержание и особенности существующих подходов к изучению и количественной оценке разнообразия почв: а) учения о структурах почвенного покрова; б) принципов и методов геостатистики; в) понятийного и методического арсенала концепции педоразнообразия. Приведены примеры использования и интерпретации полученных разными методами данных. Количественные параметры, учитываемые в учении о структурах почвенного покрова, имеют целью характеристику его генезиса и оценку степени взаимосвязи между его компонентами; задачи геостатистики концентрируются на пространственном изменении свойств почв; концепции педоразнообразия акцентируют внимание на информативном качестве почвенного покрова, определяемого количеством почвенных таксонов на определенной территории и их взаимным расположением. Оценка таксономического разнообразия и разнообразия свойств почв (функционального разнообразия) является взаимодополняющей и связана с дискретно-континуальным характером почвенного покрова.

Ключевые слова: структура почвенного покрова, геостатистика, педоразнообразие, охрана почв.

Введение. Разнообразие почв является их фундаментальным свойством, отражающим не только особенности строения и состояние почвенного покрова, но и характер ландшафта в целом. Следует отметить, что в самой физической географии уже в течение нескольких десятилетий разрабатываются собственные теоретические подходы и методы измерения разнообразия ландшафта, учитывающие иерархические уровни организации пространства и апробируемые как при наземных, так и при дистанционных исследованиях ландшафтного покрова [Пузаченко с соавт., 2002].

Разнообразие почв выступает также одним из факторов, определяющим направленность хозяйственного использования земель. Чем однороднее в почвенном отношении участок, тем легче он подвергается сельскохозяйственному освоению, поскольку в его пределах возможно применение единой системы обработки. В свою очередь, участки с высоким почвенным разнообразием требуют более дифференцированного подхода при освоении и больших материальных затрат. Кроме того, некоторые территории, характеризующиеся ярко выраженным разнообразием почв, в силу своей уникальности и соответствующего почвенному высокому биоразнообразию, должны находиться под особой охраной. Поэтому изучение почвенного разнообразия и разработка подходов к его оценке представляются весьма актуальными.

Представления о разнообразии компонентов почвенного покрова, а также основные его характеристики, были предложены еще основателями генетического почвоведения, однако внедрение ко-

личественных методов в описание почвенного разнообразия произошло относительно недавно. Значительный вклад в разработку количественных характеристик структур почвенного покрова, внес В.М. Фридланд [1967, 1972]. В своих работах он заложил основы теоретических и методологических подходов к оценке неоднородности почвенного покрова; многие его идеи нашли свое продолжение в работах соотечественников, некоторые положения получили развитие за рубежом, но заметная часть предложений Фридланда осталась слабо разработанной.

Независимо от идей В.М. Фридланда, активное внедрение геостатистических методов в географогенетическое почвоведение позволило обобщить большое количество численных данных о почвенном покрове, о неоднородности его строения. Применение теории информации в исследованиях почвенного покрова позволило Х.Х. Ибаньесу [1990] обосновать концепцию педоразнообразия (pedodiversity), предложить понятийный и методологический аппараты количественной оценки пространственного разнообразия почв. Несмотря на то, что обозначенные подходы – учение о структурах почвенного покрова, методы геостатистики и концепции педоразнообразия – применяются для описания одного и того же объекта (почвенного покрова), они характеризуют его с разных сторон: географии почв, статистики и теории информации. Целью настоящей работы является обзор существующих представлений о количественной оценке разнообразия компонентов почвенного покрова, анализ результатов и выявление проблем применения их на практике.

¹ 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

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

Теоретические подходы и методы исследования. Учение о структурах почвенного покрова. Целью учения о структурах почвенного покрова (СПП) является анализ пространственной взаимобусловленности почв. Количественная характеристика компонентов почвенного покрова, согласно В.М. Фридланду [1972], должна проводиться на уровнях элементарных почвенных ареалов (ЭПА) и почвенных комбинаций. В табл. 1 и 2 представлен набор основных количественных критериев, предложенных В.М. Фридландом и некоторыми его последователями. Отметим, что термин «разнообразия» по отношению к почвенному покрову В.М. Фридландом использован не был. Вместе с тем, мы считаем, что такие свойства почвенного покрова как «сложность», «контрастность» и «неоднородность» в полной мере относятся к характеристикам разнообразия почв и могут выступать в качестве критериев его оценки. Понятие «почвенное разнообразие» в отечественной литературе было сформулировано значительно позже Е.Д. Никитиным с соавт. [1999] – главным образом, в связи с задачами сохранения почв (то есть охраны почвенных таксонов разных уровней и структур почвенного покрова в целом). Однако методических подходов к оценке педоразнообразия в этой работе сформулировано не было.

В работах Фридланда количественные характеристики ЭПА касаются в основном их геометрии и положения в пределах почвенных комбинаций; для

дырчатых ЭПА отдельно приводятся данные о размерах, формах, изрезанности внутренних и внешних границ. В случае почвенных комбинаций предлагается провести оценку уровня их сложности, контрастности и неоднородности. Подходы к определению последних двух показателей не являются строго формализованными и основаны на экспертном ранжировании почв (присвоении баллов почвам согласно их предполагаемой генетической сложности, уровню смытости и т. д.). Общая контрастность почвенного покрова определяется суммированием значенных коэффициентов контрастности по каждому из выбранных свойств; при этом предполагается, что различные свойства почв имеют равный вес.

Использование приведенных в табл. 1 и 2 индексов позволяет выявить и количественно подтвердить важные для географии почв закономерности. Например, В.М. Фридландом [1967] для западной части СССР было показано, что наиболее благоприятные условия формирования контрастного почвенного покрова наблюдаются в зонах, где баланс осадков и испаряемости отчетливо, но не очень сильно, сдвигается в сторону преобладания осадков (в подзону дерново-подзолистых почв), или испаряемости (подзону черноземов южных, обыкновенных и темно-каштановых почв). Вместе с тем, почвенный покров этих подзон характеризуется малыми значениями показателя сложности – в условиях относительно сбалансированного соотношения осадков и испаряемости,

Таблица 1

Количественные показатели характеристики ЭПА

Свойство	Количественный показатель
Геометрия	Среднее, минимальное, максимальное значение площади/длины контура
	$ДПК = \frac{\sum_{i=1}^k P_i - P}{kP}$ <p>ДПК – степень дифференциации величины почвенных контуров; P_i – площадь ЭПА или контура; P – средняя площадь ЭПА (или контуров); k – число ЭПА (или контуров)</p> $k = \frac{L1}{L2}$ <p>$L1$ – длина по наибольшей оси ЭПА; $L2$ – длина по наименьшей оси ЭПА. Выделяются изоморфные ($k < 2$); вытянутые ($2 < k < 4$) и линейные ($k > 4$) ЭПА</p> $КР = \frac{S}{3,54\sqrt{A}}$ <p>КР – коэффициент расчленения; S – длина границы (периметр) ЭПА; A – площадь ЭПА. Выделяются нерасчлененные ($КР < 2$), слаборасчлененные ($4 > КР > 2$), среднерасчлененные ($6 > КР > 4$) и сильнорасчлененные ($КР > 6$).</p>
Место в почвенных комбинациях	Показатель характера границ (ПГХ), выражаемый процентами длины границ ареалов, приходящимися на резкие, ясные и постепенные границы; Резкие границы – точность проведения на карте определяется точностью перенесения на карту линии, выраженной на местности; ясные – точность проведения на карте определяется точностью перенесения природы на карту, и необходимостью установления этой линии в натуре; постепенные – переходные полосы, в которых свойства почв изменяются постепенно и граница устанавливается внутри полосы произвольно.
	Показатель смежности (ПС) выражается процентами от длины границы ЭПА, приходящиеся на классификационные группы почв, образующие соседние ЭПА.

Таблица 2

Количественные показатели характеристики почвенных комбинаций

Свойство	Количественный показатель
Сложность	Количество ареалов и их процентное соотношение в пределах участка
	$ИД = \frac{k}{\sum_{i=1}^k P_i}$
	ИД – индекс дробности; k – число контуров, P_i – площадь контуров
	$КС = \frac{\overline{KP}(A - S_{max})}{\bar{S} \cdot A}$
Контрастность	КС – коэффициент сложности; \bar{S} – средняя величина ареала, на участке, S_{max} – площадь наиболее крупного ареала на участке; A – площадь участка
	$SD = \frac{100 \cdot n}{S}$
Неоднородность	SD – индекс плотности (по П.В. Красильникову с соавт., 2000); n – число контуров; S – площадь участка
	$K = \frac{ax + by + cz \dots}{20}$
Контрастность	K – коэффициент контрастности по определенному свойству, по Ю.К. Юодису, 1967; a, b, c и т. д. – площади почв, выраженные в процентах, от общей площади территории, x, y, z – степени контрастности соответствующих почв по отношению к доминирующей почве, определенные экспертным путем;
	$КГ_{cp} \text{ (или } KM_{cp} \text{ или } KC_{cp}) = \frac{\sum_{i=1}^k K_i L_i}{100}$
Неоднородность	$КГ_{cp}$ – коэффициент генетической (KM_{cp} – механической, KC_{cp} – по смытости) контрастности (по Я.М. Годельману (1969)); K_i – градации контрастности, определенные экспертным путем, L_i – протяженность границ, разделяющих почвы с соответствующими градациями контрастности K_i , выраженная в процентах от общей протяженности границ всех ареалов изучаемой территории. Среднее значение разницы между бонитетными показателями почв, входящих в рассматриваемые почвенные комбинации [Фридрих, 1967]
	Показатель позиционной неоднородности – число ареалов, с которым граничит каждый из изучаемых ареалов почв; Индекс неоднородности, определяемый перемножением коэффициента контрастности на коэффициент сложности

перераспределение влаги не оказывает на процессы почвообразования сильного влияния.

При изучении СПП на региональном уровне показано, что литолого-геоморфологический фактор играет более важную роль в формировании контрастного почвенного покрова, чем климатический фактор. Так, для района валдайского оледенения Р.А. Сталбовым с соавт. [1979] было показано, что контрастность почвенного покрова минимальна в условиях озерно-ледникового рельефа, максимальна – конечно-моренного.

Определение индексов контрастности имеет важное практическое значение; количественные параметры СПП служат объективными показателями для проведения сельскохозяйственного районирования территорий, в том числе анализа размещения различных сельхозугодий, характера и объема мелиоративных мероприятий, а также определения масштаба почвенной съемки и количества точек опробования [Юодис, 1967; Годельман с соавт., 1975; Годельман, 1977].

Несмотря на то, что учение о СПП широко известно и описание СПП является общепринятым при

характеристике почвенного покрова, количественные показатели в этих работах используются довольно редко. Для иллюстрации этого заключения нами были проанализированы все статьи из журнала «Почвоведение» за 1965–2014 гг., имеющие в своем названии словосочетания «структура/структуры/структуре почвенного покрова» и «почвенный покров». Оказалось, что только в 26 работах из 77 используются количественные показатели при описании почвенного покрова; при этом в 15 работах авторы ограничиваются лишь показателем процентного соотношения площадей почвенных ареалов и их количеством; в оставшихся 11 работах, помимо процентного соотношения и количества ареалов, приводились данные о коэффициенте расчленения, показателе характера границ, сложности, контрастности и неоднородности почвенного покрова. Использование всего набора показателей не приводится ни в одной из работ.

Причинами редкого использования количественных показателей при изучении СПП может являться не только слабая разработанность и отсутствие строго формализованных подходов к определению

некоторых из них (контрастности, неоднородности), но и сама «идеология» учения о СПП. Учение о СПП ставит своей целью выявление генезиса и взаимобусловленности компонентов почвенного покрова, а не выраженность строения почвенного покрова в определенном наборе цифр; поэтому словесное описание почвенного покрова часто негласно признается более информативным, чем численное.

Геостатистика. Геостатистика, в отличие от теории СПП и обсуждаемой ниже концепции педоразнообразия, представляет собой полностью формализованный подход к описанию пространственной организации почвенного покрова, строго опирающийся на методы математической статистики. Целью геостатистики в почвенных исследованиях является описание функционального разнообразия компонентов почвенного покрова (то есть описание непрерывно изменяющихся свойств почв, например, кислотности и т. д.). Основное положение геостатистики заключается в том, что чем ближе между собой в пространстве расположены объекты (почвы), тем более тесная связь существует между ними, между их свойствами. Различия между всей существующей гаммой геостатистических подходов заключается лишь в том, каким методом проводится интерполяция данных [Lark, 2012; Chiles, Delfiner, 2012]. В настоящее время, крикинг является наиболее используемым методом для решения почвенных задач; он включает в себя построение семивариограммы выбранного свойства почвы (то есть графика, отражающего пространственную зависимость изменения свойства) и интерполяцию данных [Stein, 2012; Lark, 2012].

Использование геостатистических методов при проведении почвенно-географических исследований в настоящее время является повсеместным. В большинстве случаев, геостатистику используют для построения карт отдельных свойств почв [Lark, 2012; Macinnis-Ng et al., 2016; Pinto et al., 2014], реже – для определения характерных расстояний изменения параметров почвенного покрова [Сидорова, Красильников, 2007; Brus, De Gruijter, 1994]. Последнее, на наш взгляд, является наиболее перспективным и интересным направлением применения геостатистических методов для выявления особенностей пространственного изменения свойств почвенного покрова. Так, В.А. Сидоровой и П.В. Красильниковым [2007] было установлено, что для поверхностных горизонтов почв степной зоны варьирование содержания илистой фракции, физической глины и общего азота практически не наблюдается на расстояниях менее 150 м; кроме того, была статистически доказана связь между мощностью гумусового горизонта и радиусом крон деревьев [Liski, 1995], продолжительностью почвообразования [Благовещенский, Самсонова, 2001].

Несмотря на широкое применение геостатистики в почвоведении, исследователи часто высказывают определенный скептицизм при анализе результатов оценки изменения свойств почв в пространстве этими методами [Lark, 2012; Minasny

et al., 2011]. Во многом это связано с объектом изучения – почвенным покровом. Являясь результатом сочетания целого ряда факторов (одним из которых выступают геологические объекты), по-разному меняющихся во времени и пространстве, почвенный покров представляет собой оболочку более пространственно неоднородную, чем геологическая, для которой первоначально и были разработаны геостатистические методы. Тем не менее, перспективность геостатистических подходов для выявления пространственных особенностей почвенного покрова и необходимость их дальнейшей разработки применительно к почвам не вызывает сомнений.

Педоразнообразие. Концепция педоразнообразия (pedodiversity) изложена в работах испанского почвоведов Х.Х. Ибаньеса (J.J. Ibanez) и методологически основана на подходах, применяемых при оценке биоразнообразия. Определение педоразнообразия сводится к характеристике [Ibanez et al., 2013]: 1 – числа различных почвенных групп на исследуемой территории; 2 – параметров, характеризующих их пространственное распределение. В качестве количественных критериев оценки почвенного разнообразия предлагается [Ibanez et al., 1995, 2013] использование (табл. 3) индексов богатства (S), разнообразия Шеннона (SHDI или H') и нормированного индекса Шеннона (SHEI); и, если первый индекс характеризует число различных почвенных групп на исследуемой территории, то два других – равномерность распределения почв в пространстве (SHDI; SHEI) и наличие почвенного доминанта в пределах исследуемой территории (SHEI).

Для оценки педоразнообразия могут быть использованы и другие индексы. Выбор вышеуказанных трех обосновывается Х.Х. Ибаньесом с соавт. [Ibanez et al., 2013] тем, что, с одной стороны, они являются общепринятыми и широко используемыми, с другой – характеризуют ключевые особенности почвенного покрова, однако методологически эти индексы не являются более корректными или правильными для оценки разнообразия в сравнении с другим, представленными в табл. 3. Основные различия между указанными индексами заключаются лишь в том, какой вес придается количеству объектов, а какой – особенностям пространственного размещения. Именно поэтому указанные индексы характеризуются высокой степенью корреляции по отношению друг к другу [Caniego et al., 2007; Ibanez et al., 2013].

Работы по количественной оценке педоразнообразия в различных регионах мира относительно немногочисленны: проведены оценки почвенного разнообразия мира в целом [Caniego et al., 2007; Minasny et al., 2010], регионов Испании [Ibanez et al., 1990; Saldana, Ibanez, 2004; Lo Papa et al., 2011], России [Алябина, 1996], США [Amundson, Guo, 2003; Guo et al., 2003; Phillips, Marion, 2005], Ирана [Toomanian et al., 2006, 2010; Kooch et al., 2015], Италии [Costantini, L'Abate, 2016], Мексики [Krasilnikov et al., 2009], Китая [Xuelei 2013], ЮАР и Намибии [Petersen, 2010]. Большая часть исследований по-

Таблица 3

Индексы разнообразия (по Алябина, 2004; Рикотта, 2005; Ибаньес с соавт., 2013)

Индекс	Формула расчета	Примечания
Богатства	S	S – количество почвенных групп на исследуемой территории.
Разнообразия Шеннона	$SHDI = -\sum_{i=1}^n p_i \cdot \ln p_i$	p_i – часть исследуемого участка, занятая почвенной группой i и выраженная в долях от единицы; n – количество почвенных групп на исследуемой территории.
Нормированный Шеннона	$SHEI = \frac{-\sum_{i=1}^n p_i \cdot \ln p_i}{\ln n}$	
Джини–Симпсона	$G = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$	
Видового богатства Маргалефа	$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$	S – число выявленных групп почв на исследуемой территории, N – общее число ареалов всех групп почв S на исследуемой территории.
Видового богатства Менхиника	$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$	
Бриллуэна	$HB = \frac{\ln N! - \sum_{i=1}^n \ln n_i}{N}$	n_i – количество ареалов почв i -ой группы почв; N – общее количество ареалов всех групп почв.
Макинтоша	$D = \frac{N - \sqrt{\sum_{i=1}^n n_i^2}}{N - \sqrt{N}}$	
Симпсона	$D = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right)$	
Бергера–Паркера	$d = \frac{N_{\max}}{N}$	N_{\max} – число ареалов почв самой обильной группы; N – общее количество ареалов всех групп почв.
Латеральной дифференциации	$ild = \frac{n}{M}$	n – количество почвенных таксономических единиц; M – доля площади, занимаемая преобладающей почвенной таксономической единицей в полигоне.

священа ранжированию исследуемых участков по степени разнообразия почвенного покрова и выявлению факторов, определяющих его неоднородность. Так, П.В Красильниковым с соавт. [2009] показано, что в полулистопадном лесном горном поясе Сьерра Мадре значения индексов почвенного разнообразия увеличивались с высотой, что, по мнению авторов, может быть вызвано ослаблением эрозионных процессов в этом направлении. Х.Х. Ибаньес [Ibanez, 1994], Н. Туманян и И. Эсфандиарпур [Toomanian, Esfandiarpour, 2010] исследовали связь между продолжительностью процессов почвообразования и педоразнообразием. По их данным, чем дольше протекает процесс почвообразования (больше возраст геоморфологической поверхности), тем выше значение индекса Шеннона. Именно поэтому указанные авторы предлагают использовать индекс Шеннона не только в качестве меры разнообразия, но и меры эволюции почвенного покрова. На основании 25-летних исследований в области педоразнообразия и анализа литературных данных Х.Х. Ибаньес

с соавт. [Ibanez et al., 2013] делается вывод о том, что особенности биоразнообразия, педоразнообразия, геоморфологического разнообразия имеют большое количество сходных черт и, видимо, регулируются законами, общими для биотической и абиотической природы.

Концепция педоразнообразия подверглась критике как в методологическом аспекте, так и с точки зрения полученных выводов по особенностям разнообразия почв регионов мира [Odeh, 1998; Wilding, Nordt, 1998; Yaalon, 1998; Camargo, 1999]. Основные методологические замечания касались применимости индекса Шеннона к оценке разнообразия почв. Напомним, что методика оценки пространственного разнообразия почв была заимствована из концепции биоразнообразия, а биологические объекты, в отличие от почв, обладают иными свойствами [Camargo, 1999]. Для них характерна межвидовая борьба и конкуренция. «Дискретность» живых организмов не вызывает сомнения, в то время как вопрос о континуальности

и дискретности почвенного покрова до сих пор является актуальным, а возможность «конкуренции» почв между собой за местообитание, естественно, исключается. Прямая зависимость значений индексов Шеннона от размеров исследуемой территории [Minasny et al., 2010] тоже вызывает вопрос о корректности использования этих индексов для оценки педоразнообразия. Так, сравнение индексов Шеннона, рассчитанных по почвенной карте мира [FAO-UNESCO Soil Map ..., 2003] для различных регионов показывает, что наибольшим почвенным разнообразием характеризуются регионы с наибольшей площадью (Северная Америка, Африка, Северная Азия), наименьшим – регионы с наименьшей площадью (Ближний Восток, Юго-Восточная Азия и Океания). Однако указанная критика не ослабляет интерес исследователей к этой теме и использованию предложенных методов для оценки педоразнообразия, а также к развитию новых подходов.

В последнее время, в дополнение к указанным индексам для оценки педоразнообразия используется индекс квадратной энтропии Рао [Rao, 1982]. Этот индекс учитывает не только количество индивидуальных групп почв, но и степень их близости (или контрастности) по отношению друг к другу:

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} p_i p_j,$$

где p_i или p_j – часть исследуемого участка, занятая почвенной группой i или j и выраженная в долях от единицы, d_{ij} – коэффициент, отражающий меру сходства между почвенными группами i и j ; n – количество почвенных групп на исследуемой территории.

Применительно к почвенному покрову индекс квадратной энтропии впервые был использован Б. Минасни с соавт. [Minasny et al., 2010]; в качестве меры сходства исследователями было предложено использовать таксономическое расстояние между почвами. Определение таксономического расстояния является математической процедурой расчета сходства между группами почв на основании их свойств, в качестве которых, в зависимости от целей исследования, могут быть использованы любые (морфологические, химические и т. д.) свойства.

Изложенные выше представления о структурах почвенного покрова, геостатистике, концепции педоразнообразия и примеры использования рассматриваемых при этих подходах количественных показателей в почвенно-географических исследованиях показывают, что указанные подходы в общем обладают необходимым теоретическим и методологическим аппаратом для количественной оценки пространственного разнообразия почв. Принимая во внимание дискретно-континуальный характер почвенного покрова, представляется, что при его количественной оценке должны совместно изучаться как «таксономическое» (то есть разнообразие от-

дельных дискретных почв и их групп), так и «функциональное» (то есть непрерывное изменение свойств почв) разнообразие. Функциональное разнообразие наиболее полно может быть охарактеризовано геостатистическими методами; таксономическое – показателями из учения о СПП или концепции педоразнообразия (в зависимости от целей исследования). При этом важно учитывать, что результаты оценки таксономического разнообразия напрямую зависят от выбора почвенной классификации и используемой почвенно-картографической основы; а количественная характеристика пространственного изменения какого-либо из свойств почв не может выступать в качестве обобщающего критерия. При проведении сравнительно-географических исследований выбранные ключевые участки могут образовывать различные ряды по степени увеличения таксономического и функционального разнообразия: наибольшим таксономическим разнообразием может обладать участок с наименьшим функциональным разнообразием и наоборот (как, например, это было показано в работе [Saldana, Ibanez, 2004]), что не является противоречием.

Количественные показатели пространственного разнообразия почв, используемые в теории СПП, были разработаны непосредственно почвоведом-географами, в то время как показатели, используемые в геостатистике и в методах теории педоразнообразия, были заимствованы из смежных наук – геологии и биогеографии. Отмеченные особенности в некоторой степени объясняют индивидуальные черты подходов; так, теория СПП большое внимание уделяет генезису почвенного покрова, геостатистика – пространственному варьированию свойств, а концепция педоразнообразия количеству индивидуальных таксонов и их размещению в единице пространства. Наиболее используемым методом количественной оценки почвенного разнообразия в настоящее время является метод геостатистики, вероятно, в силу его высокой степени формализации и за счет этого простоты в использовании.

Выводы:

– учение о структурах почвенного покрова, геостатистика и концепция педоразнообразия обладают необходимой теоретической и методической основой для количественной оценки пространственного разнообразия почв;

– количественные параметры, учитываемые в учении о структурах почвенного покрова, имеют целью характеристику его генезиса и оценку степени взаимосвязи между его компонентами; задачи геостатистики концентрируются на пространственном изменении свойств почв и выявлении характерных расстояний изменения почвенных свойств; концепции педоразнообразия акцентируют внимание на информативном качестве почвенного покрова, определяемого количеством почвенных таксонов на определенной территории и их взаимным расположением;

– оценка таксономического разнообразия и разнообразия свойств почв (функционального разнообразия) является взаимодополняющей, и связана с дискретно-континуальным характером почвенного покрова;

– геостатистические методы являются наиболее используемыми при количественной оценке почвенного разнообразия, вероятно, в силу их высокой степени формализации и за счет этого относительной простоты в использовании.

Благодарности. Работа выполнена за счет гранта РФФИ (проект № 16-35-60056мол_а_дк).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алябина О.И. Количественная оценка разнообразия почв ЕТР // Проект создания экологической сети на Европейской части России: лесной аспект. М.: ПАИМС, 1996. С. 37–42, 96–103.

Благовещенский Ю.Н., Самсонова В.П. Использование показателя «фрактальной размерности» для характеристики вариабельности мощности гумусового горизонта на разновозрастных отвалах // Почвоведение. 2001. № 5. С. 544–548.

Годельман Я. М. Структура почвенного покрова и землеустроительное проектирование // Почвоведение. 1977. № 9. С. 13–25.

Годельман Я.М., Лейб Х.И., Пугачев А.П. Оценка детальности почвенных карт параметрами структуры почвенного покрова // Почвоведение. 1975. № 10. С. 19–27.

Красильников П.В., Старр М., Лантратова И.М. Количественная оценка разнообразия почвенного покрова Фенноскандии // Экологические функции почв Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: Карел. Науч. Центр РАН, 2000. С. 108–123.

Никитин Е.Д., Шишкина Л.П., Воронцова Е.М. Экологические функции степной зоны и сохранение почвенно-биологического разнообразия // Проблемы сохранения и восстановления степных экосистем. Оренбург: УрО РАН, 1999. С. 109.

Пузаченко Ю.Г., Дьяконов К.Н., Алещенко Г.М. Разнообразие ландшафта и методы его измерения // География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. С. 76–178.

Сидорова В.А., Красильников П.В. Почвенно-географическая интерпретация пространственной вариабельности химических и физических свойств почв поверхностных горизонтов почв степной зоны // Почвоведение. 2007. № 10. С. 1168–1178.

Сталбов Р.Я., Качков Ю.П., Яцухно В.М. Характеристика структуры почвенного покрова эродированных земель районов Валдайского оледенения // Почвоведение. 1979. № 9. С. 42–52.

Фридланд В.М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западной части Советского Союза // Почвоведение. 1967. № 5. С. 12–22.

Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972. 424 с.

Юодис Ю.К. О структуре почвенного покрова Латвийской ССР // Почвоведение. 1967. № 11. С. 50–55.

Amundson R., Guo Y., Gong P. Soil diversity and land use in the United States // Ecosystems. 2003. V. 6. P. 470–482.

Brus D.J., de Grujter J.J. Estimation of non-ergodic variograms and their sampling variance by design-based sampling strategies // Math. Geol. 1994. V. 26. P. 437–454.

Camargo J.A. On the concept of pedodiversity and its measurement. A reply // Geoderma. 1999. V. 93. № 3–4. P. 339–344.

Caniego F.J., Ibanez J.J., Martinez F.F. Renyi dimensions and pedodiversity indices of the earth pedotaxa distribution // Nonlinear Processes Geophys. 2007. V. 14. P. 547–555.

Chiles J.-P., Delfiner P. Geostatistics: modeling spatial uncertainty (second edition). New York: John Wiley & Sons, 2012. 703 p.

Costantin E.A.C., L'Abate G. Beyond the concept of dominant soil: Preserving pedodiversity in upscaling soil maps // Geoderma. 2016. V. 271. P. 243–253.

Guo Y., Gong P., Amundson R. Pedodiversity in the United States of America // Geoderma. 2003. V. 117. P. 99–115.

Ibanez J.J. Evolution of Fluvial Dissection Landscapes in Mediterranean Environments: Quantitative Estimates and Geomorphic, Pedologic, and Phytocenotic Repercussions // Zeitschrift für Geomorphologie. 1994. V. 38. № 1. P. 105–119.

Ibanez J.J., Jimenez-Ballesta R., Garcia-Alvarez A. Soil landscapes and drainage basins in Mediterranean mountain areas // Catena. 1990. V. 17. P. 573–583.

Ibanez J.J., Vargas R.J., Vazquez-Hoehne A. Pedodiversity state of the art and future challenges // Pedodiversity. London: CRC press, 2013. P. 1–28

Ibanez J.J., De-Alba S., Bermudez F.F., Garcia-Alvarez A. Pedodiversity: concepts and measures // Catena. 1995. V. 24. P. 215–232.

FAO-UNESCO Soil Map of the World at 1:25 000 000 Scale, Rome, 2003.

Kooch Y., Hosseini S.M., Scharenbroch B.C. et al. Pedodiversity in the Caspian forests of Iran // Geoderma Regional. 2015. V. 5. P. 4–14.

Krasilnikov P.V., Garcia Calderon N.E., Ibanez Huerta A. Pedodiversity in mountainous tropical semi deciduous forests of Sierra Madre Del Sur, Mexico // Eurasian Soil Science. 2009. V. 42. P. 1435–1442.

Lark R.M., Webster R. Changes in variance and correlation of soil properties with scale and location: analysis using an adapted maximal overlap discrete wavelet transform // European J. Soil Science. 2001. V. 52. P. 547–562.

Lark R.M. Towards soil geostatistics // Spatial Statistics. 2012. V. 1. P. 92–99.

Liski J. Variation in soil organic carbon and thickness of soil horizons within a boreal forest stand – effect of trees and implications for sampling // Silva Fennica. 1995. V. 29. № 4. P. 255–266.

Lo Papa G., Palermo G.V., Dazzi C. Is land-use change a cause of loss of pedodiversity? The case of the Mazzarrone study area, Sicily // Geomorphology. 2011. V. 135. № 3–4. P. 332–342.

Macinnis-Nq C.M.O., Zeppel M.J.B., Palmer A.R., Eamus D. Seasonal variations in tree water use and physiology correlate with soil salinity and soil water content in remnant woodlands on saline soils // J. Arid environments. 2016. V. 129. P. 102–110.

Minasny B., McBratney A.B., Hartemink A.E. Global pedodiversity, taxonomic distance, and the World Reference Base // Geoderma. 2010. V. 155. № 3–4. P. 132–139.

Minasny B., Vrugt J.A., McBratney A.B. Confronting uncertainty in model-based geostatistics using Markov Chain Monte Carlo simulation // Geoderma. 2011. V. 163. № 3–4. P. 150–162.

Odeh I.O.A. In Discussion of: «J.J. Ibanez, S. De Alba, A. Lobo, V. Zucarello, 'Pedodiversity and Global Soil Patterns at Coarse Scales'» // Geoderma. 1998. V. 83. № 3–4. P. 203–205.

Petersen A., Grongroft A., Miehlich G. Methods to quantify the pedodiversity of 1 km² areas – results from southern African drylands // Geoderma. 2010. V. 155. № 3–4. P. 140–146.

Phillips J.D., Marion D.A. Biomechanical effects, lithological variations, and local pedodiversity in some forest soils of Arkansas // Geoderma. 2005. V. 124. P. 73–89.

Pinto E., Fidalgo F., Teixeira J., Aquiar A.A., Ferreira I. Influence of the temporal and spatial variation of nitrate

reductase, glutamine synthetase and soil composition in the N species content in lettuce (*Lactuca sativa*) // Plant science. 2014. V. 219–220. P. 35–41.

Rao C.R. Diversity and dissimilarity coefficients: A unified approach // Theoretical Population Biology. 1982. V. 21. № 1. P. 24–43.

Ricotta C. Through the jungle of biological diversity // ActaBiotheoretica. 2005. V. 53. P. 29–38.

Saldana A., Ibanez J.J. Pedodiversity analysis at large scales: An example of three fluvial terraces of the Henares River (central Spain) // Geomorphology. 2004. V. 62. № 1–2. P. 123–138.

Stein M.L. Interpolation of spatial data: some theory for kriging. New York: Springer, 2012. 247 p.

Toomanian N., Esfandiarpour I. Challenges of pedodiversity in soil science // Eurasian Soil Science. 2010. V. 43. № 13. P. 1486–1502.

Toomanian N., Jalalian A., Khademi H. et al. Pedodiversity and pedogenesis in Zayandeh-rud Valley, Central Iran // Geomorphology. 2006. V. 81. № 3–4. P. 376–393.

Wilding L.P., Nordt L.C. In Discussion of: «J.J. Ibanez, S.De Alba, A. Lobo, V. Zucarello, 'Pedodiversity and Global Soil Patterns at Coarse Scales'» // Geoderma. 1998. V. 83. № 3–4. P. 196–199.

Xuelei Z. Pedodiversity Studies in China // Pedodiversity. London: CRC press, 2013. P. 211–228.

Yaalon D.H. In Discussion of: «J.J. Ibanez, S.De Alba, A. Lobo, V. Zucarello, 'Pedodiversity and Global Soil Patterns at Coarse Scales'» // Geoderma. 1998. V. 83. № 3–4. P. 193–196.

Поступила в редакцию 05.12.2016

Принята к публикации 31.03.2017

M.A. Smirnova¹, A.N. Gennadiev²

THE QUANTITATIVE ASSESSMENT OF SOIL DIVERSITY: THEORY AND METHODS OF STUDY

The essence and specific features of existing approaches to the investigation and quantitative assessment of soil diversity are outlined, namely: a) the theory of soil cover structures; b) the principles and methods of geostatistics; and c) the concepts and methods of the pedodiversity theory. Application and interpretation of data obtained by different methods are exemplified. The quantitative parameters which are considered in the theory of soil cover structures characterize the genesis of soil cover and the degree of connection between its components. The principal tasks of geostatistics are to describe the spatial variation of soil properties, while the pedodiversity studies aim mainly at the «information content» of soil cover which depends on the number of soil taxa and their spatial distribution within a certain territory. The assessment of taxonomic diversity and the diversity of soil properties (functional diversity) is complementary, and fully reflects the discrete-continuous nature of the soil cover.

Key words: soil cover structure, geostatistics, pedodiversity, soil preservation.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project № 16-35-60056 мол_а_дк).

REFERENCES

Alyabina O.I. Kolichestvennaya ocenka raznoobraziya pochv ETR [The quantitative assessment of soil diversity in ETR]. M., Paimis, 1996. P. 37–42, 96–103 (in Russian).

Amundson R., Guo Y., Gong P. Soil diversity and land use in the United States // Ecosystems. 2003. V. 6. P. 470–482.

Blagoveshchenskii Yu.N., Samsonova V.P. The fractal dimension index as applied to the description of the variable thickness of humus horizons on dumps of various ages // Eurasian Soil Science. 2001. V. 34. № 5. P. 479–483.

Brus D.J., de Gruijter J.J. Estimation of non-ergodic variograms and their sampling variance by design-based sampling strategies // Math. Geol. 1994. V. 26. P. 437–454.

Camargo J.A. On the concept of pedodiversity and its measurement. A reply // Geoderma. 1999. V. 93. № 3–4. P. 339–344.

Caniego F.J., Ibanez J.J., Martinez F.F. Renyi dimensions and pedodiversity indices of the earth pedotaxa distribution // Nonlinear Processes Geophys. 2007. V. 14. P. 547–555.

Chiles J.-P., Delfiner P. Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty (second edition). New York: John Wiley & Sons, 2012. 703 p.

Costantin E.A.C., L'Abate G. Beyond the concept of dominant soil: Preserving pedodiversity in upscaling soil maps // Geoderma. 2016. V. 271. P. 243–253.

FAO-UNESCO Soil Map of the World at 1:25 000 000 Scale, Rome, 2003.

Fridland V.M. O structure pochvennogo pokrova glavnykh pochvennykh zon i podzon zapadnoj chasti Sovetskogo Soyuz [About the structure of soil cover of the major soil zones and subzones in the western part of the Soviet Union] // Pochvovedenie. 1967. № 5. P. 12–22 (in Russian).

Fridland V.M. Struktura pochvennogo pokrova [Structure of soil cover]. Moscow, Mysl', 1972, 424 p. (in Russian).

Godelman Ya.M. Struktura pochvennogo pokrova i zemleustroitelnoe proektirovanie [The structure of soil cover and land design] // Pochvovedenie. 1977. № 9. P. 13–25 (in Russian).

Godelman Ya.M., Lejb H.I., Pugachev A.P. Ocenka detalnosti pochvennykh kart parametrami struktury pochvennogo pokrova [Assessment of the degree of detail of soil maps using the parameters of soil cover structure] // Pochvovedenie. 1975. № 10. P. 19–27 (in Russian).

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

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

- Guo Y., Gong P., Amundson R. Pedodiversity in the United States of America // *Geoderma*. 2003. V. 117. P. 99–115.
- Ibanez J.J. Evolution of Fluvial Dissection Landscapes in Mediterranean Environments: Quantitative Estimates and Geomorphic, Pedologic, and Phytocenotic Repercussions // *Zeitschrift für Geomorphologie*. 1994. V. 38. № 1. P. 105–119.
- Ibanez J.J., De-Alba S., Bermudez F.F., Garcia-Alvarez A. Pedodiversity: concepts and measures // *Catena*. 1995. V. 24. P. 215–232.
- Ibanez J.J., Jimenez-Ballesta R., Garcia-Alvarez A. Soil landscapes and drainage basins in Mediterranean mountain areas // *Catena*. 1990. V. 17. P. 573–583.
- Ibanez J.J., Vargas R.J., Vazquez-Hoehne A. Pedodiversity State of the Art and Future Challenges // *Pedodiversity*. London: CRC press, 2013. P. 1–28.
- Koosh Y., Hosseini S.M., Scharenbroch B.C. et al. Pedodiversity in the Caspian forests of Iran // *Geoderma Regional*. 2015. V. 5. P. 4–14.
- Krasilnikov P.V., Garcia Calderon N.E., Ibanez Huerta A. Pedodiversity in mountainous tropical semi deciduous forests of Sierra Madre Del Sur, Mexico // *Eurasian Soil Science*. 2009. V. 42. P. 1435–1442.
- Krasilnikov P.V., Starr M., Lantratova I.M. Kolichestvennaya ocenka raznoobraziya pochvennogo pokrova Fennoskandii [Quantification of the Fennoscandia soil diversity] // The ecological functions of Eastern Fennoscandia soils. Petrozavodsk. Karelia.Sci. Center of Russian Academy of Sciences, 2000. P. 108–123 (in Russian).
- Lark R. M. Towards soil geostatistics // *Spatial Statistics*. 2012. V. 1. P. 92–99.
- Lark R.M., Webster R. Changes in variance and correlation of soil properties with scale and location: analysis using an adapted maximal overlap discrete wavelet transform // *European J. Soil Science*. 2001. V. 52. P. 547–562.
- Liski J. Variation in soil organic carbon and thickness of soil horizons within a boreal forest stand – effect of trees and implications for sampling // *Silva Fennica*. 1995. V. 29. № 4. P. 255–266.
- Lo Papa G., Palermo G.V., Dazzi C. Is land-use change a cause of loss of pedodiversity? The case of the Mazzarrone study area, Sicily // *Geomorphology*. 2011. V. 135. № 3–4. P. 332–342.
- Macinnis-Nq C.M.O., Zeppel M.J.B., Palmer A.R., Eamus D. Seasonal variations in tree water use and physiology correlate with soil salinity and soil water content in remnant woodlands on saline soils // *J. Arid environments*. 2016. V. 129. P. 102–110.
- Minasny B., McBratney A.B., Hartemink A.E. Global pedodiversity, taxonomic distance, and the World Reference Base // *Geoderma*. 2010. V. 155. № 3–4. P. 132–139.
- Minasny B., Vrugt J.A., McBratney A.B. Confronting uncertainty in model-based geostatistics using Markov Chain Monte Carlo simulation // *Geoderma*. 2011. V. 163. № 3–4. P. 150–162.
- Nikitin E.D., Shishkina L.P., Voroncova E.M. Ekologicheskie funkcii stepnoj zony i sohranenie pochvenno-biologicheskogo raznoobraziya [Ecological functions of the steppe zone and conservation of soil and biological diversity] // Problems of preservation and restoration of steppe ecosystems. Orenburg, UDRAS, 1999. 109 p. (in Russian).
- Odeh I.O.A. In Discussion of: «J.J. Ibanez, S.De Alba, A. Lobo, V. Zucarello, 'Pedodiversity and Global Soil Patterns at Coarse Scales'» // *Geoderma*. 1998. V. 83. № 3–4. P. 203–205.
- Petersen A., Grongroft A., Miehlich G. Methods to quantify the pedodiversity of 1 km² areas - results from southern African drylands // *Geoderma*. 2010. V. 155. № 3–4. P. 140–146.
- Phillips J.D., Marion D.A. Biomechanical effects, lithological variations, and local pedodiversity in some forest soils of Arkansas // *Geoderma*. 2005. V. 124. P. 73–89.
- Pinto E., Fidalgo F., Teixeira J., Aquiar A.A., Ferreira I. Influence of the temporal and spatial variation of nitrate reductase, glutamine synthetase and soil composition in the N species content in lettuce (*Lactuca sativa*) // *Plant science*. 2014. V. 219–220. P. 35–41.
- Puzachenko Ju.G., Djakonov K.N., Aleshchenko G.M. Raznoobraziye landshafta i metody ego izmereniya [Landscape diversity and methods of its measurement] // *Geography and monitoring of biodiversity*. M.: NUMC, 2002. P. 76–178 (in Russian).
- Rao C.R. Diversity and dissimilarity coefficients: A unified approach // *Theoretical Population Biology*. 1982. V. 21. № 1. P. 24–43.
- Ricotta C. Through the jungle of biological diversity // *Acta Biotheoretica*. 2005. V. 53. P. 29–38.
- Saldana A., Ibanez J.J. Pedodiversity analysis at large scales: An example of three fluvial terraces of the Henares River (central Spain) // *Geomorphology*. 2004. V. 62. № 1–2. P. 123–138.
- Sidorova V.A., Krasilnikov P.V. Soil-geographic interpretation of spatial variability in the chemical and physical properties of topsoil horizons in the steppe zone // *Eurasian Soil Science*. 2007. V. 40. № 13. P. 1042–1051.
- Stalbov R.Ja., Kachkov Ju.P., Jacuhno V.M. Charakteristika struktury pochvennogo pokrova erodirovannyh zemel' rajonov Valdajskogo oledeneniya [Characteristic of the structure of soil cover on the eroded land within the Valdai Ice Age areas] // *Pochvovedenie*. 1979. № 9. P. 42–52 (in Russian).
- Stein M.L. Interpolation of spatial data: some theory for kriging. New York: Springer, 2012. 247 p.
- Toomanian N., Esfandiarpour I. Challenges of pedodiversity in soil science // *Eurasian Soil Science*. 2010. V. 43. № 13. P. 1486–1502.
- Toomanian N., Jalalian A., Khademi H. et al. Pedodiversity and pedogenesis in Zayandeh-rud Valley, Central Iran // *Geomorphology*. 2006. V. 81. № 3–4. P. 376–393.
- Uodis I.U.K. O strukturu pochvennogo pokrova Latvijas SSR [About the structure of soil cover of the Latvian SSR] // *Pochvovedenie*. 1967. № 11. P. 50–55 (in Russian).
- Wilding L.P., Nordt L.C. In Discussion of: «J.J. Ibanez, S.De Alba, A. Lobo, V. Zucarello, 'Pedodiversity and Global Soil Patterns at Coarse Scales'» // *Geoderma*. 1998. V. 83. № 3–4. P. 196–199.
- Xuelei Z. Pedodiversity Studies in China // *Pedodiversity*. London: CRC press, 2013. P. 211–228.
- Yaalon D.H. In Discussion of: «J.J. Ibanez, S.De Alba, A. Lobo, V. Zucarello, 'Pedodiversity and Global Soil Patterns at Coarse Scales'» // *Geoderma*. 1998. V. 83. № 3–4. P. 193–196.

Received 05.12.2016

Accepted 31.03.2017

УДК 911.9

А.В. Кислов¹, М.И. Варенцов², И.А. Горлач³, Л.И. Алексеева⁴**«ОСТРОВ ТЕПЛА» МОСКОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ И УРБАНИСТИЧЕСКОЕ УСИЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

Изменения климата создаются глобальными изменениями концентраций парниковых газов и аэрозолей, а также региональными изменениями циркуляции атмосферы. Внутри большой урбанизированной области микроклиматические изменения (особенно проявляющиеся в форме нагревания) усиливаются за счет влияния сильно модифицированных свойств поверхности. Это означает формирование урбанистического усиления глобального потепления. Различия между метеорологическими особенностями городской территории и внегородских районов характеризуются понятием «островов». Это так называемый городской остров тепла/холода и городской остров повышенной сухости/влажности в случае наличия на урбанизированной территории избытка или недостатка влаги. Цель статьи в исследовании изменений климата московской агломерации, включая изменения структуры городских островов. Данные метеорологических наблюдений в московской агломерации и на окружающих территориях позволяют оценить урбанистически обусловленный компонент потепления и отделить его от потепления климата, развивающегося над всей центральной частью Восточно-Европейской равнины. Интенсивность острова тепла, характерная данными приземных наблюдений, усилилась в последние 15 лет несмотря на паузу в глобальном потеплении. Чтобы получить наиболее надежные данные по структуре городских островов, мы использовали вместе с данными наземных наблюдений спутниковые данные (МЕТОР-А and МЕТОР-В), позволившие получить профили температуры и влажности воздуха с горизонтальным разрешением 25x25 км². Обнаружено, что по вертикали острова прослеживаются до ~2 км. В летнее время нижняя часть острова тепла представляет собой остров сухости, в то время как верхняя часть острова тепла соответствует острову влажности. Зимой в нижней части острова тепла выделяется остров влажности.

Ключевые слова: «острова тепла», московская агломерация, глобальное потепление, урбанистическое усиление потепления климата.

Введение. Как известно, важным трендом современного развития цивилизации является сосредоточение населения в городских агломерациях [World ..., 2009]. Здесь, на небольших площадях, в условиях коренным образом преобразованных природных ландшафтов, создается своеобразный урбанизированный микроклимат [Город ..., 2007; Ландсберг, 1983; Щербаков, 1987; Оке, 1987]. Статья посвящена анализу некоторых аспектов данного эффекта в крупнейшей агломерации России – московской агломерации.

Особенности метеорологического режима Москвы были подробно рассмотрены в ряде работ [Локощенко с соавт., 2016; Чубарова с соавт., 2014; Lokoshchenko, 2014], в которых главное внимание традиционно уделено термической структуре приземного слоя. Однако влияние городской среды на атмосферу трехмерно, поскольку оно формирует своеобразный пограничный слой городской атмосферы [Курбачкая, Курбачкий, 2015; Martilli et al., 2002]. В условиях развитой конвекции (днем) он охватывает более мощный слой нижней тропосферы по сравнению с пригородами. Его верхняя часть сдвигается по направлению преобладающих атмо-

ферных течений на окружающие город территории, и там происходит наложение городского воздуха на воздух пригородной зоны, часто выраженное изотермическим или даже инверсионным распределением температуры в средней части этого комплексного пограничного слоя. В условиях устойчивой стратификации, особенно в ночное время, городская атмосфера отличается тем, что приземные радиационные инверсии выхолаживания в городе далеко не так выражены, как на приграничных территориях, что также создает характерные пространственные различия. Если принять во внимание особенности подстилающей поверхности каждого конкретного города, то описанная выше структура еще более усложняется.

Специфичность термической структуры городской атмосферы традиционно характеризуют, используя введенное еще в начале XIX века понятие «острова тепла» (ОТ). Как уже было отмечено, подавляющее большинство работ, направленное на исследование его пространственно-временной структуры и мониторинг, основано на данных стандартных или специальных наблюдений у земной поверхности. И лишь в нескольких работах приводят-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии, заведующий кафедрой, профессор, докт. геогр. н., *e-mail:* avkisllov@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии, аспирант, *e-mail:* mvar91@gmail.com

³ ФГБУ «Гидрометцентр России», вед. науч. с., канд. геогр. н., *e-mail:* ia_gorlach@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии, ст. науч. с., канд. геогр. н., *e-mail:* garira2005@yandex.ru

ся данные о вертикальной структуре ОТ. Так, в работе М.А. Локощенко с соавт., [2016] для характеристики термического режима городской атмосферы привлечены данные аэрологического зондирования и данные измерений на высотных мачтах. В других работах [Кадыгров с соавт., 2002; Кузнецова, Нахаев, 2010] использованы данные микроволновых профиломеров, а в работах [Bornstein, 1968; Duckworth, Sandberg, 1954] приведена информация, полученная на основе аэростатных данных.

В еще более редких случаях исследуется распределение влажности воздуха по высоте. Большинство данных говорит о том, что в городе воздух обычно более сухой, чем за его пределами [Ландсберг, 1983]. Это явление часто называют «городским островом сухости», и, как показали исследования, чаще всего оно наблюдается летом в дневное время суток. Помимо недостатка испарения с бетонных и асфальтовых покрытий, формирование «острова сухости» в это время связано с более развитой конвекцией, в процессе которой водяной пар выносится в вышележащие слои, поэтому влагосодержание в приземном слое городского воздуха уменьшается. Однако в ночное время суток летом влагосодержание воздуха в городе может возрастать, что также связано с явлением ОТ: поскольку приземные температуры в городе реже достигают точки росы, водяной пар не конденсируется, не осаждается на поверхности, то есть не удаляется из атмосферы. Эта аномалия получила название «городского острова влажности» [Ужегова с соавт., 2011; Kuttler et al., 2007]. Увеличению влагосодержания воздуха способствуют и техногенные выбросы водяного пара. Это пар, выбрасываемый теплоэлектростанциями, а также приток водяного пара в результате сжигания природного газа, мазута, бензина и других видов органического топлива. Проведенные для Москвы расчеты показали, что количество влаги, поступающее за год в результате сжигания природного газа и приведенное к площади города, примерно в 12–15 раз меньше среднегогодового слоя осадков, выпадающих в Москве [Город ..., 2007].

Данных наблюдений о распределении температуры и влажности с высотой в пограничном слое городской атмосферы очень мало. Это делает актуальным развитие методики вертикального зондирования. В данной работе изложен такой подход, базирующийся на спутниковых данных.

Вторая проблема, которая рассмотрена в статье, это вопрос о том, как проявляются в городской среде изменения климата. Современный климат характеризуется глобальным потеплением [Второй ..., 2014; IPCC, 2013]. В ряде работ уже было показано, что на урбанизированных территориях имеет место усиление потепления [Kislov et al., 2015]. Здесь эти результаты изложены более подробно.

Материал и методы исследований. Для исследования пространственных аномалий температуры в московской агломерации были использованы ре-

зультаты стандартных измерений сети Росгидромета, из которых данные восьми станций (Малоярославец, Серпухов, Коломна, Павловский Посад, Александров, Клин, Ново-Иерусалим, Наро-Фоминск) взяты в качестве фоновых для характеристики Подмоскovie.

Для получения профилей температуры и влажности воздуха был использован продукт измерений и расчетов, осуществляемых на основе зондирования атмосферы в инфракрасном диапазоне полярно-орбитальной системой искусственных спутников Земли МЕТОР (МЕТОР-А и МЕТОР-В). Оно производится Фурье-спектрометром европейского космического агентства, а именно, интерферометром IASI (Infrared Atmospheric Sounding Interferometer) [Aires et al., 2002]. Этот прибор обеспечивает высокое спектральное разрешение (измеряется информация в 8461 каналах с дискретностью $0,02\text{--}0,5\text{ см}^{-1}$), однако для быстрой обработки и своевременной доставки данных потребителям информация сжимается и передается в сокращенном до 300 каналов виде. В силу известной математической некорректности задач обработки дистанционных измерений, в данном случае спектров уходящей радиации при обработке требуется проведение расчета спектров с помощью эталонных «Line-by-Line» моделей переноса ИК-радиации в атмосфере, представленных в базах HITRAN и GEISA [Колокутин, Фомин, 2014]. Поскольку облака нижнего яруса вносят большие хаотические погрешности в профили ИК-радиации, ситуации мощной и сплошной облачности (диагностированные специальным радиометром) отбраковывались. Наконец, важным этапом обработки явилось сопоставление модельных спутниковых данных и данных расчетов численной прогностической модели (модели Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды) и получение на этой основе совместного продукта.

Заявленная разработчиками точность измерений температуры (мгновенных значений) составляет $0,5\text{--}1\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для удельной влажности относительная погрешность примерно равна 10%. Горизонтальное разрешение в надиру равняется 25 км. Более подробно методика изложена в работе [Горлач с соавт., 2017].

Отбор данных для целей исследования урбанизированных территорий происходил так, чтобы охарактеризовать центральную часть города и окружающую зону. Так, для московской агломерации отбирались данные в зоне ~ 80 км, окружающие центральную 25-километровую, то есть собственно урбанистическую область. Следует отметить, что на каждом витке спутниковые данные попадали не в одни и те же «точки» земной поверхности. Поэтому при осреднении данных неявно происходило усреднение информации по площади региона. Кроме этого, при каждом витке спутниковые измерения внутри выбранной территории осуществлялись несколько в разное время. Поэтому при сопоставлении таких данных происходило усреднение и по времени внутри интервалов 19:30–23:30 и 10:00–13:00 часов все-

мирного времени, названных «вечер» и «утро» соответственно (последний диапазон логичнее было бы обозначить как «предполуденный»).

Профили температуры и влажности, изначально представленные как функция давления с шагом ~ 25 гПа, приводились (с помощью процедуры кубического сплайна, с учетом давления у поверхности) к одинаковым высотам с шагом 150–300 м в диапазоне от 10 до 3000 м. После осреднения на их основе производились расчеты разностей город–пригород.

Результаты исследований и их обсуждение.

Рассмотрим результаты температурно-влажностного вертикального зондирования атмосферы применительно к задаче диагностики интенсивности ОТ в Москве. Профили температуры (влажности) получаются благодаря синтезу: (1) рассчитанных температур $T = T(z)$ по радиационной модели на основе измерений, и (2) независимо рассчитанного прогностического профиля $T = T(z)$ по модели Европейского центра среднесрочных прогнозов. Как было отмечено, естественная нестабильность орбиты порождает проблему отбора данных, попадающих внутрь контура московской агломерации при разных витках спутников. Однако для Москвы соотношение разрешающей способности спутниковых данных и размеров агломерации позволяет формализовать процедуру отбора ситуаций, то есть выделить те, которые относятся к Подмосквовью и те, которые попадают внутрь выбранного городского контура (рис. 1).

Были предприняты попытки применить данный подход к анализу термической структуры других крупных городов России. Однако во всех случаях

возникли проблемы с отбором спутниковых данных, попадающих внутрь городского контура. Так, города Казань, Екатеринбург и др., имеют для рассматриваемой дискретности спутниковых данных слишком малые размеры. Кроме того, строение таких городов, как Санкт-Петербург, Саратов, Казань и др., несимметрично, что затрудняет однозначное отнесение спутниковой информации именно к урбанизированной территории. В названных случаях (и в других) к эффектам сложной конфигурации добавляется влияние рельефа как внутри города, так и вне его, а также наличия широких рек, озер или морских заливов. Поэтому процедура отбора становится чересчур сложной и попадание спутниковых измерений в урбанизированную зону не было гарантировано. Только Москва – огромный город, расположенный на сравнительно ровной и однородной поверхности, может быть изучен рассматриваемым методом.

Изначально все «внемосковские» данные были сгруппированы по четырем направлениям горизонта относительно центра города, затем все аномалии усреднялись и исследовалась величина городского ОТ по отношению именно к такому осредненному пригороду.

В летний период положительные аномалии прослеживаются от 150 до ~ 2000 м (рис. 2, А). Проверка на статистическую значимость разности средних значений температуры ΔT (выполненная на основе критерия Стьюдента) показала, что значимые положительные величины ΔT (на уровне значимости 0,05) в предполуденные часы наблюдаются вплоть до высоты ~ 1700 м, после чего сменяются

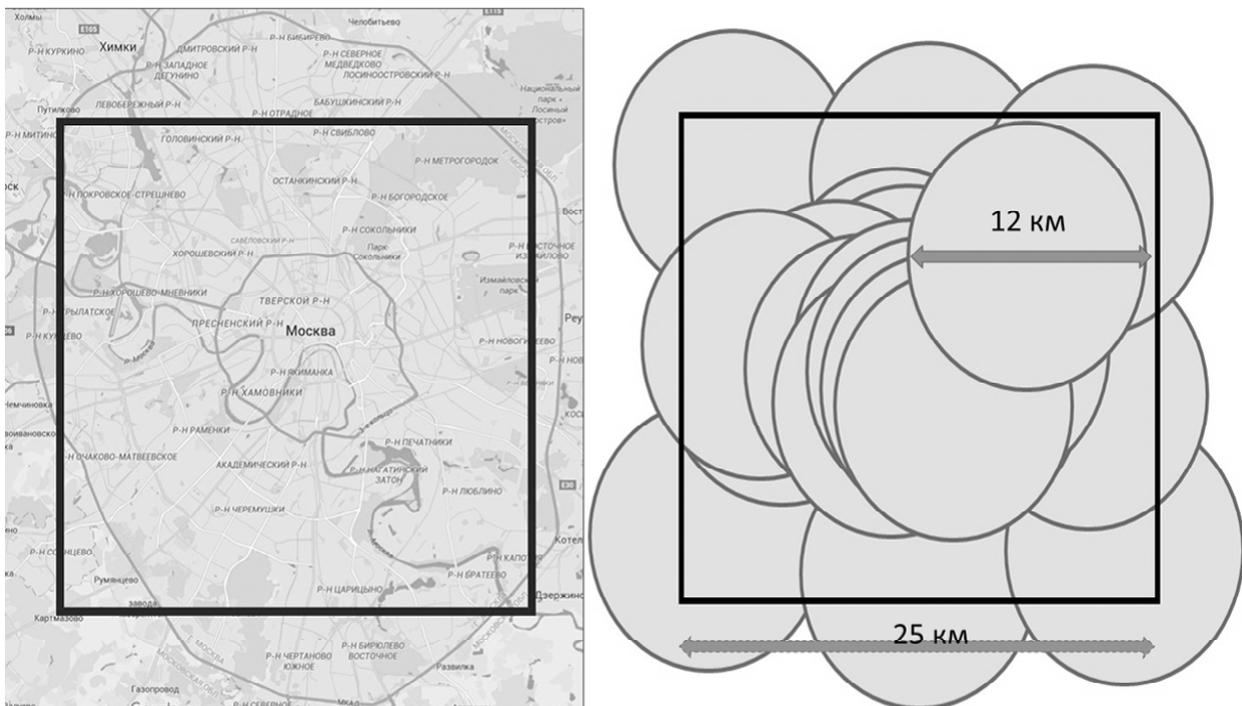


Рис. 1. Иллюстрация методики отбора ситуаций попадания спутниковых данных внутрь контура московской агломерации для целей температурно-влажностного профилирования спутникового зондирования METOP

Fig. 1. Illustration of technique of selecting the METOP satellite data within the Moscow agglomeration area for the temperature and humidity profiling

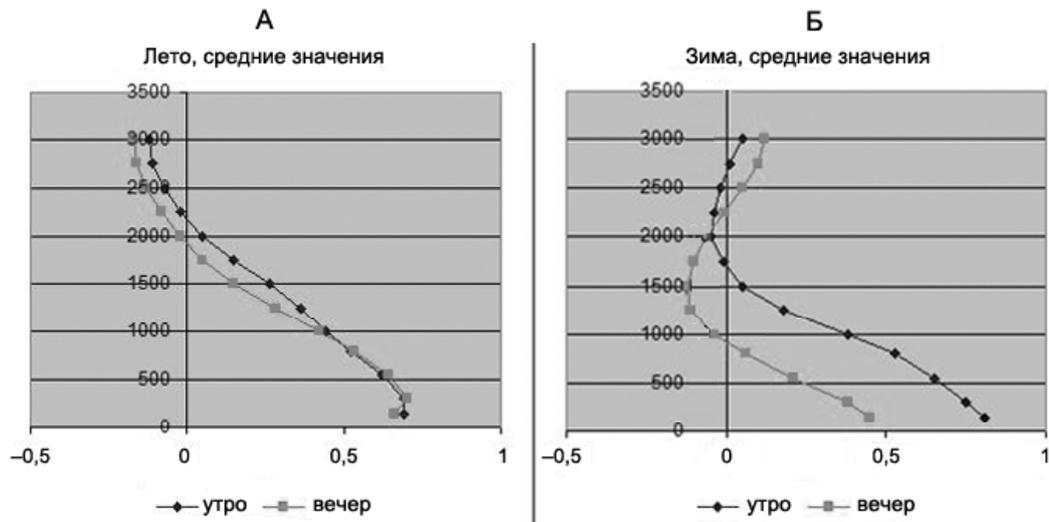


Рис. 2. Вертикальные профили разностей температуры город–пригород, °С: А – средние за май–август, Б – средние за январь–февраль 2015 г., характеризующие в вечернее и предполуденное время отличия термического режима Москвы и Подмосковья

Fig. 2. Vertical profiles of «urban–rural» temperature difference, °C: А – average for May to August, Б – average for January to February, 2015) characterizing the evening and before the midday difference of thermal regime in Moscow and its suburbs

отрицательными разностями, которые значимы, однако, лишь в самой верхней части профиля (выше 2700 м). В вечерние часы значимые положительные разности температур в Москве и Подмосковье наблюдаются до высоты 1500 м, а отрицательные – выше 2500 м. Таким образом, суточного хода в интенсивности ОТ в летний период не наблюдается. Сами значения разности температур довольно существенны: это ~0,7 °С на высотах 150–300 м, а выше ΔT остаются практически идентичными в течение суток до высоты 1000 м, где $\Delta T = 0,4^\circ\text{C}$.

Таким образом, спутниковые данные продемонстрировали наличие высотного «острова тепла» летом над Москвой, причем в гораздо большем диапазоне высот (особенно в ночное время), чем это отмечалось в литературе (правда, по данным за все сезоны). Смена знака аномалий (переход от ОТ к «острову холода» – так называемый кросс-овер эффект) отмечена на значительных высотах, чем это указывалось, основываясь на других (не спутниковых) источниках информации.

Перейдем к зимней картине ОТ над Москвой, полученной путем осреднения спутниковых данных за 4 месяца (январь–февраль 2015 и 2016 гг.). Из рис. 2, Б следует, что структура ОТ над Москвой несколько отличается от описанной выше. Прежде всего, это касается высотного диапазона значимых разностей температуры – он оказался значительно меньше, чем для лета. Так, в предполуденные часы статистически значимые величины ΔT наблюдаются до 1000 м, а в вечерние – только до 300 м. Это вполне ожидаемый результат, поскольку для этого времени года характерно преобладание устойчивой стратификации, следовательно, ослабление турбулентного обмена.

Наряду с изменениями температурного режима город оказывает значительное влияние и на поле влажности. Как уже было отмечено, этот эффект изучен гораздо хуже. В этом смысле спутниковые данные могут стать важным инструментом, позволяющим существенно расширить наши знания в этой области.

Вертикальные профили удельной влажности, восстановленные по спутниковым данным, продемонстрировали, что летом в предполуденные часы вплоть до высоты 1000 м наблюдаются значимые (и большие) отрицательные разницы между Москвой и Подмосковьем. На высоте 100 м они составляют $-0,5 \text{ г/кг}$, уменьшаясь до $-0,13 \text{ г/кг}$ к высоте 1000 м (оставаясь статистически значимыми даже на уровне 0,01). Показательно, что в диапазоне вы-

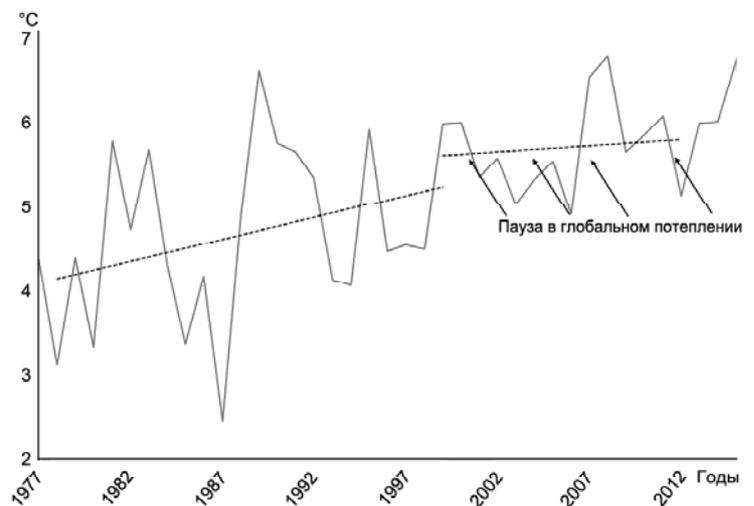


Рис. 3. Средняя по 8 станциям, окружающим Москву (см. текст), динамика среднегодовых значений температуры воздуха в Подмосковье

Fig. 3. Dynamics of the mean annual air temperature in the Moscow suburbs (average of 8 suburban stations, see the text)

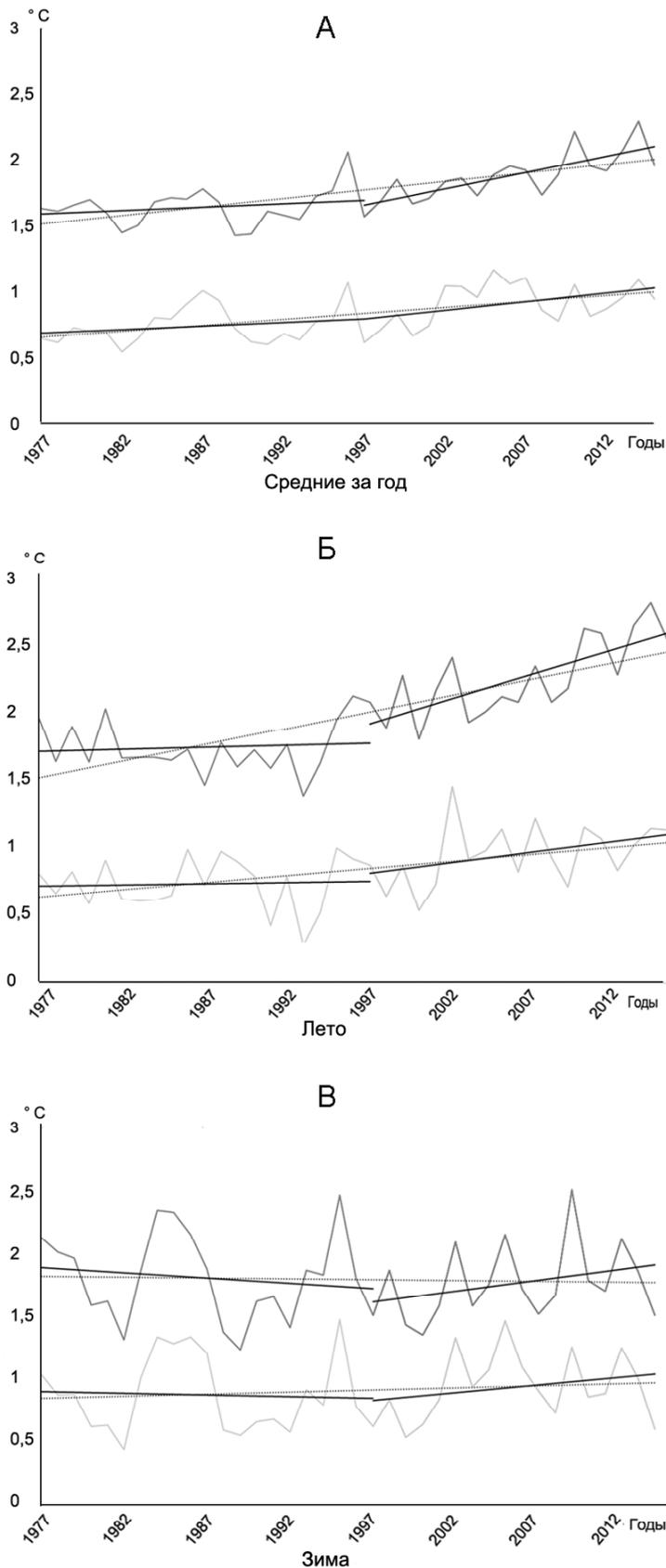


Рис. 4. Динамика «острова тепла» для среднегодовых (А), летних (Б) и зимних (В) значений температуры, если в качестве реперной московской станции брать станции Балчуг и МГУ

Fig. 4. Dynamics of the UHI for the mean annual (A), summer (B) and winter (B) temperatures, if the reference data are from the Balchug and the MSU stations

сот от 1500 до 2000 м над «островом сухости» простирается область повышенных значений удельной влажности (то есть это «остров влажности»), также статистически значимых. Это подтверждает тот факт, что конвекция играет важную роль в перераспределении влагосодержания в городской атмосфере.

Вечером наблюдаются статистически значимые отрицательные разницы удельной влажности, вплоть до высот 800 м, с максимальными значениями $-0,3$ г/кг на высоте 150 м. Интересно, что упомянутый в предыдущем абзаце «остров влажности» в это время суток выражен значительно отчетливее: он занимает большую толщу воздуха (значимые разницы наблюдаются от ~1200 до 2500 м), а сами разности по абсолютной величине превосходят максимальные значения на высоте 150 м. Логично предположить, что это является следствием накопления водяного пара под слоем приподнятых инверсий, характерных для городской атмосферы, в отличие от сельской местности, где преобладают приземные инверсии.

В зимнее время над городом формируется «остров влажности», выраженный только днем и захватывающий нижние 300 м.

Рассмотрим динамику ОТ в условиях климатических изменений. Это можно осуществить только по данным наблюдений, организованным у поверхности земли, поскольку только тут имеются ряды достаточной продолжительности для диагностики климатической изменчивости. Сначала проанализируем фоновые, не затронутые локальным влиянием урбанистических воздействий, изменения температуры в Подмоскowie (рис. 3). Несмотря на большие вариации, в данных за 1977–1997 гг. можно обнаружить тренд повышения температуры, который составил $\sim 0,5^{\circ}\text{C}$ за 10 лет. Он генетически связан с глобальным потеплением, сигнал которого в каждом регионе сложно преломляется под влиянием циркуляционных аномалий. Начиная с середины 90-х годов глобальное потепление, как известно, приостановилось, что нашло отражение и в региональных данных центральной части Восточно-Европейской равнины (рис. 3): последние ~15 лет межгодовые флуктуации происходили практически на неизменном уровне достигнутых высоких температур. Эти результаты хорошо соотносятся с литературными данными [Груза, Ранькова, 2012].

Для характеристики ОТ используем разность температуры между данными московской станции и средним значением по восьми станциям Подмоскowie, выбранным для характеристики фоновых изменений климата. В качестве московской станции будем ис-

пользовать как станцию Балчуг, так и обсерваторию МГУ, а также обсерватории Михельсона и ВВЦ (ВДНХ). Первая находится в Замоскворечье и в гораздо большей степени характеризует именно городские условия, чем данные наблюдений трех остальных станций, расположенных в парковых зонах Москвы.

Межгодовые изменения показывают, что, несмотря на изменение характера фонового тренда, интенсивность ОТ не только не уменьшилась, а наоборот: в последние 20 лет потепление в Москве стало усиливаться по сравнению с тем, что происходит в окружающих ее районах (рис. 4). Так, за период с 1977 по 1997 гг. интенсивность ОТ, вычисленная по среднегодовым значениям, росла с одинаковой скоростью $0,05^{\circ}\text{C}$ за 10 лет при использовании в качестве реперной как станции Балчуг, так и станции МГУ. Однако в последние 15 лет, когда, как уже упоминалось, наблюдалась пауза в глобальном потеплении, темпы роста температуры в Москве увеличились. Регрессионные соотношения (выраженные линиями трендов на рис. 4, А) показывают увеличение температуры на $0,13^{\circ}\text{C}$ за 10 лет по сравнению с Подмосковьем, если в качестве городской рассматривать станцию МГУ, и $0,25^{\circ}\text{C}$ за 10 лет по данным станции Балчуг. Это очень высокие темпы роста, сравнимые с темпами глобального потепления в предыдущие 20 лет. Генетически они связаны с урбанистическим воздействием.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке, оказанной Русским географическим обществом (грант № 12/2014/РГО-РФФИ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М., 2014. 61 с.
- Город, архитектура, человек и климат / Под ред. М.С. Мягкова. М.: Архитектура-С, 2007. 344 с.
- Горлач И.А., Кислов А.В., Алексеева Л.И. Опыт исследования вертикальной структуры городского острова тепла на основе спутниковых данных // Исследование Земли из космоса. 2017. № 4. С. 37–46.
- Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. 194 с.
- Кадыров Е.Н., Кузнецова И.Н., Голицын Г.С. Остров тепла в пограничном слое атмосферы над большим городом: новые результаты на основе дистанционных данных // Доклады РАН. 2002. Т. 385. № 4. С. 541–548.
- Колокутин Г.Э., Фомин Б.А. Новые спектроскопические базы и дистанционное зондирование Земли методами инфракрасной спектроскопии высокого разрешения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 3. С. 278–287.
- Кузнецова И.Н., Нахаев М.И. Сезонные особенности термической структуры нижних слоев атмосферы в московском мегаполисе по данным микроволновых измерений температуры // 80 лет Гидрометцентру России. М., 2010. С. 389–400.
- Курбацкая Л.И., Курбацкий А.Ф. Мезомасштабная численная модель городского острова тепла в устойчиво стратифицированной атмосфере // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. Т. 4. № 1. С. 165–169.
- Ландсберг Г.Е. Климат города. Л.: Гидрометеониздат, 1983. 248 с.
- Локощенко М.А., Корнева И.А., Кочин А.В., Дубовецкий А.З., Новицкий М.А., Разин П.Е. О высотной протяженности городского острова тепла над Москвой // Доклады РАН. 2016. Т. 466. № 2. С. 213–217.
- Ужегова Н.В., Антохин П.Н., Белан Б.Д., Ивлев Г.А., Козлов А.В., Фофанов А.В. Выделение антропогенного вклада в изменение температуры, влажности, газового и аэрозольного состава городского воздуха // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24. № 7. С. 589–596.
- Чубарова Н.Е., Незваль Е.И., Беликов И.Б., Горбаренко Е.В., Еремينا И.Д., Жданова Е.Ю., Корнева И.А., Константинов П.И., Локощенко М.А., Скороход А.И., Шилоцева О.А. Климатические и экологические характеристики московского мегаполиса за 60 лет по данным Метеорологической обсерватории МГУ // Метеорология и гидрология. 2014. С. 49–64.
- Щербаков А.Ю. Метеорологический режим и загрязнение атмосферы городов. Калинин: КГУ. 1987. 97 с.
- Aires F., Rossow W.B., Scott N.A., Chédin A. Remote Sensing from the infrared atmospheric sounding interferometer instrument. 2. Simultaneous retrieval of temperature, water vapor and ozone atmospheric profiles // J. Geophys. Res. 2002. V. 107. № D22. P. 4620–4631.

Bornstein R.D. Observations of the urban heat island effect in New York City // *J. Appl. Meteorol.* 1968. V. 7. P. 575–582.

Duckworth F.S., Sandberg J.S. The effect of cities upon horizontal and vertical temperature gradients // *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 1954. V. 35. № 2. P. 198–207.

IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* / Eds.: T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kislov A., Konstantinov P., Varentsov M., Samsonov T., Gorlach I., Trusilova K. Urban amplification of the global warming

in Moscow megacity // *EGU General Assembly 2015. Geophysical Research Abstracts.* 2015. V. 17. EGU2015-5620.

Kuttler W., Weber S., Schonfeld J., Hesselschwerdt A. Urban/rural atmospheric water vapor pressure differences and urban moisture excess in Krefeld, Germany // *Int. J. Climatology.* 2007. № 14. V. 27. P. 2005–2015.

Lokoshchenko M.A. Urban 'heat island' in Moscow // *Urban Climate.* 2014. V. 10. P. 550–562.

Martilli A., Clappier A., Rotach M.W. An urban surface exchange parameterization for mesoscale models // *Bound.-Layer Meteorol.* 2002. V. 104. P. 261–304.

Oke T.R. *Boundary layer climates.* 1987. Routledge. 435 p.
World Urbanization Prospects. The 2009 Revision Rep., 1–47 pp, United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. 2009. New York.

Поступила в редакцию 18.08.2016

Принята к публикации 31.03.2017

**A.V. Kislov¹, M.I. Varentsov²,
I.A. Gorlach³, L.I. Alekseeva⁴**

**«HEAT ISLAND» OF THE MOSCOW AGGLOMERATION
AND THE URBAN-INDUCED AMPLIFICATION
OF GLOBAL WARMING**

Climate changes are governed by the global changes of the concentrations of greenhouse gases and aerosols, as well as the regional changes of atmospheric circulation. Within a large urban area, the microclimate change (particularly climate warming) is amplified under the influence of sharply modified land surface properties. This is the process of the. Differences in meteorological parameters between the urban and rural areas form the so-called «islands». These are the Urban heat/cool island (UHI or UCI) and the Urban dry/wet island (UDI or UWI) in the case of moisture shortage/excess within the urban area. The focus of this paper is the climate change of the Moscow megacity, including the changes of urban islands. Available meteorological observations within the Moscow urban area and surrounding territory make it possible to assess the urban-induced climate warming component separately from the climate variations typical to the whole central part of the East European Plain. According to the ground observation data during recent 15 years the intensity of the heat island has increased despite a «pause» in the process of global warming. To obtain more precise viewing of the UHI structure the satellite data (METOP-A and METOP-B) were analyzed together with those of ground observations. The former provide temperature and humidity profiles with the spatial resolution of 25×25 km². It was found that the UHI vertical extension could reach ~2 km. During summer, the lower part of UHI is at the same time the UDI, while its upper part is the UWI. In winter, the lower part of UHI is the UWI.

Key words: «heat islands», global warming, urban-induced amplification of global warming, Moscow agglomeration.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Geographical Society (grant № 12/2014/РГО-РФФИ).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Head of the Department, Professor, D.Sc. in Geography; *e-mail:* avkislov@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, postgraduate student; *e-mail:* mvar91@gmail.com

³ FGBU Gidromettsentr Rossii, Leading Scientific Researcher, PhD in Geography; *e-mail:* ia_gorlach@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Senior Scientific Researcher, PhD in Geography; *e-mail:* rapira2005@yandex.ru

REFERENCES

- Aires F., Rossow W.B., Scott N.A., Chédin A. Remote Sensing from the infrared atmospheric sounding interferometer instrument. 2. Simultaneous retrieval of temperature, water vapor and ozone atmospheric profiles // *J. Geophys. Res.* 2002. V. 107. № D22. P. 4620–4631.
- Bornstein R.D. Observations of the urban heat island effect in New York City // *J. Appl. Meteorol.* 1968. V.7. P. 575–582.
- Chubarova N.E., Nezval' E.I., Belikov I.B., Gorbarenko E.V., Eremina I.D., Zhdanova E.Ju., Korneva I.A., Konstantinov P.I., Lokoshhenko M.A., Skorohod A.I., Shilovceva O.A. Klimaticheskie i ekologicheskie harakteristiki moskovskogo megapolisa za 60 let po dannym Meteorologicheskoy observatorii MGU [Climatic and environmental characteristics of the Moscow megalopolis for 60 years, according to the data of the Meteorological Observatory of the Moscow State University] // *Meteorologiya i gidrologiya.* 2014. C. 49–64 (in Russian).
- Duckworth F.S., Sandberg J.S. The effect of cities upon horizontal and vertical temperature gradients // *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 1954. V. 35. № 2. P. 198–207.
- Gorlach I.A., Kislov A.V., Alekseeva L.I. Opyt issledovaniya vertikal'noy struktury gorodskogo ostrova tepla na osnove sputnikovykh dannykh [Experience of studying the vertical structure of the urban heat island basing on the satellite data] // *Issledovaniye Zemli iz kosmosa.* 2017. № 4. S. 37–46 (in Russian).
- Gorod, arhitektura, chelovek i klimat [City, architecture, humans and climate] / Red. M.S. Mjagkova. M.: Arhitektura-S, 2007. 344 s. (in Russian).
- Gruza G.V., Ran'kova Je.Ja. Nablyudaemye i ozhidaemye izmeneniya klimata Rossii: temperature vozduha [Observed and projected climate changes over Russia: the air temperature]. Obninsk: 2012. FGBU «VNIIGMI-MCD». 194 s. (in Russian).
- IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* / Eds.: T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kadygrov E.N., Kuznecova I.N., Golicyn G.S. Ostrov tepla v pograničnom sloe atmosfery nad bol'shim gorodom: novye rezul'taty na osnove distancionnykh dannykh [Heat island within the boundary layer over a large town: new results based on the remote sensing data] // *Doklady RAN.* 2002. T. 385. № 4. C. 541–548 (in Russian).
- Kislov A., Konstantinov P., Varentsov M., Samsonov T., Gorlach I., Trusilova K. Urban amplification of the global warming in Moscow megacity // *EGU General Assembly 2015. Geophysical Research Abstracts.* 2015. V. 17. EGU2015-5620.
- Kolokutin G.Je., Fomin B.A. Novye spektroskopicheskie bazy i distancionnoe zondirovanie Zemli metodami infrakrasnoj spektrometrii vysokogo razreshenija [New spectroscopic databases and the remote sensing of the Earth by high resolution infrared spectrometry] // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa.* 2014. T. 11. № 3. S. 278–287 (in Russian).
- Kurbackaya L.I., Kurbackij A.F. Mezomasshtabnaya chislennaya model' gorodskogo ostrova tepla v ustojchivo stratificirovannoj atmosfere [Mesoscale numerical model of urban heat island in the stably stratified atmosphere] // *Interesko Geo-Sibir'.* 2015. T. 4. № 1. S. 165–169 (in Russian).
- Kuttler W., Weber S., Schonfeld J., Hesselschwerdt A. Urban/rural atmospheric water vapour pressure differences and urban moisture excess in Krefeld, Germany // *International J. Climatology.* 2007. № 14. V. 27. P. 2005–2015.
- Kuznecova I.N., Nahaev M.I. Sezonnnye osobennosti termicheskoy struktury nizhnih sloev atmosfery v moskovskom megapolise po dannym mikrovolnovykh izmerenij temperatury [Seasonal features of thermal structure of the lower layers of the atmosphere in the Moscow megalopolis according to the microwave temperature measurements] // *80 let Gidrometcentru Rossii.* M. 2010. S. 389–400. (in Russian).
- Landsberg G.E. *Klimat goroda* [City climate]. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 248 s. (in Russian).
- Lokoshchenko M. A. Urban 'heat island' in Moscow // *Urban Climate.* 2014. V. 10. P. 550–562.
- Lokoshhenko M.A., Korneva I.A., Kochin A.V., Duboveckij A.Z., Novickij M.A., Razin P.E. O vysotnoj protyazhjonnosti gorodskogo ostrova tepla nad Moskvoy [Altitudinal extent of urban heat island over Moscow] // *Doklady RAN.* 2016. T. 466. № 2. C. 213–217 (in Russian).
- Oke T.R. *Boundary layer climates.* 1987. Routledge. 435 p.
- Shherbakov A.Ju. Meteorologicheskij rezhim i zagryaznenie atmosfery gorodov [Meteorological regime and urban atmospheric pollution] // *KGU. Kalinin,* 1987. 97 s. (in Russian).
- Uzhegova N.V., Antohin P.N., Belan B.D., Ivlev G.A., Kozlov A.V., Fofonov A.V. Vydelenie antropogennogo vklada v izmenenie temperatury, vlazhnosti, gazovogo i ajerozol'nogo sostava gorodskogo vozduha [Separation of human contribution to the changes in temperature, humidity, gas and aerosol composition of urban air] // *Optika atmosfery i okeana.* 2011. T. 24. № 7. S. 589–596 (in Russian).
- Vtoroj ocenochnyj doklad Rosgidrometa ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii. Obshee rezjume. [The 2nd Roshydromet assessment report about climate changes and their consequences over the area of the Russian Federation] M., 2014. 61 s. (in Russian).
- World Urbanization Prospects. The 2009 Revision Rep. 1–47 p., United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. 2009. New York.
- Martilli A., Clappier A., Rotach M.W. An urban surface exchange parameterization for mesoscale models // *Bound. Layer Meteorol.* 2002. V. 104. P. 261–304.

Received 18.08.2016

Accepted 31.03.2017

УДК 528.942

Л.В. Смирнягин¹, А.М. Щепинова²

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ СПОСОБОМ СЕКТОРНО-ЛУЧЕВЫХ ДИАГРАММ СО СРЕДНИМ ЗНАЧЕНИЕМ

Предлагается новый способ картографического изображения социально-экономических объектов, отражающий отличия их структуры от среднего по стране или региону уровня, – это секторно-лучевая диаграмма со средним значением. Способ представляет собой модификацию метода круговой диаграммы, в которой введено круговое изображение среднего по стране уровня показателей, и сектора диаграммы масштабируются относительно различий от средних по стране значений с помощью длин радиусов. Поэтому сектора либо выходят за эту окружность, если значения выше средних по стране, либо не достигают ее, если они ниже. Асимметрия значка отражает структурные особенности объекта по сравнению со средними по стране значениями. Практическое применение метода показано на примере исследования структуры китайской диаспоры США посредством применения нового способа картографирования социально-экономических показателей.

Ключевые слова: социально-экономическое картографирование, китайская диаспора США, социально-экономические показатели населения, отраслевая структура.

Введение. Один из наиболее распространенных способов картографирования социально-экономических явлений – круговая диаграмма. Типичный пример – размещение промышленности какой-либо страны по городам. На карте эти города обычно показывают с помощью кругов, причем размеры кругов соответствуют по площади доле каждого города в промышленности страны (например, по стоимости продукции или по доле занятых), и каждый круг разбит на секторы, которые отражают долю каждой отрасли в промышленности данного города. В зависимости от размеров этой доли секторы имеют разные растворы угла, и в сумме эти углы равны 360 градусам. Этот метод применяется уже много десятков лет, он стал традиционным и поэтому без труда воспринимается для анализа и трактовки. С его помощью составляется подавляющее большинство карт по географии населения или хозяйства. Карты такого типа, как правило, широко представлены в атласах, посвященных географии региона мира (например, [Атлас ..., 1968]), страны [Национальный ..., 2008] или части страны [Алтайский ..., 1980].

Этот метод наглядно и адекватно решает две главные задачи: во-первых, показать размещение исследуемого объекта по центрам его существования на данной территории, а во-вторых – отразить структуру этого объекта в каждом из таких центров. Как правило, на подобных картах хорошо видно, чем именно различаются между собой отдельные центры по своим размерам и по внутренней структуре. Путем изучения таких карт можно получать весьма существенные выводы о характере явления, на которые невозможно выйти, рас-

сматривая только статистические таблицы, ставшие информационной базой для составления этих карт.

Традиционные графические средства, применяемые в этом методе, ориентированы на сравнение центров по их структуре лишь друг с другом, но не со страной в среднем. Между тем, во многих случаях особо важной оказывается задача определить, чем именно данный центр выделяется на фоне страны в среднем, какова специфика его структуры, в чем ее сильные и слабые стороны. Определить эти свойства каждого центра можно и по традиционным диаграммам, но только с определенным трудом.

Для непосредственного отражения указанной специфики структуры предлагается особая модификация метода круговой диаграммы, которую авторы назвали «секторно-лучевой диаграммой со средним значением». Метод может быть использован в таких способах картографического изображения как картодиаграмма (когда показатель привязан к площадям), значок (когда показатель локализован по пунктам) и локализованная диаграмма (показатель меняется в пространстве непрерывно, но измерен в точке).

Материалы и методы исследований. Суть предлагаемой методики заключается в том, чтобы принять окружность круга, обозначающего размер объекта, за линию, которая условно соответствует среднему для страны уровню по любому из секторов структуры, а затем представить каждый радиус сектора структуры данного центра в виде луча, который будет масштабирован относительно среднего по стране. Луч либо выйдет за пределы указанной окружности, если в данном центре его доля выше, чем в среднем, либо не достанет до окруж-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии зарубежных стран, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: smirnyagin@hotmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, аспирантка; e-mail: shchepinova@icloud.com

ности, если доля ниже. Тем самым исходная круговая диаграмма приобретет асимметричный вид, и лучи разной длины наглядно покажут, в каких секторах структуры данный центр или район опережает страну в среднем или отстает от нее.

Лучевые диаграммы не раз применялись в мировой картографии. Еще в 1858 г. Ф. Найтингейл использовала их для картографирования смертности в армии и назвала их «гребешковой диаграммой» (soxcomb chart) [Cook, 1913]. Схожие значки можно найти в «Элементах картографии» Робинсона, Сейла и Моррисона [Robinson, 1978], и в «Семиологии графики» Жака Бертена [Bertin, 2011]. Однако лучевые диаграммы, представленные в этих работах, не содержат изображений среднего уровня, с которыми можно было бы сравнивать сектора. Последние, в свою очередь, в подавляющем большинстве примеров масштабируются площадным, нежели линейным способом.

В предлагаемом способе изображения мерилем соотношения долей отрасли в стране и в конкретном центре служит длина радиуса, то есть мера линейная, а не площадная. Использование линейной меры в предлагаемой методике делает контраст между положением секторов относительно среднего уровня более наглядным и легче считываемым.

То же можно сказать и о соотношении отраслей друг с другом в рамках конкретного центра. Предлагаемый способ делает акцент на соотношении этих отраслей с общестрановой структурой. Он несколько преувеличивает роль тех отраслей, которые в общестрановой структуре имеют небольшую долю, а в данном конкретном центре значительно более высокую. В предлагаемом способе такие отрасли будут выглядеть в структуре города более заметными, чем при показе традиционным способом. Подобное преувеличение позволяет подчеркнуть именно те особенности центра, которые являются его сильной стороной и оказываются отраслями его специализации в общестрановом масштабе.

Опыты применения метода показали, что зачастую конкретный географический объект настолько сильно отличается по некоторым качествам от

среднего по стране уровня, что показ этих отличий порождает визуальные проблемы. Например, если доля машиностроения в городе составляет 50%, а в среднем по стране только 10%, то радиус соответствующего этой отрасли сектора должен оказаться в пять раз длиннее, чем радиус окружности, которой изображен средний по стране уровень. Это вызвало бы немало трудностей при заполнении карты. Поэтому было сочтено целесообразным не показывать на прямую превышение более двукратного, отмечая кратный переход насечками (черточками) на луче (рис. 1).

Применение в социально-экономических исследованиях. Секторно-лучевые диаграммы – это усовершенствование традиционного метода круговых диаграмм, с помощью которого отображают структуру единого явления, где сумма ячеек структуры исчерпывает это явление полностью. Предлагаемый картографический способ может быть применен и для решения многих других изобразительных задач, в том числе для показа не однородных, а разнородных характеристик явления. Например, при картографировании особенностей населения городов страны диаграмма может одновременно отражать с помощью секторов-лучей, исходящих из единого центра, такие характеристики, как средний возраст жителей, естественный прирост, долю лиц с высшим образованием, душевой доход, число убийств в расчете на 10 тыс. жителей, долю родившихся за пределами данного города и т. п. Здесь размер людности города тоже может быть отражен площадью круга, и тогда его окружность, по изложенной выше методике, будет условно принята за средний по стране уровень для любой характеристики. Те характеристики, по которым город не отличается от страны в среднем, будут изображены секторами, радиусы которых совпадают с радиусом данной окружности, а те из них, которые будут отличаться от среднего по стране уровня, получат отражение в виде секторов-лучей, выходящих за пределы окружности, либо остающихся внутри этого предела. В таких случаях раствор углов принимается одинаковым для всех секторов.

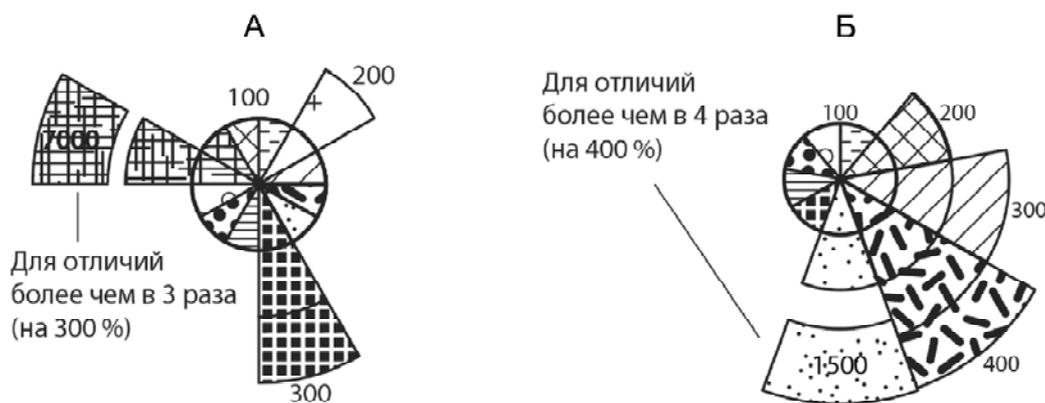


Рис. 1. Секторно-лучевые диаграммы социальных (А) и экономических (Б) отличий (%) со средним значением (местного населения)

Fig. 1. Polar area diagrams of social (A) and economic (Б) deviations (in %) from the average values (for the local population)

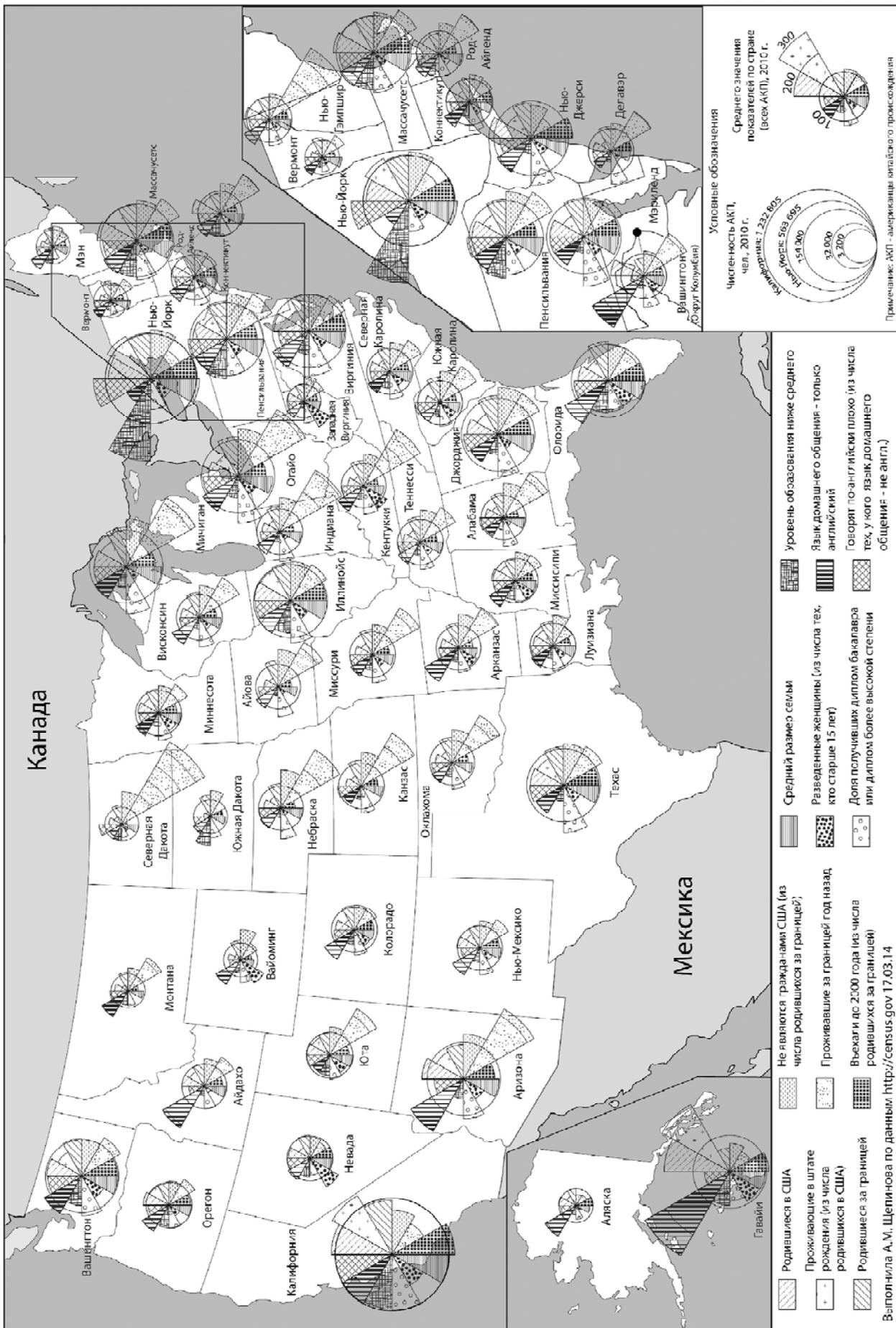


Рис. 2. Картодиаграмма внутренних социальных особенностей АКП, 2010 г.
 Fig. 2. Cartodiagram of internal social particularities of Chinese Americans, 2010

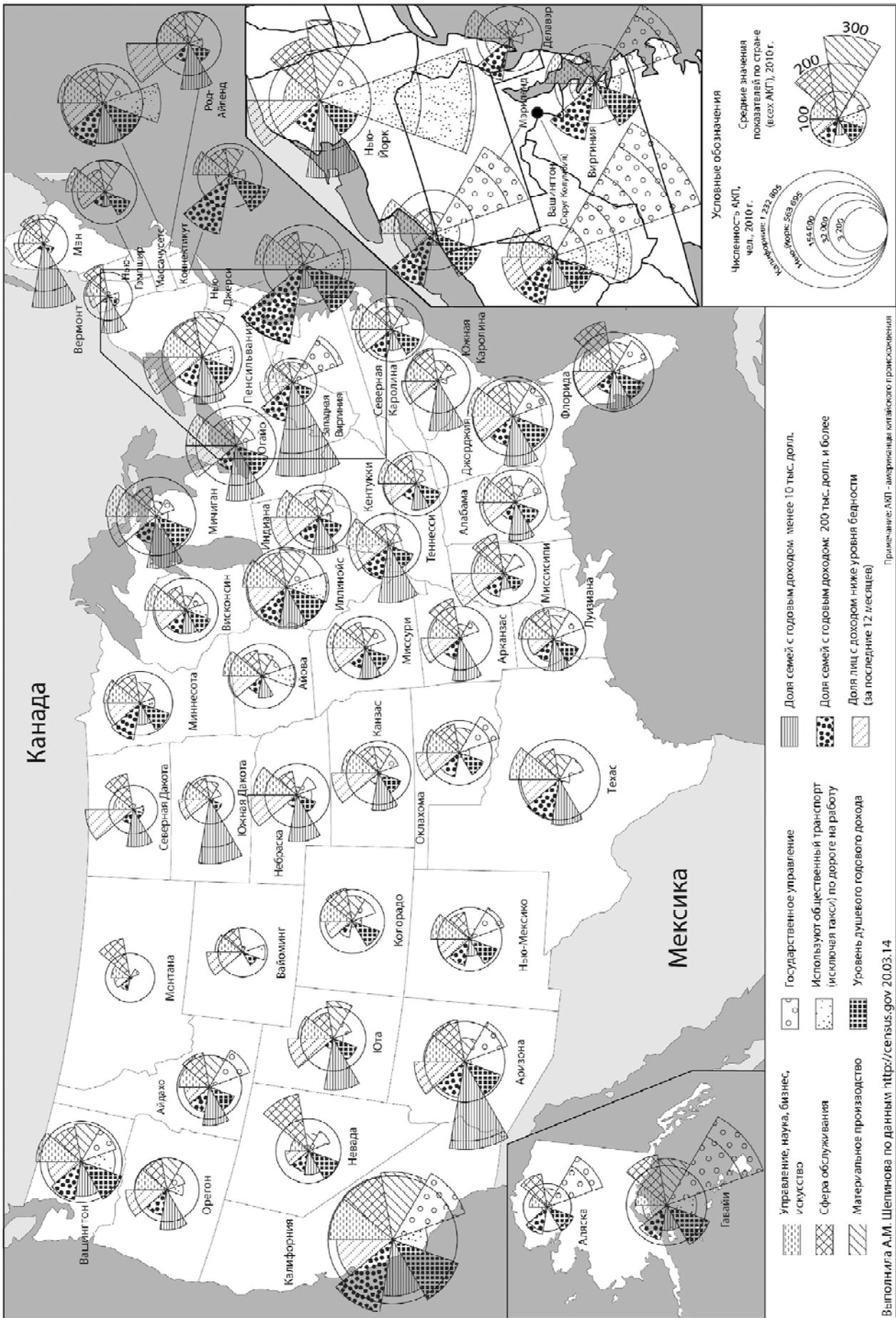


Рис. 3. Картодиаграмма внутренних экономических особенностей олобенностей АКП, 2010 г.
Fig. 3. Cartodiagram of internal economic particularities of Chinese Americans, 2010

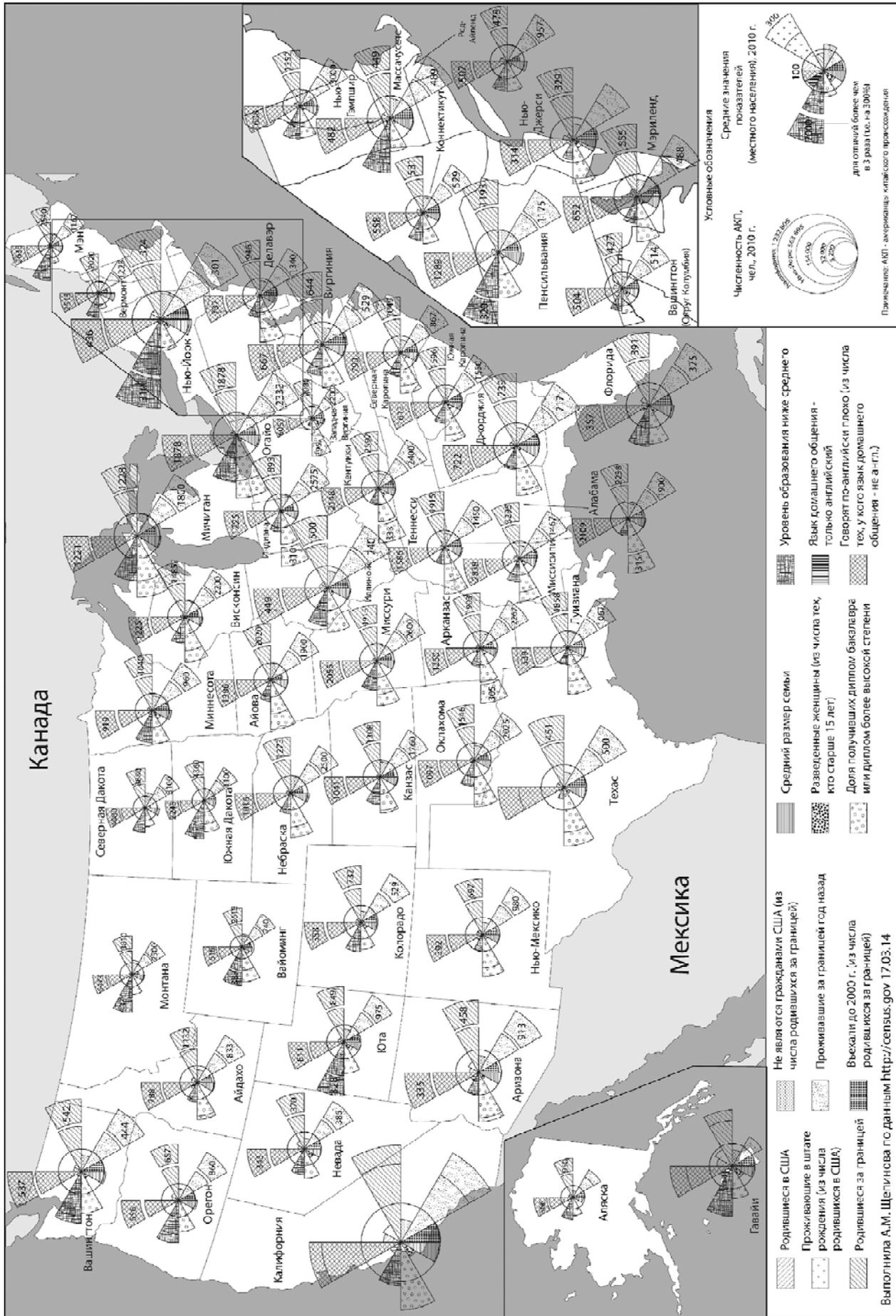


Рис. 4. Картограмма внешних социальных особенностей АКП, 2010 г.

Fig. 4. Cartodiagram of external social particularities of Chinese Americans, 2010

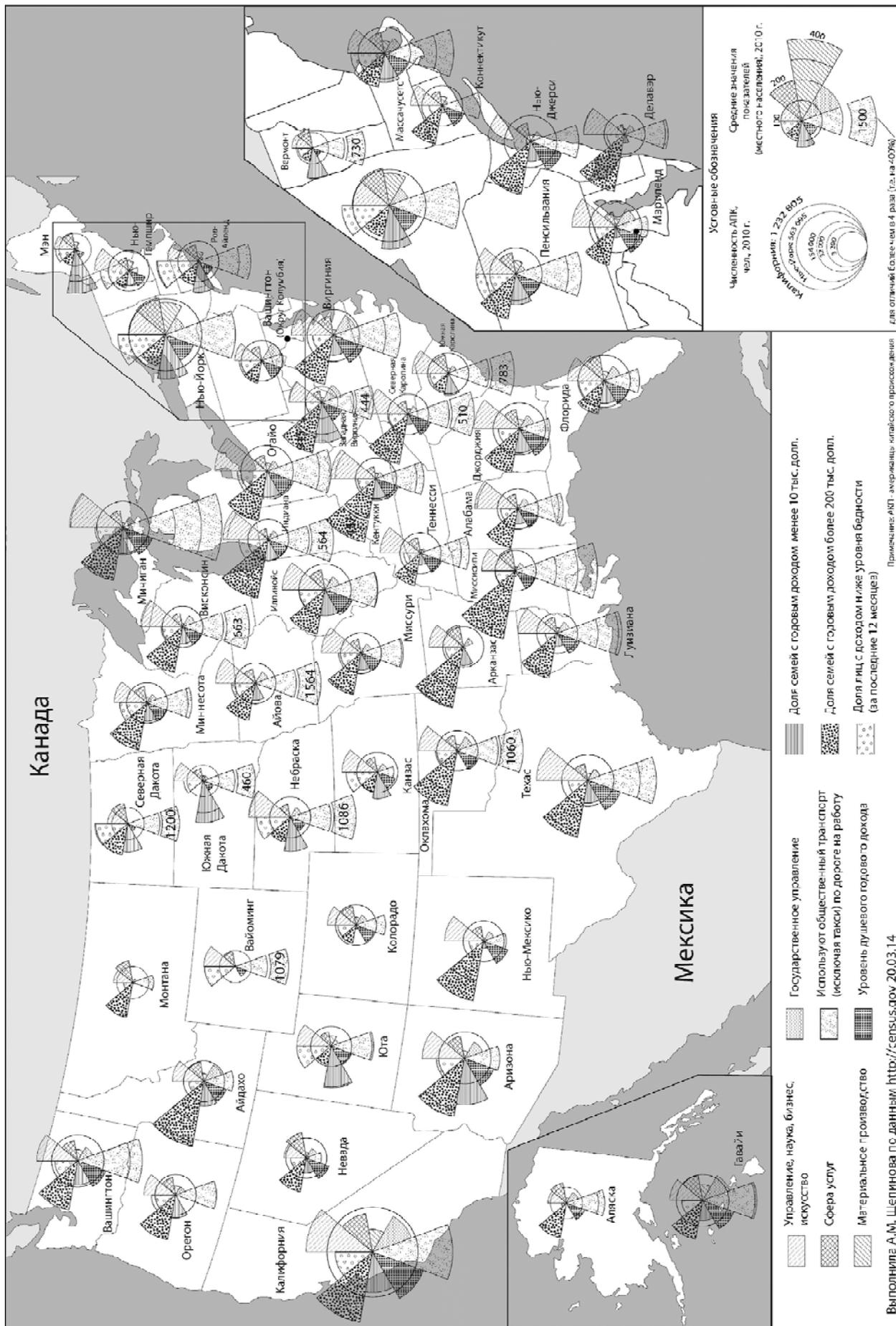


Рис. 5. Картограмма внешних экономических особенностей олобонностей АПК, 2010 г.

Fig. 5. Cartodiagram of external economic particularities of Chinese Americans, 2010

Реализация в ходе конкретного исследования.

Предложенный картографический способ был использован для детального анализа социально-экономического разнообразия американцев китайского происхождения (АКП) в США в разрезе штатов [Щепинова, 2014]. В процессе исследования были составлены круговые картодиаграммы социальных и экономических различий китайского населения по двум направлениям: отличия АКП данного штата от всей группы АКП в США в среднем (внутренние) (рис. 2, 3) и отличия АКП от местного населения каждого штата (внешние) (рис. 4, 5).

В соответствии с вышеописанной методикой построения диаграммного знака можно выделить несколько последовательных стадий построения карт на ее основе.

1. Этап построения модели данных, в ходе которого выбираются сначала показатели, сильнее всего отличающие АКП от населения США в среднем, а после этого те, которые необходимым образом дополняют или противопоставляют выбранные ранее (к примеру, показатель доли лиц, получивших диплом бакалавра или диплом более высокой степени и показатель доли лиц, имеющих образование ниже среднего). Отобранные показатели нормируются относительно среднего по стране уровня. После этого с целью нахождения «адекватной» меры параметризации полученных результатов проводятся расчеты дисперсии генеральной совокупности и коэффициента парной корреляции.

Дисперсия генеральной совокупности:

$$\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n},$$

где x – среднее значение показателя по всем штатам, n – количество штатов. Таким образом определяется, по каким показателям существуют самые значительные и незначительные различия между штатами. Например, из всех рассмотренных социальных показателей, ощутимее всего АКП разных штатов отличаются друг от друга по доле проживавших за границей год назад, тогда как по доле въехавших до 2000 г. – слабо.

Коэффициент парной корреляции:

$$КОРРЕЛ(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}},$$

где x, y – значения показателей. Результаты подтверждают существование зависимостей между разными категориями показателей, к примеру: сроком приезда и уровнем годового дохода. Корреляционный анализ указывает на такое скрытое явление, как существование одновременно «старой» и «новой» китайской иммиграции и его влияние на взаимосвязь экономических и социальных параметров населения и их территориального распространения.

Проводимые расчеты позволяют дать не только качественную, но и количественную оценку карты региональных различий АКП.

1. Этап разработки легенды, в ходе которого 12-ти социальным (категория DP02) и девяти экономическим показателям (категория DP03), отобраным из 230 показателей переписи населения США 2010 г., были присвоены разные типы штриховок, позволяющие целиком разместить каждую из групп показателей в круговой диаграмме.

2. Этап выбора шкалы размеров значков, в ходе которого размер окружности значка в каждом штате определяется в зависимости от абсолютной численности АКП. Методом естественных разрывов штаты разбиваются на пять категорий; отдельные группы составляют Калифорния и Нью-Йорк, в которых численность АКП превышает 1,2 млн и 560 тыс. чел., а доля в общей численности китайского населения составляет 37 и 17% соответственно. Три оставшиеся группы включают в себя штаты, в которых доля АКП составляет: от 1 до 5% (Техас, Иллинойс, Вашингтон, Гавайи и др.), от 0,1 до 1% (Сев. Каролина, Невада, Юта, Теннесси и др.) и менее 0,1% (Мэн, Аляска, Вермонт, Сев. Дакота и др.) от общей численности.

3. Этап построения диаграммного знака. Здесь определяется положение секторов: по часовой стрелке, начиная с положения 12-ти часов. Вычисляется стандартный угол секторов социальных (по 30 градусов) и экономических (по 40 градусов) показателей. Каждому сектору задается необходимая длина радиуса относительно принятой (установленной) средней линии. При этом в случае превышения значения более чем в 2 раза, на масштабированном секторе диаграммного знака появляется насечка, обозначающая отметку в 200%, 300% и т. д. Во время построения диаграммных знаков, где средняя линия отражает уровень местного населения каждого штата, помимо насечек вводится еще один специфический прием – разрыв сектора. Причиной тому являются чрезвычайно большие различия в значениях показателей, исчисляемые тысячами процентов. Так, например, в 12 штатах (Айова, Вайоминг, Вермонт, Висконсин, Западная Виргиния, Индиана, Небраска, Оклахома, Северная Дакота, Северная Каролина, Южная Дакота, Южная Каролина) разница в доле лиц, использующих общественный транспорт по дороге на работу, между АКП и местным населением столь существенна (более чем в 4 раза), что для лучшей визуализации результатов применяется разрыв сектора и степень отличия указывается на каждом секторе с помощью цифр.

Результаты. Картодиаграммы, по нашему мнению, получились весьма эффективным средством при исследовании географии АКП в США. На них становятся очевидными такие особенности географии китайской диаспоры в США, как сравнительно равномерное распространение по всей территории страны, сохранение исторических центров расселения, а также очень высокий уровень географических различий между территориальными частями диаспоры и в сравнении с местным населением. Данные об АКП по отдельным штатам зачастую настолько сильно превышали средние уровни по стране или по штату, что пришлось особенно часто использовать насечки и разрывы

секторов, чтобы отобразить различия в значениях показателей в десятки раз. Так, например, в Западной Виргинии доля родившихся за границей АКП (71%) превышает соответствующую долю среди местного населения (1%) в 70 раз, что наглядно отображено на картодиаграмме дополнительными цифровыми значениями.

Легко считываются по картам те штаты, в которых сосредоточены наиболее ассимилировавшиеся АКП, максимально не отличающиеся от местного населения (Калифорния, Иллинойс, Вашингтон). Легко фиксируются штаты, где среди АКП особенно высока доля иммигрантов, прибывших из-за рубежа сравнительно недавно, потому что китайское население резко выделяется как на фоне местного населения, так и на фоне среднего китайского населения США. Чаще всего это характеризует те штаты, где АКП крайне малочисленны (Вермонт, Мэн, Нью-Гэмпшир, Северная и Южная Дакота).

Картодиаграммы убедительно подтверждают гипотезу о том, что в США сложились два совершенно разных исторических центра притяжения АКП – Калифорния и Нью-Йорк. Об этом особенно ярко свидетельствует картодиаграмма экономических различий. Данный факт подчеркивает актуальность географического аспекта при изучении внутренней структуры АКП.

Методика построения модели базы данных указывает на необходимость разработки и последующего применения дополнительного интегрального показателя, условно названного «степенью своеобразие». Основная функция параметра заключается в оценке неравномерности диаграммного знака. Величина «своеобразие» должна показать среднее отличие каждого штата от среднего по стране по каждому из показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алтайский край: Атлас. М.- Барнаул, 1980. Т. 2. С. 45–107.
 Атлас Латинской Америки. М.: ГУГК при СМ СССР, 1968. 8 с.
 Национальный атлас России. В 4 т. Т. 3. Население. Экономика. М.: Роскартография, 2008. Т. 3. 303 с.
 Щепинова А.М. Формирование китайской диаспоры США: региональные особенности. М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2014.

Выводы:

– предложенный картографический способ рассмотрен для аналитических, а не справочных целей. Он предназначен для того, чтобы как можно более наглядно отражать особенности каждой территориальной единицы на фоне средних по стране значений. Тем самым он дополняет традиционные справочные круговые или лучевые диаграммы, задача которых – точно отражать первичную статистическую информацию об объектах;

– проверка аналитической эффективности способа на материале географии китайской диаспоры в США дала весьма хорошие результаты. Метод наглядно указывает на наличие главных исторических центров китайской диаспоры, Нью-Йорка и Калифорнии, и на резкие различия между ними по характеристикам АКП;

– легко считываются различия между штатами новой и старой иммиграции. Так, штатам новой иммиграции соответствуют секторно-лучевые диаграммы с резкими диспропорциями отдельных секторов, тогда как в диаграммных знаках штатов старой иммиграции – масштабируемые сектора чаще всего близки к окружности, обозначающей средний по стране уровень;

– обоснована необходимость разработки дополнительного интегрального показателя, который послужит методом оценки асимметричности диаграммного знака. Расчет «степени своеобразия» американцев китайского происхождения станет основанием к составлению рейтинга штатов, подкрепляющего созданный картографический материал;

– можно утверждать, что только совокупность традиционного и предложенного способов может достаточно полно отразить географическую сущность объекта социально-экономического исследования.

Bertin J. Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps. (Translated by W.J. Berg). Esri Press, Redlands, California. First edition. 2011. P. 199–201.

Cook E.T. The Life of Florence Nightingale. London: Macmillan and Co, 1913. V. 1. 386 p.

Robinson A., Sale R., Morrison J. Elements of cartography. New York: Wiley, 1978. P. 49, 213.

Поступила в редакцию 19.04.2016
 Принята к публикации 31.03.2017

L.V. Smirnyagin¹, A.M. Shchepinova²

MAPPING OF SOCIO-ECONOMIC OBJECTS BY MEANS OF POLAR AREA DIAGRAMS WITH AVERAGE VALUES

A new cartographic method for the visualization of socio-economic events and objects, i.e. a polar area diagram with average values, is suggested which emphasizes the local structural peculiarities in comparison with the national or regional averages. This method is a modified circular diagram where the additional circle shows the average values of all indicators in the country, and the radius of each sector

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Social and Economic Geography of Foreign Countries, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: smirnyagin@hotmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Social and Economic Geography of Foreign Countries, post-graduate student; e-mail: shchepinova@icloud.com

demonstrates a parity of the relative size of a particular sector with the national average. If the size is higher than the average level the radius will go outside the circle and *vice versa*. This is why the very asymmetry of the diagram reflects the specific features of a given object. Practical application of the method is illustrated by the investigation of the structure of Chinese Diaspora in the USA.

Key words: socio-economic cartography, Chinese Diaspora in the USA, socio-economic indicators, sector structure.

REFERENCES

- Altajskij kraj. Atlas [Atlas of the Altai Krai]. Moskva-Barnaul, 1980. V. 2. P. 45. 107 s. (in Russian).
- Atlas Latinskoj Ameriki [Atlas of the Latin America]. M.: GUGK pri SM SSSR, 1968. 8 s. (in Russian).
- Bertin J.* Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps. (translated by W.J. Berg). Esri Press, Redlands, California. First edition. 2011. P. 199–201.
- Cook E.T.* The Life of Florence Nightingale. Macmillan and Co.: London, 1913. V. 1. P. 386.
- Nacional'nyj atlas Rossii v 4 t. T. 3. Naselenie. Ekonomika [National Atlas of Russian Federation in 4 volumes. V. 3. Population. Economy.]. M.: Roskartografija, 2008. V. 3. 303 p. (in Russian).
- Robinson A., Sale R., Morrison J.* Elements of cartography. New York: Wiley, 1978. P. 49, 213.
- Shchepinova A.M.* Formirovanie kitajskoj diasporj SShA: regional'nye osobennosti: diplomnaja rabota [Formation of Chinese Diaspora of the USA: regional features. Graduate thesis]. M.: MGU imeni M.V. Lomonosova, 2014 (in Russian).

Received 19.04.2016

Accepted 31.03.2017

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 581.9; 911.2

Т.В. Дикарева¹, С.М. Малхазова², В.Ю. Румянцев³, М.С. Солдатов⁴**ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЯДОВИТЫХ РАСТЕНИЙ В РОССИИ**

Выявлены закономерности распространения ядовитых растений в России, дан анализ зависимости их распределения от некоторых климатических факторов. В исследование включено 82 наиболее ядовитых вида сосудистых растений России, относящихся к 34 семействам и 58 родам. Отдельно, ввиду особенностей географического распространения, рассмотрены 55 видов рода *Aconitum* семейства Лютиковых (*Ranunculaceae*). Проведенный картографический анализ свидетельствует, что наименьшее число видов ядовитых растений приурочено к северным регионам России (до 20 включительно), в то время как наибольшее число видов произрастает в Краснодарском крае, Республике Адыгея и в Курской области (более 45). Корреляционный анализ связей видового разнообразия растений (в разных сочетаниях) с климатическими факторами показал, что максимальная связь количества ядовитых видов (без видов р. *Aconitum*) отмечается со среднегодовой температурой воздуха, а существенных связей со среднегодовой суммой осадков не наблюдается. Закономерности распространения видов р. *Aconitum* связаны скорее с удаленностью конкретной территории от центра разнообразия рода, чем с климатическими факторами.

Ключевые слова: ядовитые растения, климатические факторы, картографический и статистический анализ.

Введение. С древних времен ядовитые растения изучали для борьбы с их вредным воздействием, оказывающим заметный ущерб как здоровью людей, так и животноводству. В то же время некоторые из этих растений применяли для лечения болезней; другие оказывались востребованными на охоте (и в наши дни африканские охотники смазывают ядовитыми соками наконечники стрел), третьи помогали бороться с паразитами человека и сельскохозяйственных культур. В отличие от пищевых, ядовитые растения культивируют редко, в основном в качестве лекарственного сырья. Большинство же ядовитых растений остаются дикорастущими.

В СССР систематическое изучение ядовитых растений началось в 30-е годы XX в. после публикации книги Л.М. Кречетовича «Ядовитые растения, их польза и вред» [Кречетович, 1931]. Сегодня известны многочисленные справочники и монографии по ядовитым растениям как СССР и России в целом, так и отдельных регионов [Зориков, 2005; Коновалова, Шевырева, 2011]. Актуальные вопросы использования и свойств ядовитых растений периодически обсуждаются в журнале «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», издаваемом Всероссийским институтом

лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР) [<http://bmfcr.rusvrach.ru>].

В зарубежной литературе ядовитым растениям также посвящено множество изданий, главным образом, сводки, определители, руководства по использованию [Small ..., 2014; Index ..., 2016]. В журнале «Journal of Acute Disease» [<http://www.sciencedirect.com/science/journal/22216189>] публикуются статьи, посвященные обзорам ядовитых растений по регионам, их ядовитым и целебным особенностям.

Однако проблема закономерностей распространения ядовитых растений, зависимости их видового разнообразия от факторов среды до сих пор не рассматривалась ни ботаниками, ни биогеографами.

Целью данной работы явилось выявление закономерностей распространения ядовитых растений на территории России в зависимости от некоторых климатических факторов. В задачи работы входило составление списка наиболее ядовитых растений России, картографическое отображение их видового разнообразия, анализ связи количества видов ядовитых растений в субъектах РФ с климатическими факторами.

Материал и методы исследований. Для анализа территориального распределения ядовитых рас-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: tanikdik@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: sveta_geo@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: vyurum@biogeo.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, ст. науч. с.; e-mail: soldatov@biogeo.ru

тений по литературным данным было выбрано 82 вида (без видов рода *Aconitum*), являющихся безусловно ядовитыми. Все выбранные растения высокотоксичны для человека и содержат большие дозы ядовитых веществ (алкалоиды, сапонины, флавоноиды, бергаптен, изобергаптен, изопимпинелин, ксантотоксин, псорален и др.) [Муравьева, 1978; Токин, 1980; Орлов с соавт., 1990; Зориков, 2005; Коновалова, Шевырева, 2011].

Отдельно рассмотрены 55 видов р. *Aconitum* (борец) семейства *Ranunculaceae* (Лютиковые) (далее – акониты), характер распространения которых, как следует из предварительного картографического анализа, связан, главным образом, с регионами Дальнего Востока. Во всех органах всех видов рода содержатся алкалоиды, в первую очередь – аконитин. По современным представлениям, «... аконит – крайне ядовитое растение, применение его в медицине недопустимо и опасно для жизни даже при традиционном наружном применении» [Авдеев, Ананьев, 2010, с. 51]. В связи с этим сравнение распространения видов данного рода с закономерностями распространения других ядовитых видов растений России показалось авторам интересным с точки зрения сопоставления основных факторов, влияющих на закономерности распространения аконитов и прочих видов ядовитых растений.

Известны представления о повышенной токсичности растений аридной флоры [Николаевский, 1987] и о том, что наибольшее разнообразие ядовитых растений свойственно семиаридным, аридным и субтропическим регионам [Орлов с соавт., 1990]. Это обычно объясняется значительной *затрудненностью регенерации поврежденных растений* в условиях крайнего перегрева и недостатка влаги. Наряду с использованием приспособлений к перенесению засухи, ксерофиты, как предполагается, вырабатывают «орудия защиты», которые могут иметь как *специализированный*, так и *универсальный характер*, одновременно предохраняя растения от перегрева и нападения. К таким растениям относят виды семейств *Cactaceae* (Кактусовые), *Crassulaceae* (Толстянковые), *Euphorbiaceae* (Молочайные). Многие растения южных областей, особенно древесные и кустарниковые формы, содержат большое количество *танинов*, не являющихся прямыми токсикантами, но препятствующих поеданию этих растений из-за своей концентрации [Орлов с соавт., 1990].

Данные об ареалах ядовитых видов получены из определителей [Губанов с соавт., 1995; Сосудистые ..., 1996; Флора ..., 1987–2003], из базы данных [Агроэкологический ..., 2015], а также из Атласа ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР [Атлас ..., 1983]. В анализ включены 82 субъекта РФ (кроме городов федерального значения). Присутствие в субъекте того или иного ядовитого растения определялось на основе вхождения хотя бы незначительной части его ареала в пределы данного субъекта. Для каждого субъекта РФ определе-

ны: число видов ядовитых растений без аконитов, число видов аконитов, общее число видов ядовитых растений, общее число видов сосудистых растений, доля (%) ядовитых видов (без аконитов) от общего числа видов сосудистых растений. Материалы были занесены в компьютерную базу данных средствами СУБД MS Visual FoxPro и привязаны в среде ГИС MapInfo к цифровой карте-основе, содержащей границы субъектов РФ. Отметим, что анализ распространения растений в пределах административных границ не традиционен для отечественной биогеографии. Но такой подход уже был апробирован в отношении растений-аллергенов [Дикарева, Румянцев, 2015; Dikareva, Rumiantsev, 2015] и был признан допустимым. Затем средствами ГИС MapInfo была составлена серия тематических картосхем, из которых три приводятся ниже (рис. 1–3). Методика организации базы данных и последующего составления картосхем была аналогична использованной авторами ранее для растений-аллергенов [Дикарева, Румянцев, 2015; Dikareva, Rumiantsev, 2015].

Для анализа связи распространения ядовитых растений с климатическими факторами были рассмотрены два основных показателя – среднегодовая температура воздуха и среднегодовая сумма осадков. Выбор этих показателей обусловлен предыдущим опытом авторов. Анализ связи и прогноз возможных изменений зональных границ растительности и продуктивности лесов России в условиях «глобального потепления» показал высокую значимость фактора температуры и гораздо более низкую – фактора влажности [Malkhazova et al., 2012; Rumiantsev et al., 2013; Румянцев с соавт., 2013; Солдатов с соавт., 2014]. Тем не менее, проверка значимости фактора влажности в данном случае была необходима ввиду уже упомянутых указаний на то, что наибольшее разнообразие ядовитых растений свойственно флоре семиаридных и аридных территорий [Орлов с соавт., 1990].

Для определения выбранных показателей был использован большой массив климатических данных за так называемый «период современного климата» (1961–1989 гг.) [Malkhazova et al., 2012], привязанный к сети метеостанций РФ. Он содержал для этого периода данные по среднесуточной температуре и по количеству осадков за каждые сутки. В каждом субъекте РФ была выбрана наиболее репрезентативная метеостанция. Для этих метеостанций среднегодовая температура и годовая сумма осадков рассчитывались средствами СУБД MS Visual FoxPro. Авторы принимали во внимание, что для наиболее крупных по площади субъектов РФ (Красноярский край, Якутия и др.) анализ на основе данных одной, даже самой репрезентативной, метеостанции может привести к заметным искажениям результата. Тем не менее, было решено не исключать их из анализа. Результаты расчетов были включены в базу данных.

В качестве рабочих были приняты и проверялись гипотезы: 1) климатические факторы определяют общее число видов сосудистых растений тер-

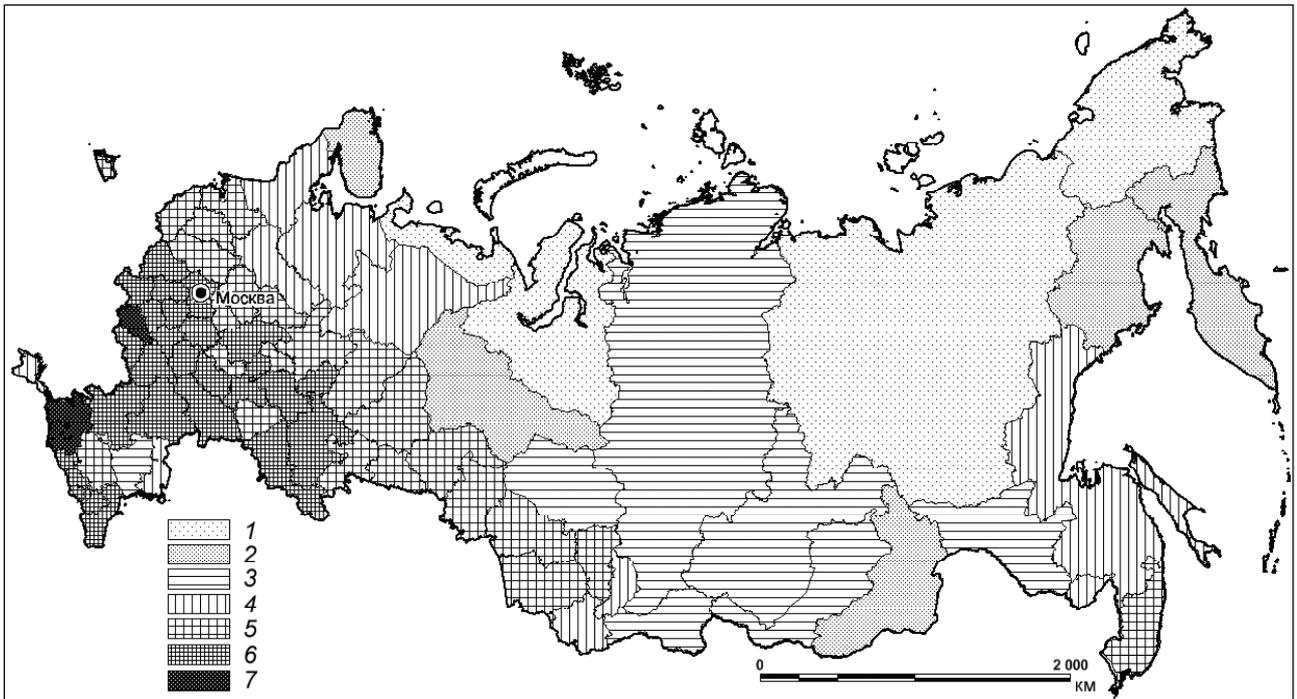


Рис. 1. Число видов ядовитых растений в субъектах РФ (без аконитов). В скобках – число субъектов РФ в данной градации. Число видов: 1 – 14–20 (4); 2 – 21–25 (5); 3 – 26–30 (7); 4 – 31–35 (11); 5 – 36–40 (24); 6 – 41–45 (28); 7 – 46 и более (максимум 48) (3)

Fig. 1. Number of poisonous plant species in RF subjects (apart from the *Aconitum* sp.). In brackets – number of RF subjects within the range. Number of species: 1 – 14–20 (4); 2 – 21–25 (5); 3 – 26–30 (7); 4 – 31–35 (11); 5 – 36–40 (24); 6 – 41–45 (28); 7 – 46 and more (max 48) (3)

ритории; 2) число видов ядовитых растений (без аконитов) определяется общим числом видов сосудистых растений территории, то есть связь числа ядовитых видов с климатическими факторами опосредована общим флористическим богатством тер-

ритории; 3) число видов ядовитых растений (без аконитов) непосредственно связано с климатическими факторами; 4) распространение аконитов практически не связано с климатическими факторами и с общим флористическим богатством территории.

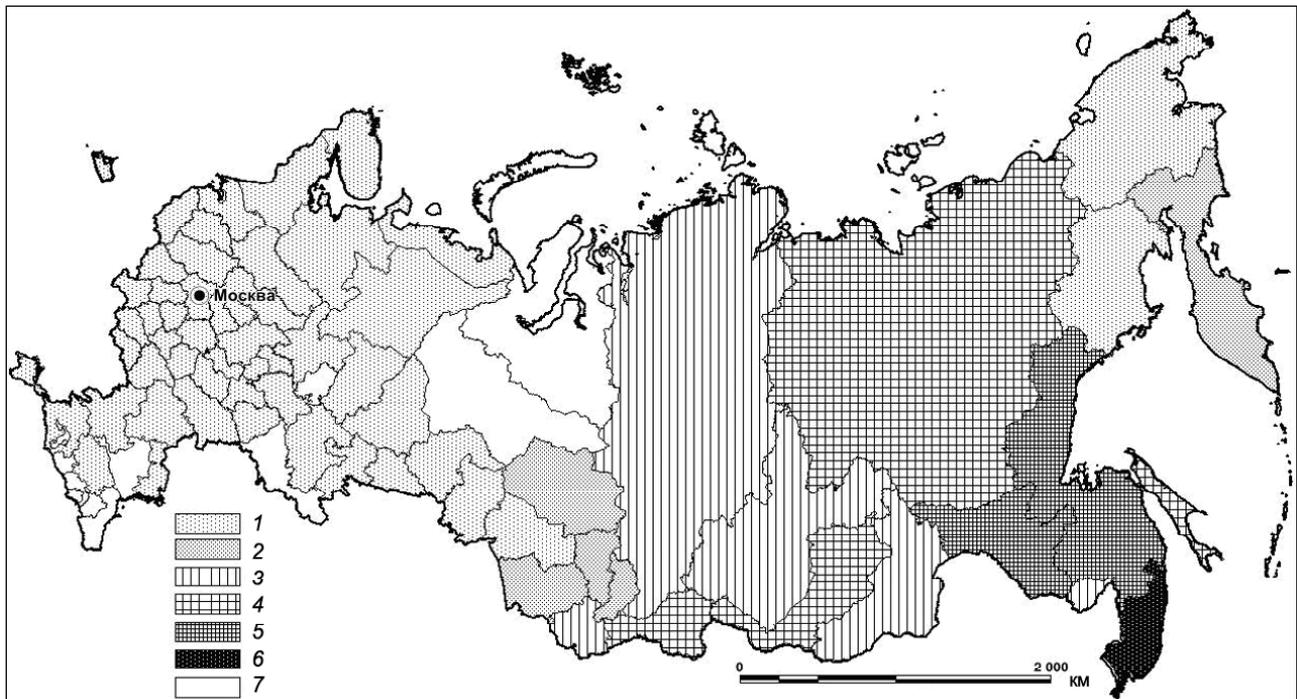


Рис. 2. Число видов аконитов в субъектах РФ. В скобках – число субъектов РФ в данной градации. Число видов: 1 – 1–3 (53); 2 – 4–6 (5); 3 – 7–9 (5); 4 – 10–12 (4); 5 – 13–15 (2); 6 – 16 и более (1); 7 – акониты отсутствуют или нет данных (12)

Fig. 2. Number of *Aconitum* sp. in RF subjects. In brackets – number of RF subjects within the range. Number of species: 1 – 1–3 (53); 2 – 4–6 (5); 3 – 7–9 (5); 4 – 10–12 (4); 5 – 13–15 (2); 6 – 16 and more (1); 7 – *Aconitum* sp. absent or no data (12)

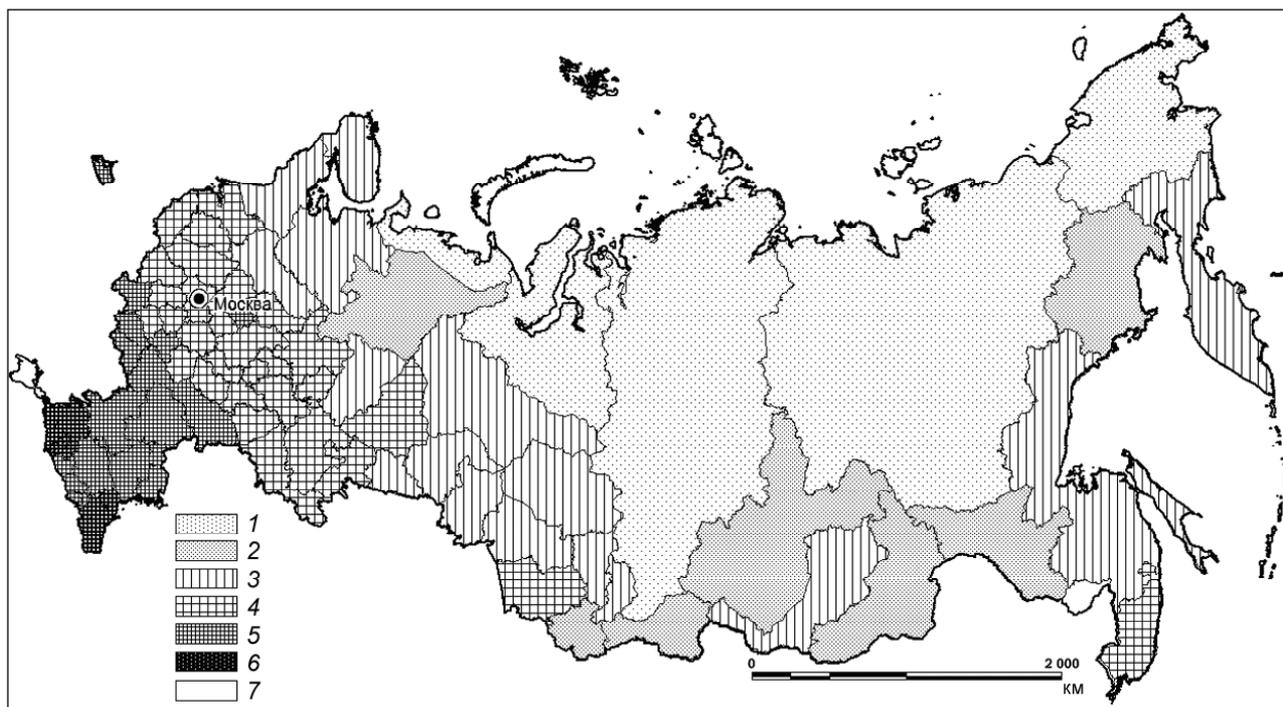


Рис. 3. Среднегодовая температура воздуха за «период современного климата» в субъектах РФ. В скобках – число субъектов РФ в данной градации. Температура (°C): 1 – менее –5,0 (5); 2 – –5,0...–1,6 (7); 3 – –1,5–2,0 (17); 4 – –2,1–5,5 (30); 5 – 5,6–10,0 (17); 6 – более 10,0 (4); 7 – нет данных (2)

Fig. 3. Mean annual air temperature for the «period of modern climate» in the RF subjects. In brackets – number of RF subjects within the range. Temperature (°C): 1 – below –5,0 (5); 2 – –5,0...–1,6 (7); 3 – –1,5–2,0 (17); 4 – –2,1–5,5 (30); 5 – 5,6–10,0 (17); 6 – above 10,0 (4); 7 – no data (2)

Для проверки этих гипотез в программе STATISTIKA [Боровиков, 2001] были рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона для пар признаков, перечисленных ниже.

Результаты исследований и их обсуждение. К ядовитым растениям относится около 10 тыс. видов, что составляет приблизительно 2% от общего числа видов растений мира. Из всех представителей флоры России (свыше 30 тыс. видов высших растений и до 80 тыс. видов низших) ядовиты около 400 видов, большую часть которых составляют покрытосеменные. Значительно меньше их среди голосеменных, папоротникообразных, мхов, водорослей и лишайников. Двудольных ядовитых растений больше, чем однодольных. Есть семейства, в которых большинство видов ядовито, а в некоторых семействах ядовитых видов нет вообще.

Рассмотренные в анализе 82 вида (без аконитов) относятся к 34 семействам и 58 родам (табл.). Наибольшим числом ядовитых видов представлены семейства *Melanthiaceae* (Мелантиевые) (8 видов) и *Solanaceae* (Пасленовые) (7 видов), а также семейства *Equisetaceae* (Хвощевые), *Thymelaeaceae* (Волчниковые) (по 6 видов) и *Ranunculaceae* (Лютиковые) (5 видов).

На рис. 1 представлена картосхема распределения числа видов ядовитых растений (без аконитов). Она демонстрирует, что наименьшее число видов ядовитых растений (до 20 включительно) приурочено к северным регионам России с низкими среднегодовыми температурами воздуха (не выше

–5,0°C). Среднее число видов (31–45) распространено в средне- и южнотаежных, и лесостепных регионах России, в то время как наибольшее число видов (46 и более) произрастает, главным образом, в степных регионах (Краснодарский край, Республика Адыгея, Курская область) со среднегодовыми температурами более 5,5°C.

Акониты (рис. 2) распространены в основном в дальневосточных регионах России. Максимальное число видов в Приморском крае – 17. В европейской части России, на Чукотке и в Магаданской области – от 1 до 3 видов. В некоторых регионах России – Ямало-Ненецкий АО, Ханты-Мансийский АО, Оренбургская область, Удмуртия, Калмыкия и Республики Кавказа – их нет вовсе или нет данных об их наличии. Таким образом, в пределах современной России закономерности распространения видов данного рода, вероятно, связаны в первую очередь с удаленностью конкретной территории от центра разнообразия рода. Род *Aconitum* относится к Манчжуро-Давурской флоре, имея центром своего видового разнообразия Манчжурские леса.

Для проверки названных выше рабочих гипотез были рассчитаны коэффициенты корреляции (r) для следующих пар признаков.

1. Корреляции между характеристиками числа видов растений.

Число видов ядовитых растений (без аконитов) $\leftarrow \rightarrow$ Общее число видов сосудистых растений.

Число видов ядовитых растений (без аконитов) \longleftrightarrow Доля (%) ядовитых видов (без аконитов) от общего числа видов сосудистых растений.

Общее число видов сосудистых растений \longleftrightarrow Доля (%) ядовитых видов (без аконитов) от общего числа видов сосудистых растений.

2. Корреляции характеристик числа видов растений с показателем среднегодовой температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$).

Общее число видов сосудистых растений \longleftrightarrow Среднегодовая температура воздуха.

Число видов ядовитых растений без аконитов \longleftrightarrow Среднегодовая температура воздуха.

Доля ядовитых (без аконитов) от общего числа видов сосудистых растений \longleftrightarrow Среднегодовая температура воздуха.

Общее число видов ядовитых растений с аконитами \longleftrightarrow Среднегодовая температура воздуха.

Число видов ядовитых аконитов \longleftrightarrow Среднегодовая температура воздуха.

3. Корреляции характеристик числа видов растений с показателем среднегодовой суммы осадков (мм) рассмотрены для пар признаков аналогично п. 2.

Отметим, что для разных пар признаков объемы выборок (n) были разными (от 50 до 80), поскольку значения каждого конкретного признака имелись не для всех субъектов РФ (например, значения показателя среднегодовой суммы осадков имелись только для 50 субъектов РФ), а «нулевые» значения исключались из расчетов.

Все рассчитанные коэффициенты корреляции для всех рассмотренных пар признаков значимы, и связи достоверны при $p < 0,05$, но теснота связей для разных пар признаков очень различна. Максимальна связь в паре «Число видов ядовитых растений без аконитов \longleftrightarrow Среднегодовая температура воздуха»: $r = 0,81$, $n = 80$ (рис. 4). Довольно существенна связь в паре «Общее число видов ядовитых растений с аконитами \longleftrightarrow Среднегодовая температура воздуха»: $r = 0,62$, $n = 79$. Но в данном случае достаточно очевидно, что более низкое значение r обусловлено именно включением в расчет аконитов. Для всех остальных рассмотренных пар признаков выявленный уровень связи низок – значение r не превышает 0,34. Сколько-нибудь существенных корреляций (r более 0,30) рассмотренных показателей числа видов растений (см. выше) со среднегодовой суммой осадков не установлено.

На рис. 3 показано распределение среднегодовой температуры воздуха за «период современного климата» по субъектам РФ. Картосхема составлена на основе расчетов данного показателя для метеостанций, признанных репрезентативными для конкретных субъектов РФ. При сравнении ее с картосхемами числа видов ядовитых растений (рис. 1, 2) достаточно хорошо видно, что распределение видов ядовитых растений (без аконитов) (рис. 1) в целом

Таксономический состав рассмотренных ядовитых растений России

№	Семейство	Число родов	Число видов
1	<i>Anacardiaceae</i> (Сумаховые)	1	1
2	<i>Apiaceae</i> (Зонтичные)	4	4
3	<i>Araceae</i> (Ароидные)	3	3
4	<i>Asparagaceae</i> (Спаржевые)	2	4
5	<i>Asteraceae</i> (Сложноцветные)	4	4
6	<i>Boraginaceae</i> (Бурачниковые)	1	1
7	<i>Brassicaceae</i> (Крестоцветные)	2	2
8	<i>Cannabaceae</i> (Коноплевые)	1	1
9	<i>Caprifoliaceae</i> (Жимолостные)	1	1
10	<i>Caryophyllaceae</i> (Гвоздичные)	1	1
11	<i>Chenopodiaceae</i> (Маревые)	1	1
12	<i>Crassulaceae</i> (Толстянковые)	1	1
13	<i>Cucurbitaceae</i> (Тыквенные)	1	1
14	<i>Cupressaceae</i> (Кипарисовые)	1	1
15	<i>Ephedraceae</i> (Эфедровые)	1	3
16	<i>Equisetaceae</i> (Хвощевые)	1	6
17	<i>Ericaceae</i> (Вересковые)	2	2
18	<i>Euphorbiaceae</i> (Молочайные)	2	2
19	<i>Fabaceae</i> (Бобовые)	3	3
20	<i>Fumariaceae</i> (Дымянковые)	1	1
21	<i>Lobeliaceae</i> (Лобелиевые)	1	1
22	<i>Lycopodiaceae</i> (Плауновые)	1	1
23	<i>Melanthiaceae</i> (Мелантиевые)	3	8
24	<i>Menispermaceae</i> (Луносемянниковые)	1	1
25	<i>Papaveraceae</i> (Маковые)	1	1
26	<i>Polypodiaceae</i> (Многоножковые)	1	1
27	<i>Ranunculaceae</i> (Лютиковые)	4	5
28	<i>Rhamnaceae</i> (Крушиновые)	1	1
29	<i>Rutaceae</i> (Руговые)	1	3
30	<i>Scrophulariaceae</i> (Норичниковые)	2	2
31	<i>Solanaceae</i> (Пасленовые)	5	7
32	<i>Taxaceae</i> (Тисовые)	1	1
33	<i>Thymelaeaceae</i> (Волчниковые)	1	6
34	<i>Zygophyllaceae</i> (Парнолистниковые)	1	1
ВСЕГО		58	82

визуально соответствует распределению среднегодовых температур (рис. 3). Об этом же свидетельствует карта среднегодовых температур воздуха, приведенная в Национальном Атласе России [Национальный ..., 2007]. Для аконитов (рис. 2) видимого соответствия не наблюдается.

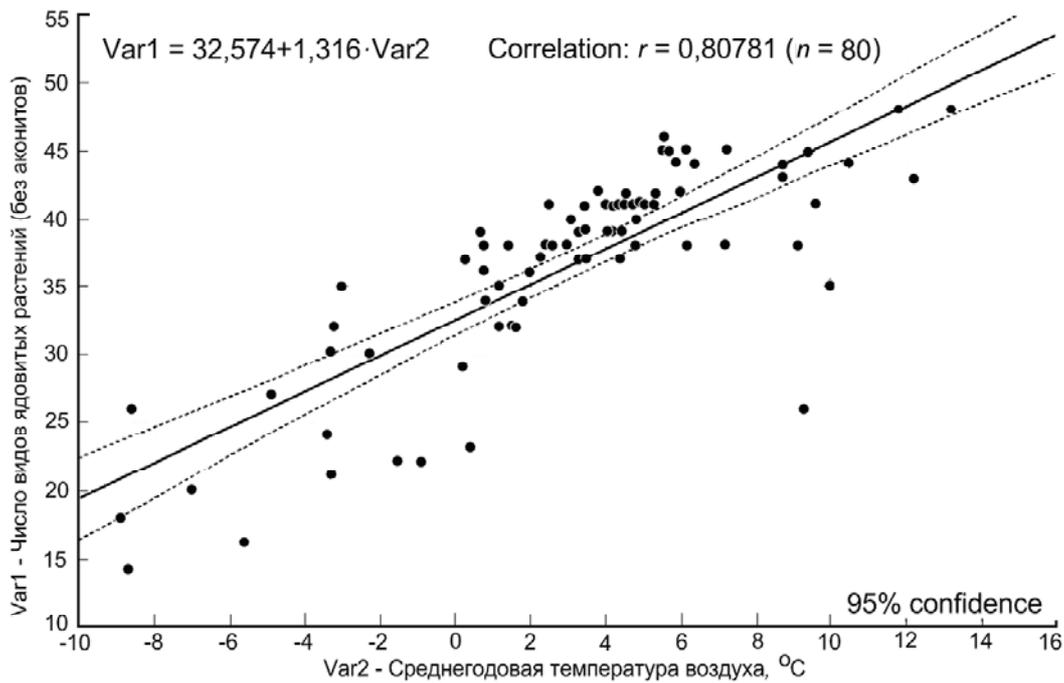


Рис. 4. Связь числа видов ядовитых растений (без аконитов) со среднегодовой температурой воздуха для 80 субъектов РФ (для двух субъектов из 82 данных по температуре нет)

Fig. 4. Correlation of poisonous plant species number (apart from the *Aconitum* species) with the mean annual temperature for 80 RF subjects (no temperature data are available for two of 82 subjects)

Однако следует обратить внимание на то, что на рис. 1 (при сравнении с рис. 3) для двух наиболее аридных субъектов РФ – Астраханской обл. и Республики Калмыкия (а также для несколько менее аридного Ставропольского края) – отмечается заметно меньшее число видов ядовитых растений, чем это могло бы быть обусловлено среднегодовыми температурами воздуха. В Астраханской области число видов на 2 градации шкалы, а в Калмыкии на 3 градации меньше, чем в соседних субъектах РФ со сходными среднегодовыми температурами (см. рис. 1, 3).

Можно предположить, что в данном конкретном случае это связано именно с аридностью территории. Как показано выше, среднегодовая сумма осадков в целом для России в плане исследуемого вопроса существенной роли не играет. Но в аридных условиях очень малая сумма осадков, очевидно, может быть причиной снижения общего видового разнообразия, а соответственно и числа видов ядовитых растений. Для всей России значения тесноты связей числа видов ядовитых растений с общим флористическим разнообразием ($r = 0,27$, $n = 77$) и со среднегодовой суммой осадков ($r = 0,17$, $n = 50$) очень низки, но в отдельных случаях эти связи, вероятно, могут выходить на первый план.

Таким образом, результаты анализа не подтвердили гипотез (см. выше) о том, что видовое разнообразие ядовитых растений связано, в первую очередь, с общим флористическим разнообразием территории, а уже последнее определяется климатическими факторами. Максимальной в рам-

ках проведенного анализа оказалась непосредственная связь числа видов ядовитых растений со среднегодовой температурой воздуха. Фактор влажности заметной роли, видимо, не играет. Также не подтвердились представления [Николаевский, 1987; Орлов с соавт., 1990] о том, что наибольшее разнообразие ядовитых растений приурочено к территориям с сухим климатом. Напротив, аридность территории, при данной среднегодовой температуре воздуха, вероятно, ведет к некоторому снижению числа видов ядовитых растений в сравнении с регионами, сходными по температурным условиям, но более увлажненными.

Подтвердилась гипотеза о том, что распространение аконитов практически не связано с климатическими факторами и с общим флористическим богатством территории. В пределах России число видов этого рода убывает с удаленностью от центра разнообразия рода – лесов Манчжурии.

Выводы:

– в результате проведенного исследования были выявлены наиболее ядовитые виды сосудистых растений на территории России. Это 82 вида растений (без аконитов), относящиеся к 34 семействам и 58 родам, а также 55 видов аконитов;

– проведенный картографический анализ позволил выявить основные закономерности распространения ядовитых растений в России. Наименьшее число таких видов (до 20 включительно) приурочено к северным регионам России с низкими среднегодовыми температурами воздуха (не выше $-5,0^{\circ}\text{C}$). Наибольшее число видов (46 и более) произрастает в южных регионах (Краснодарский край, Республи-

ка Адыгея, Курская область), где среднегодовые температуры воздуха выше 5,5°C;

– результаты корреляционного анализа связей числа видов ядовитых растений с климатическими факторами и с показателями флористического разнообразия территории свидетельствуют, что максимальна теснота связи общего числа ядовитых видов (без аконитов) со среднегодовой температурой воздуха. Во всех остальных рассмотренных случаях теснота связи существенно ниже;

– аридность территории при данной среднегодовой температуре воздуха ведет к некоторому снижению числа видов ядовитых растений в сравнении

с более увлажненными территориями, сходными по температурным условиям;

– в пределах современной России закономерности распространения видов аконитов связаны скорее с удаленностью конкретной территории от центра разнообразия рода, чем с климатическими факторами или с общим флористическим разнообразием территории.

В ближайшей перспективе планируется провести аналогичный анализ на основе карты региональных биомов России [Огуреева с соавт., 2015, 2016] и сравнить его результаты с результатами, изложенными в настоящей статье.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта РГО-РФФИ (проект № 13-05-41165 «Интегральная оценка и картографирование воздействия природных факторов на здоровье населения России»). Авторы выражают благодарность П.И. Константинову за помощь в выборе метеостанций, репрезентативных для субъектов РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авдеев А.И., Ананьев В.К.* Особенности отравления ядовитым растением аконит (*Aconitum*) // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. Хабаровск, 2010. № 11. С. 51–54.
- Агроэкологический атлас России и сопредельных стран. URL: <http://www.agroatlas.ru/> (дата обращения: 06.12.2016).
- Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М.: ГУГК, 1983.
- Боровиков В.П.* STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб.: Питер, 2001. 656 с.
- Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н.* Определитель сосудистых растений центра Европейской России. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Аргус, 1995.
- Дикарева Т.В., Румянцев В.Ю.* Картографический анализ распространения растений-аллергенов в России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 6. С. 34–40.
- Зориков П.С.* Ядовитые растения леса: Учеб. пособие / Отв. ред. В.Д. Чернышев. Владивосток: Дальнаука, 2005.
- Коновалова Т.Ю., Шевырева В.А.* Ядовитые растения: Атлас-определитель. М.: ЗАО «Фитон+», 2011. 112 с.
- Кречетович Л.М.* Ядовитые растения, их польза и вред. М.; Л.: Сельхозгиз, 1931. 317 с.
- Мазнев Н.И.* Энциклопедия лекарственных растений. 3-е изд., испр. и доп. М.: Мартин, 2004.
- Муравьева Д.А.* Фармакогнозия. М.: Медицина, 1978.
- Национальный Атлас России. В 4-х томах. Т. 2. Природа. Экология. М.: Роскартография, 2007. 495 с.
- Николаевский В.В.* Биологическая активность эфирных масел. М.: 1987.
- Огуреева Г.Н., Леонова Н.Б., Емельянова Л.Г., Булдакова Е.В., Кадетов Н.Г., Архипова М.В., Микляева И.М., Бочарников М.В., Дудов С.В., Игнатова Е.А., Игнатов М.С., Мучник Е.Э., Урбанавичюс Г.П., Даниленко А.К., Румянцев В.Ю., Леонтьева О.А., Романов А.А., Константинов П.И.* Карта «Биомы России» (М. 1:7 500 000) в серии карт природы для высшей школы. М.: ООО «Финансовый и организационный консалтинг», 2015, 8 п. л.
- Огуреева Г.Н., Бочарников М.В., Емельянова Л.Г., Кадетов Н.Г., Леонова Н.Б., Леонтьева О.А., Микляева И.М., Румянцев В.Ю., Солдатов М.С., Суслова Е.Г.* Картографирование биоразнообразия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2016. № 5. С. 40–46.
- Орлов Б.Н., Гелашивили Д.Б., Ибрагимов А.К.* Ядовитые животные и растения СССР: Справ. пособие для студентов вузов по спец. «Биология». М.: Высш. шк., 1990. 272 с.
- Румянцев В.Ю., Малхазова С.М., Леонова Н.Б., Солдатов М.С.* Прогноз возможных изменений зональных границ растительности Европейской России и Западной Сибири в связи с глобальным потеплением // Сибирский экологический журнал. 2013. № 4. С. 449–458.
- Солдатов М.С., Малхазова С.М., Румянцев В.Ю., Леонова Н.Б.* Прогноз изменений прироста древесины в лесах Европейской части России в связи с глобальным потеплением // Известия Российской академии наук. Сер. географическая. 2014. № 2. С. 96–102. DOI: 10.15356/0373-2444-2014-2-96-102
- Сосудистые растения советского Дальнего Востока. В 8-ми т. / Отв. ред. С.С. Харкевич. СПб.: Наука, 1996.
- Токин Б.П.* Целебные яды растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980.
- Флора Сибири. В 14-ти т. Новосибирск: Наука, 1987–2003.
- Dikareva T.V., Rumiantsev V.Yu.* Distribution of Allergenic Plants in Russia // Geography, Environment, Sustainability. № 4. V. 8. 2015. P. 18–25.
- Index of Poisonous Plants : <http://www.botanical.com/botanical/mgmh/poison.html>
- Malkhazova S.M., Rumiantsev V.Yu., Soldatov M.S., Leonova N.B., Kislov A.V.* Forecasted Trends in Changes of Vegetation in the European Part of Russia in Connection with Global Warming // Geography, Environment, Sustainability. 2012. № 4. V. 5. P. 4–16.
- Rumiantsev V.Yu., Malkhazova S.M., Leonova N.B., Soldatov M.S.* Forecasting Possible Changes in Zonal Vegetation Boundaries in European Russia and Western Siberia in Connection with Global Warming // Contemporary Problems of Ecology. 2013. V. 6. № 4. P. 343–349. DOI: 10.1134/S1995425513040094.
- «Small Pasture Management Guide for Utah,» Utah State University Extension AG 508. «Weeds of the West», Western Society of Weed Science, P.O. Box 963, Newark, CA. The USDA ARS Poisonous Plant Research Laboratory, UMC 6300, Logan, UT 84322. 2014.

Поступила в редакцию 21.03.2017
Принята к публикации 31.03.2017

T.V. Dikareva¹, S.M. Malkhasova²,
V.Yu. Rumiantsev³, M.S. Soldatov⁴

ECOLOGICAL-GEOGRAPHICAL ANALYSIS
OF THE POISONOUS PLANTS
DISTRIBUTION IN RUSSIA

The regularities of poisonous plants distribution in Russia are revealed and their dependence on several climatic factors is analyzed. The study includes 82 species of the most poisonous plants belonging to 34 families and 58 genera. 55 species of *Aconitum* genus (Ranunculaceae) are considered separately because of their specific geographical distribution. The cartographic analysis shows that the minimum numbers of poisonous plants species (20 and less) are typical to the northern regions of Russia while the maximum numbers (more than 40) are characteristic of the Krasnodar Krai, Republic of Adygea and Kursk region. The analysis of correlation of plant species numbers with two climatic factors shows the most evident correlation between the number of poisonous plant species (apart from the *Aconitum* species) and the mean annual air temperature. No reliable correlation between the number of poisonous plant species and the amount of precipitation was found. The pattern of the *Aconitum* species distribution depends on the distance from the genus diversity center rather than on climatic factors.

Key words: poisonous plants, climatic factors, correlation analysis, cartographic analysis.

Acknowledgements. The research was financially supported by the Russian Geographical Society and the Russian Foundation for Basic Research (grant № 13-05-41165). Authors express their gratitude to P.I. Konstantinov for the assistance in selecting the representative meteorological stations for administrative regions of the Russian Federation.

REFERENCES

- Agroekologicheskij atlas Rossii i sopredel'nykh stran. [Agroecological Atlas of Russia and Adjacent Countries]. Available from: URL: <http://www.agroatlas.ru/> (date of access: 06.02.2015) (in Russian) URL: <http://www.agroatlas.ru/> (data obrashcheniya: 06.12.2016).
- Atlas arealov i resursov lekarstvennykh rastenii SSSR. [Atlas of Areal and Resources of Medical Herbs of the USSR] M.: GUGK, 1983 (in Russian).
- Avdeev A.I. Anan'ev V.K. Osobennosti otravleniya yadovitym rasteniyem akonit (*Aconitum*) [Specific features of poisoning with the aconite plant (*Aconitum*)] // Izbrannye voprosy sudebno-medsinskoj ekspertizy. Khabarovsk, 2010. № 11. S. 51–54 (in Russian).
- Borovikov V.P. STATISTICA: iskusstvo analiza dannykh na komp'yutere. Dlya professionalov. [STATISTICA: skill of data analysis using computer. For professionals]. SPb.: Piter, 2001. 656 s. (in Russian).
- Dikareva T.V., Rumiantsev V.Yu. Distribution of Allergenic Plants in Russia // Geography, Environment, Sustainability. 2015. № 4. V. 8. P. 18–25.
- Dikareva T.V., Rumiantsev V.Yu. Kartograficheskii analiz rasprostraneniya rastenij-allergenov v Rossii [Cartographic Analysis of Allergenic Plants Distribution in Russia] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya. 2015. № 6. S. 34–40 (in Russian).
- Flora Sibiri. V 14-ti t. [Siberian Flora] Novosibirsk: Nauka, 1987–2003 (in Russian).
- Gubanova I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. Opredelitel' sosudistykh rastenij tsentra Evropeiskoi Rossii. 2-e izd., dopoln. i pererab. [Guide-book of vascular plants of the central regions of European Russia. 2-nd edition, supp. and rev.] M.: Argus, 1995 (in Russian).
- Index of Poisonous Plants: <http://www.botanical.com/botanical/mgmh/poison.html>
- Konovalova T.Yu., Shevyreva V.A. Yadovitye rasteniya: Atlas-opredelitel'. [Poisonous Plants: Atlas-Guidebook]. M.: ZAO «Fiton+», 2011. 112 s.
- Krechetovich L.M. Yadovitye rasteniya, ikh pol'za i vred [Poisonous plants, their benefits and harms]. M.-L.: Sel'khozgiz, 1931. 317 s. (in Russian).
- Malkhazova S.M., Rumiantsev V.Yu., Soldatov M.S., Leonova N.B., Kislov A.V. Forecasted Trends in Changes of Vegetation in the European Part of Russia in Connection with Global Warming // Geography, Environment, Sustainability. 2012. № 4. V. 05. P. 4–16.
- Maznev N.I. Entsiklopediya lekarstvennykh rastenij. 3-e izd., ispr. i dop. [Encyclopedia of Medical Plants]. M.: Martin, 2004 (in Russian).
- Murav'eva D.A. Farmakognosiya. [Pharmacognosy]. M.: Meditsina, 1978 (in Russian).
- Natsional'nyi Atlas Rossii. V 4-kh tomakh. T. 2. Priroda. Ekologiya [The National Atlas of Russia. In 4 volumes. V. 2. Nature. Ecology]. M.: Roskartografiya, 2007. 495 s. (in Russian).
- Nikolaevskii V.V. Biologicheskaya aktivnost' efirnykh masel. [Biological activity of essential oils]. M.: 1987 (in Russian).
- Ogureeva G.N., Leonova N.B., Emel'yanova L.G., Buldakova E.V., Kadetov N.G., Arkhipova M.V., Miklyaeva I.M.,

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Senior Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: tvdikareva@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Head of the Department, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: sveta_geo@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Senior Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: vyurum@biogeo.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Senior Scientific Researcher; e-mail: soldatov@biogeo.ru

Bocharnikov M.V., Dudov S.V., Ignatova E.A., Ignatov M.S., Muchnik E.E., Urbanavichyus G.P., Danilenko A.K., Rumiantsev V.Yu., Leont'eva O.A., Romanov A.A., Konstantinov P.I. Karta «Biomy Rossii» (M. 1:7 500 000) v serii kart prirody dlya vysshei shkoly. [Map «Biomes of Russia» (M. 1:7 500 000) in the Series of Maps of Nature for the High School]. M.: OOO «Finansovyi i organizatsionnyi konsalting», 2015. 1 p. (in Russian).

Ogureeva G.N., Bocharnikov M.V., Emel'yanova L.G., Kadetov N.G., Leonova N.B., Leont'eva O.A., Miklyaeva I.M., Rumyantsev V.Yu., Soldatov M.S., Suslova E.G. Kartografirovaniye bioraznoobraziya [Mapping of biodiversity] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya. 2016. № 5. S. 40–46 (in Russian).

Orlov B.N., Gelashvili D.B., Ibragimov A.K. Yadovitye zhitovnye i rasteniya SSSR: Sprav. posobie dlya studentov vuzov po spets. «Biologiya». [Poisonous animals and plants of the USSR: Reference Book for University Students Specialising in «Biology»]. M.: Vyssh. shkola, 1990. 272 s. (in Russian).

Rumiantsev V.Yu., Malkhazova S.M., Leonova N.B., Soldatov M.S. Prognoz vozmozhnykh izmeneniy zonal'nykh granits rastitel'nosti Evropeiskoi Rossii i Zapadnoi Sibiri v svyazi s global'nym potepleniem [Prognosis of possible changes in zonal vegetation boundaries in European Russia and Western Siberia in connection with global warming] // Sibirskii ekologicheskii zhurnal. 2013. № 4. S. 449–458 (in Russian).

Rumiantsev V.Yu., Malkhazova S.M., Leonova N.B., Soldatov M.S. Forecasting Possible Changes in Zonal Vegetation Boundaries in European Russia and Western Siberia in Connection with Global Warming // Contemporary Problems of Ecology. 2013. V. 6. № 4. P. 343–349. DOI: 10.1134/S1995425513040094.

«Small Pasture Management Guide for Utah», Utah State University Extension AG 508. «Weeds of the West», Western Society of Weed Science, P.O. Box 963, Newark, CA. The USDA ARS Poisonous Plant Research Laboratory. UMC 6300, Logan, UT 84322. 2014.

Soldatov M.S., Malkhazova S.M., Rumiantsev V.Yu., Leonova N.B. Prognoz izmenenii prirosta drevesiny v lesakh Evropeiskoi chasti Rossii v svyazi s global'nym potepleniem [Prognosis of the changes in wood growth in the forests of European Russia in connection with global warming] // Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya. [Proceedings of Russian Academy of Sciences. Geographical series]. 2014. № 2. S. 96–102. DOI: 10.15356/0373-2444-2014-2-96-102 (in Russian).

Sosudistye rasteniya sovet'skogo Dal'nego Vostoka. V 8-mi t. [Vascular plants of the Soviet Far East] / Otv. red. S.S. Kharkevich. SPb.: Nauka, 1996 (in Russian).

Tokin B.P. Tselebnye yady rastenii. [Healing poisons of plants]. L.: Izd-vo LGU, 1980 (in Russian).

Zorikov P.S. Yadovitye rasteniya lesa: ucheb. posobie [Poisonous plants of forests: Study Guide] / Otv. red. V.D. Chernyshev. Vladivostok: Dal'nauka, 2005 (in Russian).

Received 21.03.2017

Accepted 31.03.2017

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 911.375.4 (470)

Н.В. Зубаревич¹

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЫНКОВ ТРУДА РОССИЙСКИХ МОНОГОРОДОВ

Проведена оценка реальной монопрофильности российских городов в конце 2016 г. и определена доля городов, в которых занятость на градообразующих предприятиях уже не соответствует критериям монопрофильности. Рассмотрено влияние кризиса на состояние локальных рынков труда и уровень зарегистрированной безработицы в них с выделением наиболее проблемных зон. Показаны различия трудовой мобильности населения моногородов и ее изменения в кризисный период. Рассмотрена взаимосвязь уровня монопрофильности и трудовой мобильности с уровнем безработицы в моногородах.

Ключевые слова: монопрофильные города России, рынки труда городов, трудовая мобильность, безработица.

Введение и постановка задачи. Проблема моногородов давно проявилась во многих индустриальных странах, но для России стала актуальной в основном в постсоветский период, при переходе к рыночной экономике, который сопровождался сильным и длительным кризисом, ростом безработицы. Повышенные риски развития из-за недиверсифицированной структуры экономики многих российских городов стали очевидными, эту проблему начали исследовать. В конце 1990-х Мировой банк профинансировал проект по оценке масштабов монопрофильности российских городов и выработке рекомендаций по поддержке, но средств на поддержку у государства не было. В период экономического роста 2000-х ситуация улучшилась, и моногорода перестали привлекать внимание властей.

Вновь моногорода оказались в фокусе внимания только в кризисном 2009 г. Федеральные власти сформировали официальный список моногородов на основе данных, полученных из регионов, и выделили значительные средства на поддержку. Наибольшая часть помощи досталась Тольятти, в основном его градообразующему предприятию, значительно меньше получил Нижний Тагил и совсем немного – еще менее десятка городов [4]. Стабилизация рынков труда моногородов помогло и субсидирование государством активных мер по поддержке занятости с 2010 г., субсидии получали все регионы.

В 2014 г. был создан Фонд развития моногородов для содействия развитию их инфраструктуры и диверсификации экономики. Суммарный объем средств Фонда невелик (7–10 млрд руб. в 2015–2016 гг.)², из них финансируются несколько инфраструктурных проектов, а также программа обучения управленческих кадров моногородов. Эти меры

не могут существенно снизить риски развития моногородов. В ходе нового кризиса их проблемы вновь обострились, но не так сильно, поскольку спад промышленного производства в России был относительно небольшим (менее 4% в 2015 г.) и прекратился к концу 2016 г.

Очевидно, что возможности государства по поддержке моногородов ограничены. В основном происходит эволюционная трансформация моногородов, во многих из них монопрофильность снижается под воздействием рыночных факторов.

Впервые масштабы проблемы моногородов в России были оценены в комплексном исследовании Экспертного института, проведенном при поддержке Мирового банка в конце 1990-х. Были определены критерии выделения моногородов, систематизированы данные об их числе, структуре экономики, занятости на градообразующих предприятиях и др. [10]. По критериям, разработанным Экспертным институтом, к монопрофильным относятся города, в которых градообразующее предприятие или группа предприятий одной отрасли производят не менее 25% объема промышленного производства и на них занято не менее 50% от всех занятых в городе. По данным за 1998 г., в России было выделено 466 моногородов (более 40% всех городов страны) и 332 поселка городского типа (пгт).

В других российских исследованиях проводилась оценка различий в уровне социально-экономического развития и разрабатывались типологии моногородов с учетом отраслевой принадлежности градообразующего предприятия [12], анализировалось географическое размещение моногородов и факторы их развития [6, 8], более детально изучались моногорода отдельных частей страны [13], а также моногорода крупного бизнеса [5]. На основе

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, профессор, докт. геогр. н.; Институт социального анализа и прогнозирования РАНХиГС, гл. науч. с.; e-mail: nzubarevich@gmail.com

² Сайт Фонда развития моногородов: http://www.fmrus.ru/?page_id=2

полевых исследований моногородов разрабатывались модели и сценарии их развития, учитывающие неоднородность географических условий и социально-экономических факторов [2, 15], оценивались блокировки развития и возможные направления политики инновационного развития моногородов [3]. Ближе к теме данной статьи исследование Н.Ю. Микрюкова, в котором предложены новые критерии выделения моногородов, оценены риски их социально-экономического развития, рассмотрены демографические тенденции и трудовая мобильность населения [9]. Зарубежные исследования моногородов фокусируются на инструментах региональной политики для решения проблем монопрофильности, что не является темой статьи.

Несмотря на значительную изученность проблемы моногородов, их рынки труда привлекали меньше внимания. Остаются открытыми три вопроса.

Первый вопрос – сколько в России реальных моногородов? Со времен исследования Экспертного института прошло почти два десятилетия, во многих городах и поселках градообразующие предприятия «сжались» или даже прекратили существовать. Новый список монопоселений был подготовлен Минрегионом в 2009 г., первоначально их было 334, после корректировок осталось 319, в том числе 228 городов и 91 пгт. Цель этого списка – определить моногорода, нуждающиеся в поддержке государства, особенно в период кризиса. Именно по этой причине в список не были включены моногорода нефтегазовой промышленности, поскольку они экономически более благополучны, а также закрытые города (ЗАТО) Минобороны, финансируемые из бюджета. Список составлен на основе перечня моногородов, подготовленного регионами. Власти регионов включали в него как можно больше городов в надежде получить федеральную помощь, нередко без учета критериев монопрофильности. Список Минрегиона трудно назвать адекватным, но он является официальным и используется федеральными органами власти.

Второй вопрос – как новый кризис, начавшийся с осени 2014 г., повлиял на рынки труда моногородов, насколько велики риски? Острота кризисных проблем более точно измерится уровнем безработицы по методологии Международной организации труда (МОТ). Однако для муниципалитетов и городов России есть данные только по зарегистрированной безработице, далеко не полностью отражающей проблемы локальных рынков труда, так как из-за низких размеров пособий по безработице уволенные зачастую не регистрируются в качестве безработных.

Третий вопрос – как моногорода и их рынки труда адаптируются к кризису и к длительным эволюционным процессам сжатия занятости на градообразующем предприятии? Существуют разные формы адаптации: переезд из города, возвратная трудовая мобильность, занятость в малом бизнесе, переход в теневой сектор экономики или в экономическую неактивность. В последние годы тема адаптации населения России находится в фокусе внима-

ния географов. В исследовании трудовой мобильности, проведенном под руководством Т.Г. Нефедовой, показаны ее значительные масштабы, разнообразие форм и широкая география [7]. Е.В. Антонов разработал методику, позволяющую количественно оценить разные формы адаптации рынков труда городов и дал такую оценку для всех городов Урала, Сибири и Дальнего Востока, показав в том числе значительные масштабы занятости в малом бизнесе и теневой экономике [1]. Но моногорода в этих исследованиях специально не рассматривались. Оценка внешней занятости в моногородах в начале 2010-х (через соотношение численности занятых и экономически активного населения) проведена Н.Ю. Микрюковым: в 28% городских монопоселениях более трети экономически активного населения заняты вне поселения, в том числе в 15% распространена вахтовая занятость в отдаленных районах, а в 13% значительное развитие получили маятниковые миграции в близлежащий более крупный город [9]. Важно понять, сохраняется ли значительная трудовая мобильность во многих моногородах в период нового кризиса.

Материалы и методы исследований. Для анализа использованы данные мониторинга «Сведения о ситуации на рынке труда монопрофильных населенных пунктов РФ» Министерства труда и социальной защиты населения по всем городам и пгт из утвержденного списка. В нем содержится информация об общей численности населения, численности экономически активного населения и занятых в городе, в том числе занятых на градообразующих предприятиях, об уровне зарегистрированной безработицы. Анализ проведен по данным за октябрь 2016 г., для сопоставлений использовались данные за октябрь 2015 г.

Города и пгт рассматривались отдельно, поскольку в последних проблемы монопрофильности усугублены малой численностью населения и недоразвитостью городских функций. В работе использованы стандартные методы статистического анализа, позволяющие ответить на поставленные в статье вопросы. Сложнее ответить на последний вопрос, данные Минтруда недостаточны для выявления разных форм адаптации рынков труда моногородов: сопоставление численности работающих в городе и экономически активного населения позволяет выявить только дисбалансы, невозможно оценить, куда перемещается население на рынке труда – в теневую экономику в своем городе, на работу за его пределы, какая его часть становится экономически неактивной.

Результаты исследований и их обсуждение. Как показывают расчеты, в 2016 г. доля реальных моногородов, отвечающих критериям монопрофильности (доля занятых на градообразующем предприятии или группе предприятий одной отрасли не ниже 25%), составляла менее четверти от всего списка моногородов, а среди пгт – менее половины (рис. 1). Если добавить близкие к этому критерию (20–25%), то доля реальных моногородов достигает трети, а пгт – 52%.

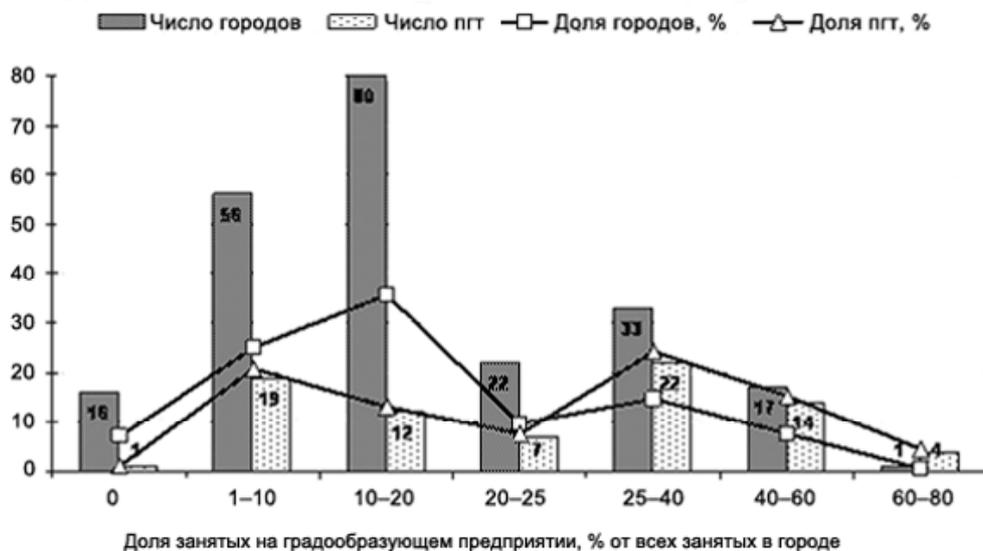


Рис. 1. Распределение монопрофильных городов и пгт по доле занятых на градообразующих предприятиях в октябре 2016 г. (доля занятых на градообразующих, в % от всех занятых в городе)

Fig. 1. Single-industry cities and towns distribution by the proportion of employees at the major companies, Oct. 2016 (% excluding the closed administrative-territorial units)

Наиболее многочисленна группа городов, в которых доля занятых на градообразующем предприятии составляет 10–20% от всех занятых, еще в четверти она ниже 10%, а в 7% моногородов градообразующие предприятия не имеют занятых, то есть уже не работают. Таким образом более 2/3 городов, включенных в список Минрегиона, не соответствуют критерию монопрофильности.

Монопрофильность в большей степени сохраняется в пгт. Помимо неразвитости иных функций из-за малой численности населения, есть и структурные причины: среди пгт выше доля транспортных центров, функции которых более устойчивы; лучше выживают и пгт с предприятиями добывающей промышленности. Однако трансформация пгт более поляризована: почти половина сохраняет монопрофильность, но более трети фактически ее утратила, так как для небольших и чаще всего неконкурентоспособных предприятий обрабатывающей промышленности, которые существовали в пгт, риски «сжатия» выше.

В целом статистика показывает, что проблема монопрофильности сильно переоценена, к середине 2016 г. она в значительной степени «рассосалась» вследствие длительных эволюционных изменений структуры экономики многих российских городов. Это не означает, что жизнь в них улучшилась, снизились только риски значительного роста безработицы из-за проблем градообразующего предприятия.

Ответ на второй вопрос нужно начать с характеристики нового кризиса, начавшегося осенью 2014 г. Он не сопровождался ростом безработицы, как общей, измеряемой по методологии МОТ, так и зарегистрированной. В целом по России уровень и первой (5,3–5,8% в 2015–2016 гг.), и второй (1,1–1,2%) остается минимальным.

На некоторых локальных рынках труда безработица выросла существенно из-за проблем местных предприятий, но очагов риска немного. Приня-

то считать, что к ним в первую очередь относятся моногорода, рынки труда которых сильнее зависят от состояния градообразующего предприятия. Анализ показывает, что это не совсем верно: высокий уровень зарегистрированной безработицы имели только 2% моногородов и 4% пгт (табл. 1). В основном это небольшие города горнозаводского Урала со старыми промышленными предприятиями, чаще всего металлургическими (Миныйар, Сим, Нязепетровск, Верхний Уфалей, Усть-Катав, Бакал, Красновишерск), и Кузбасса (Салаир, Топки, Таштагол). География проблемных пгт шире. Эти же города и поселки отличались высоким уровнем зарегистрированной безработицы и в 2015 г., то есть проблема носит застойный характер.

В трети моногородов и пгт уровень зарегистрированной безработицы ниже среднего по стране, еще более чем в трети – близок к нему или незначительно выше. Таким образом, в этот кризис моногорода не стали «эпицентрами» проблем занятости, так как спад

Таблица 1

Распределение монопрофильных городов и пгт по уровню зарегистрированной безработицы в октябре 2016 г.

Зарегистрированная безработица, %	Число городов	Доля, %	Число пгт	Доля, %
Всего	228	100	91	100
В том числе с уровнем зарегистрированной безработицы:				
1 и менее	76	33	33	36
1–2	86	38	32	35
2–3	36	16	11	12
3–5	26	11	11	12
5–9	4	2	3	3
10 и более	–	–	1	1

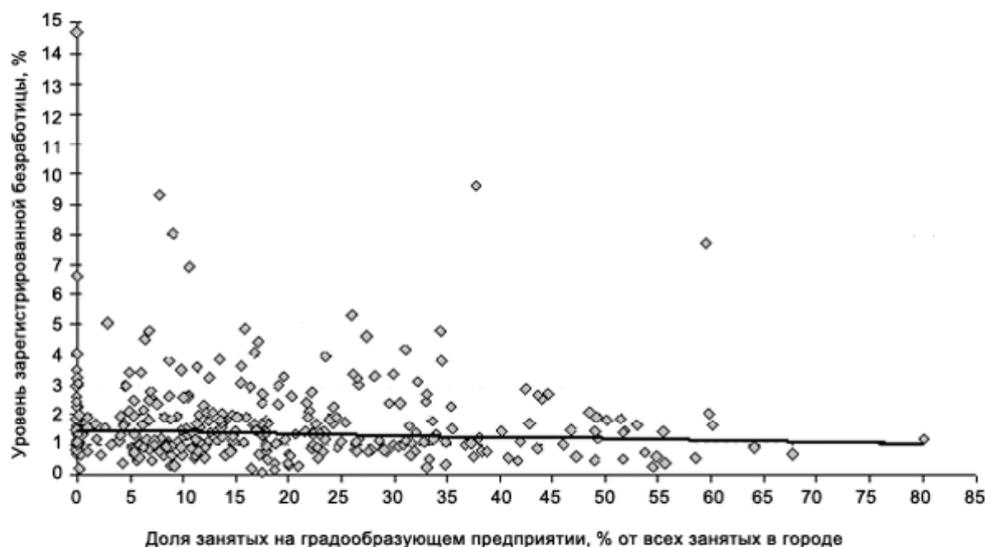


Рис. 2. Распределение монопрофильных городов и пгт по доле занятых на градообразующих предприятиях и уровню зарегистрированной безработицы в октябре 2016 г. (черным – линия тренда)

Fig. 2. Single-industry cities and towns distribution by the proportion of employees at the major companies and the recorded unemployment rate, Oct. 2016 (trend line in black)

промышленного производства был относительно небольшим. Но следует учитывать, что показатели зарегистрированной безработицы не вполне отражают состояние локальных рынков труда.

Оценка взаимосвязи между уровнем зарегистрированной безработицы в моногородах и долей занятых на градообразующем предприятии показывает очень слабую обратную связь: в городах с невысокой долей занятых на градообразующих предприятиях чаще наблюдается повышенный уровень безработицы (рис. 2). Можно предположить, что она выросла после проведенных сокращений занятости, но взаимосвязь слишком слабая. Кроме того, сравнение данных за 2015 и 2016 гг. показывает, что в наиболее проблемных по уровню безработицы моногородах не было резкого сокращения численности занятых на градообразующих предприятиях. Проблемы их рынков труда застойные.

Отсутствие взаимосвязи можно объяснить и тем, что Россия за четверть века прошла через несколько кризисов, которые произвели жесткую санацию монопрофильных городов. Сохранили монопрофильность в основном города с конкурентоспособными предприятиями, более устойчивыми к кризисам, и в таких городах уровень безработицы ниже. Но и эта гипотеза не всегда подтверждается. Например, малый город Сим Челябинской области сохраняет высокую монопрофильность (доля занятых на градообразующем предприятии – 59%) и одновременно высокий уровень зарегистрированной безработицы (7,7%). Похожая картина и в малом городе Миньяр той же области: при высокой доле занятых на градообразующем предприятии (38%) он имеет максимальный уровень безработицы среди моногородов (9,6%). Таким образом, более корректно утверждение, что высокая или низкая монопрофильность слабо влияют на уровень безработицы в городе.

Сложнее оценить по данным статистики, как адаптируются рынки труда моногородов, это можно сделать только для трудовой мобильности, сравнивая численность работающих в городе и численность экономически активного населения. В целом мобильность занятых невысока, почти в половине городов и пгт свыше 90% экономически активного населения работают по месту жительства (табл. 2). Монопоселений с высокой трудовой мобильностью населения (менее 70% работает по месту жительства) также немало – 26%. Их доля немного снизилась по сравнению с началом 2010-х (28%) под влиянием кризиса, затрудняющего поиск работы за пределами места проживания.

География городов с повышенной трудовой мобильностью населения разная, но можно выделить «ядра». Во-первых, это моногорода индустриальных территорий с агломерированным расселением (12 моногородов угледобывающего Кузбасса и 2 горо-

Таблица 2

Распределение монопрофильных городов (без ЗАТО) и пгт по соотношению численности занятых в городе и численности экономически активного населения

Численность занятых, %	Число городов	Доля городов, %	Число пгт	Доля пгт, %
Всего	225	100	91	100
В том числе с долей занятых от экономически активного населения				
90 и более	99	44	40	44
80–90	45	20	16	18
70–80	24	11	13	14
50–70	33	15	17	19
30–50	24	11	5	5

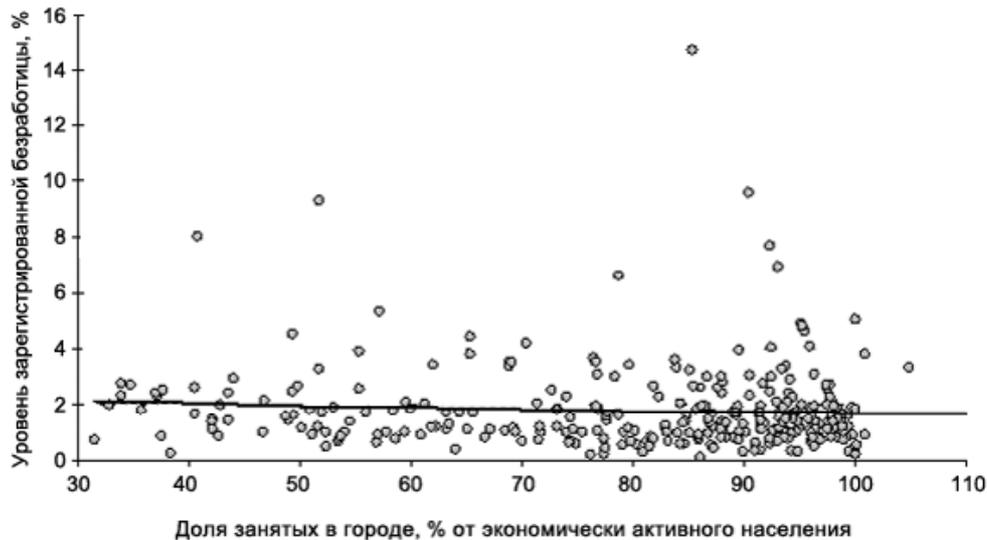


Рис. 3. Распределение монопрофильных городов и пгт по доле занятых в городе и уровню зарегистрированной безработицы в октябре 2016 г. (черным – линия тренда)

Fig. 3. Single-industry cities and towns distribution by the employment to city population ratio and the recorded unemployment rate, Oct. 2016 (trend line in black)

да российской части Донбасса), где многие работают в близлежащем соседнем городе. Во-вторых, моногорода областей, прилегающих к Московской столичной агломерации, в которую направлена трудовая миграция. Больше всего их во Владимирской области (Курлово, Кольчугино, Камешково, Меленки, Вязники). Это еще одно подтверждение роли географических факторов: трудовая мобильность населения моногородов в значительной степени обусловлена системой расселения.

Помогает ли трудовая мобильность населения моногородов смягчить проблему безработицы? Однозначного ответа нет, линия тренда показывает очень слабую отрицательную зависимость (рис. 3). Это можно объяснить тем, что в моногородах с более высокой трудовой мобильностью населения состояние градообразующих предприятий и в целом рынка труда хуже, чем в тех городах и пгт, где население работает в основном по месту жительства. Кроме того, мобильность способна только частично смягчить проблему занятости для всей массы моногородов с учетом дисперсности их размещения. Анализ рынка труда показывает, что многообразие факторов и условий развития российских монопоселений не позволяет выявить однозначные тренды.

Динамика численности населения и основных показателей рынка труда по всем моногородам под-

тверждает, что процессы демографического «сжатия» и структурных сдвигов на рынке труда продолжаются, а риски безработицы смягчаются (табл. 3):

- экономически активное население сокращается вдвое быстрее, чем численность населения из-за постарения возрастной структуры;
- численность занятых на градообразующих предприятиях снижается быстрее всего, вдвое опережая сокращение всей занятости в городе;
- численность обратившихся в службы занятости за пособием по безработице в 2016 г. уменьшилась, в том числе благодаря росту числа вакансий, хотя большинство вакансий составляют низкооплачиваемые и непрестижные рабочие места.

Демографическое «сжатие» не является спецификой моногородов, те же тенденции характерны для малых и средних городов России в целом [11, 14]. Не является спецификой моногородов и второй тренд – опережающее сокращение занятости на градообразующих предприятиях. Численность занятых на крупных и средних предприятиях и организациях давно снижается по всей стране: по данным Росстата, за 2000–2015 гг. она сократилась с 42 до 33 млн чел. С 2010-х годов оптимизируется не только занятость в негосударственном секторе экономики, но и в бюд-

Таблица 3

Динамика численности населения и занятости на рынках труда монопрофильных городов и пгт, октябрь 2016 г. к октябрю 2015 г., %

Все население	Экономически активное население	Занятое население	Занятые на градообразующем предприятии	Состоят на учете в службе занятости	Число вакансий
-1,0	-1,9	-1,6	-3,6	-8,0	13,2

жетной сфере. В результате усилился переток в неформальный сектор, по минимальным оценкам, численность занятых в нем превысила 17 млн чел. Эти проблемы типичны для всей страны, моногорода и их рынки труда меняются в рамках общего тренда.

Выводы:

– масштаб проблемы моногородов в России (в рамках их официального списка) сильно преувеличен, более 2/3 городов и треть пгт к 2016 г. утратили монопрофильность. При этом в пгт она снижалась медленнее, что обусловлено структурными факторами (большей устойчивостью транспортных и добывающих градообразующих предприятий) и неразвитостью альтернативных мест приложения труда;

– кризис слабо повлиял на рынки труда подавляющего большинства моногородов из-за относительно небольшого спада промышленности, завершившегося к концу 2016 г. Высокий уровень безработицы имеют только 4% пгт и 2% городов, рынки труда пгт более уязвимы по сравнению с городами по объективным причинам. Очаги напряженности в основном локализованы в малых индустриальных городах горнозаводского Урала со старыми промышленными предприятиями, особенно металлургическими, и в Кузбассе. В основном это моногорода с пока еще высокой долей занятых на градообразующем предприятии и застойными проблемами безработицы. Расчеты для всех моногородов показывают, что степень монопрофильности почти не влияет на уровень безработицы в городе;

– адаптация в виде роста трудовой мобильности в моногородах зависит от многих факторов, в том числе от системы расселения. Население почти половины моногородов немобильно, более 90% экономически активного населения занято по месту жительства, поэтому зависимость рынка труда от состояния экономики города максимальна. Высокую трудовую мобильность (свыше 30% занятых работают за пределами моногорода) имеют немногим более четверти моногородов, в 2016 г. их число сократилось по сравнению с началом 2010-х, поскольку в кризисных условиях стало меньше возможностей найти работу (маятниковые миграции, вахта, отходничество) за пределами места проживания. Кризис постепенно переходит в стагнацию и в ближайшие годы вряд ли можно ожидать диверсификации занятости в моногородах и роста трудовой мобильности, в отличие от роста теневой занятости.

– адаптация в виде роста трудовой мобильности в моногородах зависит от многих факторов, в том числе от системы расселения. Население почти половины моногородов немобильно, более 90% экономически активного населения занято по месту жительства, поэтому зависимость рынка труда от состояния экономики города максимальна. Высокую трудовую мобильность (свыше 30% занятых работают за пределами моногорода) имеют немногим более четверти моногородов, в 2016 г. их число сократилось по сравнению с началом 2010-х, поскольку в кризисных условиях стало меньше возможностей найти работу (маятниковые миграции, вахта, отходничество) за пределами места проживания. Кризис постепенно переходит в стагнацию и в ближайшие годы вряд ли можно ожидать диверсификации занятости в моногородах и роста трудовой мобильности, в отличие от роста теневой занятости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонов Е.В. Социально-экономическое развитие и рынки труда городов Урала, Сибири и Дальнего Востока в 1990–2010-х годах. Автореф. дис. ... канд. геогр. н. 2016.

Землянский Д.Ю., Ламанов С.В. Сценарии развития монопрофильных городов России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 4. С. 69–74.

Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н. Инновационный поиск в монопрофильных городах: блокировки развития, новая промышленная политика и план действий. М.: URSS, 2015. 216 с.

Зубаревич Н.В. Крупный бизнес в регионах России: территориальные стратегии развития и социальные интересы. Аналитический доклад. М.: Поматур, 2005. 109 с.

Зубаревич Н.В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация. М.: Независимый институт социальной политики, 2010. 159 с.

Кузнецова Г.Ю. Географическое исследование монопрофильных поселений России. Автореф. дис. ... канд. экон. н. 2003.

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.

Микрюков Н.Ю. Монопрофильные поселения России в системах городского расселения // Региональные исследования. 2015. № 3. С. 99–107.

Микрюков Н.Ю. Факторы и модели социально-экономической трансформации моногородов России. Автореф. дис. ... канд. геогр. н. 2015.

Монопрофильные города и градообразующие предприятия: обзорный доклад / Под ред. И.В. Липсица. М.: Изд. дом «Хроникер», 2000 (в 4-х т.).

Нефедова Т.Г., Слепухина И.Л., Браде И. Миграционная привлекательность городов на постсоветском пространстве на примере России, Украины и Беларуси // Изв. РАН. Сер. геогр. 2016. № 2. С. 27–38.

Пути активизации социально-экономического развития монопрофильных городов России / Под ред. Г.Ю. Кузнецовой, В.Я. Любовного. М.: МОНФ, 2004.

Тургель И.Д. Монофункциональные города России: от выживания к устойчивому развитию. Екатеринбург: Изд-во УрАГС, 2010.

Karachurina L., Mkrtchyan N. Population change in the regional centres and internal periphery of the regions in Russia, Ukraine and Belarus over the period of 1990–2000 s / Eds.: D. Szymanska, J. Chodkowska-Miszczuk // Bull. of Geography. Socioeconomic Series. 2015. № 28. Torun: Nicolaus Copernicus University. P. 91–111.

Zemlyanskii D.Yu. Single industry towns in Russia // Regional Res. of Russia. 2011. V. 1. № 1. P. 99–102.

Поступила в редакцию 07.02.2017
Принята к публикации 31.03.2017

N.V. Zubarevich¹

**TRANSFORMATION OF LABOR MARKETS
IN RUSSIA'S SINGLE-INDUSTRY CITIES**

The actual situation in Russia's single-industry cities by the end of 2016 was evaluated and the proportion of cities where the employment at major enterprises already doesn't meet the single-industry criteria was calculated. The influence of crisis on the local labor markets and the unemployment rates recorded for them is discussed, and the zones with the most complicated situations are identified. Labor migration of single-industry cities inhabitants is analyzed, as well as its changes during the crisis period. The interrelation between labor mobility, proportion of the major company employees and the unemployment rate in single-industry cities is described.

Key words: single-industry cities, labor market, labor mobility, unemployment rate.

REFERENCES

- Antonov E.V.* Sotsialno-ekonomicheskoye razvitiye i rynki truda gorodov Urala, Sibiri i Dalnego Vostoka v 1990–2010 godakh [Social-economic development and labor markets of the Ural, Siberia and Far East cities in 1990–2010]. Avtoreferat dissertatsii kandidata geographicheskikh nauk. 2016 (in Russian).
- Karachurina L., Mkrtychyan N.* Population change in the regional centres and internal periphery of the regions in Russia, Ukraine and Belarus over the period of 1990–2000 s / Eds.: D. Szymanska, J. Chodkowska-Miszczuk // *Bulletin of Geography. Socioeconomic Series*. 2015. № 28. Torun: Nicolaus Copernicus University. P. 91–111.
- Kuznetsova G.Yu.* Geographicheskoye issledovanie monoprofilnykh gorodov Rossii [Geographical investigation of single-industry cities of Russia]. Avtoref. dis. ... kand. econom. n. 2003 (in Russian).
- Mezhdum domom i ... domom. Vozvratnaya prostranstvennaya mobilnost naseleniya Rossii. [Return spatial mobility of the Russian population] / Pod red. T.G. Nefedovoy, K.V. Averkievoy, A.G. Mahrovoy. M.: Novyi Hronograph, 2016. 504 p. (in Russian).
- Mikryukov N.Yu.* Factory i modeli sotsialno-ekonomicheskoy transformatsii monogorodov Rossii [Factors and models of social-economic transformation of the Russian single-industry cities]. Avtoref. dis. ... kand. geogr. n. 2015 (in Russian).
- Mikryukov N.Yu.* Monoprofilnye poseleniya Rossii v sistemah gorodskogo naseleniya [Russian single-industry settlements in the urban settlement systems] // *Regionalnye issledovaniya*. 2015. № 3. P. 99–107 (in Russian).
- Monoprofilnye goroda i gradoobrazuyushchie predpriyatiya: Obzornyi doklad [Single-industry cities and major companies: Review] / Pod red. I.V. Lipsitsa. M.: Publishing house Khonikyev, 2000 (in Russian).
- Nefedova T.G., Slepukhina I.L., Brade I.* Migratsionnaya privlekatel'nost gorodov na post-sovetskom prostranstve na primere Rossii, Ukrainy i Belarusi [Attractiveness of post-Soviet cities for migrants: case study of Russia, Ukraine and Belarus] // *Izvestiya RAN, seriya geografiya*. 2016. № 2. P. 27–38 (in Russian).
- Puti aktivizatsii sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya monoprofilnykh gorodov Rossii [Intensification of the socio-economic development of Russian single-industry cities] / Pod red. G.Yu. Kuznetsovoy, V.Ya. Lyubovnogo. M.: MONF, 2004 (in Russian).
- Turgel I.D.* Monofunktsionalnye goroda Rossii: ot vyzhivaniya k ustoychivomu razvitiyu [Russia's single-industry cities: from survival to sustainable development]. Ekaterinburg: Isdatelstvo UrAGS, 2010 (in Russian).
- Zamyatina N.Yu., Pelyasov A.N.* Innovatsionnyi poisk v monoprofilnykh gorodakh: blokirovki razvitiya, novaya promyshlennaya politika i plan deystviy [Innovating search for single-industry cities: barriers to development, a new industrial policy and the action plan]. V.: URSS, 2015. 216 p. (in Russian).
- Zemlyanskii D.Yu.* Single industry towns in Russia // *Regional Res. of Russia*. 2011. V. 1. № 1. P. 99–102.
- Zemlyanskiy D.Yu., Lamanov S.V.* Scenarii razvitiya monoprofilnykh gorodov Rossii [Development scenarios for single-industry cities] // *Vestnik Mosk. universiteta. Seriya 5, Geographia*. 2014. № 4. P. 69–74 (in Russian).
- Zubarevich N.V.* Krupnyi biznes v regionah Rossii: territorialnye strategii razvitiya i sotsialnye interesy [The big business in Russian regions: spatial strategies and social interests] // *Nezavisimyi Institut sotsialnoy politiki*. M.: Pomatur, 2005. 109 p. (in Russian).
- Zubarevich N.V.* Regiony Rossii: neravenstvo, krizis, modernizatsiya [Russian regions: inequality, crisis, modernization]. M.: Nezavisimyi Institut sotsialnoy politiki, 2010. 159 p. (in Russian).

Received 07.02.2017

Accepted 31.03.2017

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Professor, D.Sc. in Geography; Institute of Social Analysis and Forecast, Leading Scientific Researcher; e-mail: nzubarevich@gmail.com

УДК 551.465

А.С. Фалина¹, А.А. Сарафанов², С.А. Добролюбов³, В.С. Запотылько⁴, С.В. Гладышев⁵**КОНВЕКЦИЯ И СТРАТИФИКАЦИЯ ВОД НА СЕВЕРЕ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ ЗИМОЙ 2013/14 гг.**

На основе анализа зимних данных буев Argo исследованы пространственные характеристики океанской конвекции в субполярном круговороте Северной Атлантики зимой 2013/14 гг. Очаги наиболее интенсивного конвективного перемешивания выявлены путем оценки и картирования вертикальной стратификации толщи вод. Обнаружены очаги формирования субполярных модальных вод вдоль течения Ирмингера: над северо-западным склоном хребта Рейкьянес и вблизи Датского пролива. Расположение очагов конвекции и пространственное изменение характеристик перемешанного слоя в этих очагах согласуется с современной концепцией об обособленном формировании модальных вод в каждой из ветвей Северо-Атлантического течения и увеличении плотности модальных вод в северном направлении. Главную роль в формировании лабradorской водной массы играл очаг глубокой конвекции в море Лабрадор, где глубина перемешивания впервые за шесть лет достигла 1750 м. Формирование относительно холодных и распресненных промежуточных вод, по своим характеристикам соответствующих лабradorской водной массе, также обнаружено в районе к югу от мыса Фарвель и в южной части моря Ирмингера.

Ключевые слова: океанская конвекция, буи Argo, верхний перемешанный слой, Северная Атлантика, субполярные модальные воды, лабradorская водная масса.

Введение. В работе представлены результаты исследования пространственных особенностей океанской конвекции зимой 2013/14 гг. на севере Атлантического океана в регионе, расположенном к северу от 53° с. ш., к западу от хребта Рейкьянес (рис. 1). Здесь в очагах глубокой конвекции в море Лабрадор и море Ирмингера в наиболее суровые зимы толщина верхнего перемешанного слоя (ВПС) в несколько раз превосходит величины, характерные для остальной части акватории субарктической Атлантики (300–500 м) [Vage et al., 2009]. Глубокая конвекция в этих очагах приводит к формированию холодных распресненных промежуточных вод – лабradorской водной массы [Lazier, 1973; Добролюбов, Соков, 2002; Pickart et al., 2003; Falina et al., 2007; de Jong et al., 2012] – одной из главных водных масс, образующих нижнее звено глобального межконтинентского «конвейера» [Лаппо, 1984; McCartney and Talley, 1984]. Поэтому исследование конвекции на севере Атлантики необходимо для пополнения знаний о механизмах крупномасштабной циркуляции вод Мирового океана.

Наиболее интенсивная конвекция в субарктической Атлантике наблюдалась в первой половине 1990-х гг. [Yashayaev, 2007]. В море Лабрадор максимальные глубины конвекции составляли 2000–2400 м [Lazier et al., 2002; Kieke and Yashayaev, 2015]; в море Ирмингера конвекция, по косвенным оцен-

кам, могла достигать глубин около 1500 м [Pickart et al., 2003; Falina et al., 2007]. Резкое смягчение зим после 1995 г. привело к существенному уменьшению интенсивности конвекции в регионе [Lazier et al., 2002]. В период с 1996 по 2013 гг. было лишь несколько зим, когда конвективное перемешивание проникало до глубин 1500–1800 м в море Лабрадор [Yashayaev and Loder, 2009; Kieke and Yashayaev, 2015] и 800–1000 м в море Ирмингера [Vage et al., 2008, 2009; de Jong et al., 2012]. Зимой 2013/14 гг., выбранной нами для анализа, конвекция в море Лабрадор, впервые с 2008 г., достигла глубин 1700–1800 м [Kieke and Yashayaev, 2015]. Сведений о максимальных глубинах конвекции зимой 2013/14 г. в субарктической Атлантике за пределами моря Лабрадор практически нет.

До недавнего времени исследования конвекции на севере Атлантики были основаны главным образом на судовых съемках и стационарных наблюдениях. Вследствие суровых погодных условий в зимнее время судовые съемки выполняются преимущественно весной, летом и осенью и поэтому дают информацию о характеристиках лишь той (нижней) части ВПС, которая сохранилась после сезонной рестратификации, то есть после восстановления стратификации вод в верхних слоях океана (см. [Lazier et al., 2002; Pickart et al., 2003; Falina et al., 2007]). Редкое исключение – полигонная судовая

¹ Институт океанологии имени П.П. Ширшова Российской Академии наук, лаборатория гидрологических процессов, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* falina_a@mail.ru

² Институт океанологии имени П.П. Ширшова Российской Академии наук, лаборатория гидрологических процессов, ст. науч. с., докт. геогр. н.; *e-mail:* sarafanov@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, декан, профессор, докт. геогр. н.; *e-mail:* dobrosience@yandex.ru

⁴ Институт океанологии имени П.П. Ширшова Российской Академии наук, отдел научных экспедиций и флота, глав. спец.; *e-mail:* oceanolog@oceanolog.ru

⁵ Институт океанологии имени П.П. Ширшова Российской Академии наук, отдел научных экспедиций и флота, зам. зав., канд. геогр. н.; *e-mail:* sgladyshv@ocean.ru

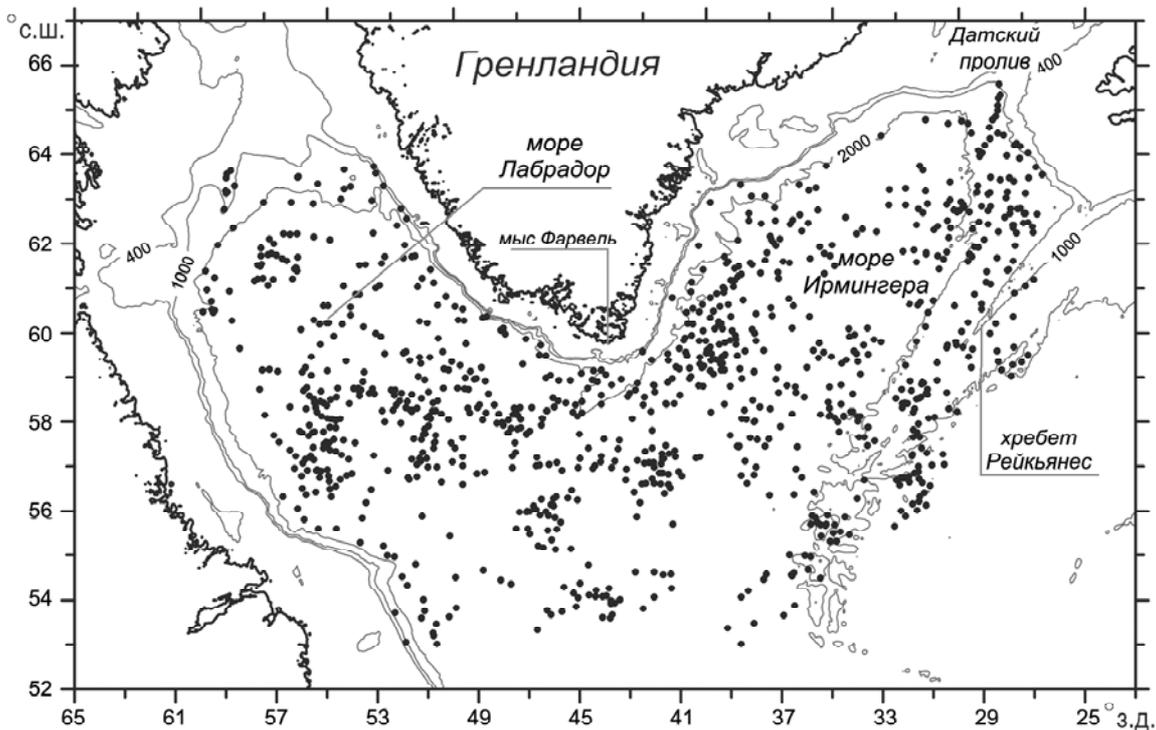


Рис. 1. Положение профилей Argo, использованных в исследовании (декабрь 2013 г. – апрель 2014 г.)

Fig. 1. Locations of the Argo profiles used in the study (December 2013–April 2014)

съемка, выполненная в феврале–марте 1997 г. в море Лабрадор [Pickart et al., 2002]. Близкие к непрерывным стационарные измерения на станциях погоды (см., например, [Lazier et al., 1973]) и заякоренных буйковых станциях [Lilly et al., 1999; Vage et al., 2008; de Jong et al., 2012] позволяют определять локальные характеристики ВПС в процессе конвективно-перемешивания, но не позволяют судить о пространственных особенностях этого процесса.

С начала 2000-х гг. благодаря автономным дрейфующим буям Argo стали доступны всесезонные данные о термохалинных характеристиках и, как следствие, о стратификации вод Мирового океана на глубинах до 2000 м. Это дает возможность достоверно определять толщину и характеристики ВПС непосредственно во время конвекции или вскоре (в течение первых недель) после ее прекращения, когда рестратификация затронула лишь самую верхнюю часть перемешанного слоя (см., например, [Vage et al., 2009; de Jong et al., 2012]). На основе данных Argo были получены оценки глубин конвекции в море Лабрадор [Avsic et al., 2006; Vage et al., 2009; Yashayaev and Loder, 2009; Kieke and Yashayaev, 2015] и море Ирмингера [Vage et al., 2009; de Jong et al., 2012] в отдельные годы, а также сведения о средней многолетней толщине ВПС на севере Атлантики в период относительно слабой конвекции в первой половине 2000-х гг. [Vage et al., 2009].

Данные Argo используются для картирования осредненных по времени и пространству (климатических) значений толщины ВПС для всего Мирового океана (см., например, [de Boyer Montegut et al., 2004]). Одно из достоинств климатических массивов – глобальный охват. Однако эти массивы не

позволяют судить об экстремальных, наибольших глубинах конвекции, наблюдавшихся в выбранный для осреднения интервал времени.

Мы поставили перед собой цель разработать и применить метод, позволяющий по данным Argo картировать экстремальное, наименее стратифицированное состояние водной толщи. Это дает возможность автоматизировано выявлять очаги наиболее глубокой конвекции и затем достоверно, вручную определять термохалинные характеристики и максимальную толщину ВПС в этих очагах. Исследование проведено с использованием данных Argo, полученных в субарктической Атлантике зимой 2013/14 гг.

Данные и метод исследования. В работе использованы данные измерений температуры и солёности вод в верхнем 2000-метровом слое океана, полученные с помощью дрейфующих буев Argo в период с 1-го декабря 2013 г. по 30-е апреля 2014 г. (источник данных – база www.coriolis.eu.org). Временной отрезок был выбран в соответствии с результатами предшествующих исследований, согласно которым в этот период года в субполярном круговороте Атлантики возможно формирование ВПС толщиной более 200 м (см. рис. 7 в [de Jong et al., 2012]). В анализ были включены 1013 STD-профилей, полученных 87 буями в регионе, ограниченном параллелью 53° с. ш. на юге и подводным хребтом Рейкьянес на востоке (рис. 1). В связи с тем, что данные, полученные разными буями, обладают различным разрешением по вертикали (от 1 до 10 м в верхнем слое океана, от 1 до 50 м на промежуточных глубинах), для дальнейшего анализа все данные путем линейной интерполяции были приведены

к единой дискретности по глубине (10 м). Эта процедура позволила оптимизировать работу с данными, не исказив при этом результаты: в контексте нашего исследования неоднородности профилей с меньшим вертикальным масштабом, чем итоговая дискретность (то есть с масштабом порядка 1 м), представляют собой «шум», существенно менее выраженный, чем анализируемые нами изменения характеристик в толще вод в масштабе десятков и сотен метров.

В качестве меры интенсивности конвекции обычно используется толщина ВПС: сильному/слабому конвективному перемешиванию соответствует большая/малая толщина перемешанного слоя. Главное свойство и идентификационный признак ВПС – его однородность по вертикали, поэтому нижняя граница ВПС определяется как глубина, на которой значения вертикальных градиентов свойств начинают существенно отличаться от нуля. При определении нижней границы ВПС по данным профилирования чаще всего анализируется вертикальное распределение плотности (обычно аномалии потенциальной плотности, приведенной к давлению 0 дбар, $-\sigma_0$)⁶ или зависящих от этого распределения характеристик: вертикальной устойчивости, потенциальной завихренности [Pickart et al., 2002; Vage et al., 2008; Vage et al., 2009; de Jong et al., 2012].

На практике определение нижней границы ВПС не всегда тривиально: нередки случаи, когда граница между ВПС и нижележащей стратифицированной толщей вод не носит выраженного, скачкообразного характера ввиду относительно слабой стратификации на промежуточных глубинах в субполярном круговороте (см., например, [de Jong et al., 2012]). В связи с этим достоверное определение толщины ВПС по данным профилирования требует индивидуального неавтоматизированного анализа каждого профиля (см., например, [Pickart et al., 2002; Vage et al., 2009]). Этот подход не исключает (неизбежной) субъективности при определении толщины ВПС и, при работе с большими массивами данных, требует больших затрат сил и времени.

Разработанный нами метод состоит в поиске районов наиболее интенсивной конвекции путем количественной оценки и картирования стратификации в верхней части толщи вод, а именно – осредненно по глубине вертикального градиента потенциальной плотности σ_0 (далее СГП – средний градиент плотности).

Для получения значений СГП сначала по данным каждого профиля Argo был произведен расчет вертикальных градиентов плотности для 10-метровых слоев от поверхности океана до глубины последнего измерения. Затем значения градиентов были осреднены по вертикали в пределах более мощных слоев, имеющих единую верхнюю границу (глубину

150 м) и различные нижние границы: 400, 500, 600 м и т. д. до 2000 м. Сравнение карт СГП, построенных для каждого слоя (о методике картирования см. ниже), позволяет отслеживать изменение стратификации с глубиной и таким образом выявлять районы наиболее глубокого перемешивания. В работе представлены наиболее наглядные карты, построенные для 4 слоев: с нижними границами 400, 600, 1000 и 1600 м (рис. 2).

Выбор в качестве верхней границы не поверхности океана, а глубины 150 м обусловлен необходимостью уменьшить влияние начала рестратификации на полученные значения СГП. Рестратификация приповерхностных вод начинается сразу после прекращения конвекции и может в короткие сроки (порядка 10 дней) затронуть верхние ~50–200 м перемешанного слоя (см. рис. 12 в [Lilly et al., 1999]). Поэтому если профилирование выполнено вскоре после прекращения конвекции, вертикальный градиент плотности в приповерхностном слое может существенно отличаться от нуля. В результате, несмотря на явные признаки локально сформированного ВПС глубже приповерхностного рестратифицированного слоя, значение СГП, полученное при осреднении от поверхности океана, тоже будет существенно отличаться от нуля, ложно указывая на отсутствие интенсивной конвекции в данном месте. Проведя серию тестов, мы пришли к выводу, что при расчете СГП оптимальная верхняя граница слоев – глубина 150 м. (Выбор несколько меньшей или большей глубины – например, 100 или 200 м – влияет на значения СГП, но не приводит к качественным изменениям полученной пространственной картины).

Следующий этап анализа состоял в картировании СГП – в построении пространственной картины стратификации для каждого слоя. Профили Argo обеспечивают достаточно подробную съемку акватории (рис. 1), но эта съемка, в отличие от, например, судовых измерений на полигоне, носит «случайный» характер. В результате профили, полученные в районе конвекции во время интенсивного перемешивания или вскоре после его окончания (малые значения СГП), соседствуют с профилями, полученными до начала интенсивного перемешивания или спустя продолжительное время после его прекращения (большие значения СГП). Поэтому картирование полного набора значений СГП, полученных для всех профилей, дает мозаичную, «шумную», заведомо нерепрезентативную картину. Для устранения этого эффекта перед картированием была проведена фильтрация значений СГП для каждого слоя.

Процедура фильтрации состояла в следующем. В итоговый набор значений были отобраны те значения СГП (φ , λ) из исходного полного набора, которые удовлетворяют хотя бы одному из двух критериев: (1) СГП (φ , λ) $\leq 3 \cdot 10^{-6}$ кг м⁻⁴; (2) все осталь-

⁶ Далее для краткости вместо термина «аномалия потенциальной плотности» наряду с обозначением σ_0 мы будем использовать термины «потенциальная плотность» или «плотность».

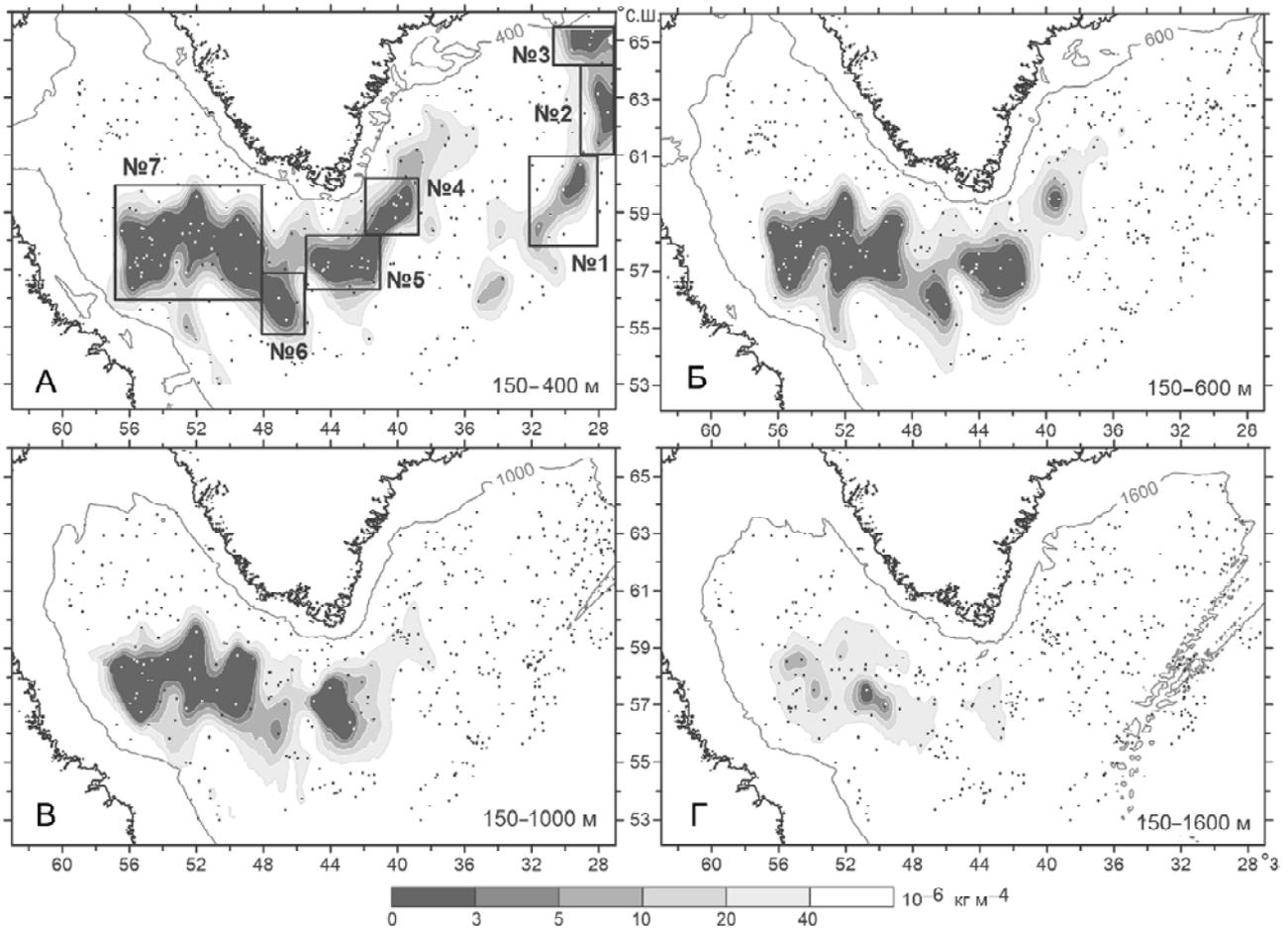


Рис. 2. Осредненный по глубине вертикальный градиент потенциальной плотности σ_0 (СГП, 10^{-6} кг м $^{-4}$) в слоях 150–400 м (А), 150–600 м (Б), 150–1000 м (В) и 150–1600 м (Г). Значения СГП в каждом слое прошли процедуру фильтрации (см. текст). Точками отмечены положения профилей Argo после фильтрации данных. На рис. 2, А прямоугольниками показаны районы наиболее интенсивной конвекции, в пределах которых проводилось определение характеристик верхнего перемешанного слоя (таблица)

Fig. 2. Depth-averaged vertical gradient of potential density σ_0 (СГП, 10^{-6} kg m $^{-4}$) for the layers 150–400 m (А), 150–600 m (Б), 150–1000 m (В) and 150–1600 m (Г). The СГП values in each layer underwent a filtering procedure (see the text). The dots show the locations of the Argo profiles after the filtering. The rectangles in Fig. 2, А indicate the areas of the most intense convection, where the mixed layer properties were determined (see Table)

ные значения в окрестности с радиусом 50 км составляют не менее 60% от СГП (φ , λ). Таким образом, в результате фильтрации были оставлены близкие к нулю СГП (φ , λ), а также те значения СГП (φ , λ), вблизи которых нет существенно меньших значений. Оптимальные параметры – пороговое значение $3 \cdot 10^{-6}$ кг м $^{-4}$, радиус 50 км и параметр «толерантности» 60% – были подобраны таким образом, чтобы процедура фильтрации (1) не затрагивала крайне малые значения СГП, свидетельствующие о том, что слой практически однороден по вертикали, (2) устраняла большие значения СГП из явных очагов конвекции, но при этом (3) включала в итоговый массив наибольшее количество значений СГП из исходного массива.

После фильтрации в среднем для всех слоев осталось около 50% значений СГП. На основе полученных отфильтрованных массивов построены карты распределения СГП (рис. 2). Эти карты показывают наименее стратифицированное состояние верхней части толщи вод в регионе зимой 2013/14 гг. –

в той мере, в какой это состояние отражено в данных Argo. Области наименьшей стратификации (близкие к нулю СГП) соответствуют районам наиболее глубокого конвективного перемешивания – «очагам» конвекции. Адвективное происхождение практически однородных по вертикали объемов вод, идентифицируемых нами как локально сформированный ВПС, крайне мало вероятно. Горизонтальный перенос конвективных вод на существенные (в региональном масштабе) расстояния неизбежно сопровождается разрушением вертикальной однородности этих вод, прежде всего – в верхней части водной толщи на глубинах до нескольких сотен метров (см., например, [Vage et al., 2009]). Поэтому в случае, если профиль Argo показывает практически однородную по вертикали толщу вод, начиная с приповерхностных глубин, мы можем с уверенностью утверждать, что эта однородность – следствие конвекции, происходившей во время наблюдения или непосредственно перед наблюдением в месте наблюдения или в непосредственной близости к это-

му месту. Тем не менее, возможный малый эффект горизонтальной циркуляции исключить нельзя, и поэтому очертания выявленных нами районов конвекции могут несколько отличаться от тех границ, в пределах которых глубоко перемешивание происходило в действительности.

Для анализа пространственных особенностей ВПС были выделены 7 районов (рис. 2, А), в пределах которых определены температура, соленость, плотность и максимальная толщина перемешанного слоя (таблица). Поиск профилей с наибольшей толщиной ВПС в каждом из районов осуществлен вручную среди профилей с близкими к нулю значениями СГП ($\leq 3 \cdot 10^{-6}$ кг м⁻⁴). Количество таких профилей составило около 10% от общего количества профилей, задействованных в исследовании. Таким образом, разработанный нами метод существенно упростил задачу обнаружения профилей с наибольшей толщиной перемешанного слоя.

Результаты исследования. По данным, полученным зимой 2013/14 гг. в северо-восточной части моря Ирмингера, выявлено три очага конвекции, в которых толщина ВПС достигала 500–550 м (рис. 2, А; 3, Б; таблица). Эти очаги расположены вдоль течения Ирмингера (самой западной ветви Северо-Атлантического течения [Versch et al., 1999]), которое переносит относительно теплые и соленые воды из умеренных широт в северную часть моря Ирмингера над западным склоном хребта Рейкьянес.

Зимняя конвекция в обнаруженных очагах приводит к формированию субполярных модальных вод (СПМВ). СПМВ – класс вод, формирующихся в результате зимней конвекции на севере Атлантического океана на обширной акватории, охватывающей море Ирмингера, район над хребтом Рейкьянес, Исландский бассейн, район над плато Хаттон-Роколл и проход Роколл [McCartney and Talley, 1982; Brambilla and Talley, 2008]. Эти воды формируются вследствие охлаждения и увеличения плотности вод

субтропического происхождения, поступающих с Северо-Атлантическим течением в субполярные широты [McCartney and Talley, 1982; Hanawa and Talley, 2001]. СПМВ можно идентифицировать над постоянным пикноклином по вертикальной однородности температуры и солености и высокому содержанию растворенного кислорода [Johnson and Gruber, 2007; Brambilla and Talley, 2008]. Несмотря на значительные различия в условиях формирования СПМВ, и следовательно, в температуре и солености этих вод [Garcia-Ibanez et al., 2015], существуют единые критерии для их идентификации на северо-востоке Атлантики (вне моря Лабрадор): потенциальная плотность менее 27,7, соленость более 34,98 епс, потенциальная завихренность менее $6 \cdot 10^{-11}$ м⁻¹ с⁻¹ [Johnson and Gruber, 2007; Thierry et al., 2008; de Boisseson et al., 2012].

Характеристики ВПС в районах конвекции над западным склоном хребта Рейкьянес и вблизи Датского пролива ($6,7 < \theta < 8,1^\circ\text{C}$, $35,06 < S < 35,15$ епс, $27,37 < \sigma_0 < 27,52$, см. таблицу и рис. 3, А), удовлетворяют приведенным выше критериям и близки к характеристикам СПМВ, зафиксированным в том же районе по данным летних наблюдений в 2001–2006 гг. ($6,0 < \theta < 8,0^\circ\text{C}$, $35,0 < S < 35,2$ епс, $27,4 < \sigma_0 < 27,6$) (см. рис. 6 в [Thierry et al., 2008]). Ранее на основе численного моделирования и данных летних наблюдений [Brambilla and Talley, 2008; Thierry et al., 2008; de Boisseson et al., 2012] было показано присутствие СПМВ над хребтом Рейкьянес и в северной части моря Ирмингера, однако авторы предыдущих исследований связывали происхождение этих вод с конвекцией в Исландском бассейне и над восточным склоном хребта. Полученные нами прямые свидетельства зимнего перемешивания вод от поверхности океана до глубин 500–550 м вдоль течения Ирмингера в январе–феврале 2014 г. (рис. 3, Б) согласуются с концепцией, согласно которой формирование СПМВ происходит обособленно вдоль каждой из ветвей Северо-Ат-

Характеристики верхнего перемешанного слоя и его максимальная толщина в районах наиболее интенсивной конвекции, отмеченных на рис. 2, А. Диапазоны значений соответствуют разбросу характеристик в пределах областей наименьшей вертикальной стратификации (СГП менее $3 \cdot 10^{-6}$ кг м⁻⁴)

№ района	Максимальная толщина слоя (м)	Аномалия потенциальной плотности σ_0	Соленость (епс)	Потенциальная температура (°C)	Принадлежность к верхнему/нижнему звену МТЦ*
1	550	27,37–27,45	35,12–35,15	7,4–8,1	Верхнее звено ($\sigma_0 < 27,55$)
2	500	27,44–27,48	35,10–35,14	7,2–7,6	
3	550	27,50–27,52	35,06–35,10	6,7–7,0	
4	650	27,70–27,73	34,90–34,92	3,9–4,2	Нижнее звено ($\sigma_0 > 27,55$)
5	1050	27,71–27,72	34,84–34,86	3,4–3,6	
6	700	27,70–27,71	34,82–34,84	3,3–3,5	
7	1750	27,71–27,73	34,83–34,85	3,3–3,4	

*МТЦ – Меридиональная термохалинная циркуляция, оцененная с использованием потенциальной плотности в качестве вертикальной координаты, см. [Sarafanov et al., 2012].

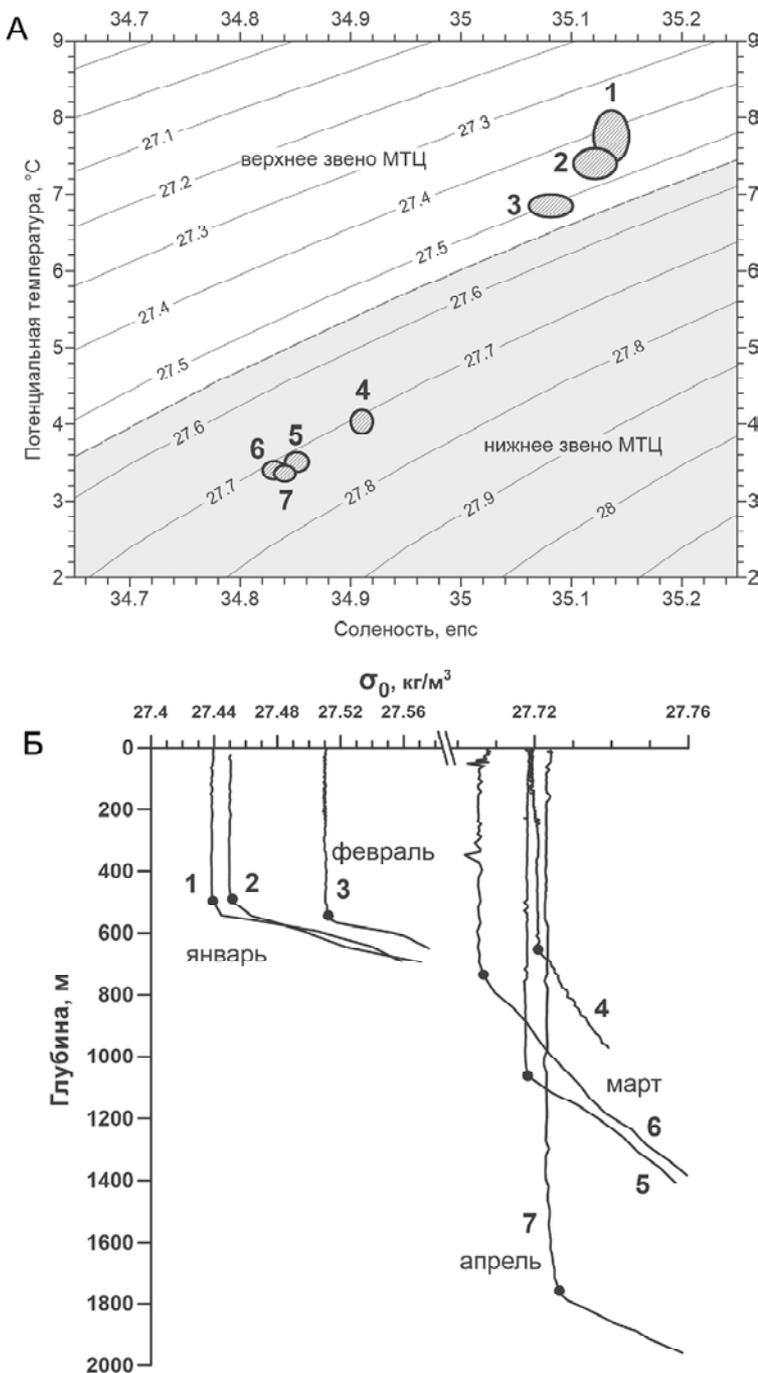


Рис. 3. Характеристики верхнего перемешанного слоя в районах наиболее интенсивной конвекции (районы № 1–7 на рис. 2, А): А – термохалинные характеристики перемешанного слоя на Т, S-плоскости. Размеры эллипсов соответствуют разбросу характеристик слоя в каждом районе (см. таблицу). Цифрами указаны номера районов. Серой заливкой выделен диапазон плотности ($\sigma_0 > 27.55$), соответствующий нижнему звену МТЦ; Б – вертикальное распределение аномалии потенциальной плотности (σ_0) на профилях с наибольшей толщиной перемешанного слоя в каждом районе. Нижние границы перемешанного слоя отмечены жирными точками. Указаны месяцы наблюдений

Fig. 3. Mixed layer properties in the areas of the most intense convection (№ 1–7 in Fig. 2, A): А – Thermohaline properties of the mixed layer in the T,S-space. The ellipse sizes correspond to the properties dispersion in each area (see Table). The area numbers are indicated. The density range ($\sigma_0 > 27.55$) of the MOC lower limb is gray shaded; Б – Vertical distributions of potential density anomaly (σ_0) for the profiles with the maximum mixed layer depth in each area. The mixed layer depths are marked with the bold dots on the profiles. The months of measurements are indicated

лантического течения, что определяет существенные пространственные различия термохалинных свойств модальных вод (см. [Brambilla and Talley, 2008]).

Характеристики ВПС в обнаруженных очагах формирования СПМВ менялись в направлении с юга на север (от района 1 к району 3 на рис. 2, А) в сторону уменьшения температуры и солёности и увеличения плотности (рис. 3, А). Увеличение плотности СПМВ вдоль ветвей Северо-Атлантического течения в северном направлении была отмечена ранее в работе [Brambilla and Talley, 2008]. Наиболее вероятные причины этой закономерности – постепенное охлаждение вод течения Ирмингера и уменьшение вклада субтропических вод в состав СПМВ.

Плотность модальных вод, сформировавшихся зимой 2013/14 гг. на севере и востоке моря Ирмингера (районы 1–3 на рис. 2, А) не превышала 27,55 (таблица, рис. 3, А). Согласно [Sarafanov et al., 2012], на севере Атлантического океана изопикна $\sigma_0 = 27.55$ служит границей между верхним и нижним звеньями меридиональной термохалинной циркуляции (МТЦ) вод, оцененной в поле плотности. Таким образом, модальные воды, сформированные в море Ирмингера в районах 1–3 (рис. 2, А), относятся к верхнему звену МТЦ вод Северной Атлантики.

Очаги зимней конвекции также выявлены в обширном регионе вокруг южной оконечности Гренландии: в южной части моря Ирмингера, в районе к югу от мыса Фарвель, в центральной и южной частях моря Лабрадор (рис. 2). Плотность конвективных вод в этом регионе превышала 27,70 (см. рис. 3, А и таблицу), что соответствует плотности лабradorской водной массы [Lazier, 1973; Yashayev, 2007; Falina et al., 2007]. Таким образом, в отличие от СПМВ, эти воды относятся к нижнему звену МТЦ Северной Атлантики [Sarafanov et al., 2012].

Картирование СГП в регионе вокруг южной оконечности Гренландии в различных по мощности слоях (рис. 2) дает представление о региональных особенностях ВПС в трех измерениях. В верхнем слое океана выявлено два протяженных района конвекции, в которых толщина ВПС достигла или превысила 400 м (рис. 2, А). В пределах этих обширных районов обнаружено четыре очага меньшей площади, в которых толщина ВПС достигла или превысила 600 м (рис. 2, Б). Из этих четырех очагов лишь в двух конвекция проникла до глубин

более 1000 м (рис. 2, В) и лишь в одном толщина ВПС превысила 1600 м (рис. 2, Г).

Рассмотрим характеристики ВПС в море Ирмингера и море Лабрадор последовательно в направлении с востока на запад, от района 4 к району 7 на рис. 2, А.

В южной части моря Ирмингера (район 4 на рис. 2, А) зимой 2013/14 гг. толщина ВПС по данным буев Argo достигла ~650 м (рис. 3, Б). В этом районе формировалась самая теплая ($3,9 < \theta < 4,2^{\circ}\text{C}$) и соленая ($34,90 < S < 34,92$ епс) разновидность конвективных вод с характеристиками, соответствующими лабradorской водной массе. Характеристики ВПС в очаге глубокой конвекции, расположенном к югу от мыса Фарвель (район 5 на рис. 2, А), были близки к характеристикам ВПС в центральной и восточных частях моря Лабрадор (районы 6 и 7 на рис. 2, А). В этих очагах ВПС был в среднем на $0,6^{\circ}\text{C}$ холоднее и на 0,06 епс преснее, чем в море Ирмингера (таблица).

В районе к югу от мыса Фарвель (район 5 на рис. 2, А) толщина ВПС в марте 2014 г. достигла 1050 м (см. рис. 2, В, рис. 3, Б). Наличие обособленного очага глубокой конвекции к югу от мыса Фарвель – еще один довод в пользу гипотезы о существовании дополнительных источников лабradorской водной массы вне моря Лабрадор [Pickart et al., 2003; Falina et al., 2007; Vage et al., 2008]. Этот очаг отделен от области наиболее интенсивной конвекции в центральной части моря Лабрадор (район 7 на рис. 2, А) районом (район 6 на рис. 2, А), где конвекция не проникала глубже 700 м (рис. 2, В и 3, Б).

Самый обширный очаг глубокой конвекции обнаружен в центральной части моря Лабрадор (район 7 на рис. 2, А). Сравнение значений толщины ВПС, полученных по прошедшим процедуру фильтрации профилям Argo в пределах этого очага, указывает на постепенное увеличение толщины ВПС в течение зимнего периода 2013/14 гг. В январе конвекция проникала до глубин 700–800 м, в феврале – до 1300–1400 м, а в апреле глубина перемешивания достигла 1750 м. Максимальная толщина ВПС и минимальная температура в этом очаге ($3,32\text{--}3,33^{\circ}\text{C}$) выявлены по данным двух профилированных в районе с координатами $57\text{--}58^{\circ}$ с. ш., $49\text{--}51^{\circ}$ з. д. (рис. 2, Г).

Максимальная толщина ВПС в центральной части моря Лабрадор наблюдалась позднее (в апреле, рис. 3, Б), чем в других выявленных нами районах конвекции, где перемешивание достигло максимальных глубин в период с января по март. В целом для субарктического региона прослеживается тенденция более позднего достижения перемешанным слоем максимальной толщины в направлении циклонической циркуляции вод в субполярном круговороте (от района 1 к району 7, рис. 2, А). Так, наибольшая глубина конвективного перемешивания наблюдалась в январе над склоном хребта Рейкьянес в море Ирмингера (районы 1 и 2 на рис. 2, А), в феврале вблизи Датского пролива (район 3), в марте на юге моря Ирмингера, в районе к югу от мыса Фар-

вель и в восточной части моря Лабрадор (районы 4, 5 и 6) и, наконец, в апреле в центральной части моря Лабрадор (район 7). Проверка того, насколько эта тенденция постоянна от года к году, и анализ ее причин будут проведены нами в отдельном исследовании, основанном на данных Argo, накопленных за несколько зим.

Конвекция до глубины 1750 м в море Лабрадор зимой 2013/14 гг. выделяет эту зиму в хронологии конвективных процессов 1990–2010-х годов. На протяжении двух десятилетий с середины 1990-х гг. глубина конвекции (толщина ВПС) в море Лабрадор лишь трижды превысила отметку 1500 м – в первые месяцы 2000, 2008 и 2014-го годов [Kieke and Yashayaev, 2015]. Анализ многолетней изменчивости характеристик ВПС на основе данных Argo указывает на то, что в море Лабрадор зимой 2013/14 гг. температура ВПС была самой низкой за шесть лет, прошедших после интенсивного конвективного перемешивания зимой 2007/08 гг. [Kieke and Yashayaev, 2015].

Выводы:

– предложен метод анализа данных Argo, позволяющий воссоздавать пространственную картину наименее стратифицированного состояния толщи океанских вод в период зимнего конвективного перемешивания. Метод состоит в расчете и картировании осредненных по глубине вертикальных градиентов потенциальной плотности (σ_{θ}) в различных по толщине слоях;

– на основе разработанного метода для субарктического региона Атлантики построены карты стратификации верхней части толщи вод, соответствующие ее наименее стратифицированному состоянию зимой 2013/14 гг. Это позволило выявить расположение очагов зимней конвекции, оценить максимальные глубины конвекции и сравнить характеристики верхнего перемешанного слоя в этих очагах;

– впервые на основе данных зимних наблюдений выявлены очаги конвекции (до глубин 500–550 м) вдоль течения Ирмингера – над северо-западным склоном хребта Рейкьянес и вблизи Датского пролива. В этих очагах происходило формирование субполярных модальных вод с плотностью ($\sigma_{\theta} < 27,55$), соответствующей верхнему звену МТЦ на севере Атлантики [Sarafanov et al., 2012]. Расположение очагов и пространственное изменение характеристик перемешанного слоя в этих очагах согласуется с современной концепцией об обособленном формировании субполярных модальных вод вдоль каждой из ветвей Северо-Атлантического течения и об увеличении плотности модальных вод в направлении с юга на север [Brambilla and Talley, 2008];

– очаги формирования более плотных вод ($\sigma_{\theta} > 27,70$, нижнее звено МТЦ), образующих после сезонной рестратификации лабradorскую водную массу, обнаружены на обширной акватории вокруг южной оконечности Гренландии. Главную роль в формировании вод с термохалинными характерис-

тиками, соответствующими лабдорской водной массе, зимой 2013/14 гг. играл наиболее обширный очаг конвекции, расположенный в центральной части моря Лабрадор. Глубина перемешивания в этом очаге достигала наибольших для этой зимы значений

в регионе (до 1750 м). Формирование плотных ($\sigma_0 > 27,70$) конвективных вод также обнаружено в очаге к югу от мыса Фарвель (перемешивание до 1050 м) и в южной части моря Ирмингера (перемешивание до 650 м).

Благодарности. Исследование сотрудников института океанологии им. П.П. Ширшова выполнено при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-50-00095), Российского фонда фундаментальных исследований (гранты №№ 15-05-03782, 15-05-02250). Работа С.А. Добролюбова выполнена при поддержке гранта № 14-37-00038 Российского научного фонда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Добролюбов С.А., Соков А.В.* Роль глубинных вод Северной Атлантики в изменчивости теплообмена океана и атмосферы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2002. № 6. С. 42–48.
- Lanno C. C.* К вопросу о причинах адвекции тепла на север через экватор в Атлантическом океане // Исследование процессов взаимодействия океана и атмосферы. М.: Гидрометеорологический институт, 1984. С. 125–129.
- Avsic T., Karstensen J., Send U. and Fischer J.* Interannual variability of newly formed Labrador Sea Water from 1994 to 2005 // *Geophys. Res. Lett.* 2006. V. 33. L21S02; doi:10.1029/2006gl026913, 2006.
- Bersch M., Meincke J., Sy A.* Interannual thermohaline changes in the northern North Atlantic 1991–1996 // *Deep-Sea Res. Part II*. 1999. V. 46. P. 55–75.
- Brambilla E. and Talley L. D.* Subpolar Mode Water in the northeastern North Atlantic: 1. Averaged properties and mean circulation // *J. Geophys. Res.* 2008. V. 113. C04025; doi:10.1029/2006JC004062.
- de Boissesson E., Thierry V., Mercier H., Caniaux G., Desbruyeres D.* Origin, formation and variability of the Subpolar Mode Water located over the Reykjanes Ridge // *J. Geophys. Res.* 2012. V. 117. C12005; doi:10.1029/2011JC007519.
- de Boyer Montegut C., Madec G., Fischer A.S., Lazar A., Iudicone D.* Mixed layer depth over the global ocean: an examination of profile data and a profile-based climatology // *J. Geophys. Res.* 2004. V. 109. C12003; doi:10.1029/2004JC002378.
- de Jong M.F., van Aken H.M., Vage K., Pickart R.S.* Convective mixing in the central Irminger Sea: 2002–2010 // *Deep-Sea Res.* 2012. V. 63. P. 36–51; doi:10.1016/j.dsr.2012.01.003.
- Falina A., Sarafanov A., Sokov A.* Variability and renewal of Labrador Sea Water in the Irminger Basin in 1991–2004 // *J. Geophys. Res.* 2007. V. 112. C01006; doi:10.1029/2005JC003348.
- Garcia-Ibanez M. I., Pardo P. C., Carracedo L. I., Mercier H., Lherminier P., Rios A. F., Perez F.F.* Structure, transports and transformations of the water masses in the Atlantic Subpolar Gyre // *Prog. Oceanogr.* 2015. V. 135. P. 18–36.
- Hanawa K., Talley L. D.* Mode waters // *Ocean Circulation and Climate, Int. Geophys. Ser.* / Eds.: G. Siedler, J. Church, and J. Gould. New York: Academic, 2001. V. 77. P. 373–386.
- Johnson G. C. and Gruber N.* Decadal water mass variations along 20°W in the northeastern Atlantic Ocean // *Prog. Oceanogr.* 2007; doi:10.1016/j.pocean.2006.03.022.
- Kieke D., Yashayaev I.* Studies of Labrador Sea Water formation and variability in the subpolar North Atlantic in the light of international partnership and collaboration // *Prog. Oceanogr.* 2015; <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2014.12.010>.
- Lacan F. and Jeandel C.* Subpolar Mode Water formation traced by neodymium isotopic composition // *Geophys. Res. Lett.* 2004. V. 31. L14306; doi:10.1029/2004GL019747.
- Lazier J.* The renewal of Labrador Sea water // *Deep-Sea Res.* 1973. V. 20. P. 341–353.
- Lazier J., Hendry R., Clarke A., Yashayaev I., Rhines P.* Convection and restratification in the Labrador Sea, 1990–2000 // *Deep-Sea Res.* 2002. V. 49. P. 1819–1835.
- Lilly J.M., Rhines P.B., Visbeck M., Davis R., Lazier J.R.N., Schott F., Farmer D.* Observing deep convection in the Labrador Sea during winter 1994/95 // *J. Phys. Oceanogr.* 1999. V. 29. P. 2065–2098.
- McCartney M. S., Talley L. D.* The Subpolar Mode Water in the North Atlantic // *J. Phys. Oceanogr.* 1982. V. 12. P. 1169–1188.
- McCartney M.S., Talley L.D.* Warm-to-cold water conversation in the northern North Atlantic ocean // *J. Phys. Oceanogr.* 1984. V. 14. P. 922–935.
- Pickart R.S., Straneo F., Moore G.W.K.* Is Labrador Sea Water formed in the Irminger basin? // *Deep-Sea Res.* 2003. V. 50. P. 23–52.
- Pickart R.S., Torres D.J., Clarke R.A.* Hydrography of the Labrador Sea during active convection // *J. Phys. Oceanogr.* 2002. V. 32. № 3. P. 428–457.
- Sarafanov A., Falina A., Mercier H., Sokov A., Lherminier P., Gourcuff C., Gladyshev S., Gaillard F., Daniault N.* Mean full-depth summer circulation and transports at the northern periphery of the Atlantic Ocean in the 2000 s // *J. Geophys. Res.* 2012. V. 117. C01014; doi:10.1029/2011JC007572.
- Thierry V., de Boissesson E., Mercier H.* Interannual variability of the Subpolar Mode Water properties over the Reykjanes Ridge // *J. Geophys. Res.* 2008. V. 113. C04016; doi:10.1029/2007JC004443.
- Vage K., Pickart R.S., Moore G.W.K., Ribergaard M.H.* Winter Mixed Layer Development in the Central Irminger Sea: The Effect of Strong, Intermittent Wind Events // *J. Phys. Oceanogr.* 2008. V. 38. № 3. P. 541–565; doi: 10.1175/2007JPO3678.1.
- Vage K., Pickart R.S., Thierry V., Reverdin G., Lee C.M., Petrie B., Agnew T.A., Wong A., Ribergaard M.H.* Surprising return of deep convection to the subpolar North Atlantic Ocean in winter 2007–2008 // *Nature Geoscience.* 2009. V. 2. P. 67–72; doi:10.1038/NNGEO382.
- Yashayaev I.* Hydrographic changes in the Labrador Sea, 1960–2005 // *Prog. Oceanogr.* 2007. V. 73. P. 242–276.
- Yashayaev I., Loder J.W.* Enhanced production of Labrador Sea water in 2008 // *Geophys. Res. Lett.* 2009. V. 36. L01606; doi:10.1029/2008GL036162.

Поступила в редакцию 29.12.2016
Принята к публикации 31.03.2017

**OCEANIC CONVECTION AND STRATIFICATION
IN THE NORTHERN ATLANTIC AS OBSERVED IN WINTER 2013/14**

Spatial characteristics of oceanic convection in the North Atlantic Subpolar Gyre in winter 2013/14 are investigated basing on the analysis of Argo float data. Domains of the most intense convective mixing are identified by quantifying and mapping the water column vertical stratification. The areas of the Subpolar Mode Water formation are found along the Irminger Current, namely over the northwestern slope of the Reykjanes Ridge and in the vicinity of the Denmark Strait. The location of convection domains and the spatial changes of mixed layer properties in these domains are in a good agreement with a contemporary concept stating the localized formation of the mode waters along each of the individual branches of the North Atlantic Current and the increasing density of the mode waters in the northward direction. The main role in the formation of the Labrador Sea Water belonged to the convection zone in the Labrador Sea, where the mixing depth reached 1750 m for the first time over the past six years. The relatively cold and fresh intermediate waters, matching the Labrador Sea Water in their properties, were also formed in the domain to the south of the Cape Farewell and in the southern part of the Irminger Sea.

Key words: ocean convection, Argo floats, mixed layer, North Atlantic, subpolar mode waters, Labrador Sea Water.

Acknowledgements. The work of the employees of the Shirshov Institute of Oceanology was financially supported by the Russian Scientific Foundation (project № 14-50-00095) and the Russian Foundation for Basic Research (projects №№ 15-05-03782, 15-05-02250). The work of S.A. Dobrolyubov was financially supported by the Russian Scientific Foundation (project № 14-37-00038).

REFERENCES

- Avsic T., Karstensen J., Send U, Fischer J.* Interannual variability of newly formed Labrador Sea Water from 1994 to 2005 // *J. Geophys. Res. Lett.* 2006. V. 33. L21S02; doi:10.1029/2006gl026913,2006.
- Bersch M., Meincke J., Sy A.* Interannual thermohaline changes in the northern North Atlantic 1991–1996 // *Deep-Sea Res. Part II.* 1999. V. 46. P. 55–75.
- Brambilla E., Talley L.D.* Subpolar Mode Water in the northeastern North Atlantic: 1. Averaged properties and mean circulation // *J. Geophys. Res.* 2008. V. 113. C04025; doi:10.1029/2006JC004062.
- de Boisseson E., Thierry V., Mercier H., Caniaux G., Desbruyeres D.* Origin, formation and variability of the Subpolar Mode Water located over the Reykjanes Ridge // *J. Geophys. Res.* 2012. V. 117. C12005; doi:10.1029/2011JC007519.
- de Boyer Montegut C., Madec G., Fischer A.S., Lazar A., Iudicone D.* Mixed layer depth over the global ocean: an examination of profile data and a profile-based climatology // *J. Geophys. Res.* 2004. V. 109. C12003; doi:10.1029/2004JC002378.
- de Jong M.F., van Aken H.M., Vage K., Pickart R.S.* Convective mixing in the central Irminger Sea: 2002–2010 // *Deep-Sea Res.* 2012. V. 63. P. 36–51; doi:10.1016/j.dsr.2012.01.003.
- Dobrolyubov S.A., Sokov A.V.* Rol glubinyh vod Severnoy Atlantiki v izmenchivosti teploobmena okeana i atmosferyi [Role of the North Atlantic Deep Water in the ocean-atmosphere heat exchange] // *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Ser. Geografia.* 2002. № 6. P. 42–48 (in Russian).
- Falina A., Sarafanov A., Sokov A.* Variability and renewal of Labrador Sea Water in the Irminger Basin in 1991–2004 // *J. Geophys. Res.* 2007. V. 112. C01006; doi:10.1029/2005JC003348.
- Garcia-Ibanez M.I., Pardo P.C., Carracedo L.I., Mercier H., Lherminier P., Rios A.F., Perez F.F.* Structure, transports and transformations of the water masses in the Atlantic Subpolar Gyre // *Progr. Oceanogr.* 2015. V. 135. P. 18–36.
- Hanawa K., Talley L.D.* *Mode waters.* in: *Ocean Circulation and Climate, Int. Geophys. Ser.* (edited by G. Siedler, J. Church, and J. Gould). New York, Academic. 2001. V. 77. P. 373–386.
- Johnson G.C., Gruber N.* Decadal water mass variations along 20°W in the northeastern Atlantic Ocean // *Progr. Oceanogr.* 2007; doi:10.1016/j.pocean.2006.03.022.
- Kieke D., Yashayaev I.* Studies of Labrador Sea Water formation and variability in the subpolar North Atlantic in the light of international partnership and collaboration // *Prog. Oceanogr.* 2015; <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2014.12.010>.
- Lacan F., Jeandel C.* Subpolar Mode Water formation traced by neodymium isotopic composition // *Geophys. Res. Lett.* 2004. V. 31. L14306; doi:10.1029/2004GL019747.
- Lappo S.S.* K voprosu o prichinah advekcii tepla na sever cherez ekvator v Atlanticheskom okeane [On the reasons of the northward heat advection across equator in the Atlantic Ocean]. In: *Issledovanie processov vzaimodeystviya okeana i atmosferyi.* M., 1984. P. 125–129 (in Russian).
- Lazier J.* The renewal of Labrador Sea water // *Deep-Sea Res.* 1973. V. 20. P. 341–353.

¹ Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Hydrological Processes, Senior Research Scientist, PhD in Geography; *e-mail:* falina_a@mail.ru

² Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Hydrological Processes, Senior Research Scientist, D.Sc. in Geography; *e-mail:* sarafanov@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Dean of the Faculty, Professor, D.Sc. in Geography; *e-mail:* dobrosience@yandex.ru

⁴ Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Department of Scientific Expeditions and Fleet, main expert; *e-mail:* oceanolog@oceanolog.ru

⁵ Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Department of Scientific Expeditions and Fleet, Deputy Head of the Department; *e-mail:* sgladyshv@ocean.ru

- Lazier J., Hendry R., Clarke A., Yashayaev I., Rhines P.* Convection and restratification in the Labrador Sea, 1990–2000 // *Deep-Sea Res.* 2002. V. 49. P. 1819–1835.
- Lilly J.M., Rhines P.B., Visbeck M., Davis R., Lazier J.R.N., Schott F., Farmer D.* Observing deep convection in the Labrador Sea during winter 1994/95 // *J. Phys. Oceanogr.* 1999. V. 29. P. 2065–2098.
- McCartney M.S., Talley L.D.* The Subpolar Mode Water in the North Atlantic // *J. Phys. Oceanogr.* 1982. V. 12. P. 1169–1188.
- McCartney M.S., Talley L.D.* Warm-to-cold water conversation in the northern North Atlantic ocean // *J. Phys. Oceanogr.* 1984. V. 14. P. 922–935.
- Pickart R.S., Straneo F., Moore G.W.K.* Is Labrador Sea Water formed in the Irminger basin? // *Deep-Sea Res.* 2003. V. 50. P. 23–52.
- Pickart R.S., Torres D.J., Clarke R.A.* Hydrography of the Labrador Sea during active convection // *J. Phys. Oceanogr.* 2002. V. 32. № 3. P. 428–457.
- Sarafanov A., Falina A., Mercier H., Sokov A., Lherminier P., Gourcuff C., Gladyshev S., Gaillard F., Daniault N.* Mean full-depth summer circulation and transports at the northern periphery of the Atlantic Ocean in the 2000 s // *J. Geophys. Res.* 2012. V. 117. C01014; doi:10.1029/2011JC007572.
- Thierry V., de Boissesson E., Mercier H.* Interannual variability of the Subpolar Mode Water properties over the Reykjanes Ridge // *J. Geophys. Res.* 2008. V. 113. C04016; doi:10.1029/2007JC004443.
- Vage K., Pickart R.S., Moore G.W.K., Ribergaard M.H.* Winter Mixed Layer Development in the Central Irminger Sea: The Effect of Strong, Intermittent Wind Events // *J. Phys. Oceanogr.* 2008. V. 38. № 3. P. 541–565; doi: 10.1175/2007JPO3678.1.
- Vage K., Pickart R.S., Thierry V., Reverdin G., Lee C.M., Petrie B., Agnew T.A., Wong A., Ribergaard M.H.* Surprising return of deep convection to the subpolar North Atlantic Ocean in winter 2007–2008 // *Nature Geoscience.* 2009. V. 2. P. 67–72; doi:10.1038/NNGEO382.
- Yashayaev I., Loder J.W.* Enhanced production of Labrador Sea water in 2008 // *Geophys. Res. Lett.* 2009. V. 36, L01606; doi:10.1029/2008GL036162.
- Yashayaev I.* Hydrographic changes in the Labrador Sea, 1960–2005 // *Prog. Oceanogr.* 2007. V. 73. P. 242–276.

Received 29.12.2016
Accepted 31.03.2017

УДК 911.52

Е.С. Иванова¹, Ю.А. Харанжевская², А.А. Миронов³**ЛАТЕРАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДАХ БОЛОТ БАССЕЙНОВ РЕК БАКЧАР И ИКСА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

Выполнена эколого-геохимическая оценка бассейнов рек Бакчар и Икса путем анализа латерального распределения и миграции химических элементов в водах болот. Проведенные исследования позволили отметить активное накопление Na^+ , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- и NO_3^- в пределах фаций Бакчарского болота, $\text{Fe}_{\text{общ}}$, NH_4^+ , NO_3^- и Cl^- – в пределах фаций Иксинского осушенного болота, Na^+ – в пределах фаций болота Самара. Интенсивный вынос Mg^{2+} установлен для Бакчарского болота; для болота Самара зафиксирован вынос $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и NO_3^- , осушенное Иксинское болото характеризуется отсутствием выноса элементов. Интенсивность латеральной миграции исследуемых элементов уменьшается в ряду: Иксинское болото – Бакчарское болото – болото Самара. Процессы миграции химических элементов болот Бакчарское и Самара имеют восходящую геохимическую структуру, для Иксинского болота отмечается пикообразное распределение элементов в геохимическом сопряжении.

Ключевые слова: болотные воды; контрастность; миграция элементов.

Введение. Специальный круг задач связан с изучением миграции химических элементов в ландшафтах по геохимическим сопряжениям, с выявлением основных миграционных потоков и путей перемещения вещества от автономных к подчиненным элементарным ландшафтам. Различный характер связей между элементарными ландшафтами, входящими в геохимическое сопряжение, отражается на перераспределении химических элементов. В этом аспекте интересным является процесс латеральной дифференциации веществ в пределах болот южно-таежной подзоны Западной Сибири, особенно в условиях усиления антропогенной нагрузки и ухудшения экологической обстановки. Известно, что болота отличаются своеобразием химического состава вод, торфов и характером протекающих в них процессов метаболизма. Формирование химического состава болотных вод происходит в условиях замедленного биологического круговорота веществ, контрастных окислительно-восстановительных условий. В настоящее время известен ряд работ, посвященных исследованию миграционных процессов в пределах болот, выявлению определяющих факторов геохимической миграции в торфяной залежи, перераспределению и закреплению веществ в зависимости от свойств элементов и их типологической принадлежности [Рассказов с соавт., 1975; Нечаева, 1981; Zaccone et al., 2007; Kosykh et al., 2009; Klavins et al., 2009; Степанова, 2011; Shvartsev et al., 2012; Архипов с соавт., 2013; Селиванова, 2014; Goldhaber et al., 2014]. Огромный вклад в современное ландшафтоведение внес выдающийся ученый Московского государственного университета – А.И. Перельман. Несомненно, следует отметить теоретическое обобщение, выполненное Д.В. Москов-

ченко [2010] о роли биогеохимической миграции элементов в формировании ландшафтно-геохимической структуры природных и техногенных ландшафтов заболоченных территорий севера Западной Сибири. Между тем, проблема распределения элементов в ряду сопряженных элементарных ландшафтов на заболоченной территории Западной Сибири остается достаточно слабо изученной и актуальной в условиях усиления антропогенной нагрузки на заболоченные территории. В связи с этим цель исследования состоит в эколого-геохимической оценке территории путем анализа латерального распределения и миграции химических элементов в водах болот южно-таежной подзоны Западной Сибири.

Материалы и методы исследований. Методика исследований включала в себя анализ распределения химических элементов в ряду сопряженных элементарных ландшафтов и условий, определяющих накопление или вынос ионов в процессе движения вод в толще торфяной залежи, оценку контрастности распределения ионов в водах болот бассейнов рек Бакчар и Икса. Исследования опирались на учение об элементарных геохимических ландшафтах в представлении Б.Б. Полюнова [1956], развитое в дальнейшем А.И. Перельманом [1975] и М.А. Глазовской [1988]. Количественная оценка распределения химических элементов в ряду сопряженных элементарных ландшафтов проводилась в результате сравнения значений коэффициента латеральной дифференциации (L -анализ), который определялся отношением среднего содержания химического элемента в болотных водах в изучаемом подчиненном ландшафте к его содержанию в автономном ландшафте [Авессаломова, 1987]. Латеральная миграция представляет собой процессы

¹ Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал СФНЦА РАН, Томск, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия; мл. науч. с.; e-mail: ivanova_e_s@bk.ru

² Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал СФНЦА РАН, Томск, Национальный исследовательский Томский государственный университет; Томск, Россия; ст. науч. с.; канд. геол.-минерал. н.; e-mail: kharan@yandex.ru

³ Югорский государственный университет; Ханты-Мансийск, Россия, доцент кафедры химии, канд. биол. н.; e-mail: plein79@mail.ru

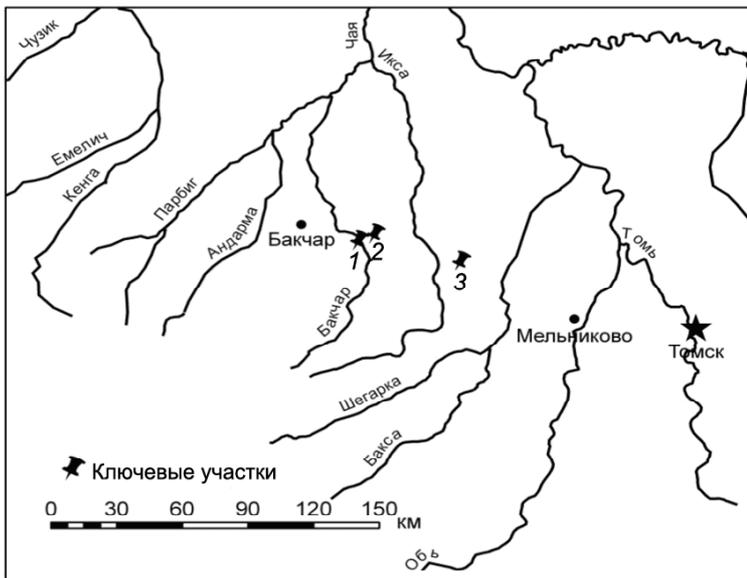


Рис. 1. Схема расположения ключевых участков отбора образцов болотной воды (ключевые участки: 1 – болото Самара; 2 – Бакчарское болото; 3 – Иксинское болото)

Fig. 1. Scheme of key sites of swamp water sampling: 1 – Samara mire; 2 – Bakchar bog; 3 – Iksa drained bog

перемещения веществ как по земной поверхности от автономного элементарного ландшафта к подчиненному, так и диффузное движение болотной воды в торфяной залежи. При анализе коэффициентов латеральной дифференциации принималось, что при $L > 1,7$ фация характеризуется высоким накоплением элемента, при $L = 1,1-1,6$ наблюдается накопление средней силы, при $L = 0,6-0,9$ отмечается незначительный вынос элементов, а при $L < 0,5$ – интенсивный вынос.

Для выявления степени контрастности латеральной дифференциации коэффициенты местной миграции (L) химических элементов в болотных водах подчиненных элементарных ландшафтов были распределены по следующим рядам: контрастные ($L < 0,5$ и $> 1,8$); слабоконтрастные (L от 0,5 до 0,8 и от 1,2 до 1,8) и неконтрастные (L от 0,8 до 1,1) [Квасникова, 2003].

В данной статье использована классификация геохимических структур ландшафтов Н.К. Чертко с соавт. [2006]. Согласно этой работе, при изучении геохимической структуры выделяется 5 видов структур в пределах ландшафтно-геохимической катены: восходящий, или асцендиальный – содержание химических элементов в пределах геохимической катены возрастает от автономного ландшафта к подчиненному; нисходящий, или дисцендиальный – содержание элементов убывает в том же направлении; депрессионный – содержание элементов минимально в транзитном ландшафте; пикообразный – содержание элементов максимально в транзитном ландшафте; равномерный – химические элементы равномерно распределяются в пределах ландшафтно-геохимической катены.

Описание окислительно-восстановительного потенциала торфяной залежи болот проведено соглас-

но шкале Н.К. Хтрына [Кауричев с соавт., 1982]. Анализ окислительно-восстановительного потенциала торфяной залежи болот проводился по имеющимся материалам наблюдений за 2006 г., а также с использованием опубликованных данных [Инишева с соавт., 2003, 2010]. При анализе окислительно-восстановительных условий Иксинского болота использовались данные по участку лесомелиорации в пределах Бакчарского болота.

Исследование латеральной дифференциации веществ в болотных водах проводилось в пределах верхового Бакчарского болота в междуречье рек Бакчар и Икса, болота Самара на террасе р. Бакчар, а также в пределах осушенного верхового Иксинского болота в бассейне реки Икса (рис. 1).

Бакчарское болото представляет собой северо-восточные отроги Васюганской болотной системы. В пределах верхового Бакчарского болота выделены следующие фации: трансэлювиальная фация (ТЭ) – шейхцериево-осоково-сфагновое болото, элювиально-аккумулятивная фация (ЭА) – сосново-кустарничково-сфагновое болото, аккумулятивно-элювиальная фация (АЭ) – березово-сосновое осоково-кустарничковое сфагновое болото. Исследуемый участок Бакчарского болота образовался при зарастании озера, а торфяная залежь мощностью около 2,7–3 м характеризуется наличием слоя низинного осокового торфа в основании, а сверху – пластинами верхового фускум-торфа и сосново-пушицево-сфагнового торфа (рис. 2). Подстилающие торфяную залежь породы представлены глинами [Инишева с соавт., 2003].

Болото Самара, является частью сложной болотной системы, протянувшееся вдоль уступа второй низкой надпойменной террасы, расположенной по левому берегу р. Бакчар. Болото характеризуется типичными чертами строения террасных болот малых рек на юге таежной зоны Западной Сибири, имеет дугообразную форму и общий уклон поверхности к северу и северо-востоку. В пределах болота Самара на террасе р. Бакчар выделены следующие фации: трансэлювиальная фация (ТЭ) – березово-сосновое сфагновое переходное болото, трансупераквальная фация (ТСА) – сосновое осоково-сфагновое низинное болото; супераквальная фация (СА) – березово-сосновое осоково-гипновое низинное болото (табл. 1). Торфяная залежь представлена в основном низинным типом и сложена древесным, древесно-осоковым видами торфа (рис. 3). Почвообразующие породы представлены преимущественно глинами. Мощность торфяной залежи составляет 1,5–3 м, достигая 7,2 м [О детальной разведке ..., 1988].

Третий ключевой участок расположен в бассейне р. Икса южнее трассы Томск–Бакчар. Иксинское болото также представляет собой северо-восточные отроги Васюганской болотной системы. Объект исследований был осушен в 1973–1979 гг.

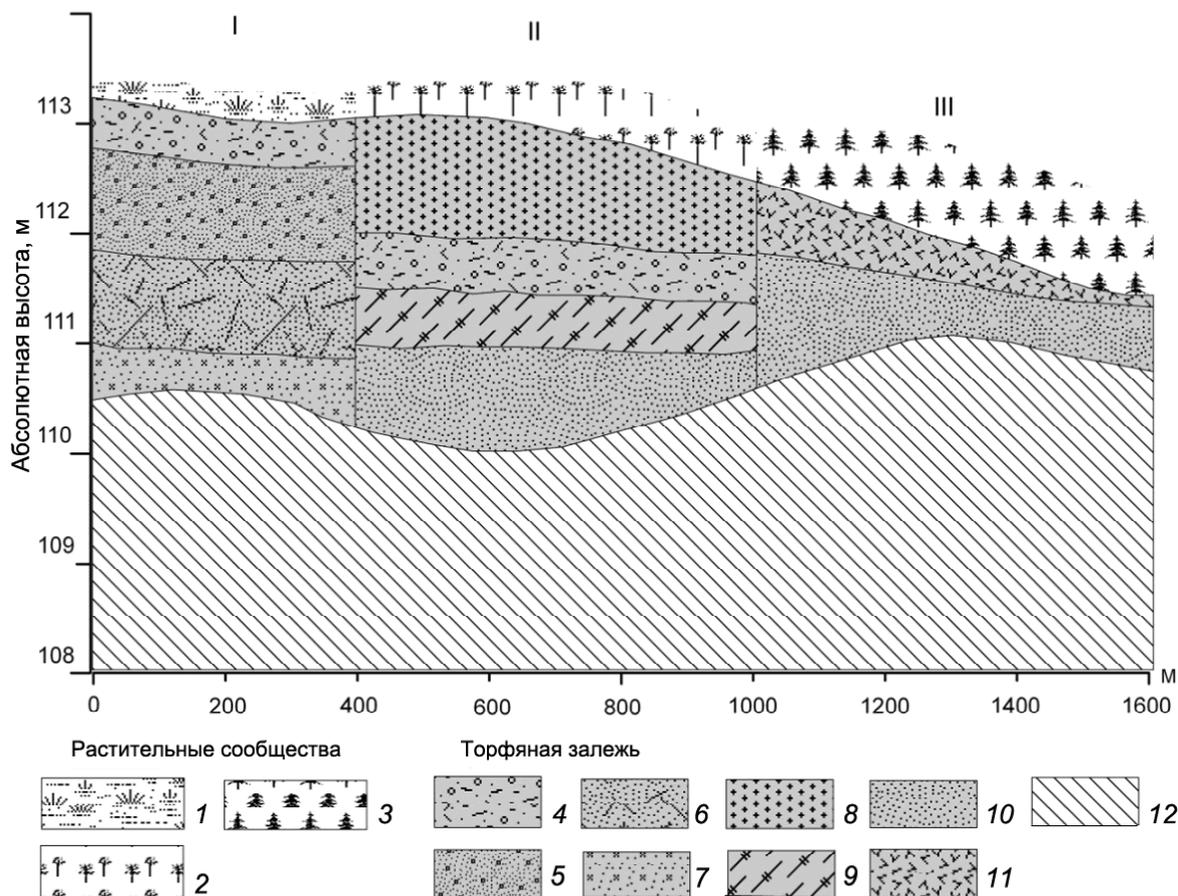


Рис. 2. Фации верхового Бакчарского болота: 1 – шейхцериево-осоково-сфагнуное болото (ТЭ); 2 – сосново-кустарничково-сфагнуное болото (ЭА); 3 – березово-сосновое осоково-кустарничково-сфагнуное болото (АЭ); 4 – сфагнуный мочажинный торф; 5 – комплексный верховой торф; 6 – осоковый переходный торф; 7 – травяной низинный торф; 8 – фускум торф; 9 – сосново-пушицево-сфагнуный верховой торф; 10 – осоковый низинный торф; 11 – сосново-пушицевый верховой торф; 12 – глина

Fig. 2. The facies of oligotrophic Bakchar bog: 1 – scheuchzeria-carex-sphagnum bog (TE); 2 – pinus-shrub-sphagnum bog (EA); 3 – betula-pinus-carex-shrub sphagnum bog (AE); 4 – sphagnum peat; 5 – complex oligotrophic peat; 6 – carex mesotrophic peat; 7 – grass eutrophic peat; 8 – fuscum-peat; 9 – pinus-erriophorum-sphagnum oligotrophic peat; 10 – carex eutrophic peat; 11 – pinus-erriophorum oligotrophic peat; 12 – clay

общей площадью 4000 га с целью лесомелиорации. Уклон поверхности на запад и юго-запад [Геологический отчет ..., 1988]. В пределах верхового Иксинского болота выделены следующие звенья ландшафтно-геохимического сопряжения: трансэлювиальная фация (ТЭ) – грядово-озерковое сосново-кустарничково-осоково-сфагнуное верховое болото; элювиально-аккумулятивная фация (ЭА) – сосново-кустарничково-сфагнуное верховое болото; аккумулятивно-элювиальная фация (АЭ) – хвощово-шейхцериевое сфагнуное верховое болото (табл. 1). Мощность торфяной залежи отличается большой мощностью и достигает 4,5 м [Ландшафты болот, 2012]. Торфяная залежь сложена верховыми типами торфов – фускум торфом, магелланикум торфом, комплексным верховым торфом. Подстилающая порода представлена суглинком (рис. 4) [О детальной разведке ..., 1988].

Лабораторные работы проведены в аккредитованном Лабораторно-аналитическом центре СибНИИСХиТ-филиала СФНЦА РАН (Аттестат об аккредитации № РОСС RU.0001.10ПФ01). Отбор

проб осуществлялся в 2010 году с учетом требований [ГОСТ Р 51 592–2000]. Определение химического состава болотных вод проводилось по аттестованному методикам, и включало в себя определение pH, концентраций главных ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- и биогенных компонентов $Fe_{общ}$, NO_3^- , NH_4^+ , а также гуминовых и фульвокислот. Общее число проб болотной воды составило 78.

Результаты исследований и их обсуждение.

Химический состав болотных вод во многом определяет характер латеральной дифференциации минеральных веществ в пределах болот. По классификации А.И. Перельмана [1982], воды исследуемых верховых болот Бакчарского и Иксинского холодные, слабокислые глеевые, ультрапресные, богатые растворенными органическими веществами гумусовой природы, гидрокарбонатные, кальциевые болотные воды. Болотные воды исследуемого болота Самара холодные, нейтральные глеевые, пресные, имеют низкое содержание растворенных органических веществ гумусовой природы, гидрокарбонатные, кальциевые болотные воды.

Таблица 1

Химический состав болотных вод Бакчарского, Иксинского болот и болота Самара в 2010 г.

Показатель	Болото								
	Бакчарское			Иксинское			Самара		
	ТЭ	ЭА	АЭ	ТЭ	ЭА	АЭ	ТЭ	ТСА	СА
pH	4,10	3,84	4,37	4,16	3,33	4,26	6,65	7,00	6,94
Минерализация, мг	31,1	34,2	50,4	34,6	67,6	56,4	317,8	372,4	448,1
Фульвокислоты, мг/л	36,9	45,1	60,6	25,2	77,9	42,5	21,6	12,0	13,5
Гуминовые кислоты, мг/л	5,41	10,35	6,86	11,51	5,69	6,86	2,20	2,79	2,50
Ca ²⁺ , мг/л	4,62	5,34	9,61	6,41	16,8	10,4	111,8	113,8	131,1
Mg ²⁺ , мг/л	2,57	2,34	4,78	2,92	8,51	4,13	27,5	23,1	34,0
K ⁺ , мг/л	0,75	0,65	0,70	0,30	0,60	0,90	1,00	0,90	1,20
Na ⁺ , мг/л	1,10	0,96	1,54	0,60	0,70	0,40	19,5	32,00	52,40
HCO ₃ ⁻ , мг/л	16,34	15,2	23,7	34,2	39,1	41,5	295,3	383,2	439,3
Cl ⁻ , мг/л	5,53	7,01	8,78	2,36	6,02	4,14	3,29	3,42	3,08
SO ₄ ⁻ , мг/л	3,16	3,42	3,77	2,26	2,33	2,67	2,40	3,77	3,36
NH ₄ ⁺ , мг/л	3,00	5,24	7,18	1,09	7,37	3,03	1,68	1,81	2,25
NO ₃ ⁻ , мг/л	1,12	1,69	2,19	0,49	2,61	1,06	0,66	0,75	0,31
Fe _{общ} , мг/л	1,18	1,57	2,88	1,12	4,39	8,95	2,32	1,22	0,75

Примечание. Здесь и далее в таблицах даны усредненные концентрации за вегетационный период 2010 г. ТЭ – трансэлювиальная фация Бакчарского болота; ЭА – элювиально-аккумулятивная фация Бакчарского болота; АЭ – аккумулятивно-элювиальная фация Бакчарского болота; ТЭ – трансэлювиальная фация Иксинского болота; ЭА – элювиально-аккумулятивная фация Иксинского болота; АЭ – аккумулятивно-элювиальная фация Иксинского болота; ТЭ – трансэлювиальная фация болота Самара; ТСА – трансупераквальная фация болота Самара; СА – супераквальная фация болота Самара.

Исследования показали, что в водах Бакчарского болота концентрация минеральных веществ увеличивается от трансэлювиальной к аккумулятивно-элювиальной фации и изменяется от 31 до 50,4 мг/л, в среднем составляет 38,5 мг/л соответственно (табл. 1). Величина pH вод Бакчарского болота изменяется в интервале от 3,13 до 4,76. По результатам сравнения

наших величин pH болотной воды с данными Н.М. - Рассказова с соавт., [2005] и В.А. Лыгодина с соавт. [2008] было установлено повышенное подкисление вод исследуемых участков. Окислительно-восстановительный потенциал торфяной залежи Бакчарского болота (по усредненным данным) характеризует развитие интенсивно-окислительных условий (627–901 мВ)

в среднем до глубины 40 см, и интенсивно-восстановительных условий ((–162)–200 мВ) в нижних слоях торфяной залежи.

Активность миграции всех исследуемых элементов в болотных водах элювиально-аккумулятивной фации Бакчарского болота достаточно низкая и возрастает при переходе к аккумулятивно-элювиальной фации. Исследования показали, что для элювиально-аккумулятивной фации Бакчарского болота отмечается накопление в большей степени биогенных компонентов NH₄⁺, NO₃⁻ (L=1,7–1,6) и в меньшей степени Cl⁻, Fe_{общ}, HCO₃⁻ (L=1,5–1,1), а также наблюдается слабый вынос ионов Ca²⁺, SO₄⁻ (L=0,9) и интенсивный вынос Mg²⁺ (L=0,3) (табл. 2). Аккумулятивно-элювиальная фация характеризуется накоплением ионов Na⁺, Fe_{общ}, Mg²⁺, NH₄⁺, Cl⁻, NO₃⁻, Ca²⁺ (L=2,5–1,7), слабой аккумуляцией K⁺, HCO₃⁻ (L=1,2), и выносом SO₄²⁻ (L=0,9). Контрастность латерально-

Таблица 2

Коэффициенты латеральной дифференциации (L) элементарных геохимических ландшафтов верхового Бакчарского болота, осушенного Иксинского болота и болота Самара

Показатель	Болото								
	Бакчарское			Иксинское			Самара		
	ТЭ	ЭА	АЭ	ТЭ	ЭА	АЭ	ТЭ	ТСА	СА
Ca ²⁺	1,0	0,9	1,7	1,0	2,6	1,6	1,0	1,0	1,2
Mg ²⁺	1,0	0,3	2,4	1,0	2,9	1,4	1,0	0,8	1,2
K ⁺	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	3,0	1,0	0,9	1,2
Na ⁺	1,0	1,0	4,0	1,0	1,0	0,7	1,0	1,6	2,7
HCO ₃ ⁻	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	1,2	1,0	1,3	1,5
Cl ⁻	1,0	1,5	2,1	1,0	2,6	1,8	1,0	1,0	0,9
SO ₄ ⁻	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	1,0	1,6	1,4
NH ₄ ⁺	1,0	1,7	2,3	1,0	6,8	2,8	1,0	1,1	1,3
NO ₃ ⁻	1,0	1,6	2,0	1,0	5,4	2,2	1,0	1,1	0,5
Fe _{общ}	1,0	1,3	2,5	1,0	3,9	8,0	1,0	0,5	0,3

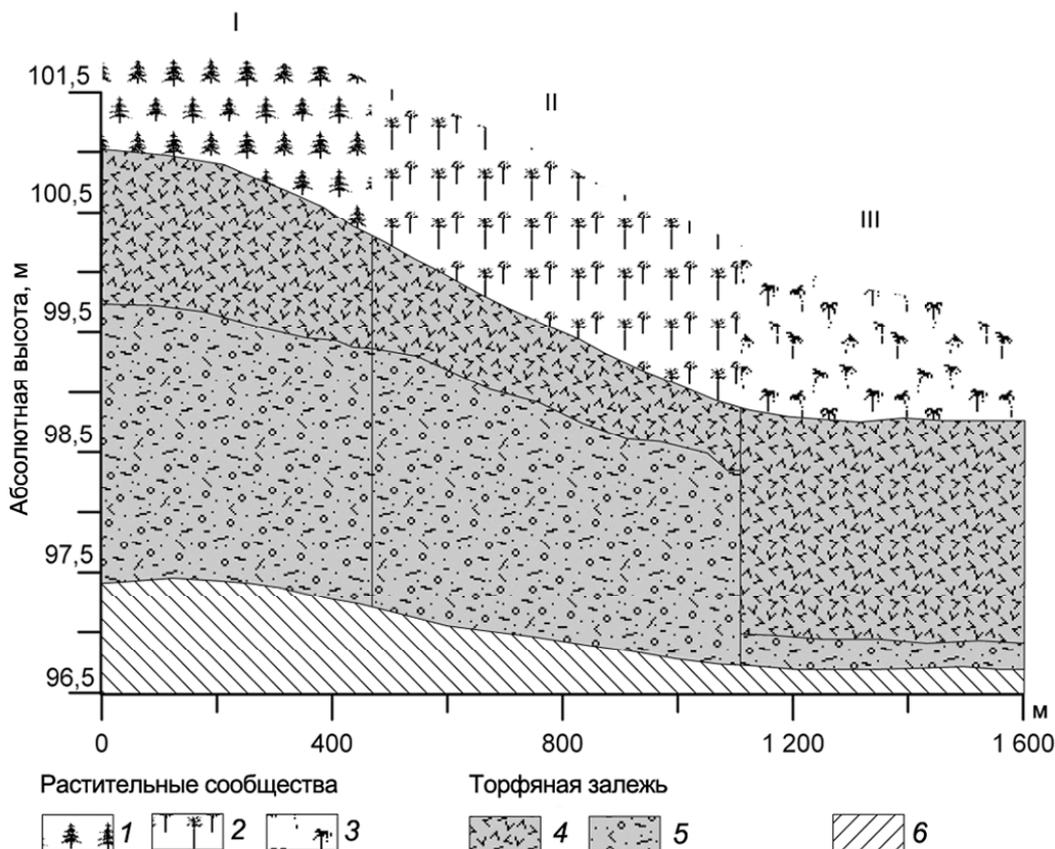


Рис. 3. Фации болота Самара: 1 – березово-сосновое сфагновое переходное болото (ТЭ); 2 – сосновое осоково-сфагновое низинное болото (ТСА); 3 – березово-сосновое осоково-гипнозное низинное болото (СА); 4 – древесно-осоковый низинный торф; 5 – древесный низинный торф; 6 – глина

Fig. 3. The facies of Samara mire: 1 – betula-pinus-sphagnum mesotrophic bog (TE); 2 – pinus-carex-sphagnum eutrophic bog (TSaQ); 3 – betula-pinus-carex-hypnum eutrophic bog (SaQA); 4 – woody-carex eutrophic peat; 5 – woody eutrophic peat; 6 – clay

го распределения является высокой для Na^+ ($L=4$), Mg^{2+} ($L=0,3-2,4$), $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ($L=2,5$), NH_4^+ ($L=2,3$), Cl^- ($L=2,1$), NO_3^- ($L=2,0$). В целом, распределение большинства элементов в латеральной структуре элементарных ландшафтов указывает на возрастание концентраций элементов к понижению рельефа, что говорит о восходящем (асцендиальном) виде геохимической структуры. Следует отметить, что пространственное увеличение концентраций главных ионов к периферии болотного массива отмечается и у Н.М. Расказова с соавт. [2001].

При изучении болота Самара было установлено, что концентрация минеральных компонентов в болотных водах увеличивается от трансэлювиальной к супераквальной фации от 317 до 448 мг/л, в среднем составляет 379,4 мг/л. Значения pH вод болота отмечаются в диапазоне 5,6–7,0. Торфяная залежь болота (по осредненным данным) характеризуется развитием сезонных слабо восстановительных процессов (535–630 мВ), сменяющихся на умеренно-окислительные условия в верхних горизонтах до 10 см. Далее развиваются устойчивые интенсивно-восстановительные процессы вплоть до подстилающих пород (82–221 мВ). Переходная зона от умеренно-окислительных к интенсивно-восстановительным условиям резкая.

Содержание основных элементов в болотных водах болота Самара превышает их концентрацию в водах Бакчарского и Иксинского болот (в 10–14 раз по Mg^{2+} и Ca^{2+} и в 9–19 раз по HCO_3^-). Не редкость, когда высокие концентрации элементов указывают на сильное накопление, однако общее пространственное распределение ионов Mg^{2+} , Ca^{2+} и HCO_3^- в водах болота Самара заключено в слабом накоплении этих элементов (табл. 1, 2). Исследования показали, что для трансупераквальной фации болота Самара отмечается слабое накопление следующих компонентов: Na^+ , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NH_4^+ , NO_3^- ($L=1,6-1,1$); слабым выносом для следующих элементов: K^+ , Mg^{2+} ($L=0,9-0,8$) и интенсивным выносом для $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ($L=0,5$). Супераквальная фация характеризуется в основном слабым накоплением таких компонентов, как HCO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ ($L=1,5-1,2$), слабым выносом иона Cl^- ($L=0,9$), интенсивным выносом таких элементов, как NO_3^- и $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ($L=0,5-0,3$). Интенсивное накопление было установлено лишь для Na^+ ($L=2,7$). Контрастностью латерального распределения отмечаются Na^+ , $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и NO_3^- , слабой контрастностью характеризуются SO_4^{2-} , HCO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , к неконтрастным относится Cl^- (табл. 3). В целом, распределение большинства элементов в латеральной структуре элементарных

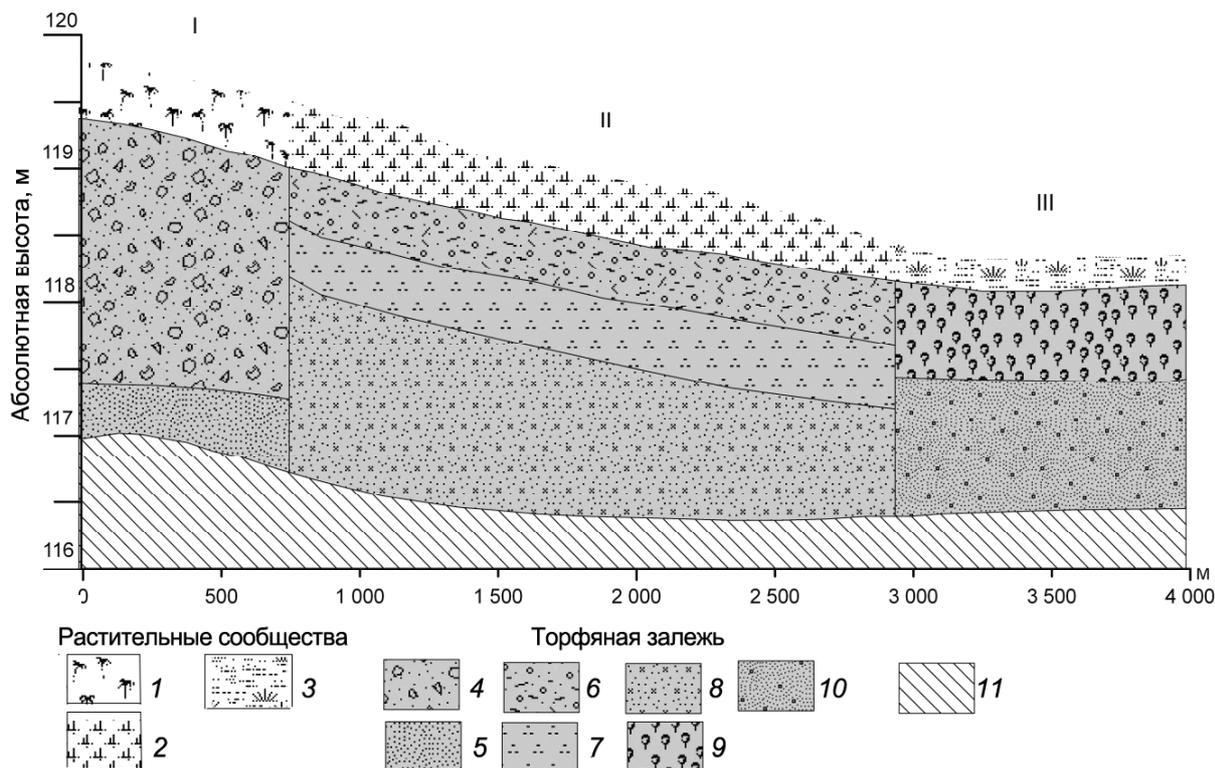


Рис. 4. Фации осушенного Иксинского болота: 1 – грядово-озерковое сосново-кустарничково-осоково-сфагновое верховое болото (ТЭ); 2 – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото (ЭА); 3 – хвощово-шейхцериевое сфагновое верховое болото (АЭ); 4 – фускум торф; 5 – пушицево-сфагновый верховой торф; 6 – комплексный верховой торф; 7 – сфагновый мочажинный верховой торф; 8 – шейхцериево-сфагновый верховой торф; 9 – магелланикум торф; 10 – древесно-осоковый переходный торф; 11 – суглинок

Fig. 4. The facies of Iksa drained bog: 1 – ridge-pool pinus-shrub-carex-sphagnum oligotrophic bog (TE); 2 – pinus-shrub-sphagnum oligotrophic bog (EA); 3 – equisetum-scheuchzeria sphagnum oligotrophic bog (AE); 4 – fuscum-peat; 5 – eriophorum-sphagnum oligotrophic peat; 6 – complex oligotrophic peat; 7 – sphagnum oligotrophic peat; 8 – scheuchzeria-sphagnum oligotrophic peat; 9 – magellanicum peat; 10 – woody-carex mesotrophic peat; 11 – loam

ландшафтов указывает на возрастание концентраций элементов к понижению рельефа, что говорит о восходящем (асцендиальном) виде геохимической структуры.

В пределах осушенного Иксинского болота минерализация болотных вод изменяется от 34 до 67 мг/л и в среднем составляет 52,3 мг/л. Наиболее высокие значения минерализации характерны для вод фации с элювиально-аккумулятивными условиями миграции. Трансэлювиальная и аккумулятивно-элювиальная фации верхового осушенного Иксинского болота характеризуются величинами pH – 4,1 и 4,3, что указывает на сходные условия формирования химического состава. Фация с элювиально-аккумулятивными условиями миграции элементов имеет более кислую среду, pH 3,3. Торфяная залежь Иксинского болота (на основе данных по объекту аналогу – участку лесомелиорации Бакчарского болота) вследствие осушения характеризуется появлением окислительных условий (681–996 мВ) до глубины 20–40 см, плавно перетекающих в умеренно-восстановительные с последующим интенсивным развитием восстановительных условий (–79–200 мВ). Обращает внимание устойчивость интенсивных процессов восстановления в нижней части профиля.

Нами было установлено, что исследуемые элементы в основном накапливаются в пределах элювиально-аккумулятивной фации (табл. 2). Интенсивным накоплением в пределах этой фации характеризуются ионы NH_4^+ , NO_3^- , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , ($L=6,8-2,6$). Выноса компонентов с этого участка не выявлено. Для фации с аккумулятивно-элювиальными условиями миграции элементов отмечается максимальное $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ($L=8,0$) и менее интенсивное накопление ионов K^+ , NH_4^+ , NO_3^- , Cl^- ($L=3,0-1,8$). Незначительным накоплением характеризуются Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} ($L=1,6-1,2$), а также установлен вынос Na^+ с аккумулятивно-элювиальной фации ($L=0,7$). Следует отметить, что увеличение концентрации железа на периферийных фациях по сравнению с центральными фациями болота также было обнаружено В.С. Архиповым с соавт. [2000]. Необходимо сказать, что максимальным накоплением в подчиненных фациях характеризуются биогенные элементы. Геохимическая структура по изученным нами химическим элементам была определена в основном как пикообразная, увеличение концентрации элементов происходит в основном в середине катены. Иксинское болото характеризуется максимальной контрастностью латеральной дифферен-

Таблица 3

Контрастность латеральной дифференциации химических элементов в болотных водах

Степень контрастности	Коэффициент латеральной дифференциации	Фашии исследуемых болот	Элементы
Контрастные	<0,5 и >1,8	Бакчарское болото, ЭА Бакчарское болото, АЭ Иксинское болото, ЭА Иксинское болото, АЭ Самара, ТСА Самара, СА	Mg ²⁺ Mg ²⁺ , Na ⁺ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , Fe _{общ} Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , Fe _{общ} K ⁺ Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , Fe _{общ} Fe _{общ} Na ⁺ , NO ₃ ⁻ , Fe _{общ}
Слабо-контрастные	0,5–0,8 1,2–1,8	Бакчарское болото, ЭА Бакчарское болото, АЭ Иксинское болото, ЭА Иксинское болото, АЭ Самара, ТСА Самара, СА	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , Fe _{общ} Ca ²⁺ , K ⁺ , HCO ₃ ⁻ – Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , HCO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ Na ⁺ , HCO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , HCO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻
Неконтрастные	0,8–1,1	Бакчарское болото, ЭА Бакчарское болото, АЭ Иксинское болото, ЭА Иксинское болото, АЭ Самара, ТСА Самара, СА	Ca ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺ , HCO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ SO ₄ ²⁻ K ⁺ , Na ⁺ , HCO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ – Ca ²⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ Cl ⁻

циации компонентов Fe_{общ}, NH₄⁺, NO₃⁻, Cl⁻, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, в геохимическом сопряжении, как в элювиально-аккумулятивной фашии, так и в аккумулятивно-элювиальной (табл. 3).

Известно, что гуминовые вещества характеризуются разнообразием функциональных групп, что позволяет им образовывать комплексы с элементами различной природы и участвовать в миграционных процессах [Zaccone et al., 2007]. Корреляционный анализ показал, что интенсивность латерального распределения элементов тесно связана с содержанием в болотных водах гуминовых и фульвокислот. Коэффициент корреляции *L* с гуминовыми кислотами составил 0,77, с фульвокислотами – 0,73.

Выводы:

– воды исследуемых верховых болот Бакчарского и Иксинского холодные, слабокислые глеевые, ультрапресные, богатые растворенными органическими веществами гумусовой природы, гидрокарбонатные, кальциевые болотные воды. Болотные воды исследуемого болота Самара холодные, нейтральные глеевые, пресные, имеют низкое содержание растворенных органических веществ гумусовой природы, гидрокарбонатные, кальциевые болотные воды;

– окислительно-восстановительный потенциал торфяной залежи Бакчарского болота характеризует развитие интенсивно-окислительных условий до глубины 40 см, и интенсивно-восстановительных условий в нижних слоях торфяной залежи. Торфяная залежь болота Самара отличается развитием се-

зонных слабовосстановительных и умеренно-окислительных условий в верхних горизонтах до 10 см и устойчивых интенсивно-восстановительных в нижних. Торфяная залежь осушенного Иксинского болота (на основании данных по объекту-аналогу) показывает интенсивное развитие окислительных условий до глубины 20–40 см, плавно перетекающих в умеренно-восстановительные с последующим интенсивным развитием восстановительных условий;

– бакчарское верховое болото характеризуется накоплением Na⁺ (*L*=4,0), Fe_{общ} (*L*=2,5), Mg²⁺ (*L*=2,4), NH₄⁺ (*L*=2,3), Cl⁻ (*L*=2,1) и NO₃⁻ (*L*=2,0) в пределах элювиально-аккумулятивной фашии, интенсивный вынос Mg²⁺ (*L*=0,3) характерен для аккумулятивно-элювиальной фашии;

– для болота Самара выявлено активное накопление только Na⁺ (*L*=2,7) в пределах супераквальной фашии, но также зафиксирован интенсивный вынос Fe_{общ} (*L*=0,5–0,3) и NO₃⁻ (*L*=0,5) в пределах супераквальной и трансупераквальной фашии;

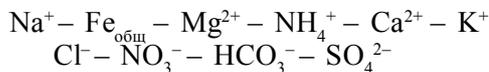
– в пределах Иксинского осушенного болота было определено интенсивное накопление Fe_{общ} (*L*=8,0–3,9), NH₄⁺ (*L*=6,8–2,8), NO₃⁻ (*L*=5,4–2,2) и Cl⁻ (*L*=2,6–1,8) в пределах аккумулятивно-элювиальной фашии и Mg²⁺ (*L*=2,9), Ca²⁺ (*L*=2,6) в пределах элювиально-аккумулятивной фашии, интенсивного выноса не отмечено;

– интенсивность латеральной миграции и контрастность исследуемых элементов уменьшается в ряду: Иксинское болото – Бакчарское болото – болото Самара. Контрастностью латеральной диффе-

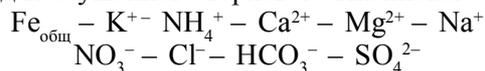
ренциации в геохимическом сопряжении отмечают компоненты $Fe_{\text{общ}}$ ($L=8,0$), NH_4^+ ($L=6,8$), NO_3^- ($L=5,4$), Na^+ ($L=4,0$), K^+ ($L=3,0$), Mg^{2+} ($L=0,3-2,9$);

– коэффициент латеральной дифференциации значительно варьирует вниз по катене, в зависимости от ландшафтных условий и уменьшается в ряду:

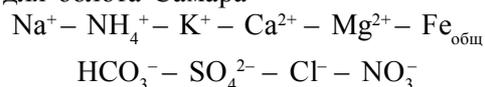
– для естественного верхового Бакчарского болота



– для осушенного верхового Иксинского болота



– для болота Самара



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авессаломова И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов: Уч.-метод. пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. 108 с.

Архипов В.С., Бернатонис В.К. Распределение кальция и железа в вертикальном профиле торфяных залежей таежной зоны Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 323. № 1. С. 173–178.

Архипов В.С., Бернатонис В.К., Резчиков В.И. Распределение Fe, Co и Cr в торфяных залежах центральной части Западной Сибири // Почвоведение. 2000. № 12. С. 1439–1447.

Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высш. шк., 1988. 329 с.

ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Госстандарт России, 2000. 31 с.

Инишева Л.И., Виноградов В.Ю., Голубина О.А., Ларина Г.В., Порохина Е.В., Шинкеева Н.А., Шурова М.В. Болотные стационары Томского государственного педагогического университета (программа научных экскурсий Всероссийской научной школы молодых ученых «Болота и Биосфера»). Томск: Изд-во ТГПУ, 2010. 118 с.

Инишева Л.И., Дементьева Т.В., Головацкая Е.А., Порохина Е.В. Научно-исследовательский полигон «Васюганье». Программа научной экскурсии. Томск: ЦНТИ, 2003. 88 с.

Кауричев И.С., Орлов Д.С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв. М.: Колос, 1982. 247 с.

Квасникова З.Н. Геохимические ландшафты Томь-Яйского междуречья в пределах Томской области. Дис. ... канд. геогр. н. Томск, 2003.

Ландшафты болот Томской области / Под ред. Н.С. Евсевой. Томск: Изд-во НТЛ, 2012. 400 с.

Льготин В.А., Савичев О.Г., Савичева О.Г. Эколого-геохимическое состояние ненарушенных болотных систем на территории Томской области (Западная Сибирь) // Изв. Томского политех. ун-та. 2008. Т. 313. № 1. С. 92–97.

Московченко Д.В. Геохимия ландшафтов севера Западно-Сибирской равнины: структурно-функциональная организация вещества геосистем и проблемы экодиагностики. Дис. ... докт. геогр. н. Спб, 2010.

Нечаева Е.Г. Геохимия болот южно-таежного Прииртышья и их ресурсные достоинства // География и природные ресурсы. 1981. № 4. С. 105–113.

О детальной разведке торфяного месторождения «Поротниковское» Бакчарского района Томской области, проведенной в 1987–1988 гг. [Текст, карты] Геологический отчет (в одной

– исследования за процессами миграции элементов в пределах ключевых участков показали, что болота Бакчарское и Самара имеют восходящую геохимическую структуру, для Иксинского болота отмечается пикообразное распределение элементов в геохимическом сопряжении.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в перспективе в условиях дальнейшего усиления антропогенной нагрузки и ухудшения экологической обстановки в регионе возможно увеличение интенсивности миграции и контрастности латеральной дифференциации веществ в пределах болот южно-таежной подзоны Западной Сибири, при этом верховые болота, являясь концентраторами загрязняющих веществ из атмосферы, в определенных условиях могут способствовать их поступлению в речные и подземные воды территории.

книге) / Производственное геологическое объединение по разведке торфа «Торфгеология»; Отв. исполнитель – Гусева Г.А. Горький, 1988. 249 с. Исполн.: Гусакова Г.А., Стариченков И.П., Лисковец С.Я., Козлов В.А., Маркина Н.А., Коршунова Е.Н., Антонова Г.С., Белякова С.В. – Библиогр.: с. 14–15 – № ГР 35-87-13/2 – Инв. № нет.

О детальной разведке торфяного месторождения «Васюганское» (участок №5 у с. Плотниково) Шегарского и Бакчарского района Томской области, проведенной в 1987–1988 гг. [Текст, карты] Геологический отчет (в 10 книгах) / Производственное геологическое объединение по разведке торфа «Торфгеология»; Отв. исполнитель – Гусева Г.А. Горький, 1988. 342 с. Исполн.: Гусакова Г.А., Стариченков И.П., Лисковец С.Я., Козлов В.А., Маркина Н.А., Максимова М.И., Кудинова Е.И., Антонова Г.С., Белякова С.В. Библиогр. с. 13–14 – № ГР 35-87-13/1. – Инв. № нет.

Полынов Б.Б. Геохимические ландшафты. Избр. тр. М.: Изд-во АН СССР, 1956.

Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1975. 394 с.

Перельман А.И. Геохимия природных вод. М.: Наука, 1982. 154 с.

Рассказов Н.М. Основные особенности химического состава болотных вод (на примере юго-восточной части Западной Сибири) // Изв. Томского политех. ун-та. 2005. Т. 308. № 4. С. 55–58.

Рассказов Н.М., Бернатонис В.К., Архипов В.С. Геохимические особенности Большого Васюганского болота // Региональная геология. Геология месторождений полезных ископаемых. Томск: Изд-во ТПУ, 2001. С. 312–315.

Рассказов Н.М., Удодов П.А., Назаров А.Д., Емельянова Т.Я. Болотные воды Томской области // Изв. Томского политех. ин-та. 1975. Т. 297. С. 102–117.

Селиванова Д.А., Московченко Д.В. Эколого-геохимическое состояние почв Приполярного Урала ХМАО-Югры // Недрапользование XXI век. 2014. № 3. С. 92–97.

Степанова В.А. Геохимические структуры болотных ландшафтов // Почвы в условиях природных и антропогенных стрессов. XIV Докучаевские молодежные чтения: Мат-лы Всерос. научной конф. Санкт-Петербург, 2011. С. 369–371.

Чертко Н.К., Карпиченко А.А., Жумарь П.В., Сергиеня Т.А. Геохимическая структура как основа оценки латерального распределения // Ландшафтное разнообразие Белоруссии на основе геохимических структур. 2006. С. 137–141.

Goldhaber M.B., Mills C.T., Morrison J.M., Stricker C.A., Musher D.M., La Baugh J.W. Hydrogeochemistry of prairie pothole

region wetlands: Role of long-term critical zone processes // *Chemical Geology*. 2014. V. 387. P. 170–183.

Klavins M., Silamikele I., Nikodemus O., Kalnina L., Kuske E., Rodinov V., Purmalis O. Peat properties, major and trace element accumulation in bog peat in Latvia // *Baltica*. 2009. V. 22. № 1. P. 37–49.

Kosykh N., Mironycheva-Tokareva N., Parshina E. The carbon and macroelements budget in the bog ecosystems of the middle taiga in Western Siberia // *International J. Environmental Studies*. London, 2009. V. 66. P. 485–493.

Shvartsev S.L., Zdvizhkov M.A., Serebrennikova O.V., Savichev O.G., Naimushina O.S. Geochemistry of wetland waters from the lower tom basin, southern Tomsk oblast // *Geochemistry international*. 2012. V. 50. № 4. C. 367–380.

Zaccone C., Coccozza C., Cheburkin A.K., Shotykh W., Miano T.M. Enrichment and depletion of major and trace elements, and radionuclides in ombrotrophic raw peat and corresponding humic acids // *Geoderma*. 2007. № 141. P. 235–246.

Поступила в редакцию 24.02.2016

Принята к публикации 31.03.2017

E.S. Ivanova¹, Y.A. Kharanzhevskaya², A.A. Mironov³

**LATERAL DISTRIBUTION AND MIGRATION OF CHEMICAL ELEMENTS
IN SWAMP WATERS WITHIN THE BAKCHAR
AND IKSA RIVER BASINS (WESTERN SIBERIA)**

The ecological-geochemical assessment of the Bakchar and Iksa river basins is based on the analysis of lateral distribution and migration of chemical elements in swamp waters. The active accumulation of Na^+ , Fe_{total} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- and NO_3^- was revealed within the facies of the Bakchar bog; Fe_{total} , NH_4^+ , NO_3^- and Cl^- accumulate within the facies of the Iksa drained bog, and Na^+ within the facies of the Samara mire. Intensive removal of Mg^{2+} is typical of the Bakchar bog; removal of Fe_{total} and NO_3^- takes place in the Samara mire, while the Iksa drained bog is characterized by no elements removal. The intensity of lateral migration of the studied elements decreases in the series «the Iksa bog – the Bakchar bog – the Samara mire». Migration of chemical elements in the Bakchar bog and the Samara mire has rising geochemical structure, and the Iksa bog has a pike-shaped distribution of geochemical elements.

Key words: swamp water; lateral differentiation; contrast, migration, Western Siberia.

REFERENCES

Arhipov V.S., Bernatonis V.K. Raspredelenie kaltsiya i zheleza v vertikalnom profile torfyanykh zalezhej tayozhnoj zony Zapadnoj Sibiri [Distribution of calcium and iron in the vertical profile of peat deposits of the taiga zone of Western Siberia] // *Bul. of the Tomsk Polytechnic University*. 2013. V. 323. № 1. P. 173–178. (in Russian)

Arhipov V.S., Bernatonis V.K., Rezhikov V.I. Raspredelenie Fe, Co i Cr v torfyanykh zalezhakh tsentralnoj chasti Zapadnoj Sibiri [The distribution of Fe, Co and Cr in peat deposits in the central part of Western Siberia] // *Pochvovedenie*. 2000. № 12. P. 1439–1447 (in Russian).

Avessalomova I.A. Geolhimicheskie pokazateli pri izuchenii landshaftov [Geochemical indicators in the study of landscapes] *Ucheb. metod. posobie*. M.: Izd. Moscow Univ., 1987. 108 p. (in Russian).

Chertko N.K., Karpichenko A.A., Zhumar P.V., Sergienya T.A. geokhimicheskaya struktura kak osnova otsenki lateralnogo raspredeleniya [Geochemical structure as a basis for the lateral distribution assessment] // *Landscape variety of Belarus on the basis of geochemical structures*. 2006. P. 137–141 (in Russian).

Glazovskaja M.A. Geokhimiya prirodnykh i technogennykh landshaftov SSSR [Geochemistry of natural and technogenic landscapes of the USSR] M.: Vyssh. Shk., 1988. 329 p. (in Russian).

Goldhaber M.B., Mills C.T., Morrison J.M., Stricker C.A., Mushet D.M., La Baugh J.W. Hydrogeochemistry of prairie pothole region wetlands: Role of long-term critical zone processes // *Chemical Geology*. 2014. V. 387. P. 170–183.

GOST R 51592–2000. Voda. Obshchie trebovaniya k onboru prob [Water.General requirements for sampling]. M.: Gosstandart Rossii, 2000. 31 p. (in Russian).

Inisheva L.I., Dementeva T.V., Golovackaya E.A., Porohina E.V. Nauchno-issledovatel'skij polygon «Vasyuganie» [The Vasyugan Region research polygon]. Programma nauchnoj ekskursii. Tomsk: CNTI, 2003. 88 p. (in Russian).

Inisheva L.I., Vinogradov V.Ju., Golubina O.A., Larina G.V., Porohina E.V., Shinkeeva N.A., Shurova M.V. Bolotnye statsionary Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta [Swamp stations of the Tomsk state pedagogical university (program of scientific excursions of the All-Russian scientific school for young scientists «Swamps and Biosphere»)]. Tomsk: TGPU, 2010. 118 p. (in Russian).

Kaurichev I.S., Orlov D.S. Okislitelno-vosstanovitelnye protsessy i ikh rol' v genezise i plodorodii pochv [Oxidation-reduction processes and their role in genesis and fertility of soils]. M.: Kolos, 1982. 247 p. (in Russian).

Klavins M., Silamikele I., Nikodemus O., Kalnina L., Kuske E., Rodinov V., Purmalis O. Peat properties, major and trace element accumulation in bog peat in Latvia // *Baltica*. 2009. V. 22. № 1. P. 37–49.

Kosykh N., Mironycheva-Tokareva N., Parshina E. The carbon and macroelements budget in the bog ecosystems of the middle taiga in Western Siberia. London, 2009 // *International J. Environmental Studies*. V. 66. P. 485–493.

¹ Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – branch of SFRCA RAS, Tomsk, National Research Tomsk State University, Russia, Junior Scientific Researcher; *e-mail:* ivanova_e_s@bk.ru

² Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – branch of SFRCA RAS, Tomsk, National Research Tomsk State University, Russia, Senior Scientific Researcher, Ph.D. in Geology and Mineralogy; *e-mail:* kharan@yandex.ru

³ Ugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia, Department of Chemistry, Associate Professor, Ph.D. in Biology; *e-mail:* plein79@mail.ru

Kvasnikova Z.N. Geokhimichaskie landshafty Tom'-Yajskogo mezhdurechiya v predelakh Tomskoj oblasti [Geochemical landscapes of the Tom-Yaya river interfluvium within the Tomsk region // Thesis for the degree of candidate of geographical sciences. Tomsk, 2003 (in Russian).

Landshafty bolot Tomskoj oblasti [Landscape bogs of Tomsk Region] / Ed. N.S. Evseeva. Tomsk: Publishing NTL, 2012. 400 p. (in Russian).

Lgotin V.A., Savichev O.G., Savicheva O.G. Ekologo-geokhimicheskoe sostoyanie nenarusennykh bolotnykh sistem na territorii Tomskoj oblasti (Zapadnaya Sibir') [Ecogeochemical state of undisturbed wetland ecosystems in the Tomsk Region (Western Siberia)] // Bul. of the Tomsk Polytechnic university. 2008. V. 313. № 1. P. 92–97 (in Russian).

Moskovchenko D.V. Geokhimiya landshaftov severa Zapadno-Sibirskoy ravniny: strukturno-funktsionalnaya organizatsiya veshchestva geosystem i problemy ekodiagnostiki [Geochemistry of landscapes in the north of the West Siberian Plain: structural and functional organization of the geosystem matter and the problems of ecodiagnosis]. Thesis for the degree of Doctor of Geographical Sciences. St. Petersburg, 2010 (in Russian).

Nechaeva E.G. Geokhimiya bolot yuzhno-tayozhnogo Priirtyshiya i ikh resursnye dostoinstva [Geochemistry of bogs in the southern taiga Irtysh region and their resource advantages] // Geography and natural resources. 1981. № 4. P. 105–113 (in Russian).

O detalnoj razvedke torfyanoego mestorozhdeniya «Porotnikovskoe» Bakcharskogo raiona Tomskoj oblasti provedennoj v 1987–1988 gg. [On the detailed exploration of the peatland «Porotnikovskoe» of the Bakchar district, the Tomsk region, conducted in 1987–1988]. [Text, maps] Geological report (in one book) / Production geological association for peat exploration «Torfgeology»; Principal Investigator – G. Guseva. Gorky, 1988. 249 p. Investigators: Gusakova G.A., Starichenkov I.P., Liskovets S.Ya., Kozlov V.A., Markina N.A., Korshunova E.N., Antonova G.S., Belyakova S.V. P. 14–15. № GR 35-87-13 / 2 (in Russian).

O detalnoj razvedke torfyanoego mestorozhdeniya «Vasyuganskoe» (uchastok 5 u s. Plotnikovo) Shegarskogo i Bakcharskogo raionov Tomskoj oblasti provedennoj v 1987–1988 gg. [On the detailed exploration of the peatland Vasyuganskoye (plot No. 5 near Plotnikovo) of the Shegarsky and Bakcharsky Districts, the Tomsk Region, conducted in 1987–1988]. [Text, maps] Geological report (in 10 books) / Production geological association for peat exploration «Torfgeology»; Principal investigator –

G. Gusev. Gorky., 1988. 342 p. Investigators: Gusakova G.A., Starichenkov I.P., Liskovets S.Ya., Kozlov V.A., Markina N.A., Maksimova M.I., Kudinova E.I., Antonova G.S., Belyakova S.V. Bibliography: p. 13–14. № GR 35-87-13 / 1 (in Russian).

Perelman A.I. Geokhimiya prirodnykh vod [Geochemistry of natural waters]. M.: Nauka, 1982. 154 p.

Perelman A.I. Geokhimiya landshafta [Geochemistry of the landscape]. M.: Higher School, 1975. 394 p. (in Russian).

Polynov B.B. Geokhimicheskie landshafty [Geochemical landscapes]. Selected Works. M.: Publisher USSR Academy of Sciences, 1956 (in Russian).

Rasskazov N.M. Osnovnye osobennosti khimicheskogo sostava bolotnykh vod (na primere yugo-vostochnoj chasti Zapadnoj Sibiri) [The main features of the chemical composition of swamp water (case study of the south-eastern part of Western Siberia)] // Bul. of the Tomsk Polytechnic university. 2005. V. 308. № 4. P. 55–58 (in Russian).

Rasskazov N.M., Bernatonis V.K., Arhipov V.S. Geokhimicheskie osobennosti Bolshogo Vasyuganskogo bolota [Geochemical features of the Great Vasyugan bog] // Regional geology. Geology of Mineral Deposits: Proceedings. Tomsk: Publishing TPU, 2001. P. 312–315 (in Russian).

Rasskazov N.M., Udodov P.A., Nazarov A.D., Emeljanova T.Ja. Bolotnye vody Tomskoi oblasti [Swamp water of the Tomsk Region] // Bul. of the Tomsk Polytechnic Institute. 1975. V. 297. P. 102–117 (in Russian).

Selivanova D.A., Moskovchenko D.V. Ekologo-geokhimicheskoe sostoyanie pochv Pripolyarnogo Urala KhMAO-Yugry [Ecological and geochemical state of soils of the Cis-Polar Urals within the KhMAO-Ugra] // Nedropolzovanie XXI vek. 2014. № 3. P. 92–97 (in Russian).

Shvartsev S.L., Zdvizhkov M.A., Serebrennikova O.V., Savichev O.G., Naimushina O.S. Geochemistry of wetland waters from the lower tom basin, southern Tomsk oblast // Geochemistry international. 2012. V. 50. № 4. P. 367–380.

Stepanova V.A. Geokhimicheskie struktury bolotnykh landshaftov [The chemical structures of swamp landscapes] // Soils in the conditions of natural and anthropogenic stresses. XIV Dokuchaev youth read: Proceedings of the Scientific Conference. St. Petersburg, 2011. P. 369–371 (in Russian).

Zacccone C., Cocozza C., Cheburkin A.K., Shotykh W., Miano T.M. Enrichment and depletion of major and trace elements, and radionuclides in omdrotrophic raw peat and corresponding humic acids // Geoderma. 2007. № 141. P. 235–246.

Received 24.02.2016

Accepted 31.03.2017

УДК 911.2+332.362

В.М. Матасов¹**ВНУТРИЛАНДШАФТНАЯ ДИНАМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ
МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 250 ЛЕТ**

Оценка вклада природных и позиционных факторов в структуру и динамику землепользования требует создания детальной пространственной реконструкции угодий с учетом ландшафтной структуры территории. В качестве примера выбрана хорошо изученная в ландшафтном плане территория Рязанской Мещеры в окрестностях УНС «Лесуново», расположенной на северо-востоке Клепиковского района, на границе моренно-водноледникового и долинно-зандрового ландшафтов. На основе методики совмещенного цифрового анализа различных исторических пространственных данных, начиная от материалов Генерального межевания и заканчивая современными снимками, реализуется реконструкция структуры землепользования для нескольких периодов. Анализ изменений угодий производился с учетом ландшафтной структуры территории, выступающей в качестве природных факторов (рельеф, отложения, почвы и т. п.). Также учитывается и позиционный фактор в виде удаленности от рек и дорог, населенных пунктов с учетом их численности населения. Проведенное исследование позволило сделать вывод, что пространственная структура угодий зависит от данных природных и позиционных факторов достаточно сильно – порядка 70–80% для различных периодов. За рассмотренный отрезок времени конфигурация угодий практически не изменилась – она довольно жестко детерминирована соотношением таких знаковых для Мещеры лимитирующих сельское хозяйство факторов, как трофность и дренированность почв.

Ключевые слова: ГИС, исторические карты, реконструкция землепользования, ландшафтная структура, природно-антропогенные ландшафты.

Введение. При ускоряющемся росте численности населения происходит столь быстрое преобразование ландшафтной оболочки планеты, что можно говорить о хозяйственной деятельности как о ведущем факторе преобразования среды [Pongratz, 2009]. С конца 1980-х проводятся исследования по теме «Land Use and Land Cover Change», целью которых является поиск статистически значимых связей динамики природно-антропогенных ландшафтов с различными экологическими и социально-экономическими факторами. Опубликовано более десятка обобщающих работ [Turner et al., 1990; Wood et al., 2000]. В подавляющем большинстве исследований динамика угодий на больших территориях изучается на основе разновременных аэрокосмических снимков и карт, однако без учета неоднородности природных условий. Для территории Восточно-Европейской равнины выполнены мелко-среднемасштабные исследования изменений лесистости на протяжении XVII–XX вв. [Постников, 1980], динамики сельскохозяйственных земель России на основе статистических сведений по единицам административно-территориального деления в XX в. [Люри с соавт., 2010] и после распада СССР [Мухин, 2012]. Пространственный аспект трансформации природной среды на внутриландшафтном уровне рассматривался в работах отечественных авторов [Жекулин, 1972; Низовцев с соавт., 2001; Колбовский с соавт., 2015] на разных материалах и для разных территорий. При этом статистический анализ вклада различных природных и позиционных факторов специально не рассматривался, ограничиваясь чаще

всего описанием соотношения типов угодий в разных типах ландшафтов. В связи с этим представляется важным провести количественный анализ динамики угодий в крупном масштабе на основе интеграции ландшафтных и историко-географических карт и материалов.

В качестве исследуемой территории выбрана хорошо изученная в ландшафтном отношении Мещерская низменность, представляющая собой давно освоенный людьми регион, где ведение сельского хозяйства сильно лимитировано природными особенностями. Ключевой участок расположен в районе учебно-научной станции «Лесуново» [Мамай, 2003] в Клепиковском районе Рязанской области в так называемой «сухой» Мещере, на границе двух ландшафтов – Гусевско-Куршинского долинно-зандрового и Тумского моренно-водноледникового. При этом участок является в некотором роде «экотонным звеном региональной катены» между полесской центральной озерной Мещерой и Касимовским ополем [Гвоздецкий, 1968].

Постановка проблемы. Выявление вклада различных факторов в динамику природно-хозяйственных систем требует специфического подхода, включающего в себя не только описание структуры каждого фактора, но и исследование их взаимоотношений. Достаточно часто сейчас можно встретить работы, где технологической основой выступает растровая модель территории, в которой каждому пикселу (элементарному территориальному носителю информации) присваиваются различные параметры, характеризующие тип угодий, удален-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, аспирант; e-mail: viktor.matasov@landscape.edu.ru

ность от центров социально-экономической активности и актуальные свойства климата, рельефа, почв и т. п. [Prishchepov, 2012; Козлов с соавт., 2013]. Использование моделирования, экспертной оценки на основе косвенных данных при исследовании динамики антропогенной деятельности на длительных исторических сроках накладывает свои ограничения на реконструкцию пространственных характеристик [Постников, 1982; Pongratz, 2009]. Для реконструкции структуры расселения и угодий представляются перспективными материалы Генерального межевания [Хитров с соавт., 2011], которые и были взяты в качестве отправной точки.

Материалы и методы. Территория исследований хорошо изучена, здесь 40 лет проводятся наблюдения за динамикой ПТК [Мамай с соавт., 2013]. В качестве характеристики природных факторов использовалась ландшафтная карта масштаба 1:50 000, составленная в 1960-е под руководством А.А. Видиной. Эта карта была отсканирована, географически привязана и уточнена (актуализирована) по современным данным дистанционного зондирования.

Исходные материалы генерального межевания XVIII–XIX вв., выполненные с высокой точностью [Гедымин, 1960, 1998; Кусов, 1993] на локальном (М 1:8400) и региональном (М 1:42 000) уровнях, были получены в РГАДА (Российском государственном архиве древних актов) в виде растровых изображений (фотографий) уездных планов и планов отдельных землевладений, так называемых дач. На плане, кроме самого изображения, дается описание дачи (кому принадлежит, какие площади заняты разными типами угодий, когда и кем проводилось межевание), которое соответствует экономическим примечаниям, выполненным в виде отдельных книг, доступных на сайте архива. Исследуемый участок состоит из 49 дач, общей площадью 322 км². Структура угодий для каждого участка восстанавливалась по планам дач Генерального межевания (масштаба 1:8400) и экономическим примечаниям [Милов, 1965] в несколько этапов по отработанной методике [Матасов, 2016; Козлов с соавт., 2013].

В исследовании были использованы карты из Атласа Менде (1860-е), карты РККА (Рабоче-Крестьянской Красной Армии) (1941), карта колхозных земель Тумского района (1959), топокарты Генштаба (1989), ГосГисЦентра (2002). Были использованы данные дистанционного зондирования Corona (1970) – источник исторической спутниковой информации среднего и высокого разрешения, в свое время рассекреченной Министерством Обороны США и находящиеся в открытом доступе. А также снимки таких систем, как Spot5 (2011), Landsat 5,7 (2000 и 2015 соответственно). Они также были географически привязаны и сведены в один ГИС-проект. В данной работе ландшафтная карта и карты реконструкций землепользования выполнены в виде векторных полигонов с собственными свойствами, что позволяет проводить анализ распределения площадей угодий по типам ландшафтов без перевода в

растровую модель. Но для расчетов удаленности от объектов инфраструктуры и непосредственно статистического анализа вклада природных и позиционных факторов уже требовался перевод всех карт в растровые модели, в нашем случае с разрешением пикселя 30 м.

Данные о численности населения по отдельным населенным пунктам взяты, как из экономических примечаний к планам генерального межевания, так и из списков населенных мест, статистических описаний губерний и последних государственных переписей, а также непосредственно с карт на временные срезы: 1780, 1856, 1889, 1905, 1941, 1979, 1989, 2000 и 2010 годы.

Важно учесть, что сопоставление данных космической съемки с кадастровыми официальными картами имеет свои особенности, так как на карте земли, отнесенные к сельскохозяйственным на определенный год съемки, могут быть в залежном состоянии, а то и вовсе под молодым лесом. Аналогично этому, на картах Генерального межевания и картах Менде пашней, возможно, отмечено больше территорий, чем в реальности засеивалось, что вполне понятно. По картографическим данным, на четыре срока были составлены картосхемы пространственной структуры землепользования (карты угодий) в основных обобщенных категориях: лес, пашня, населенный пункт, луг. В последней категории были обобщены как сенокосы и выпасы (которые точно известны по данным генерального межевания), так и залежи, дешифрируемые по современным снимкам. Таким образом, в категорию лугов попали разнообразные категории сельскохозяйственного назначения, но не пахотные земли. Возможно, это не совсем корректно, так как эта генерализация не учитывает некоторое количество значимых в хозяйственной деятельности типов землепользования – но такое допущение было принято из-за разнотипных источников данных. Если бы в сравнении в качестве современных данных принимали участие только топографические карты генерального штаба (1989) и госгисцентра (2002) без снимков, тогда трудно было бы выявить процесс забрасывания земель, так как там все земли продолжают быть сельскохозяйственными угодьями. При дальнейших расчетах в земли сельскохозяйственного назначения объединялись соответственно пашни и луга (и залежи в последние два срока).

Еще одно допущение в работе связано с тем, что ландшафтная карта представляется жестким каркасом эдафических условий [Исаченко, 1996], хотя вполне понятно, что уменьшение плодородия почв ввиду их длительного использования имело место, и вряд ли могло быть восстановлено в данной природной зоне путем внесения органических удобрений, получаемых от животноводства [Милов, 2006]. В середине XIX века по статистическим сведениям в Алексеевской волости (границы которой практически совпадают с границами ключевого участка) удобряется до 1/2 пара – 50 возов на десятину.

Затем были подготовлены карты инфраструктуры – основных рек, путей сообщения и в программе SAGA рассчитана удаленность (кратчайшее расстояние от каждого пикселя до ближайшей судоходной реки, небольшого водотока, крупной дороги, населенного пункта) до этих объектов. Все эти карты были переведены в растровый формат с разрешением пикселя 30 м. В итоге была получена матрица, в которой каждой единице территории (пикселу) были присвоены следующие характеристики: трофотоп, гигротоп, расстояние до ближайшей деревни, водотока, губернского тракта, судоходной реки, тип угодий. Затем эта таблица анализировалась в программе Statistica для расчета по сути регрессионной модели, описывающей распределение основных типов угодий (пашни, леса, луга) в зависимости от континуальных (удаленность) и дискретных (эдафотоп) параметров. Смысл анализа заключается в том, чтобы показать какую область в многофакторном пространстве занимает тот или иной вид угодий, и насколько эти области пересекаются. При отсутствии пересечения мы получаем случай полного детерминизма, например, когда пашни расположены только в области пригодных почв и близости к деревне, а леса удалены от деревни и приурочены только к бедным переувлажненным почвам. Таким образом, мы получаем значение процента дисперсии конкретного типа угодий, описываемой данными природными и позиционными факторами. Статистическая оценка вклада описанных выше природных и позиционных факторов в структуру угодий и их пространственную динамику производилась методами дискриминантного анализа [Пузаченко, 2004] – в работе тип угодий выбирался в качестве зависимой переменной.

Результаты и их обсуждение. На исследуемой территории выделяется 14 типов урочищ (рис. 1), доминантными из которых являются моренно-водноледниковые равнины (1–5), с различной глубиной залегания моренных суглинков, а также водноледниковые и олово-водноледниковые песчаные равнины (6–8). Террасы и поймы крупных рек (11, 12) представлены уже на меньших площадях, дополняющими урочищами здесь являются болота разного типа (10), верей и небольшие моренные всхолмления (9), а также долины малых рек и различные балки (13–14).

Анализ полученных картосхем угодий (рис. 2) показал некоторую консервативность границ угодий за последние 250 лет. Своего рода «треугольник» освоения между водной артерией (р. Гусь) и крупной дорогой сохранялся на всем протяжении рассматриваемого отрезка времени.

Согласно проведенному исследованию, на внутривидовом уровне распределение угодий имеет следующие особенности (табл.). Максимальные площади распашки характерны для моренно-водноледниковых равнин, сложенных песками с прослоями суглинков (3) или суглинков с прослоями песков (5), но где подстилание морены не ближе 2,5–3 м, в то время как более близкое подстилание мореной,

характерное для 1, 2 и 4 типов урочищ является негативным фактором из-за повышенного оглеения в почвах. Также распахивались песчаные террасы (11) и долинные зандры (8), сложенные песками с прослоями суглинков. При этом увеличение доли пашни в основном наблюдается за счет сведения лесов именно в 3 и 4 типах ПТК в середине XIX века – за счет более влажных и менее пригодных урочищ из-за нехватки площадей. А уже в XX веке забрасывание земель началось в первую очередь в типах 2 и 4, где доля пахотных земель упала до нуля, а это именно наиболее переувлажненные типы ПТК.

На левом берегу р. Гусь распашка никогда не велась – это всегда были лесохозяйственные угодья ввиду избыточного переувлажнения и бедности почв, где в обилии произрастает сосна, поэтому олово-водноледниковые равнины (7) полностью заняты лесом. Интересно, что урочища, где пахотные земли занимают большую долю, также использовались в лесном хозяйстве – это, скорее всего, связано с краевым эффектом. Он проявляется в том, что эти территории удалены от основных транспортных магистралей – судоходной реки и губернского тракта, а также с тем, что при удалении от долины и выходе на плоские междуречные равнины, уменьшается крутизна склонов и, как следствие, увеличивается степень оглеения почв. Так или иначе, но сенокосы всегда преобладали в поймах рек, хотя по данным генерального межевания они также располагались и на междуречьях. Это во многом связано с особенностями землевладения, когда в большой по площади даче, не выходящей к реке, требовалось сочетать различные типы угодий, а по лесу выпасали скот.

Согласно полученным данным, доля пашни практически не росла с ростом численности населения (рис. 3), уже в начале XIX века до 40% населения занималось отходничеством. Однако после нескольких резких социально-экономических преобразований данная территория полностью стала лесохозяйственной и крайне малозаселенной. Численность населения в деревнях на этой территории росла почти экспоненциально до революции. В 1770-е годы по данным экономических примечаний здесь проживало 4456 человек, к 1905 г. численность увеличилась в 3 раза – до 13 038 человек. Драматические изменения, происходившие на протяжении всего XX века [Люри с соавт., 2010; Prishchepov, 2012; Изменения ..., 2012], рыночные реформы и ускоряющаяся урбанизация привели к тому, что по данным переписи 2010 г. на этой территории проживают всего 675 человек. На сроки 1970 и 2010 гг. показаны данные со снимков. Данные по площади угодий в 1886 и 1905 гг. экстраполированы и не подтверждены картографически. В периоды революций и войн линии между точками могут вести себя несколько иначе. Однако общие тренды хорошо прослеживаются.

При этом все поля, занимавшие «треугольник» между деревнями, расположенными на водном тракте и губерском тракте Москва–Касимов, сохраня-

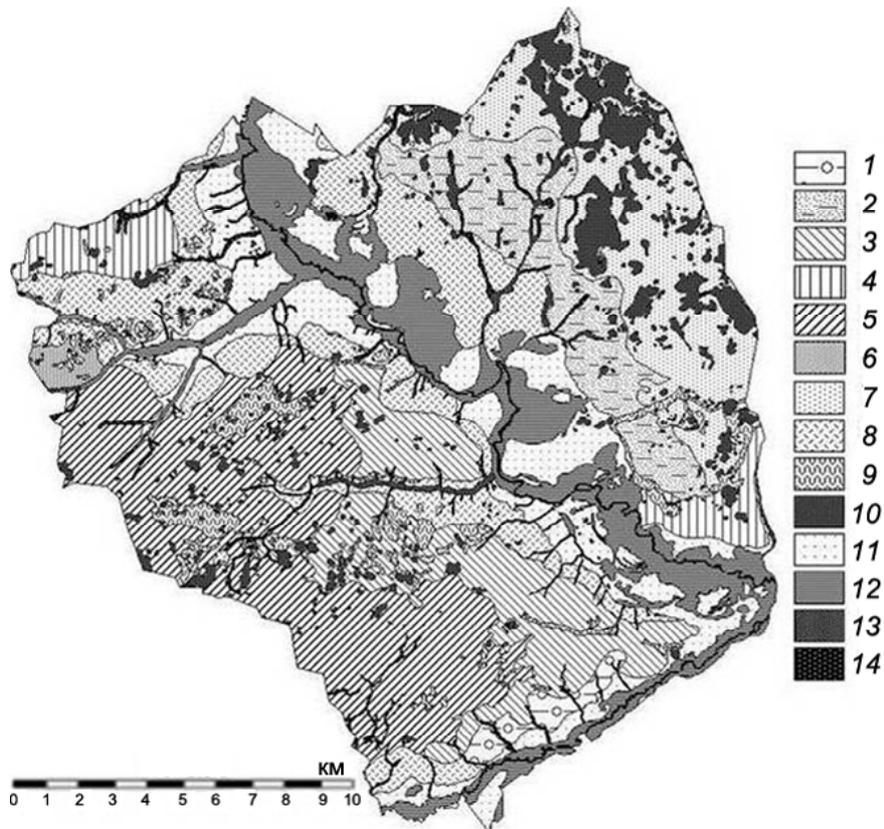


Рис. 1. Ландшафтная карта ключевого участка. Условные обозначения: 1 – равнины моренно-водноледниковые, слабоволнистые, сложенные валунными песками, подстилаемыми с глубины 1–1,5 м моренной с каменистыми дерново-подзолистыми супесчаными и песчаными почвами, под свежими еловыми субориями; 2 – равнины моренно-водноледниковые, слабоволнистые, сложенные безвалунными песками, подстилаемыми с глубины менее 2 м моренной, с дерново-слабоподзолистыми песчаными почвами, под борами зеленомошниками-брусничниками; 3 – равнины моренно-водноледниковые, слабоволнистые, сложенные безвалунными песками (иногда с прослоями суглинков) и с глубины 2–3 м моренной, с дерново-средне- и дерново-сильноподзолистыми поверхностно глееватыми супесчаными почвами, под борами зеленомошниками с примесью ели; 4 – равнины моренно-водноледниковые, слабоволнистые, сложенные безвалунными песками (иногда с прослоями суглинков), а с глубины около 2 м и менее – моренной, с дерново-подзолисто-глеевыми и глееватыми супесчаными почвами, под борами зеленомошниками-черничниками с примесью ели и сырыми березняками; 5 – равнины моренно-водноледниковые, слабоволнистые, сложенные безвалунными суглинками (иногда с отдельными прослоями песков и супесей), а с глубины 2–3 м моренной, с дерново-средне- и дерново-сильноподзолистыми глееватыми (поверхностно глееватыми) легкосуглинистыми почвами, под широколиственно-хвойными лесами; 6 – равнины водноледниковые, слабоволнистые и плоские, сложенные песками (или супесями) с прослоями суглинков, с дерново-подзолистыми (иногда глееватыми) супесчаными почвами, под борами зеленомошниками брусничниками и свежими березняками; 7 – равнины эолово-водноледниковые, волнисто-бугристые, сложенные песками, подстилаемыми с 3–4 м моренной, с дерново-слабо- и дерново-средне-подзолистыми (иногда слабообразованными) песчаными, оглееными по понижениям почвами, под борами зеленомошниками брусничниками и черничниками, и березняками; 8 – зандры долинные, слабоволнистые или слабовсхолмленные, сложенные песками с отдельными прослоями суглинков, с дерново-слабоподзолистыми песчаными почвами, под сухими борами; 9 – верхи мешерские на междуречьях невысокие (1–2 м) валообразные повышения, сложенные флювиогляциальными безвалунными песками, мощностью более 2 м, с подзолистыми слабообразованными, слабо- и среднеподзолистыми песчаными почвами, под лишайниковыми борами; 10 – болота низинные и переходные с торфяниками разной мощности, осоковые с порослью ольхи и ив, кустарничково-осоково-пушицевые с сосново-березовым мелколесьем по сфагнуму; 11 – террасы надпойменные, волнистые, песчаные, с дерново-подзолистыми слабообразованными и дерново-слабоподзолистыми песчаными почвами, под борами беломошниками и зеленомошниками; 12 – поймы выровненные, сложенные аллювиально-болотными отложениями, с пойменными торфяниками разной мощности, торфянисто-глеевыми и перегнойно-глеевыми почвами, под крупнотравно-осоковым и осоково-пушицевым травостоем, с порослью ив и ольхи черной; 13 – долины малых мешерских рек, слабоврезанные, с пойменными перегнойно-глеевыми, торфянисто-глеевыми почвами и среднеторфянистыми торфяниками, заболоченные, под черноольшанниками и ивняками или крупноосоковыми лугами; 14 – балки и заболоченные ложины с дерново-глеевыми супесчаными и перегнойно- и торфянисто-глеевыми почвами, под осоково-щучковыми и влажнотравно-осоковыми лугами, ивняками, ольшаниками

Fig. 1. Landscape map of the study area

лись вплоть до недавнего времени, нынче практически полностью превратились в залежи. Полное забрасывание пашни на данной территории происходило на глазах автора – последний комбайн наблюдался здесь в 2004 г. Преобладающие сейчас виды хозяйственной деятельности – лесопользова-

ние (после крупного лесного пожара 2010 г. во многих деревнях появились небольшие лесопилки) и дачное строительство.

Известно, что при интенсификации сельского хозяйства и смещения в его структуре к животноводству в нечерноземной полосе, доля пашни сокраща-

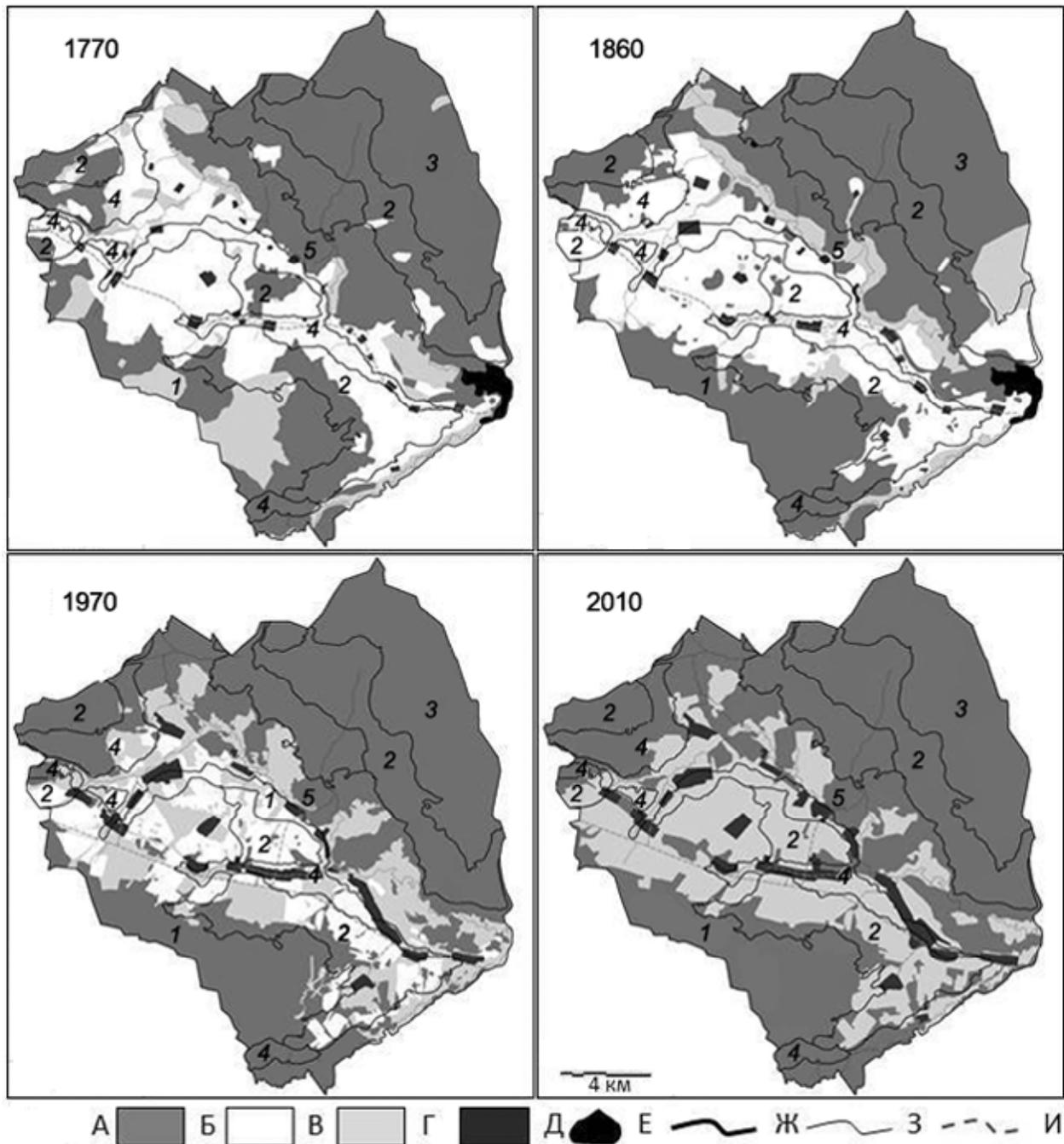


Рис. 2. Динамика угодий на исследуемой территории с конца XVIII века. Условные обозначения: А – номера укрупненных группировок ПТК: (1 – равнины моренно-водноледниковые суглинистые, 2 – равнины моренно-водноледниковые песчаные, 3 – равнины эолово-водноледниковые, 4 – зандровые равнины, 5 – пойменно-террасовый долинный комплекс), Б – леса, В – пашня, Г – луга (сенокосы и залежи), Д – населенные пункты, Е – водохранилище (в XVIII–XIX вв.), Ж – границы группировок ПТК, З – реки, И – крупные дороги (губернский тракт в XVIII–XIX вв., асфальтированное шоссе Р105 в XX–XXI вв.)

Fig. 2. Land use dynamics within the study area from the late 18th century: А – number of consolidated groups of landscapes (1 – loamy fluvioglacial and moraine plain, 2 – sandy fluvioglacial and moraine plain, 3 – aeolian-fluvioglacial plain, 4 – outwash plain, 5 – river valley complex), Б – forests, В – arable lands, Г – meadows (hayfields and fallow lands), Д – settlements, Е – reservoirs (in 18–19 cc.), Ж – boundaries of landscape groups, З – rivers, И – major roads (provincial road in 18–19 cc., asphalt road P105 in 20–21 cc.)

лась, увеличивалась доля сенокосов и пастбищ. Роста доля населения, занимающегося отхожими промыслами, появлялось мануфактурное производство [Милов, 2006]. Ясно, что учет подобных исторических факторов в изменении пространственной структуры угодий требует дополнительных более подробных исследований. В данной работе эти факторы

учитывались лишь косвенно ввиду особенностей исходного материала.

Для каждого из рассмотренных временных срезов были получены серии карт (рис. 4), характеризующих позиционные (путем расчета удаленности от объектов инфраструктуры) и природные (путем перевода ландшафтных свойств в эдафические ха-

Изменение распределения угодий по типам ПТК, % от площади каждого типа ПТК

ПТК		Конец XVIII в. (1770)			Середина XIX в. (1860)			Середина XX в. (1970)			Начало XXI в. (2015)		
№	S_i , %	пашня	лес	луг	пашня	лес	луг	пашня	лес	луг	пашня	лес	луг
1	1,1	52	48	0	53	47	0	48	43	9	0	24	76
2	6,5	7	90	0	2	97	1	0	100	0	0	100	0
3	10,8	60	33	4	72	21	4	44	31	22	0	25	69
4	3,9	19	76	5	37	59	4	0	100	0	0	100	0
5	15,6	34	39	24	42	54	2	28	57	12	0	57	39
6	0,5	56	44	0	100	0	0	55	19	21	0	31	66
7	7,9	0	94	0	0	84	16	0	100	0	0	100	0
8	15,2	49	42	4	49	47	2	18	58	17	0	61	27
9	3,9	43	50	3	43	44	12	19	60	21	0	60	40
10	8,7	10	70	5	11	82	6	4	91	6	0	91	8
11	13,3	43	42	9	40	45	7	11	58	24	0	66	24
12	10,6	12	45	31	11	34	42	1	44	55	0	52	47
13	0,5	27	61	1	28	61	4	12	66	11	0	68	14
14	1,5	19	52	25	22	77	1	13	80	6	0	80	20
Всего	100	31	52	10	34	53	9	16	64	18	0	65	30

рактические) факторы, влияющие на пространственную структуру угодий.

На основе проведенного дискриминантного анализа показано, что территориальная дифференциация хозяйственного использования (все 3 типа угодий вместе) ключевого участка примерно на 70% контролируется ландшафтными и позиционными факторами (в зависимости от хроносреза от 69 до 76%). При этом пашня детерминирована наиболее точно (около 80%) в первые 2 срока, затем эта цифра уменьшается. Если рассматривать в качестве пашни на последнем этапе залежные угодья, без учета

приречных лугов, то моделью описывается порядка 65% дисперсии. Лесные территории во все периоды описываются такой моделью с высокой достоверностью от 77 до 84%. Хуже всего описываются луга, что наиболее вероятно связано с их условным разнообразием – от пойменных до суходольных.

Все это говорит о том, что бедность и переувлажненность почв сильно лимитировали развитие сельского хозяйства. Так или иначе, структура природно-антропогенных ландшафтов изменилась заметно за исследуемый период. В XVIII–XIX века это был агроландшафт с преобладающей долей в

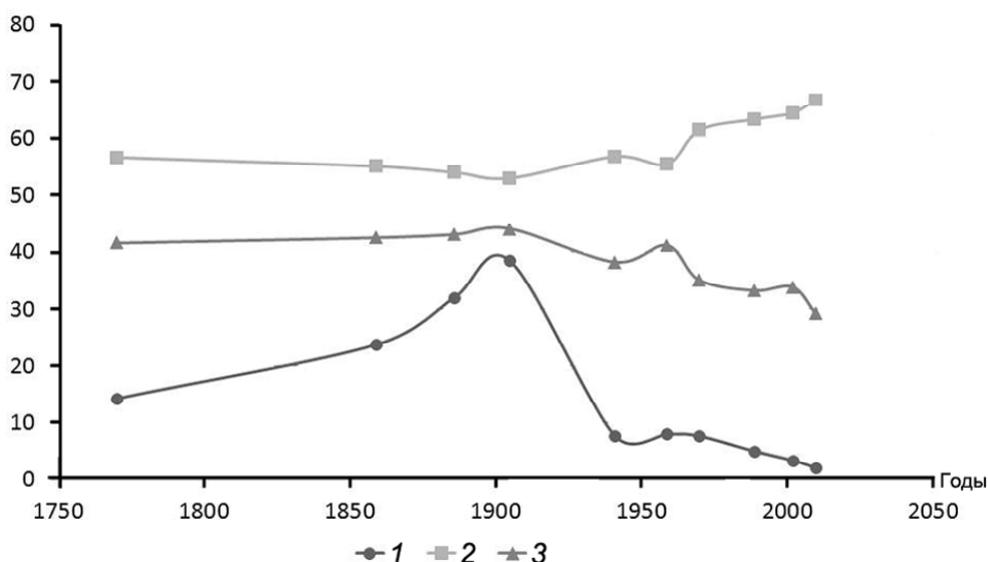


Рис. 3. Динамика плотности населения и доли угодий: 1 – плотность населения, чел./км²; 2, 3 – доля леса и сельскохозяйственных земель (%) соответственно

Fig. 3. Dynamics of population density, arable lands and forests: 1 – population density, inh/sq.km; 2, 3 – proportion of arable lands and forests (%) respectively

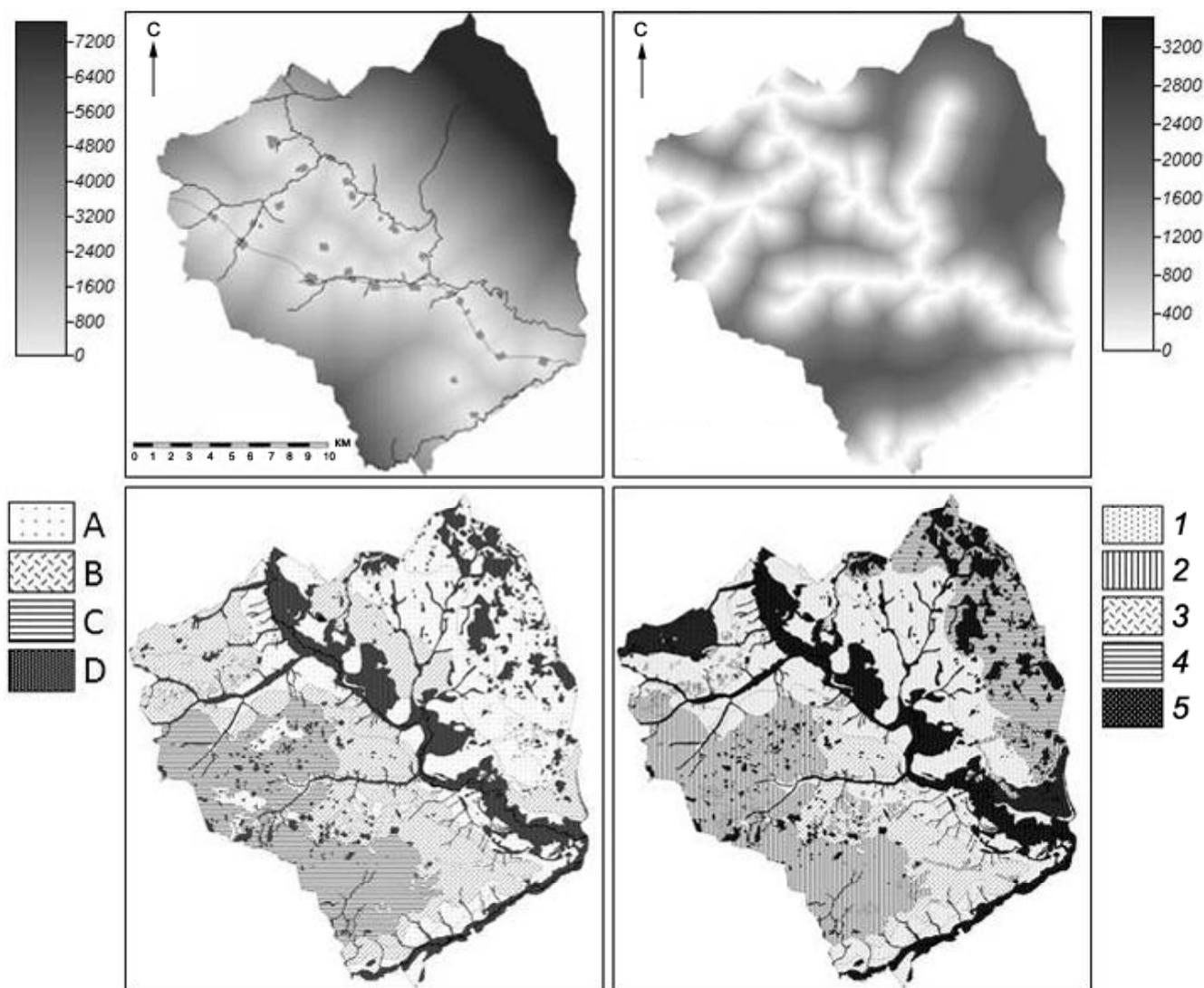


Рис. 4. Пространственное распределение факторов: позиционные (верхний ряд слева направо) – расстояние в метрах до деревни, до водотока; природные (нижний ряд слева направо) – трофность (А – бедные, В – относительно бедные, С – относительно богатые, D – богатые местообитания) и гидроморфность ПТК (1 – сухие, 2 – свежие, 3 – влажные, 4 – сырые, 5 – мокрые)

Fig. 4 Spatial distribution of factors: positional factors (top row left to right) – distance in meters to village, to a watercourse; natural factors (bottom row left to right) – trophic (A – poor, B – relatively poor, C – relatively rich, D – rich habitats) and hydromorphic (1 – dry, 2 – fresh 3 – moist, 4 – raw, 5 – wet) conditions

посевах (около 1/3) ржи, вторая треть находилась соответственно под паром, остальное занимали различные культуры: гречиха, овес, картофель [Сборник ..., 1887]. В первой половине XX века в процессе коллективизации уменьшилось население из-за оттока в города, появилась крупная ткацкая артель, выросла доля льна и картофеля, трав, как следствие, увеличилось поголовье скота [Рязанская ..., 1940]. Большую роль в производстве прибавочного продукта стал играть лес и связанные с ним виды занятости. В конце XX – начале XXI века происходит максимальный отток населения, полное забрасывание сельхозземель, трансформация территории в лесохозяйственный тип природно-антропогенного ландшафта с элементами рекреации дачного типа. Первичным фактором этого, безусловно, явилась отрицательная эффективность сельского хозяйства на столь бедных землях в условиях рыночной экономики.

Выводы:

- апробирована методика детальной реконструкции землепользования по первичным материалам Генерального межевания с учетом ландшафтной структуры, позволяющая получать погрешность реконструкции около 5% по площади;
- специализация и территориальная дифференциация хозяйственного использования исследованного участка на 70% контролируется ландшафтными и позиционными факторами на всем протяжении более чем 250-летней истории, что объясняется высокой консервативностью структуры угодий, лимитированной природными условиями – недостаточной трофностью и избыточной влажностью почв;
- в середине XIX века прирост площадей пашни был незначителен по сравнению с приростом населения, при этом в оборот включали переувлажненные земли суглинистых моренно-водноледниковых равнин. И именно с них же начинается

забрасывание земель в середине XX века (они полностью выходят из оборота уже к тому времени) при сохранении сельскохозяйственного производства, наряду с чем происходит общее уменьшение доли пашни. После распада СССР и перехода к рыночной экономике все сельхозземли выходят из оборота из-за нерентабельности сельского хозяйства;

– за исследуемый период времени произошла смена типа природно-антропогенного ландшафта от сельскохозяйственного в XVIII–XIX вв. к лесохозяйственному в начале XXI в., что во многом определялось динамикой численности населения и резкими сменами как политических, так и экономических систем.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16–17–10045.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гвоздецкий Н.А.* Физико-географическое районирование СССР: характеристика региональных единиц. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 576 с.
- Гедымин А.В.* Генеральное межевание – важный источник информации при почвенных исследованиях // Региональные проблемы экологии, географии и картографии почв. М.; Смоленск, 1998. С. 83–90.
- Гедымин А.В.* Опыт использования материалов русского межевания в географических исследованиях для сельскохозяйственных целей // Вопросы географии. М., 1960. Т. 50. С. 147–171.
- Жекулин В.С.* Историческая география ландшафтов. Новгород: Изд-во Пед. ин-та, 1972. 228 с.
- Исаченко Г.А., Резников А.И.* Динамика ландшафтов тайги Северо-Запада Европейской России. СПб.: Изд-во РГО, 1996. 166 с.
- Изменения природной среды в России в XX веке. М.: ИТЦ – МОЛНЕТ, 2012. 402 с.
- Козлов Д.Н., Глухов А.И., Голубинский А.А., Хитров Д.А.* Роль природно-позиционных условий в дифференциации землепользования Европейской России конца XVIII в. – методика цифрового анализа материалов Генерального межевания // Русь, Россия: Средневековье и Новое время. Вып. 3: Третья чтения памяти академика Л.В. Милова. Материалы к Международной научной конференции. Москва, 21–23 ноября 2013 г. 2013. Т. 2013, № 3. С. 26–33.
- Колбовский Е.Ю., Климанова О.А., Марголина И.Л.* Управление ландшафтами на особо охраняемых территориях в Москве: проблемы и пути решения // Изв. Русского географического общества. 2015. Т. 147. № 1. С. 37–53.
- Кусов В.С.* Качество карт межеваний и возможности их использования для ретроспективного картографирования // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1993. № 3. С. 66–76.
- Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г.* Динамика сельскохозяйственных земель в России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
- Мамай И.И.* Ландшафтный стационар в Мещере // География и природные ресурсы. 2003. № 2. С. 63–66.
- Мамай И.И., Мироненко И.В., Роганов С.Б., Матасов В.М., Глухов А.И., Федин А.В., Лапонина Г.В.* Развитие ландшафтов Мещеры за короткие временные отрезки // Ландшафтный сборник. Развитие идей Н.А. Солнцева в современном ландшафтоведении. М.; Смоленск: Ойкумена, 2013. С. 58–88.
- Матасов В.М.* Методические аспекты анализа пространственной структуры угодий Касимовского уезда в конце XVIII в. // Геодезия и картография. 2016. № 3. С. 59–64.
- Миров Л.В.* Великорусский пахарь и особенности русского исторического процесса. 2-е изд. М., 2006.
- Миров Л.В.* Исследование об «Экономических примечаниях» к Генеральному межеванию. М., 1965.
- Мухин Г.Д.* Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственных земель Европейской территории России в 1990–2009 гг. // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5: География. Изд-во Моск. ун-та, 2012. № 5. С. 19–28.
- Низовцев В.А., Марченко Н.А., Беляева Е.Н.* Антропогенная эволюция ландшафтной структуры Ближнего Подмосковья в XVII–XX веках // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2001. № 4. С. 12–19.
- Постников А.В.* Историко-картографический метод исследования антропогенного изменения ландшафтов // Методы исследования антропогенных ландшафтов. Л.: Географическое общество СССР, 1982. С. 68–71.
- Пузаченко Ю.Г.* Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 416 с.
- Рязанская комплексная географическая экспедиция 1939–1940 гг. Т. 1. Северная группа районов. Фондовые материалы кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.
- Сборник статистических сведений по Рязанской губернии. Т. 7. Вып. 1. Касимовский уезд. Изд. Рязанского Губернского Земства. Рязань, 1887. 383 с.
- Хитров Д.А., Голубинский А.А., Черненко Д.А.* Нечерноземный Центр России в материалах Генерального межевания // Русь, Россия. Средневековье и Новое время. Вторые чтения памяти академика РАН Л.В. Милова. М., 2011.
- Pongratz J., Reick C., Raddatz T., Claussen M.* A reconstruction of global agricultural areas and land cover for the last millennium // Global Biogeochem. Cycles. 2008. V. 22. GB3018, doi:10.1029/2007GB003153.
- Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Muller D.* Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. Environ. Res. Lett. 7. 2012. 024021
- Turner B.L. II, Clark W.C., Kates R.W., Richards J.F., Mathews J.T., Meyer W.B., eds.* The Earth as Transformed by Human Action. Cambridge: Cambridge University Press and Clark University. 1990.
- Wood S, Sebastian K, Scherr S.J.* Pilot Analysis of Global Ecosystems (PAGE): Agroecosystems. World Resources Institute, Washington, D.C., USA. 2000.

Поступила в редакцию 25.08.2016
Принята к публикации 31.03.2017

V.M. Matasov¹

**INTRALANDSCAPE DYNAMICS OF LAND USE WITHIN
THE MESHCHERA LOWLAND OVER
THE LAST 250 YEARS**

To assess the contribution of natural and positional factors in the land use structure and dynamics it is necessary to create a detailed land use reconstruction based on the landscape structure of a territory. The study area is located within the well-studied part of the Ryazan Meschera (Klepikovskiy District), on the border of moraine-fluvioglacial and valley-outwash landscapes, in the vicinity of the Lesunovo training and research station. The structure of land use was reconstructed for several periods basing on the methods of combined digital analysis of various historical data (from the Ordnance Survey materials up to present-day imagery). The analysis of land use changes accounts for the contribution of the landscape structure of the territory which includes several natural factors, such as topography, sediments, soils, etc. The positional factor considers for the distance to rivers, roads, villages with due account of the population numbers. The study made it possible to conclude that the spatial structure of land use heavily depends on natural and positional factors (70–80% for particular periods). Over the last 250 years its configuration was relatively stable because it is rather tightly controlled by a combination of nutrient supply in soils and drainage conditions which are the principal limiting factors of agriculture within the Meshchera lowland.

Key words: GIS, historical maps, land use reconstruction, landscape structure, natural-anthropogenic landscapes.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project № 16-17-10045).

REFERENCES

- Gvozdetskii N.A.* Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie SSSR: harakteristika regional'nyh edinic. [Physico-geographical regionalization of the USSR: the characteristics of regional units]. MGU, M., 1968. 576 p. (in Russian).
- Gedymin A.V.* General'noe mezhevanie – vazhnyj istochnik informacii pri pochvennyh issledovanijah [Ordnance survey – an important source of information for soil studies] // Regional problems of ecology, geography and soil mapping. Moscow–Smolensk. 1998. P. 83–90 (in Russian).
- Gedymin A.V.* Opyt ispol'zovaniya materialov russkogo mezhevanija v geograficheskikh issledovanijah dlja sel'skohozjajstvennyh celej [Experience of the application of the Russian land survey materials in geographical studies for agricultural purposes] // Questions of geography. M., 1960. V. 50. P. 147–171 (in Russian).
- Isachenko G.A., Reznikov A.I.* Dinamika landshaftov tajgi Severo-Zapada Evropejskoj Rossii. [The dynamics of taiga landscapes of the North-West of the European Russia]. SPb.: Publishing. RGO, 1996. 166 p. (in Russian).
- Izmeneniya prirodnoj sredy v Rossii v XX veke. [Changes in the natural environment in Russia in the XX century]. M., ITC – MOLNET. 2012. 402 p. (in Russian).
- Khitrov D.A., Golubinsky A.A., Chernenko D.A.* Nechernozemnyj Centr Rossii v materialah General'nogo mezhevanija [Non-chernozem Center of Russia in the Ordnance Survey materials] // Rus, Russia. Middle Ages and modern times. The second reading of the memory of Academician L.V. Milov. M., 2011.
- Kozlov D.N., Glukhov A.I., Golubinsky A.A., Khitrov D.A.* Rol' prirodno-pozicionnyh uslovij v differenciacii zemlepol'zovaniya Evropejskoj Rossii konca XVIII v. – metodika cifrovogo analiza materialov General'nogo mezhevanija [The role of natural and positional conditions in the differentiation of land use in European Russia in the late XVIII. – Method of digital analysis of General Land Survey materials] // Rus, Russia: the Middle Ages and modern times. V. 3: The third reading to the memory of L. Milov. Materials of international scientific conference. Moscow, November 21–23, 2013. T. 2013. № 3. P. 26–33 (in Russian).
- Kolbovskiy E.Y., Klimanova O.A., Margolina I.L.* Upravlenie landshaftami na osobo ohranyaemyh territorijah v Moskve: problemy i puti resheniya [Landscape management in nature protection areas in Moscow: problems and solutions] // Proceedings of the Russian Geographical Society. 2015. T. 147. № 1. P. 37–53.
- Kusov V.S.* Kachestvo kart mezhevanij i vozmozhnosti ih ispol'zovaniya dlja retrospektivnogo kartografirovaniya [Quality of land survey maps and the possibility of their use for retrospective mapping] // Bull. of Moscow University. Geography. 1993. № 3. P. 66–76 (in Russian).
- Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G.* Dinamika sel'skohozjajstvennyh zemel' v Rossii v 20 veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv [Dynamics of agricultural lands in Russia in the twentieth century and post-agrogenic restoration of vegetation and soil]. M.: GEOS, 2010. 416 p. (in Russian).
- Mamai I.I.* Landshaftnyj stacionar v Meshchjore [Landscape scientific station in Meshchera] // Geography and natural resources. 2003. № 2. P. 63–66 (in Russian).
- Mamai I.I., Mironenko I.V., Roganov S.B., Matasov V.M., Glukhov A.I., Fedin A.V., Laponina G.V.* Razvitie landshaftov Meshchery za korotkie vremennye otrezki [Dynamics of Meshchera landscapes over short time periods] // Landscape digest (Development of N.A. Solntsev's ideas in modern landscape science). Oecumene Moscow–Smolensk, 2013. P. 58–88 (in Russian).
- Matasov V.M.* Metodicheskie aspekty analiza prostranstvennoj struktury ugodij Kasimovskogo uezda v konce XVIII v. [Methodological aspects of the analysis of spatial land use structure of Kasimov county in the late 18 c.] // Geodesy and Cartography. 2016. № 3. P. 59–64 (in Russian).
- Milov L.V.* Velikorusskij pahar' i osobennosti rossijskogo istoricheskogo processa [The Great Russian plowman and specific features of the Russian historical process]. 2nd ed. M., 2006. 569 p. (in Russian).
- Milov L.V.* Issledovanie ob «Jekonomicheskikh primechanijah» k General'nomu mezhevaniju [Study on «Economic Notes» to the Ordnance Survey]. M., 1965 (in Russian).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, post-graduate student; e-mail: viktor.matasov@landscape.edu.ru

Mukhin G.D. Ekologo-ekonomicheskaya ocenka transformacii sel'skohozyajstvennyh zemel' Evropejskoj territorii Rossii v 1990–2009 gg. [Ecological and economic evaluation of the transformation of agricultural lands within the European territory of Russia in 1990–2009] // Bull. of Moscow University. Geography. 2012. № 5. P. 19–28 (in Russian).

Nizovcev V.A., Marchenko N.A., Belyaeva E.N. Antropogennaya evolyuciya landshaftnoj struktury blizhnego Podmoskov'ya v XVII–XX vekah [Anthropogenic evolution of landscape structure in the near Moscow suburbs in 18–20 cc.] // Bull. of Moscow University. Geography. 2001. № 4. P. 12–19 (in Russian).

Pongratz J., Reick C., Raddatz T., Claussen M. A reconstruction of global agricultural areas and land cover for the last millennium // Global Biogeochem. Cycles. 2008. V. 22. GB3018, doi:10.1029/2007GB003153.

Postnikov A.V. Istoriko-kartograficheskij metod issledovaniya antropogennogo izmeneniya landshaftov [Historical cartographic method of studying the anthropogenic landscape changes] // Methods of study of anthropogenic landscapes. The Geographical Society of the USSR. 1982. P. 68–71 (in Russian).

Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Muller D. Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. Environ. Res. Lett. 7. 2012. 024021.

Puzachenko Y.G. Matematicheskie metody v ekologicheskikh i geograficheskikh issledovaniyah [Mathematical methods in ecological and geographical studies]. M.: «Academia» Publishing Center, 2004. 416 p. (in Russian).

Rjazanskaya kompleksnaya geograficheskaya ekspedicija 1939–1940 gg. T. 1. Severnaya gruppa rajonov. [Ryazan complex geographical expedition of 1939–1940. Vol. 1 Northern group of raions]. The archive materials of the Department of Physical Geography and Landscape Science, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (in Russian).

Sbornik statisticheskikh svedenij po Rjazanskoj gubernii. [Collection of statistical data for the Ryazan province]. T. 7. V. 1. Kasimov county. Ed. Ryazan Province Zemstvo. Ryazan, 1887. 383 p. (in Russian).

Turner B.L. II, Clark W.C., Kates R.W., Richards J.F., Mathews J.T., Meyer W.B., eds. The Earth as Transformed by Human Action. Cambridge: Cambridge University Press and Clark University, 1990.

Wood S., Sebastian K., Scherr S.J. Pilot Analysis of Global Ecosystems (PAGE): Agroecosystems. World Resources Institute, Washington, D. C. USA. 2000.

Zhekulin V.S. Istoricheskaya geografiya landshaftov [Historical geography of landscapes]. Novgorod: Izdatel'stvo Ped. instituta, 1972. 228 s. (in Russian).

Received 25.08.2016

Accepted 31.03.2017

УДК: 711.4

А.Ж. Абилов¹, Г.К. Кусаинова², А.Г. Махрова³

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ КАЗАХСТАНА (НА ПРИМЕРЕ АСТАНЫ)

Изучен опыт использования результатов социологических исследований при анализе формирования Астанинской городской агломерации. На примере результатов анкетного опроса населения г. Астаны, а также населенных пунктов, находящихся в зоне его влияния, показана возможность применения методики социальной оценки территории формирующейся агломерации. Продемонстрирован инструментарий сбора и использования информации, необходимой для установления границ агломерации. Дан анализ маятниковой миграции населения, направлению, целям и частоте поездок респондентов между Астаной и населенными пунктами, находящимися в зоне ее влияния, которые в целом характеризуют плотность различного рода связей в границах агломерации и являются объективной базой для принятия проектных решений.

Ключевые слова: социологические исследования, городские агломерации, социальная оценка территории.

Введение. В последнее время в Казахстане значительно усилился интерес к развитию городских агломераций не только в среде профессионалов-градостроителей, но и среди широкого круга управленцев, ответственных за принятие решений в сфере пространственной организации расселения на разных территориальных уровнях, что обусловлено как объективными, так и субъективными факторами.

Объективные факторы связаны, прежде всего, с интенсификацией урбанизационных процессов в республике в последнее десятилетие – массовым переселением в крупные города сельских жителей, жителей малых городов и поселков городского типа, и, как результат, – усилением пространственной неравномерности в развитии в условиях рыночной экономики, что свойственно для всего постсоветского пространства [Зубаревич, Сафронов, 2011; Голубчиков, Бадьина, 2016; Махрова, Кириллов, 2014; Нефедова с соавт., 2016; Golubchikov с соавт., 2014; Karachurina, Mkrtchyan, 2015]. Активная внутренняя миграция населения привела не только к увеличению численности населения крупных городов и к их территориальному росту, но и к ускорению формирования агломераций в зонах влияния таких городов, как Алматы, Астана, Шымкент, Актобе, которые стали основными центрами роста, концентрируя более трети всего населения страны [Афонцев, Зубаревич, 2012; Кириллов, Махрова, 2011; Гали, 2011; Как будет развиваться ..., 2016].

Среди субъективных факторов необходимо назвать уже почти устоявшееся представление влас-

тных структур о положительном синергетическом эффекте взаимосвязанного развития поселений в составе агломераций в результате концентрации трудовых ресурсов, производственного и интеллектуального потенциала в ареале крупных городов. Появились даже решения на правительственном уровне, закрепляющие статус городских агломераций Казахстана и делящих их на уровни по степени развитости и значимости для Республики⁴ (рис. 1). Как следствие, появились государственные заказы на разработку генеральных планов ряда городских агломераций – Алматинской, Астанинской, Актюбинской и др.⁵

В то же время для принятия корректных проектных и управленческих решений в данной сфере в Казахстане сейчас, по большому счету, нет ни научной, ни информационной, ни нормативной баз, которые позволили бы объективизировать эти решения и дать по-настоящему ценные рекомендации, учитывающие реальную ситуацию и обоснованные прогнозы развития городских агломераций. В большей части исследований рассмотрены отдельные аспекты городских систем (чаще динамика численности и миграции населения) или отдельных агломераций [Акимжанов, Сафронов, 2014; Жумасултанов, 2011; Сагынбаева, 2011].

В качестве исключения можно назвать ряд работ, в которых были сделаны попытки подвести научную базу под проектные решения на основе учета временной доступности городов-ядер и расчета коэффициента развитости агломераций, установления границ агломераций путем расчета демографи-

¹ Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Институт архитектуры и строительства им. Т.К. Басенова, кафедра «Архитектура», профессор, докт. архитектуры; *e-mail:* aabilov1@mail.ru

² ТОО Научно-исследовательский проектный институт «Астанагенплан», главный экономист; *e-mail:* kusainova@astanagenplan.kz

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии России, вед. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* almah@mail.ru

⁴ Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 728 «Об утверждении Программы развития регионов до 2020 года» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 17.06.2015 г.).

⁵ Концепция перспективного развития города Алматы. Проектные материалы ТОО «ГРАДО». Алматы, 2014.

Корректировка Генерального плана города Актобе. Проектные работы ТОО «Градкомплекс». Алматы, 2013.

Корректировка Генерального плана развития города Астаны до 2030 года. Проектные работы ТОО НИПИ «Астангенплан». Астана, 2015.

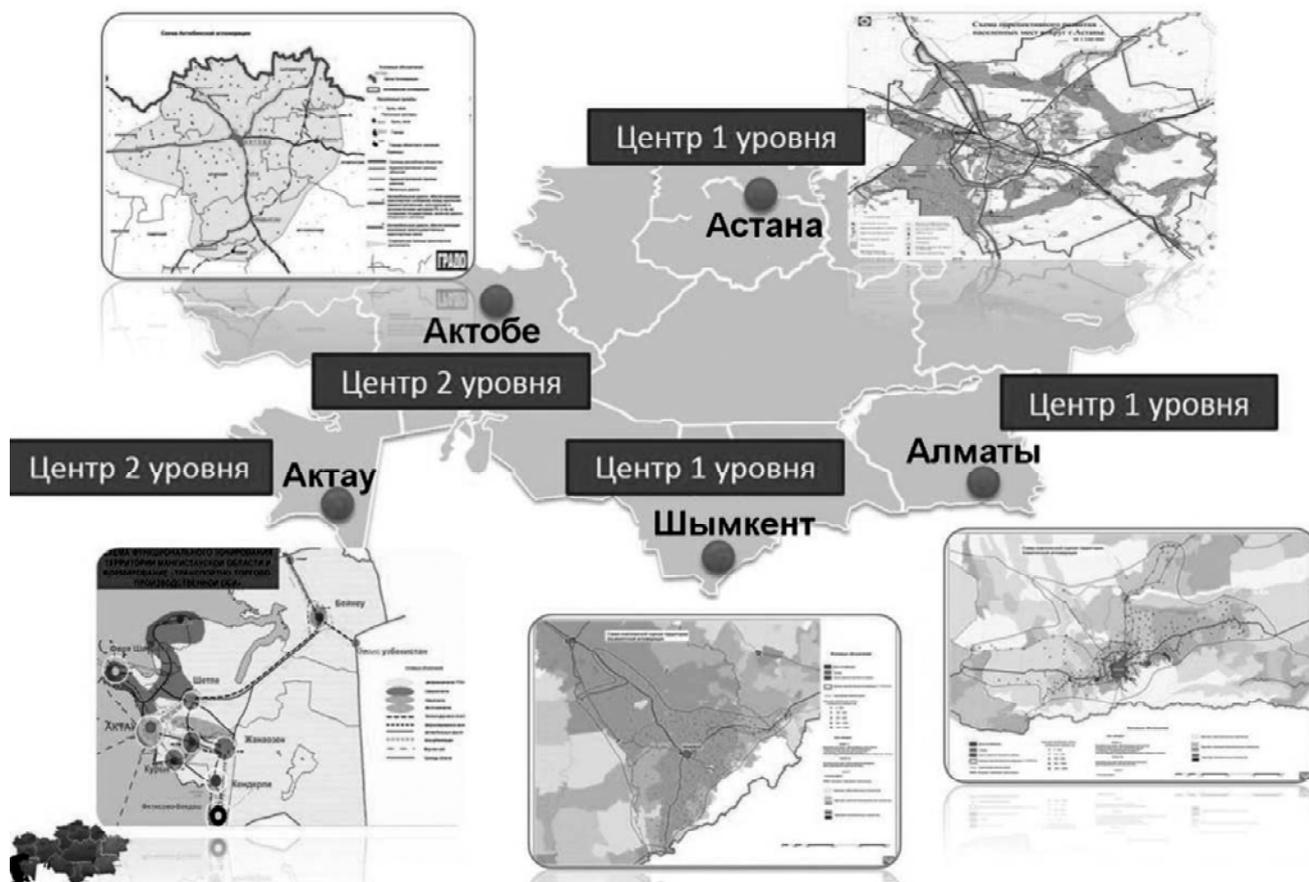


Рис. 1. Городские агломерации Казахстана первого и второго уровней

Fig. 1. The 1st and 2nd level metropolitan agglomerations of Kazakhstan

ческого притяжения⁶. В целом это объясняется почти полным отсутствием современных теоретических наработок в градостроительном проектировании, научно обоснованных нормативов и методик, соответствующих новым социально-экономическим условиям развития республики.

До последнего времени это не сильно сказывалось на качестве проектных работ, выполненных на уровне генеральных планов населенных пунктов, и использовавших методики и большой практический опыт проектировщиков старой формации. Однако с выходом на более высокие уровни территориального планирования (агломераций, регионов и страны в целом) отсутствие научной базы стало достаточно ощутимым. В этих условиях одним из способов решения проблемы стали работы по социальной оценке территорий в зонах влияния крупных городов на основе результатов соцопросов населения.

Материал и методы исследований. В рамках настоящей статьи рассмотрены некоторые результаты социологического опроса населения агломерации в зоне влияния г. Астаны. Столичный статус и связанные с этим преимущества ренты столичного статуса, как и в других столицах постсоветского пространства, например, в Москве, привели к стремительному росту населения города. С 1998 г., когда произошло международное представление Астаны в качестве столицы, город более чем в 3 раза увеличил численность своего населения. Превращение Целинограда – Акмолы – Астаны с типичной для обычного областного центра численностью в 275 тыс. человек в центр с почти миллионным населением придает особую актуальность исследованию вопросов делимитации и проблем развития агломерации, которая складывается вокруг него [Об изменении численности населения ..., 2016].

⁶ Концепция формирования и развития Алматинской агломерации. Астанинский филиал АО «КазНИИСА». Астана, 2014.

Основные положения межрегиональной схемы территориального развития Астанинской агломерации. Проектные работы. ТОО Научно-исследовательский проектный институт «Астанагенплан». Астана, 2016.

Разработка концепции установления границ Алматинской агломерации на основе расчета демографического притяжения. Астанинский филиал АО «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры», ТОО «ASTANA-PROJECT». Астана, 2014.

Анкетный опрос населения проводился одновременно как в самом городе, так и в населенных пунктах Акмолинской области, расположенных в гипотетической зоне влияния Астаны⁷. Для обеспечения репрезентативности социологического исследования количество анкет на каждом из опросных участков было пропорционально численности проживающего населения. Всего было получено 2110 анкет, пригодных для обработки и анализа, то есть в количестве, достаточном для переноса результатов опроса в рамках выборочной совокупности на генеральную совокупность – население исследуемой территории (величина допустимой ошибки составляет от 5 до 10%, что нормально в практике социологических исследований).

Социально-демографический портрет опрошенных показывает, что в выборочной совокупности респондентов доминирует население в наиболее активной части трудоспособных возрастов от 21 до 45 лет (более 50%). Доля двух других групп (условно молодых и допенсионного возраста) составляет 17,1 и 20,8%; на население пенсионного возраста приходится менее 6%, доля детей и подростков в возрасте менее 15 лет примерно вдвое меньше.

В опросе участвовало примерно одинаковое количество мужчин и женщин (42,5 и 57,5%). Среди

респондентов более всего рабочих (35,1%), а также госслужащих (21,1%), при примерно одинаковой доле работников сферы услуг и предпринимателей (по 9%) и довольно высокой доле безработных (5,7%). По национальному составу большинство респондентов составляют казахи (61%). На русских пришлось 25%, оставшиеся 14% – это представители других национальностей, что в целом соответствует национальному составу населения.

Результаты исследований и их обсуждение. Цели, направления и интенсивность поездок.

Поскольку содержание анкет было достаточно емким и включало в себя множество необходимых для целей исследования вопросов, то полученные результаты дали возможность составить обширную базу данных весьма ценной и конструктивной информации. В частности, ответы респондентов позволили определить цели, направления и интенсивность маятниковой миграции населения – одного из важнейших показателей, характеризующих степень развитости агломерации на основании учета плотности связей между населенными пунктами и городом – ядром агломерации.

Более четверти всех респондентов (27%) совершает ежедневные поездки в Астану с разными целями. Доля поездок с частотой 2–3 раза в неделю, что

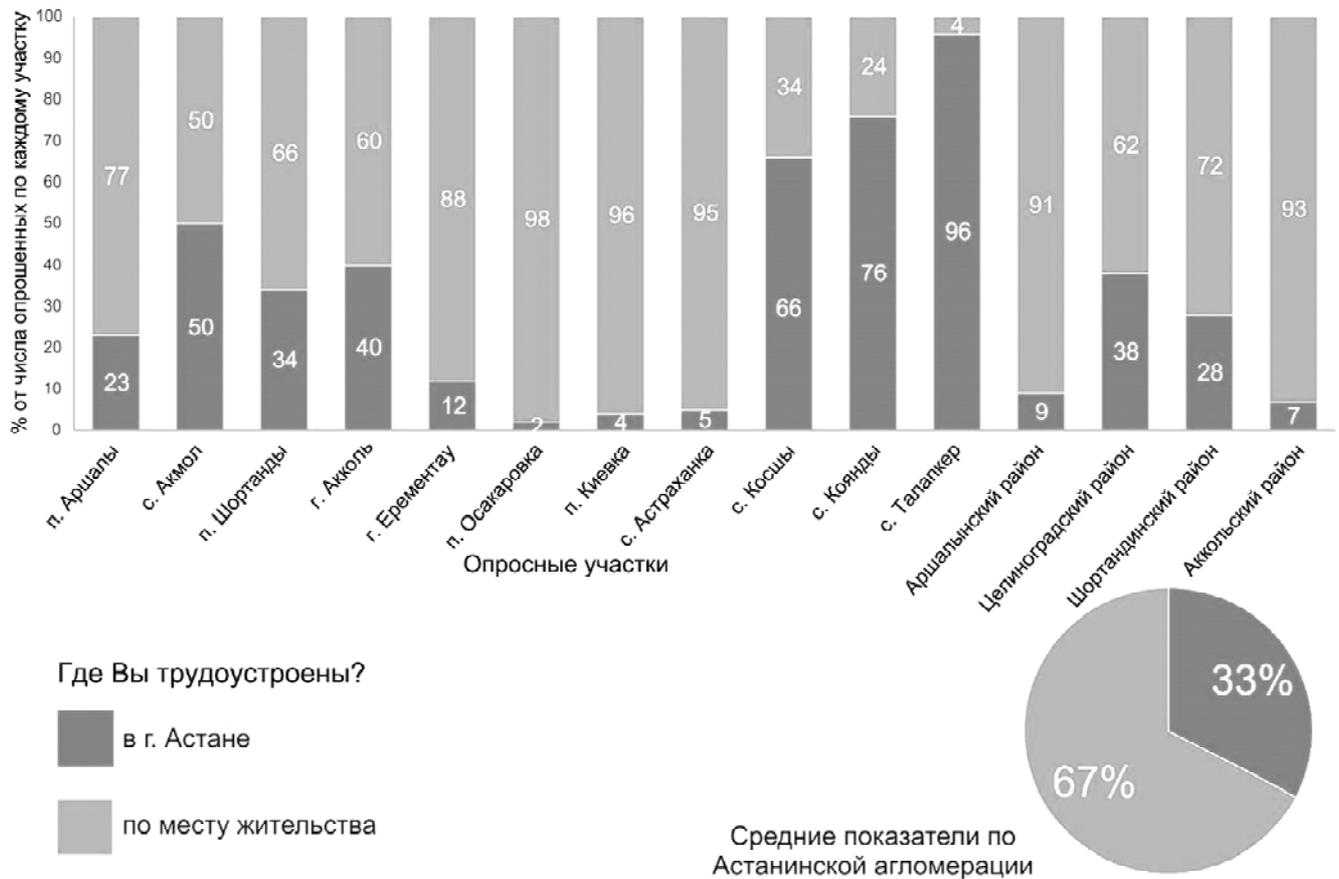


Рис. 2. Места приложения труда респондентов
 Fig. 2. The places of employment of the respondents

⁷ Локализация опросных участков в Астане, населенных пунктах и районах Акмолинской области показана на рис. 3, 5 и 6.

позволяет отнести сюда лиц со сменным графиком работы, составляет 17%. Именно эти две категории опрошенных дают представление об уровне потенциальной вовлеченности населения в компьютерные поездки, который может быть оценен в 44%. Однако анализ ответов на вопрос о цели поездок показывает, что доля респондентов с трудовыми целями составляет лишь 27%, что близко к удельному весу опрошенных с целью проведения досуга (28%), при превалировании поездок за покупками (34%).

В отдельных случаях трудовые поездки совершают до 76% всех респондентов, как, например, жители села Талапкер, расположенного в радиусе получасовой транспортной доступности от столицы, 96% которых не трудоустроены в своем поселке, а ездят на работу в Астану (рис. 2). В целом дифференциация по месту работы (в своем населенном пункте или в Астане), как и показатели частоты и времени поездок, носит центр-периферийный характер с поправкой на уровень обеспеченности рабочими местами в отдельных населенных пунктах.

Делимитация границ и пространственная структура агломерации. Почти 3/4 всех опрошенных тратят на свои поездки в столицу до двух часов, то есть в пределах сохранения агломерационных связей или потенциальных границ водосбора тру-

довых маятниковых миграций. При этом у половины респондентов поездки в Астану занимают до 1,5 часов. Проведенное выделение зон по усредненным затратам времени позволяет представить концентрическую модель территории агломерации с зоной ближних, средних и дальних пригородов (рис. 3). Такая морфология характерна для ранних стадий развития агломерации, когда в пространственной структуре ее пригородной зоны нет сколько-нибудь выраженных подцентров трудового тяготения, которые могли бы рассматриваться как центры локальных агломераций второго порядка или как потенциальные «окраинные города» – самодостаточные субцентры экономической активности, не говоря уже о других элементах постсубурбии [Lang, 2003; Garreau, 1991].

При этом заметны лишь отдельные выплески пояса ближних пригородов на северо-северо-западе в направлении п. Шортанды и г. Акколь, средних пригородов – на западе в направлении с. Астраханка, дальней периферии – на востоке в направлении г. Ерейментау. Эффект сжатия концентрических зон наблюдается только в одном случае – на северо-востоке в направлении с. Коянды, что, как в случае растяжения, связано с особенностями расселения и организацией транспортной сети.

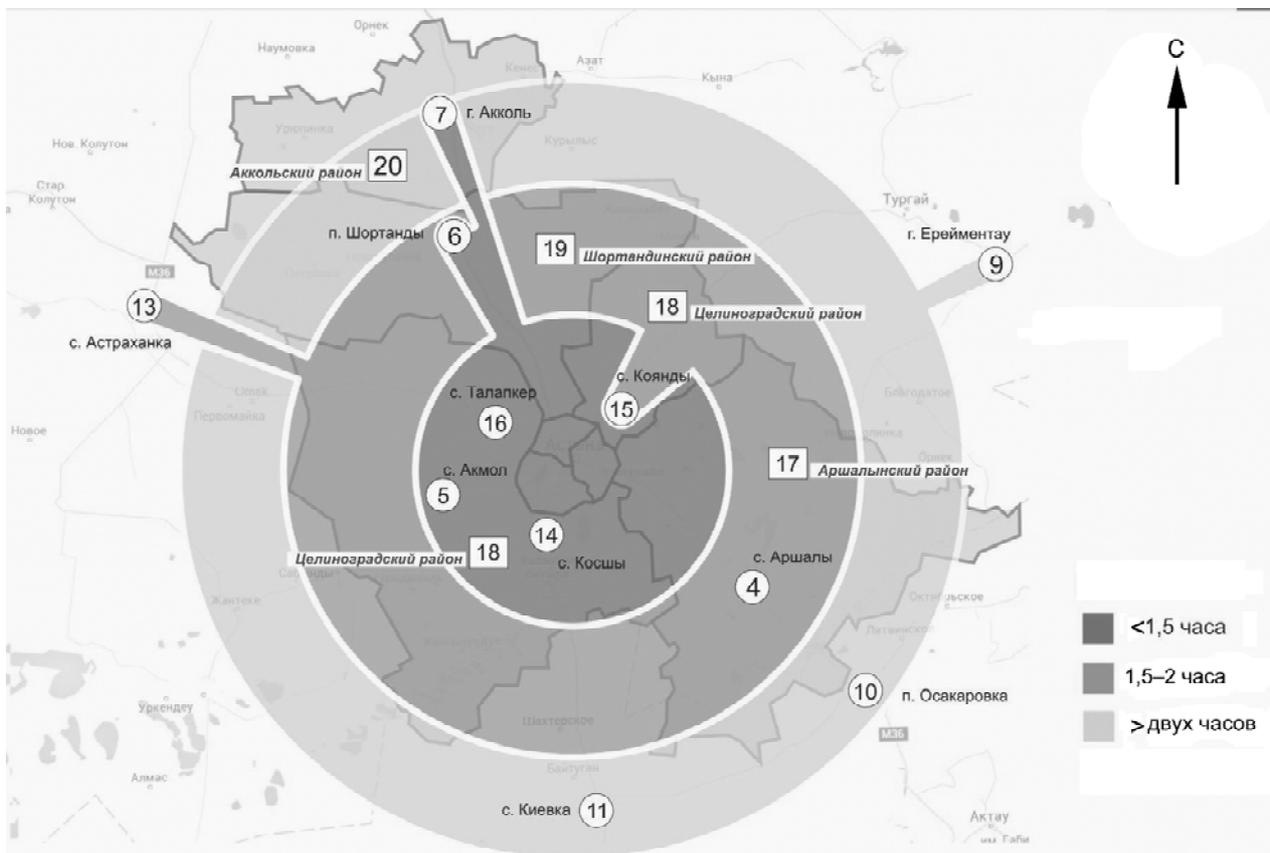


Рис. 3. Усредненные затраты времени на поездки в г. Астану

Fig. 3. The average travel time to Astana

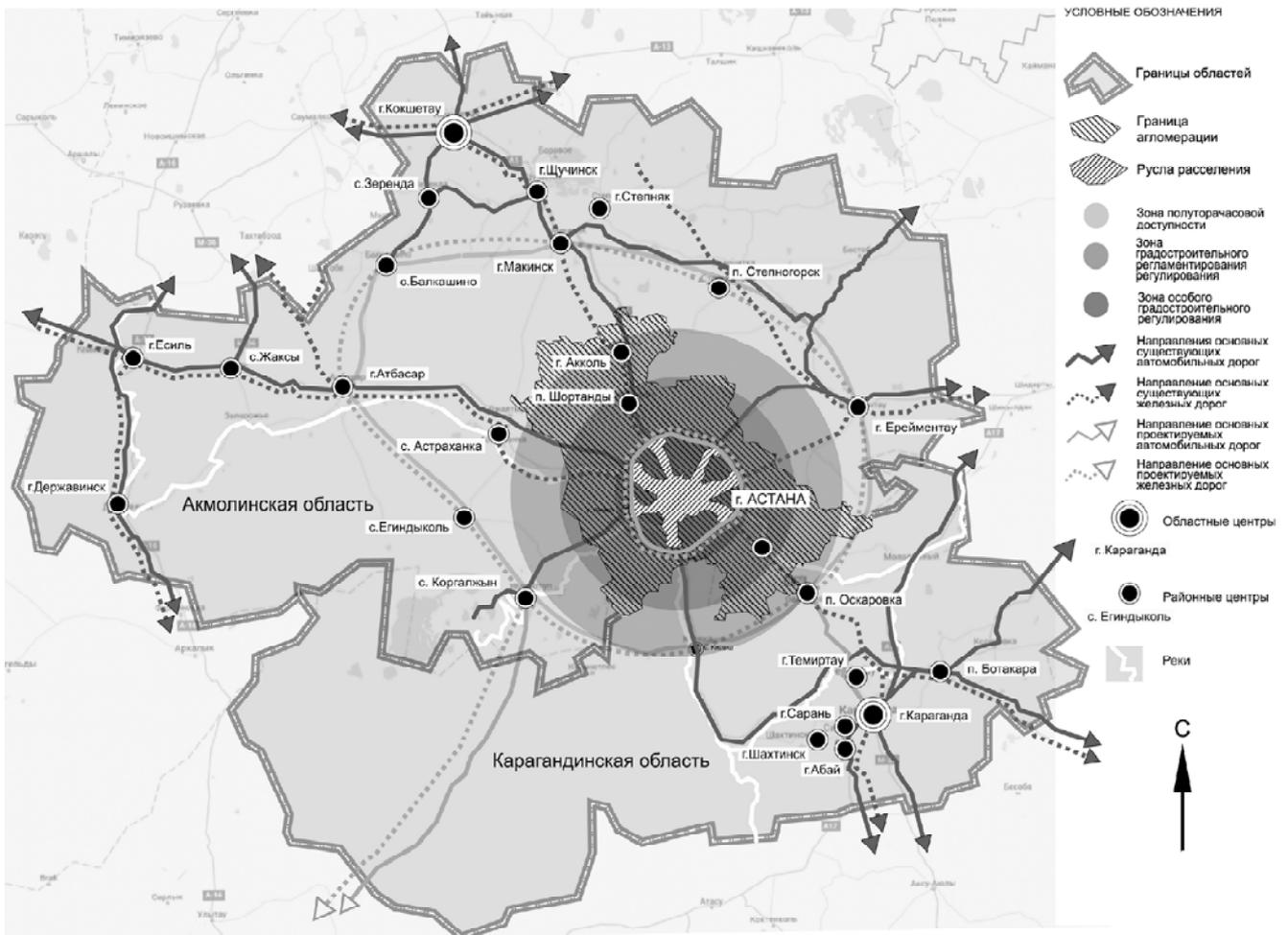


Рис. 4. Вариант установления границ Астанинской агломерации, принятый на основе учета комплекса показателей

Fig. 4. An option of border demarcation for the Astana metropolitan agglomeration, accepted through the consideration of the complex of parameters

На основе этих данных была проведена делимитация границ агломерации и сделан выбор одного из четырех проектных вариантов границ Астанинской агломерации, разработанных ТОО НИПИ «Астанагенплан»⁸ (рис. 4). При таких границах в зону влияния города Астаны входят 127 населенных пунктов трех районов Акмолинской области (Аршальского, Целиноградского и Шортандынского), а также четыре округа Аккольского района.

Общая площадь Астанинской агломерации в выделенных границах составляет 2175 тысяч гектаров с численностью населения свыше миллиона человек, из которых на Астану приходится более 80% всего населения. При этом темпы роста населения ядра превышают аналогичные показатели для пригородной зоны, что приводит к росту удельного веса центра, прежде всего за счет застройки левобережья р. Есиль, которая началась в 2000-е годы. Тем не менее, и в пригородной зоне происходит уве-

личение численности населения и объемов индивидуального жилищного строительства, а наиболее крупные населенные пункты пригородной зоны – это г. Акколь (14 тыс. чел.) и три сельских населенных пункта (Коянды, Акмол и Косшы), людность которых в принципе позволяет их отнести к категории городских поселений.

Рассчитанный коэффициент развитости составил 0,6, что согласно шкале развитости агломераций по П.М. Поляну относит ее к категории развивающейся городской системы [Лаппо, Полян, Селиванова, 2010]. Коэффициент агломеративности намного ниже требуемых 0,1, при этом индекс агломеративности составляет 0,2 (допустимое, хотя и довольно низкое значение)⁹.

Таким образом, несмотря на значительную людность, Астанинская агломерация – молодая городская система, которая только формируется, а ее отнесение наряду с такими развитыми агломерация-

⁸ Основные положения межрегиональной схемы территориального развития Астанинской агломерации. Проектные работы / ТОО Научно-исследовательский проектный институт «Астанагенплан». Астана, 2016.

⁹ Коэффициент развитости рассчитывается как численность городского населения агломерации, умноженная на значение суммы двух произведений: количество городов, умноженное на их долю в городском населении агломерации, и число поселков городского типа, также умноженное на их долю в городском населении агломерации. Для того чтобы агломерация считалась сформировавшейся, коэффициент развитости должен быть не меньше 1,0.

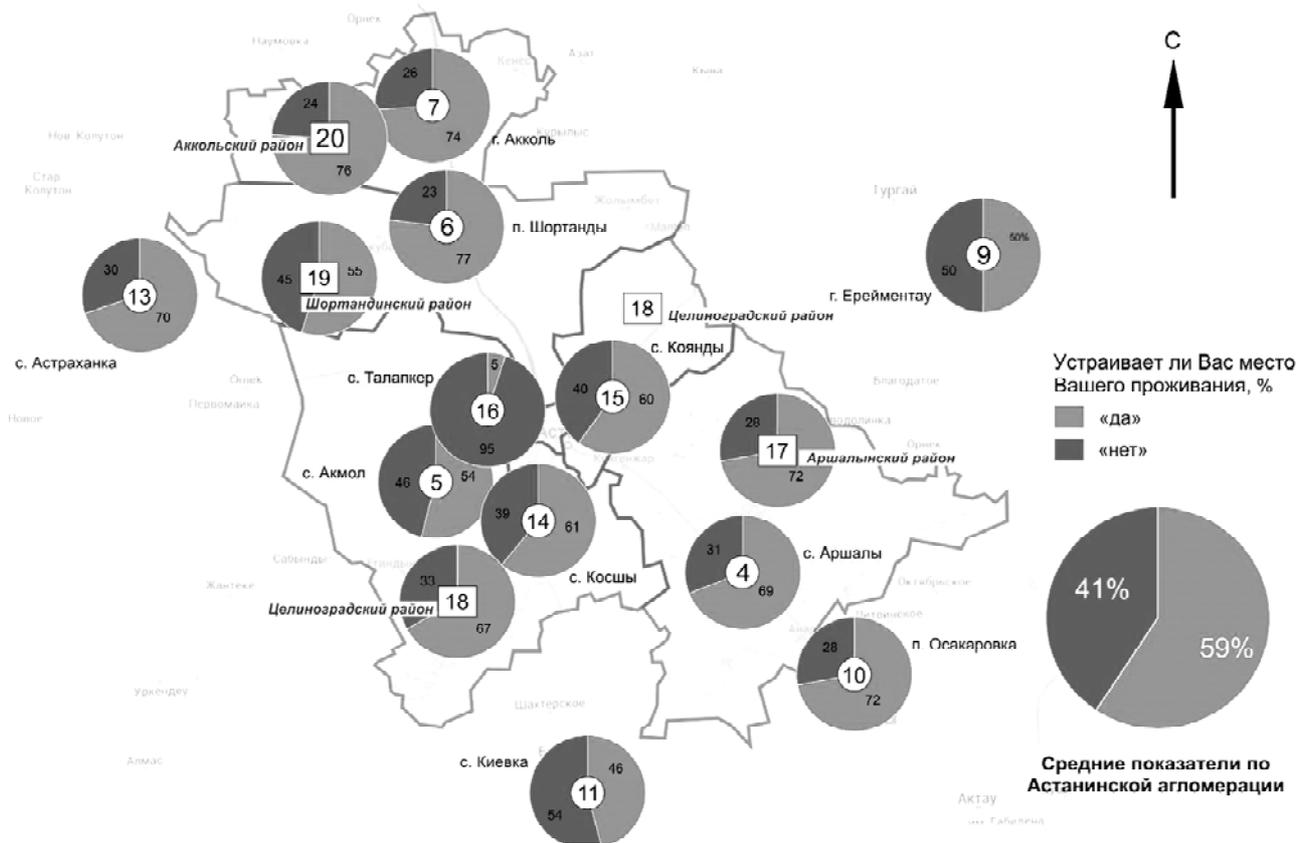


Рис. 5. Удовлетворенность опрошенных районом местожительства

Fig. 5. Pollee's satisfaction with their place of residence

ми юга страны, как Алматинская и Шымкентская к 1 классу – это аванс, данный с учетом потенциала ее развития, что обусловлено статусом официальной столицы.

Социальная оценка территории агломерации. Результаты анкетного опроса также дали возможность провести социальную оценку территории Астанинской агломерации, то есть оценку, данную жителями агломерации, охваченными анкетным опросом, по различным критериям – качеству жилья, культурно-бытового обслуживания, благоустройству территории, экологической ситуации и другим аспектам.

Анализ степени удовлетворенности опрошенных местом проживания показал, что 41% респондентов не удовлетворены условиями жизни в своем населенном пункте, при этом уровень неудовлетворенности варьирует в очень широких пределах: от 23% в п. Шортанды до 95% в с. Талапкер (рис. 5). Расшифровка причин неудовлетворенности районом проживания дала возможность выявить недостатки в организации среды жизнедеятельности в конкретных населенных пунктах и провести социальную оценку их территории по 10-балльной шкале. Самый высокий оценочный балл характеризует наибольшее количество проблемных вопросов, касающихся качества жилья, благоустройства территории, системы культурно-бытового обслуживания, организации досуга и других моментов, в целом сводящихся к

отрицательной характеристике района местожительства респондентами (рис. 6).

При этом различия как в степени удовлетворенности местом проживания, так и в общей социальной оценке между отдельными населенными пунктами в большей мере связаны не с их положением в центре или на периферии агломерации, а с их поселенческим статусом. Наиболее неблагоприятное состояние, связанное, а первую очередь, с низким уровнем обеспеченности рабочими местами и объектами инфраструктуры, в большей степени характерно для сельских населенных пунктов.

Тенденции и модель развития агломерации. Как показывают результаты проведенного анализа и расчеты индексов уровня развитости агломерации, получение статуса столицы хотя и превратило Астану в одну из главных точек роста в стране с людностью почти в миллион человек, но оказалось недостаточно для формирования полноценной пригородной зоны. Можно провести параллель между современной Астаной и Санкт-Петербургом конца XIX в., когда новая российская столица уже стала крупнейшим городом страны с более чем миллионным населением, опередив старую столицу – Москву, но вокруг нее еще не сложилось полноценной пригородной зоны [Лаппо, 2012].

При этом в отличие от Санкт-Петербурга, который дает представление об опыте формирования

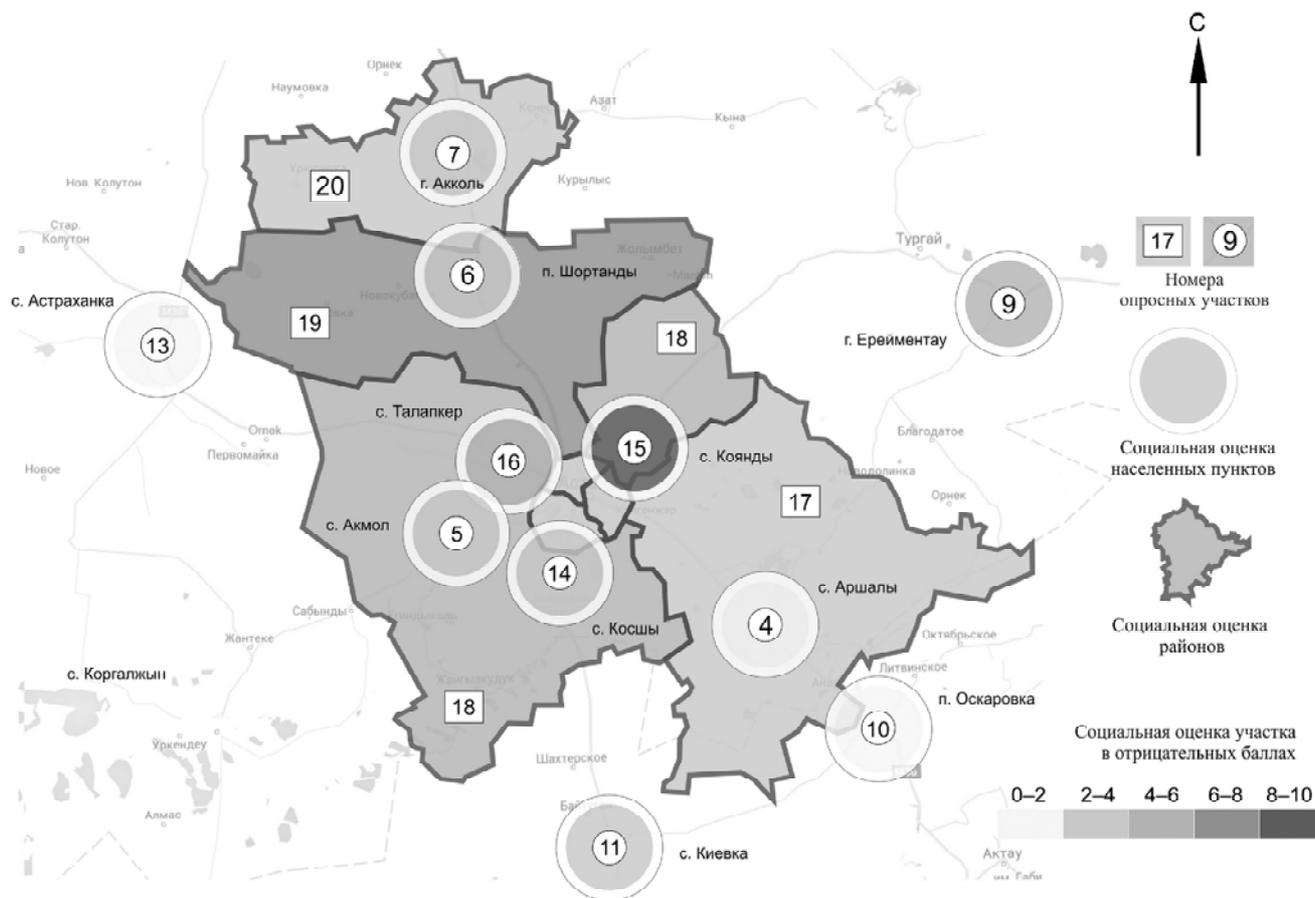


Рис. 6. Социальная оценка территории в границах Астанинской агломерации

Fig. 6. Social estimation of territory within the borders of Astana metropolitan agglomeration

столицы периода индустриального урбанизма, для Астаны важной становится возможность заимствования недостающих ресурсов извне, что характерно для эпохи постиндустриального города [Soja, 2000]. В случае Астаны это было стимулировано ресурсной рентой, что сближает ее как с Москвой и Баку на постсоветском пространстве, так и с городами Ближнего Востока (Абу-Даби, Эр-Рияд, Дубай и др.). При этом модель развития Астаны и ее окружения вызывает аналогию с нефтяными центрами арабских стран не только из-за их стремительного роста благодаря сырьевой ренте, но и из-за природных особенностей, обуславливающих оазисный (очаговый) тип расселения, что осложняет формирование пригородной зоны.

Похож и масштаб самих преобразований, когда значительная часть богатств, подаренных странам Ближнего Востока нефтью, пошла на превращение их столиц в современные постиндустриальные города, построенные по последним градостроительным стандартам, сам облик которых служит витриной достижений и амбиций своих стран. В полной мере

это характерно и для Астаны – столицы динамично развивающегося Казахстана, вертикальный силуэт которой определяют знаковые объекты, построенные по проекту Нормана Фостера: Дворец мира и согласия («Пирамида»), символ города – башня «Байтерек», торгово-развлекательный центр «Хан-Шатыр», строящийся жилой комплекс «Абу-Даби Плаза».

Еще одно отличие Казахстана от большинства постсоветских стран, включая Россию, – это не только принятие программ по стимулированию развития городских агломераций, как основных точек роста, но и детализации этих планов на уровне отдельных агломераций, а также следование принятым градостроительным решениям и регламентам. В отличие от Москвы, где проведенный в 2012 г. международный конкурс по развитию Московской агломерации не был продолжен в соответствующей схеме территориальной планирования, в Астане и ее агломерации есть весь комплекс взаимосвязанных градостроительных документов¹⁰. Однако пока ресурсов времени и денег хватило только на Астану, но оказалось недостаточно для формирования полноцен-

¹⁰ В 2001 г. был принят генеральный план, разработанный японским архитектором К. Курокава, победителем ранее проведенного международного конкурса. ЭКСПО-2017 стало не только еще одним импульсом, который ускорит развитие города и его окружения, но и причиной корректировки генплана города, разработки «Комплексного плана социально-экономического развития населенных пунктов, прилегающих к Астане, на 2011–2014 годы» (2010 г.), а также межрегиональной схемы территориального развития Астанинской агломерации (2016 г.).

ной агломерации, хотя проводимая политика ускорила эволюционный путь ее развития.

Выводы:

– социологические исследования, проведенные в Астане и ее окружении, показали, что в пределах 1,5–2-часовой транспортной доступности города наблюдается высокая плотность связей населенных пунктов пригородной зоны с ядром, с традиционным для моноцентрических агломераций центр-периферийным градиентом, что дает основание включить эти поселения в границы Астанинской агломерации;

– концентрическая модель Астанинской агломерации с зоной ближних, средних и дальних пригородов зон, построенная по усредненным затратам времени в пути, без выраженных подцентров трудового тяготения характерна для начальных стадий развития агломераций, что подтверждают рассчитанные коэффициенты развитости и агломеративности, а также концентрация основной части населения в ядре агломерации;

– социальная оценка территории Астанинской агломерации, выполненная по результатам анкети-

рования, выявила проблемы качества среды жизнедеятельности населения, прежде всего недостаток мест приложения труда и слабость обслуживающей население инфраструктуры; при этом различия между отдельными населенными пунктами связаны не столько с центр-периферийными различиями, сколько с их статусом городского или сельского поселения;

– модель развития Астаны и ее окружения близка к модели развития центров нефтяных стран Ближнего Востока не только из-за их стремительного роста благодаря сырьевой ренте, но и из-за природных особенностей, обуславливающих очаговый тип расселения, что осложняет формирование пригородной зоны;

– опыт Астаны показал, что административный путь «строительства» агломерации может только ускорить эволюционный путь ее развития: несмотря на проводимую политику, ресурсов времени и денег хватило только на Астану, построенную по лучшим градостроительным лекалам, но оказалось недостаточно для формирования полноценной агломерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акимжанов Х.Р., Сафронов С.Г.* Социально-экономическая трансформация территориальной структуры Карагандинской агломерации // Регион. исследования. 2014. № 2. С. 86–96.
- Афонцев С., Зубаревич Н.* Пространственное развитие как механизм модернизации Республики Казахстан // Вопросы экономики. 2012. № 5. С. 53–58.
- Гали Д.А.* Развитие системы городских поселений и процессов расселения населения в Казахстане в 1950–1999 гг. (урбанизационный аспект) // Вестник НГУЭУ. 2011. № 2. С. 90–101.
- Голубчиков О.Ю., Бадьяна О.В.* Макрорегиональные тенденции развития городов бывшего СССР // Регион. исследования. 2016. № 2. С. 31–42.
- Жумасултанов Т.* Расселение населения по городской и сельской местностям // Экономика и статистика. 2011. № 3. С. 4–11.
- Зубаревич Н.В., Сафронов С.Г.* Региональное неравенство в крупных постсоветских странах // Известия РАН. Сер. геогр. 2011. № 1. С. 17–30.
- Как будет развиваться Алмагинская агломерация. Интернет-сайт «zakon.kz». URL: <http://www.zakon.kz/4798135-kak-budet-razvivatsja-almatinskaja.html> (дата обращения: 18.06.2016).
- Кириллов П.Л., Махрова А.Г.* Сценарии демографического развития агломераций Казахстана // Вопросы истории и археологии Западного Казахстана. 2011. № 2. С. 10–21.
- Ланно Г.М., Полян П.М., Селиванова Т.Т.* Городские агломерации России // Демоскоп Weekly. 2010. № 407–408. URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2010/0407/tema01.php> (дата обращения: 28.12.2016).
- Ланно Г.М.* Города России. Взгляд географа. М.: Новый хронограф, 2012.
- Махрова А.Г., Кириллов П.Л.* «Жилищная проекция» современной российской урбанизации // Регион. 2014. № 4. С. 134–144.
- Нефедова Т.Г., Слепухина И.Л., Браде И.* Миграционная привлекательность городов на постсоветском пространстве на примере России, Украины и Беларуси // Изв. РАН. Сер. геогр. 2016. № 2. С. 27–38.
- Об изменении численности населения города Астаны за январь–апрель 2016 года. Экспресс-информация № 22–5–4 от 7 июня 2016 г. Казахстан Республикасы Улттық экономика министрлігінің. Статистика комитеті. Астана Қаласының Статистика департаменті.
- Сагынбаева А.* Миграция населения Республики Казахстан // Экономика и статистика. 2011. № 3. С. 12–15.
- Garreau J.* Edge City: Life on the New Frontier. New York: Doubleday, 1991.
- Golubchikov O., Badyina A., Makhrova A.* The Hybrid Spatialities of Transition: Capitalism, Legacy and Uneven Urban Economic Restructuring // Urban Studies. 2014. V. 51. № 4. P. 617–633.
- Karachurina L., Mkrtychyan N.* Population change in the regional centres and internal periphery of the regions in Russia, Ukraine and Belarus over the period of 1990–2000s // Bull. of Geography. Socioeconomic Series. 2015. № 28. Torun: Nicolaus Copernicus University. P. 91–111.
- Lang R.E.* Edgeless Cities: Exploring the Elusive Metropolis. Brookings Institution Press, Washington, D.C., 2003.
- Soja E.* Postmetropolis: Critical Studies of Cities and Regions. Malden, MA: Wiley-Blackwell. 2000.

Поступила в редакцию 14.03.2017
Принята к публикации 31.03.2017

A.Zh. Abilov¹, G.K. Kusainova², A.G. Makhrova³

**SOCIOLOGICAL STUDIES FOR THE ANALYSIS OF FORMATION
OF THE METROPOLITAN AGGLOMERATIONS IN KAZAKHSTAN
(CASE STUDY OF THE ASTANA CITY)**

The experience of using the results of sociological studies for the analysis of the Astana agglomeration development is discussed. Basing on the results of questioning the inhabitants of the Astana city and other settlements located in its zone of influence, possible application of a social evaluation technique for the territory of forming agglomeration is described, as well as the tools used for collection and application of information necessary for identifying the agglomeration borders. Commuter migration of population is analyzed in terms of the purposes, directions and intensity of respondents' travelling between the Astana city and settlements around it, which indicates the density of various relationships within the agglomeration and, thus, provides an objective basis for decision making.

Key words: sociological studies, metropolitan agglomeration, social estimation of a territory.

REFERENCES

- Afontsev S., Zubarevich N.* Prostranstvennoe razvitie kak mehanizm modernizacii Respubliki Kazahstan [The Spatial development as a mechanism of modernization of the Republic of Kazakhstan] // *The Economy Issues*. 2012. № 5. P. 53–58 (in Russian).
- Akimzhanov H.R., Safronov S.G.* Social'no-ekonomicheskaya transformaciya territorial'noi struktury Karagandinskoj aglomeracii [Social-economic transformation of territorial structure of Karaganda metropolitan agglomeration] // *The Regional Studies*. 2014. № 2. P. 86–96 (in Russian).
- Gali D.A.* Razvitie sistemy gorodskih poselenij i processov rasseleniya naseleniya v Kazahstane v 1959–1999 godah (urbanizacii aspekt) [The development of the system of urban settlements and population resettlement in Kazakhstan in 1959–1999 (urbanization aspect)] // *Vestnik NGUEU*. 2011. № 2. P. 90–101 (in Russian).
- Garreau J.* *Edge City: Life on the New Frontier*. New York: Doubleday, 1991.
- Golubchikov O., Badyina A., Makhrova A.* The Hybrid Spatialities of Transition: Capitalism, Legacy and Uneven Urban Economic Restructuring // *Urban Studies*. 2014. V. 51. № 4. P. 617–633.
- Golubchikov O.Yu., Badyina O.V.* Makroregional'nye tendencii razvitiya gorodov byvshego SSSR [Macroregional tendencies of development of the former USSR cities] // *Regional'nye issledovaniya*. 2016. № 2. P. 31–42 (in Russian).
- Kak budet razvivat'sya Almatinskaya aglomeraciya?* [How will the Almaty agglomeration develop?]. Internet-site «zakon.kz». URL: <http://www.zakon.kz/4798135-kak-budet-razvivatsja-almatinskaja.html> (Accessed 18.16.2016) (in Russian).
- Karachurina L., Mkrtychyan N.* Population change in the regional centers and internal periphery of the regions in Russia, Ukraine and Belarus over the period of 1990–2000 s // *Bull. of Geography. Socioeconomic Series*. 2015. № 28, Torun: Nicolaus Copernicus University. P. 91–111.
- Kirillov P.L., Makhrova A.G.* Scenarii demograficheskogo razvitiya aglomeracii aglomeracij Kazahstana [Scenarios for demographic development of metropolitan agglomerations in Kazakhstan] // *Issues of history and archeology of the West Kazakhstan*. 2011. № 2. P. 10–21 (in Russian).
- Lang R.E.* *Edgeless Cities: Exploring the Elusive Metropolis*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 2003.
- Lappo G.M.* Goroda Rossii. Vzgliad geografa [Cities of Russia. Geographer's view]. M.: The new chronograph, 2012.
- Lappo G.M., Polian P.M., Selivanova T.I.* Gorodskie aglomeracii Rossii [The metropolitan agglomerations in Russia] // *Demoscope Weekly*. 2010. No 407–408. URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2010/0407/tema01.php> (Accessed 28.12.2016) (in Russian).
- Makhrova A.G., Kirillov P.L.* «Zhilishnaya proekciya» sovremennoi rossijskoj urbanizacii. [‘Housing projection’ of a modern Russian urbanization] // *Regional'nye issledovaniya*. 2014. № 4. P. 134–144 (in Russian).
- Nefedova T.G., Slepuhina I.L., Brade I.* Migracionnaya privilekatel'nost' gorodov na postsovetском prostranstve na primere Rossii, Ukrainy i Belarusi [Migratory attractiveness of the former Soviet Union cities – case studies of Russia, Ukraine and Belarus] // *Izv. RAN. Ser. geogr.* 2016. № 2. P. 27–38 (in Russian).
- Ob izmenenii chislennosti naseleniya goroda Astany za yanvar'–aprel' 2016 goda [About the change in population numbers of Astana city for January–April 2016]. The Express-information. No 22–5–4, 7 June 7, 2016. The Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan, Statistic Committee, Department of Astana city (in Russian).
- Sagynbaeva A.* Migraciya naseleniya Respubliki Kazahstan [Population migration of the Republic of Kazakhstan] // *Ekonomika i statistika*. 2011. № 3. P. 12–15 (in Russian).
- Soja E.* *Postmetropolis: Critical Studies of Cities and Regions*. Malden, MA: Wiley-Blackwell. 2000.
- Zhumasultanov T.* Rasselenie naseleniya po gorodskoi i sel'skoi mestnostyam [Resettlement of the population over urban and rural areas] // *Ekonomika i statistika*. 2011. № 3. P. 4–11 (in Russian).
- Zubarevich N. V., Safronov S.G.* Regional'noe neravenstvo v krupnyh postsovetских stranah [The Regional inequality in the large post-Soviet countries] // *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. The Geographical Series*. 2011. № 1. P. 17–30 (in Russian).

Received 14.03.2017

Accepted 31.03.2017

¹ K.I. Satpaev Kazakh National Research Technical University, T.K. Basenov Institute of Architecture and Construction, Department of Architecture, Professor, Doctor of Architecture; *e-mail:* aabilov1@mail.ru

² LTD «Research Design Institute «AstanaGenplan», Chief Economist; *e-mail:* kusainova@astanagenplan.kz

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Social-Economic Geography of Russia, Leading Scientific Researcher, PhD. in Geography; *e-mail:* almah@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 910.3:378.1(73)

Р.А. Дохов¹**ВЫСШЕЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В США: ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА**

Рассмотрены история и современное состояние высшего географического образования в США, его внутренние территориальная и организационная структуры и место в мировой образовательной системе. Кратко охарактеризованы основные этапы институциональной истории географии в американских университетах, показаны основные факторы, повлиявшие на нынешний ренессанс популярности географического образования. Проанализирован отраслевой состав географических образовательных программ во всех университетах США, показано доминирование общественно-географических дисциплин. Отмечены особенности размещения разных ступеней географического образования, выделены ведущие центры географического образования.

Ключевые слова: высшее географическое образование, образование в США, американские университеты, география образования, география сферы услуг.

Введение. Система профессиональной подготовки географов в Соединенных Штатах может быть признана самой выдающейся в мире. По масштабу – около 100 географических факультетов, более 400 географических образовательных программ, тысячи студентов. По качеству: каждый пятый университет в рейтинге QS американский; пожалуй, только британские географические факультеты стоят чуть выше [Алексеева, Климанова, Наумов, 2015]. Система высшего географического образования в США переживала мощные взлеты и резкие падения. Зародившись еще в начале XX века, географическое образование пережило период упадка в 1960–1980-е годы, но к началу нового века на волне геоинформационной революции и «пространственного поворота» вновь заняло передовые позиции, так что Министерство труда США включило геотехнологии в список трех наиболее перспективных отраслей трудоустройства. В настоящей статье дана характеристика американского географического образования, его внутренней организационной и пространственной структуры.

Постановка проблемы. Цель работы – определить современную организационную структуру географического образования в США, выявить пространственные особенности его структуры и размещения ведущих центров, объяснить сложившуюся картину исходя из особенностей возникновения и развития системы географического образования в стране.

Материалы и методы исследования. Основным источником данных о современном состоянии послужили публикации Ассоциации американских географов (AAG). Использовались материалы меж-

дународных и американских рейтингов университетов, а также широкий корпус литературных источников. В работе применены исторический, описательный, картографический и сравнительно-географический методы.

Результаты исследований и их обсуждение. *Генезис и развитие высшего географического образования в США.* География оформилась как университетский предмет с самостоятельным институциональным положением в высших учебных заведениях США на заре XX века, когда складывалась современная структура научных дисциплин [Джеймс и Мартин, 1988]. В течение первой половины XX века позиции географии в американских колледжах и университетах постоянно усиливались: так исследователи [Brubacher, Rudy, 1968] отмечают, что в период с 1900 по 1948 гг. количество студентов, изучавших географию в колледжах, выросло в 10 раз, в то время как общее количество обучавшихся в колледжах студентов – лишь в 2 раза. Престиж географического образования также сильно вырос в годы Второй мировой войны, когда множество географов работало в аналитических подразделениях военных структур США, а интерес к зарубежному миру в стране многократно усилился.

Однако вместе с таким впечатляющим количественным ростом, исследователи [Dunbar, 1996] отмечают институциональную слабость географии, которая к середине 1970-х годов утратила самостоятельные профильные подразделения почти во всех ведущих исследовательских университетах страны². Начало этому ослаблению было положено в 1948 г., когда ведущий университет США –

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, аспирант; e-mail: arcarnar@yandex.ru

² Обычно индикатором такого высокого статуса является членство в Ассоциации американских университетов (англ. Association of American Universities, AAU). Ныне в ней состоит 64 университета.

Гарвардский – задал новую тенденцию, объявив о закрытии географического факультета [Smith, 1987].

Причины сокращения числа географических факультетов были таковы:

1. Изоляционистские настроения, охватившие Америку в начале XX века [Murphy, 2007].

2. Возникновение идеи глобализации, основанной на том, что распространение американского капитализма способно нивелировать политико-экономические различия между странами и регионами мира, а значит, самые различия не стоят отдельно от изучения [Smith, 2003].

3. Растущий престиж социальных наук, рассматривавших различия, проистекавшие из свойств мест, как незначимый «шум» в своих моделях.

4. Прогрессировавшее размежевание естественных и общественных наук в американских университетах, не оставлявшее места предмету, основанному на синтезе этих направлений.

5. Маргинализация географии в средней и старшей школе, ставшая следствием внедрения историкоцентричных концепций преподавания [Schulten, 2001].

6. Распространенное убеждение в идиографическом, а не научном (номотетическом) характере географических исследований.

Последняя причина говорит о том, что само географическое сообщество не предпринимало достаточных усилий к тому, чтобы уберечь свою науку от маргинализации. Доминирование в географическом сообществе взглядов, основывавшихся на вульгарном географическом детерминизме и энциклопедичности знания, позволило президенту Гарвардского университета Джеймсу Конату на исходе 1940-х годов объявить географию неуниверситетской дисциплиной [Smith, 1987].

Отметим, что к тому моменту география представляла собой нечто гораздо большее, нежели представлялось Конату (революционные идеи Карла Заруэра, опубликованные им в 1940-х годах, моделирование климатических изменений, подходы к осмыслению причин и последствий пространственной структуры земной поверхности и т. д.) [National Research Council, 1997]. Парадоксальным образом престиж географического образования и его место в организационной структуре университетов оказались под ударом в тот самый момент, когда потребность послевоенного общества в географических знаниях нарастала.

Несмотря на слабость позиций географии в университетах США в середине XX века и начавшийся институциональный крах в ведущих учебных заведениях страны, охват студентов географическим образованием продолжил расти в 1960-х на волне растущего количества студентов поколения послевоенного беби-бума, так по данным министерства образования США в период с 1960 по 1970 годы их общее количество увеличилось с 336,5 тыс. до 763 тыс., то есть практически в 2 раза [Hill, La Prairie, 1989], открывались факультеты в университетах, прежде не имевших географических программ.

Этот тренд не только был связан с общими процессами расширения охвата населения США высшим образованием, но и, по распространному мнению, свидетельствовал об укреплении географии как таковой благодаря количественной революции [Marcus, 1979].

Райт и Натали [Wright, Natalie, 2008] отмечают невысокое «качество» зафиксированного в 1960-е роста: большая часть новых географических факультетов открывалась в больших публичных колледжах и университетах, в то время как «тень захлопнувшихся дверей» географического факультета Гарварда продолжала лежать пятном на дисциплине, препятствуя ее институционализации в небольших публичных и частных университетах и колледжах, составлявших лучшую часть американского образования. Ситуацию усугубил «эффект домино» – закрытие географических факультетов вслед за Гарвардом в трех других ведущих университетах страны: Пенсильванском (1963), Стэнфордском (1964) и Йельском (1967).

Американскую университетскую географию накануне этих событий застал Ю.Г. Саушкин во время своей поездки по университетам Северо-Запада США, результатом которой стала серия описаний географических факультетов страны [Саушкин, 1961, 1962]. Автор обращает особое внимание на малочисленность преподавательского состава факультетов ведущих университетов, их приверженность устаревшим хронологическим концепциям и отторжение зарождавшейся волны применения количественных методов. Ю.Г. Саушкин особо отмечал роль, отводимую изучению географии СССР в американских университетах: «В университетах США созданы «русские программы», идет достаточно серьезное изучение географии СССР. Наше же американоведение значительно слабее. Необходимо создать в Московском и Ленинградском университетах кабинеты, а затем и кафедры по географии США, хорошо оборудовать их американскими книгами, атласами, картами, развернуть семинары аспирантов, специализирующихся по географии США. Мы должны знать США не хуже, чем американские географы – СССР, а для этого надо сделать немало» [Саушкин, 1962]. Спустя 50 лет остается констатировать, что актуальность этого призыва не уменьшилась.

На неспособность американской университетской географии удержать позиции, завоеванные в годы беби-бума, повлиял и экономический кризис, поразивший экономику страны в 1970-х. Стесненные обстоятельствами, университеты закрывали географические программы (Финк [Fink, 1979] указал на закрытие 32 географических подразделений с 1970 по 1976 годы). Практически все новые программы в 1970-х открывались на Юге и Западе США, следуя, тем самым, за миграционными сдвигами населения. Ситуация продолжила ухудшаться в 1980-х, когда были закрыты такие ранее престижные географические факультеты, как в Мичиганском (1982), Колумбийском (1986), Северо-Западном (1986) и Чикагском (1987) университетах. Это ста-

ло нижней точкой пике американской университетской географии. Следующие 25 лет были временем постепенного возрождения интереса к предмету.

Эксперты [Murphy, 2007] указывают на следующие внутренние изменения в методах работы американских университетских географических подразделений, повлекшие за собой положительные сдвиги: усиленное внимание к бакалавриату, развитие институтов кураторства и помощи студентам, тесное сотрудничество с администрацией университетов, создание и продвижение веб-сайтов, активная работа факультетов в университетских кампусах и сотрудничество с другими подразделениями университетов в смежных областях. Многие указывают на положительную роль активизировавшейся после коллапса середины 1980-х Ассоциации американских географов³ в налаживании межуниверситетской коммуникации.

Итак, выделим основные факторы, повлиявшие на ренессанс географии в американских университетах в 1990-е годы:

1. Растущая интеграция географии и других наук, признание и востребованность географических знаний и методов науками-смежниками.

2. Растущий интерес к ГИС-технологиям и геоинформатике.

3. Увеличивающийся спрос на пространственную аналитику на рынке труда.

4. Внедрение аналитических и номотетических подходов к географии в старшей и средней школе, что увеличило заинтересованность учащихся предметом.

5. Изменения в политике внутри факультетов, направленные на более тесную работу со студентами, ориентацию на их запросы к образованию.

6. Востребованность географов в современном общественном дискурсе, растущая экспертная роль географического сообщества.

При всех обозначенных позитивных тенденциях последних 25 лет, необходимо помнить, что американская география начала восстанавливаться после очень сильного упадка, а значит, имеет место эффект низкой базы. Так, оценивая появление географических подразделений в университетах – само по себе положительное событие – нужно понимать, что профильные факультеты других отраслей знания давно завоевали себе устойчивое место под солнцем, в то время как позиции географии остаются не слишком устойчивыми [Downs, 1994].

Общая характеристика высшего образования в США. Академическое сообщество уделяет большое внимание преподаванию географии в системе довузовского образования, так называемого K-12⁴. Так, начиная с середины 1980-х годов Ас-

социация американских географов и Национальное географическое общество выпускают серию методических материалов для учителей географии (англ. Guidelines for geography education), с помощью которых осуществляется коммуникация с базовым образованием и корректировка преподаваемого в школах материала в соответствии с развивающимися представлениями «большой науки». Проводятся регулярные региональные летние школы-семинары для учителей с приглашением экспертов из высших учебных заведений. Университеты издают серии наглядных материалов и пособий для K-12, регулярно актуализируя их [Bednarz, 2002].

Учреждения высшего образования представлены колледжами, университетами и институтами, которых всего в стране насчитывается порядка 4,5 тысяч. В отличие от большинства стран мира ни одно американское высшее учебное заведение не финансируется федеральным правительством.

Высшие учебные заведения в США делятся на публичные⁵ и частные. Ни частным, ни публичным университетам не требуется каких-либо специальных аккредитаций или иных разрешений на ведение образовательной деятельности. Географическое образование в стране представлено преимущественно в публичных университетах, хотя есть и специализированные департаменты в частных. Все высшее образование в США платное, но существует развитая система стипендий для особо отличившихся студентов, а также для нуждающихся. Плата за обучение в частных университетах существенно выше, нежели в публичных. Развита система образовательных кредитов с отсрочкой погашения на срок обучения.

Детализированная характеристика ступеней высшего образования в США дана специализированной в главе недавней монографии, посвященной состоянию географического образования в разных странах мира [Дохов, Наумов, Смирнягин, 2016].

Кейс: география в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе. Разберем типичную структуру подготовки американских географов на примере бакалаврской и магистерской программ географического образования (2015–2016 учебный год) Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (UCLA) – одного из ведущих в стране и входящего в топ-10 географических факультетов мира по версии QS. Стоимость обучения в бакалавриате составляет ок. \$31,5 тыс. (для жителей Калифорнии \$16,3 тыс.), то есть примерно 1,8 млн руб. в год.

Поступив в университет, студент имеет возможность посещать курсы, читаемые на любом факультете. Списка обязательных курсов (англ. curriculum) нет вообще, за исключением двухтриместрового

³ The Association of American Geographers (AAG), с 2016 г. переименована в American Association of Geographers, – некоммерческая научная и образовательная организация профессиональных географов, созданная в США в 1904 г.

⁴ K-12 – образовательный стандарт в США, включающий начальное и среднее образование.

⁵ Финансируются из бюджета штата, в котором находятся, и входят в систему университетов штата, что маркируется наличием в названии университета слова «state» (в русскоязычной традиции принято переводить «Пенсильванский университет» применительно к частным университетам, а для публичных университетов использовать вариант «Университет штата Пенсильвания»).

курса письма (общего и академического), однако от студентов требуется прослушать некоторое количество курсов из всех областей знания для обеспечения широты мышления [UCLA Campuswide ...]. Так, студенты, желающие специализироваться в области фундаментальных и гуманитарных наук, должны освоить три курса из области основ гуманитарных наук (причем из разных разделов: культурологии, философии и визуального искусства) общей «стоимостью» не менее 15 кредитов, не менее трех курсов из области социальных наук (не менее 15 кредитов) и не менее 4 курсов из области фундаментальных наук (по два из наук о жизни и физических дисциплин), общей стоимостью не менее 18 кредитов. Итого, сформулированный таким образом общий базис не может быть меньше 10 курсов стоимостью 48 кредитов.

Географический департамент предлагает студентам-бакалаврам 2 программы основной специализации («мейджор», англ. major) – по географии и смешанную программу «География/Науки об окружающей среде» – а также 3 программы дополнительной специализации («майно́р», англ. minor), к указанным добавляется специализация в сфере ГИС. Объявить мейджор, то есть начать специализацию, необходимо не позже третьего курса, но можно и раньше. Для этого до момента выбора необходимо пройти несколько обязательных курсов, для географического мейджора это 3 курса общей стоимостью 15 кредитов: физическая география или биогеография, культурная география или глобалистика или региональная география мира и статистика. При желании студент может объявить более одного мейджора или мейджор и несколько майно́ров.

После объявления специализации необходимо [UCLA Geography Major ..., 2015–2016] сдать на оценку не ниже проходного балла не менее 11 географических курсов общей стоимостью не менее 44 кредитов, причем выбирать можно любые курсы из приблизительно 50 предлагаемых бакалаврам. Для выбора некоторых курсов требуется предварительное освоение подстилающего курса на оценку не ниже проходной. Обычно, студенты выбирают существенно больше необходимого минимума, чтобы подстраховаться от риска не сдать экзамен на необходимый балл (в таком случае курс не засчитывается). Среди бакалаврских курсов преобладают общественно-географические дисциплины (от «Экономической географии» до «Городов Европы» и «Агломерации Лос-Анджелеса»), среди физико-географических дисциплин сильно преобладает биогеография. За время обучения студент должен пройти не менее одного курса самостоятельной исследовательской работы и защитить его результат. Набор курсов меняется каждый год в зависимости от предложения преподавателей и популярности курса среди студентов. Непопулярные курсы снимаются из расписания.

Обучение в магистратуре подразумевает начало узкой специализации [Department of Geography Graduate ..., 2016–2017]. Для поступления требуются,

помимо сдачи общего экзамена, письменные рекомендации и пример выполненного исследования. В ходе обучения в магистратуре студент должен освоить не менее девяти курсов, в том числе обязательные общегеографические лекционный и семинарский курсы, а также не менее одного методического (количественные или качественные методы исследований). Из остальных не менее пяти курсов должны быть повышенной сложности. Очень большое внимание уделяется самостоятельной работе над исследованием под руководством наставника, именно исследовательской работе посвящается большая часть времени в магистратуре. После прохождения минимального набора курсов студент имеет право в начале любого семестра подать заявку на статус кандидата. Получение такого статуса означает, что студент берет обязательство закончить все необходимые для получения степени курсы и представить выпускную работу в течение года. Обычно к началу четвертого семестра студент представляет комиссии по допуску тезисы планируемой работы, объемом около 10 страниц. Просрочка срока негативно влияет на последующую возможность быть зачисленным в аспирантуру. В случае утверждения предлагаемых тезисов студент начинает писать саму работу (около 20 тыс. слов). В конце каждого семестра имеются «дедлайны», к которым студент должен добавить в электронную систему материалы в соответствии с разработанным ранее в тезисах планом. Работа защищается перед комиссией из 7–10 человек, в том числе не менее трех профессоров факультета и трех профессоров из других кампусов Калифорнийского университета.

Меняющаяся идентичность географов. В разгар кризиса американской университетской географии 1980-х годов Дейвсон и Эбден [Dawson, Hebden, 1984] сформулировали важнейший тезис: «публичное лицо географии является важнейшим фактором ее выживания в долгосрочной перспективе». Они также отмечали, что образ географии весьма слаб в глазах широких масс. Через 20 лет де Блিজ [De Blij, 2005] констатировал, что за пределами географического сообщества существует массовое непонимание того, что такое география, и чем занимаются географы. Последствия этой ситуации плачевны для привлечения талантливых студентов, финансирования и административной поддержки географов в университетах.

На протяжении 2010-х годов наблюдается резкий рост количества изменений названий географических подразделений американских университетов. Если в 1980-х переименовывались всего 2 факультета, в 1990 и 2000-х – по десять, то за первую пятилетку 2010-х – 20 [Frazier, Wikle, 2016]. Чаще всего к названию, содержащему слово «география», добавляют «окружающая среда» – двадцать факультетов сменили название с «географии» на «географии и наук об окружающей среде».

Наиболее прискорбна тенденция к исчезновению слова «география» из названий. Часто его заменяют на «наук о Земле и окружающей среде», а

там, где география стояла в ряду других дисциплин, – на обобщающие термины («географии, истории и политологии») на «общественных наук»), также распространены замена на «геопространственных исследований», «глобальных исследований».

Среди причин переименований чаще всего выделяют стремление к повышению престижности внутри университета (43%), к увеличению количества студентов-бакалавров (38%), объединение с другим подразделением (30%), изменения в исследовательских интересах сотрудников (23%) [Frazier, Wikle, 2016].

Размывание идентичности географии как сообщества ученых выражается в отказе от именования себя географами из-за негативных коннотаций (старомодная, устаревшая, непонятная). Вместе с тем эти изменения направлены на преодоление когнитивного барьера в головах абитуриентов, которые, придя на иначе называющийся факультет, смогут наконец разобраться в том, чем на самом деле занимается география [Frazier, Wikle, 2016]. Рост количества магистрантов и аспирантов свидетельствует, что эта цель достигается.

Отраслевой состав географического образования. На рис. 1 и далее в тексте нами выделено 6 типов специализаций географических программ:

1. *Экономическая география*: география сельского хозяйства, общая экономическая география, экономическое развитие, теория размещения, региональное планирование, транспорт и коммуникации, геурбанистика.

2. *Социальная география*: культурная география, культурная экология, гендерная география, политическая география, география населения, рекреация и туризм, география сельской местности, социальная география.

3. *Физическая (природная) география*: биогеография; сохранение наследия и управление природными ресурсами; экология, геоморфология, опасные явления, медицинская география, физическая география.

4. *Гидрометеорология*⁶: климатология, водные ресурсы.

5. *Картография и прикладные методы*: прикладная география, картография, ГИС, численные методы, дистанционное зондирование.

6. *Общая география*: географическое образование, географическое мышление, историческая география, страноведение (региональная география).

Для американского высшего географического образования в целом характерно сильное преобладание общественной географии: в большинстве штатов программы социально- и экономико-географической направленности составляют по данным на 2011–2012 учебный год более половины всех программ, а в целом по стране 38,5%⁷ всех программ (18,6 и 19,8% соответственно), что отражает общую ситуацию в географической науке в США, где преобладает

общественная география. Специализация в области физической географии охватывает 23,7% программ, в области картографии и прикладных методов – 19,7%, общие дисциплины – 11%, а редуцированная до климатологии и водных ресурсов гидрометеорология – 7,2%. Специализации в области природной географии чаще встречаются в крупных университетах с мощными географическими подразделениями, в то время как в небольших (по количеству специализаций) университетах шире представлены общегеографические предметы, в основном за счет географического образования.

Территориальные особенности размещения высшего географического образования. Географическое образование разных уровней распределено по территории США неравномерно. При этом необходимо сразу отметить высокую степень децентрализации географического образования, имеющего место в большинстве штатов.

Бакалаврские программы со специализацией в области географии (рис. 2) представлены в 45 штатах и округе Колумбия, то есть практически повсеместно. При этом наиболее значительные ареалы концентрации совпадают с крупнейшими штатами США по числу студентов и по числу населения вообще, это штаты Приозерья (Миннесота, Висконсин, Иллинойс, Мичиган, Огайо), а также Нью-Йорк, Пенсильвания, Калифорния и Техас, при этом в Пенсильвании и Калифорнии более десяти университетов предоставляют возможность получить географическую специализацию.

Как в бакалавриате, так и в магистратуре учебные планы подразумевают очень высокую степень свободы студента при выборе предметов. В список обязательных обычно входит 3–6 курсов общего теоретико-методологического плана и курсы иностранного языка (древнего или современного) за все время обучения. Основная специализация в области определенного предметного поля географии также может подразумевать какое-то количество обязательных курсов. Также для некоторых курсов продвинутой степени сложности необходимо освоение подстилающих курсов. Большинство университетов поддерживает полевые изыскания студентов как с помощью учебных практик (способы организации, методы и характер проведения сильно разнятся), так и с помощью широко распространенной специальной системы тревел-⁸ и исследовательских грантов, подразумевающих проведение полевых исследований как в США, так и за пределами страны.

Географические магистерские образовательные программы не коррелируют прямо в своем распределении по территории страны с бакалаврскими. Так, анализ карты на рис. 2 показывает, что распространенность географического образования в университетах Приозерья носит весьма поверхност-

⁶ Название дано в соответствии с русскоязычной традицией, в США метеорология существует отдельно от климатологии как часть физики атмосферы на физических факультетах, океанология также рассматривается как физическая дисциплина.

⁷ Здесь и далее в этом разделе расчеты автора на основе [AAG Guide to Geography Programs in the Americas, 2011–2012].

⁸ Тревел-грант – грант, выдающийся на покрытие расходов, связанных с участием в конференциях или семинарах, работой в архивах и библиотеках в другом городе или стране, а также для сбора полевых материалов для научного исследования.

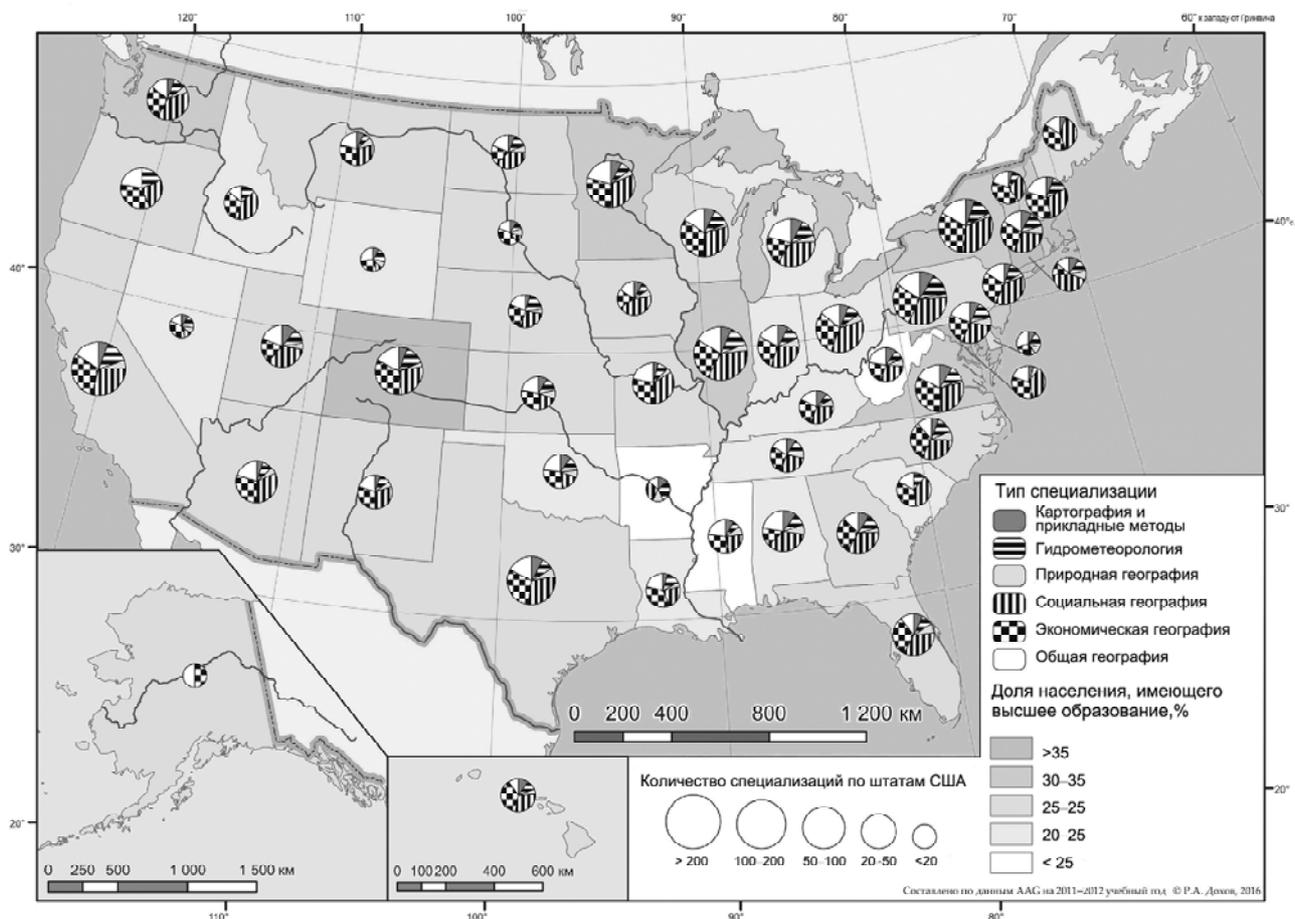


Рис. 1. Специализация высшего географического образования в США. Составлено автором по данным ААГ на 2011–2012 учебный год

Fig. 1. Specialization of the higher geographical education in the USA. Compiled by the author after the AAG data of 2011–2012 academic year

ный характер, в большинстве из них есть лишь 1–2 крупных центра, где студент может продолжить получать специализированное образование. По количеству магистерских программ лидируют Калифорния (10 программ) и Техас (5), также крупными центрами являются штаты Иллинойс и Огайо. В то же время, хотя бы одна магистерская программа по географии есть в абсолютном большинстве штатов – лишь в семи образование ограничено бакалавриатом.

Наконец, центры географической аспирантуры показывают действительные места концентрации географического образования высокого качества. Это 4 крупных штата: Калифорния, Техас, Огайо и Флорида, в каждом из которых более четырех университетов имеют географические образовательные программы самой высокой степени. В то же время, даже на этом уровне образования оно очень децентрализовано, лишь в 13 из 50 штатов отсутствует географическая аспирантура.

Такое распределение образования по территории США отражает специфику всего американского образования, являющегося прерогативой штатов, а не федерального правительства, что приводит к возникновению систем высшего образования в каждом

штате и высокой конкурентности рынка образовательных услуг. В то же время вытеснение географии из ведущих университетов Лиги Плюща⁹, имевшее место в середине XX века, привело к тому, что наиболее крупные, комплексные центры географического образования приурочены к самым сильным университетам, не входящим в Лигу, таким как системы Калифорнийского, Техасского, Висконсинского и Иллинойского университетов, различные университетские системы штатов Огайо, Флорида, Аризона, Канзас и Индиана. Следует отметить, что абсолютное большинство таких центров приурочено к системам публичных университетов штатов.

Ведущие центры американского географического образования. Качество образования не коррелирует в США с количеством студентов в учебном заведении или с количеством образовательных программ в нем. Так, такие мощные университетские географические центры, как Техас, Огайо и Флорида не оказались в списке штатов, имеющих университеты, входящие в список ведущих в мировых и национальных рейтингах. Для составления карты (рис. 3) использовались 3 известных рейтинга, отражающих академическое качество и востребован-

⁹ Лига Плюща – ассоциация 8 престижных частных университетов Северо-Востока США.

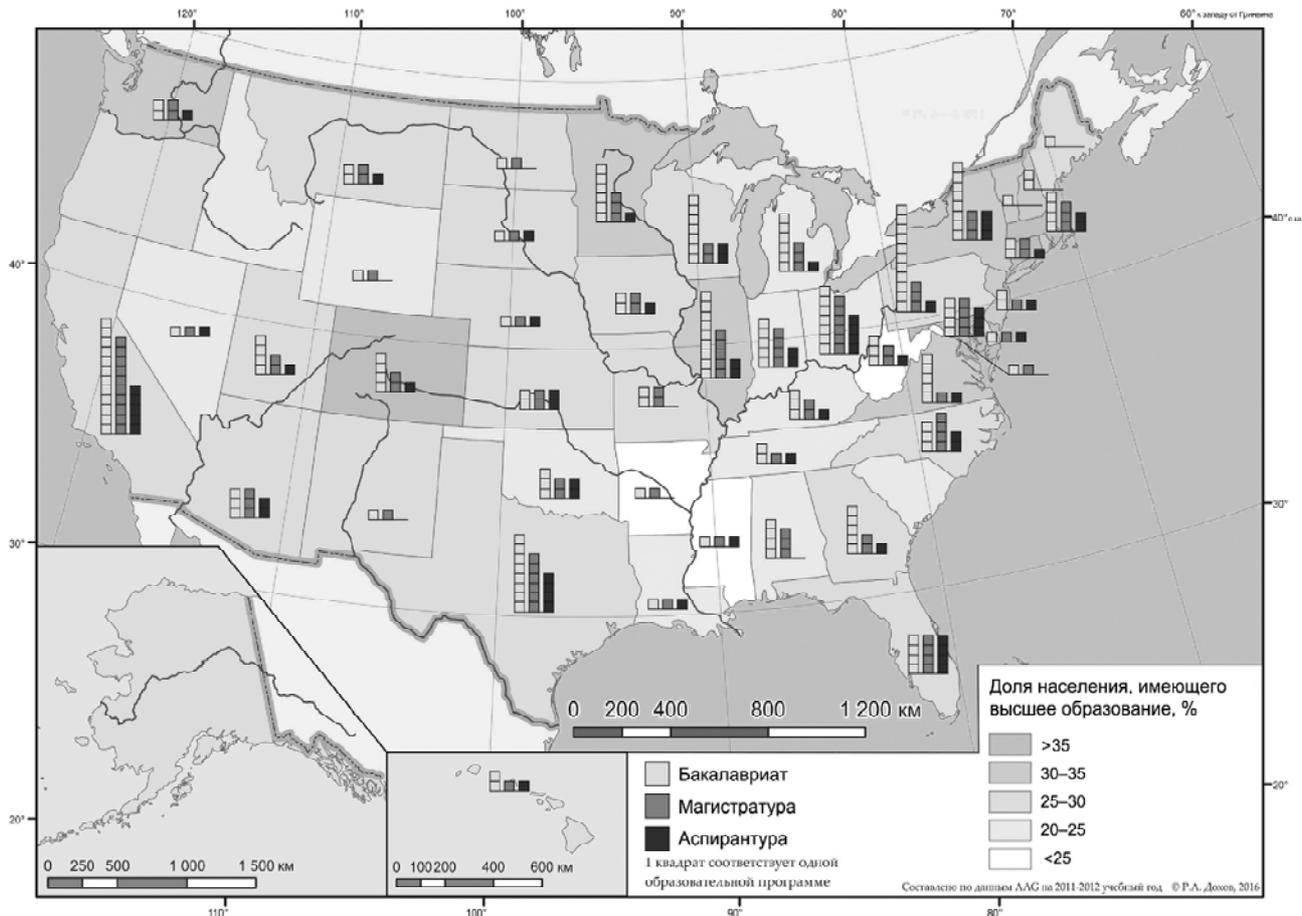


Рис. 2. Ступени высшего географического образования по штатам США. Составлено автором по данным ААГ на 2011–2012 учебный год

Fig. 2. Levels of higher geographical education over the states of the USA. Compiled by the author after the AAG data of 2011–2012 academic year

ность географических образовательных программ: мировой рейтинг университетов в сфере географических и пространственных наук Quacquarelli Symonds (QS) [QS World University Rankings, 2014], аналогичный национальный рейтинг, составляемый Национальным исследовательским советом [National Research Council, 2010] и рейтинг магистерских и аспирантских программ, составляемый ежегодно экспертом в области географического образования Джастином Холманом [Holman, 2013]. При этом, следует отметить высокую степень представленности американского образования в мировом рейтинге QS: 11 (!) университетов вошли в список пятидесяти лучших в мире, 18 – в сотню, 37 – в top-200. Это второй показатель в мире после Великобритании. Отчасти, такое доминирование англо-саксонского образования связано с учетом индекса цитируемости преимущественно англоязычных публикаций, но рейтинги составляются комплексным образом и в целом отражают текущую мировую ситуацию. Для составления карты ведущих центров географического образования использовались списки top-20 рейтинга QS, топ-15 национальных рейтингов, при этом учитывались только университеты, попавшие в число лучших как минимум в двух рейтингах. Карта показывает, что наибо-

лее качественное географическое образование предоставляет система Калифорнийского университета, сразу 3 (!) университета которой (Беркли, Лос-Анджелес, Санта-Барбара) попали в этот пул лучших из лучших, по два университета есть в штатах Массачусетс и Аризона, что также говорит о весьма высоком качестве образования в них. Наконец, в число лидеров попали Университет Колорадо в Боулдере, Висконсинский университет в Мадисоне, Иллинойский университет в Эрбана-Шампейне, Орегонский университет и Университет штата Пенсильвания. Только оба массачусетских университета (Бостонский и Кларка) из этого списка являются частными, все остальные университеты публичные.

Выводы:

– в качественном отношении сегодня географическое образование в США является одним из лучших в мире, множество американских университетов входят в списки лучших в области географии, в то же время внутри США престиж географического образования остается не слишком высоким, но начавшаяся реинституционализация географии в ведущих университетах страны дает поводы к сдержанному оптимизму в отношении перспектив продолжения текущих положительных тенденций. Укреп-

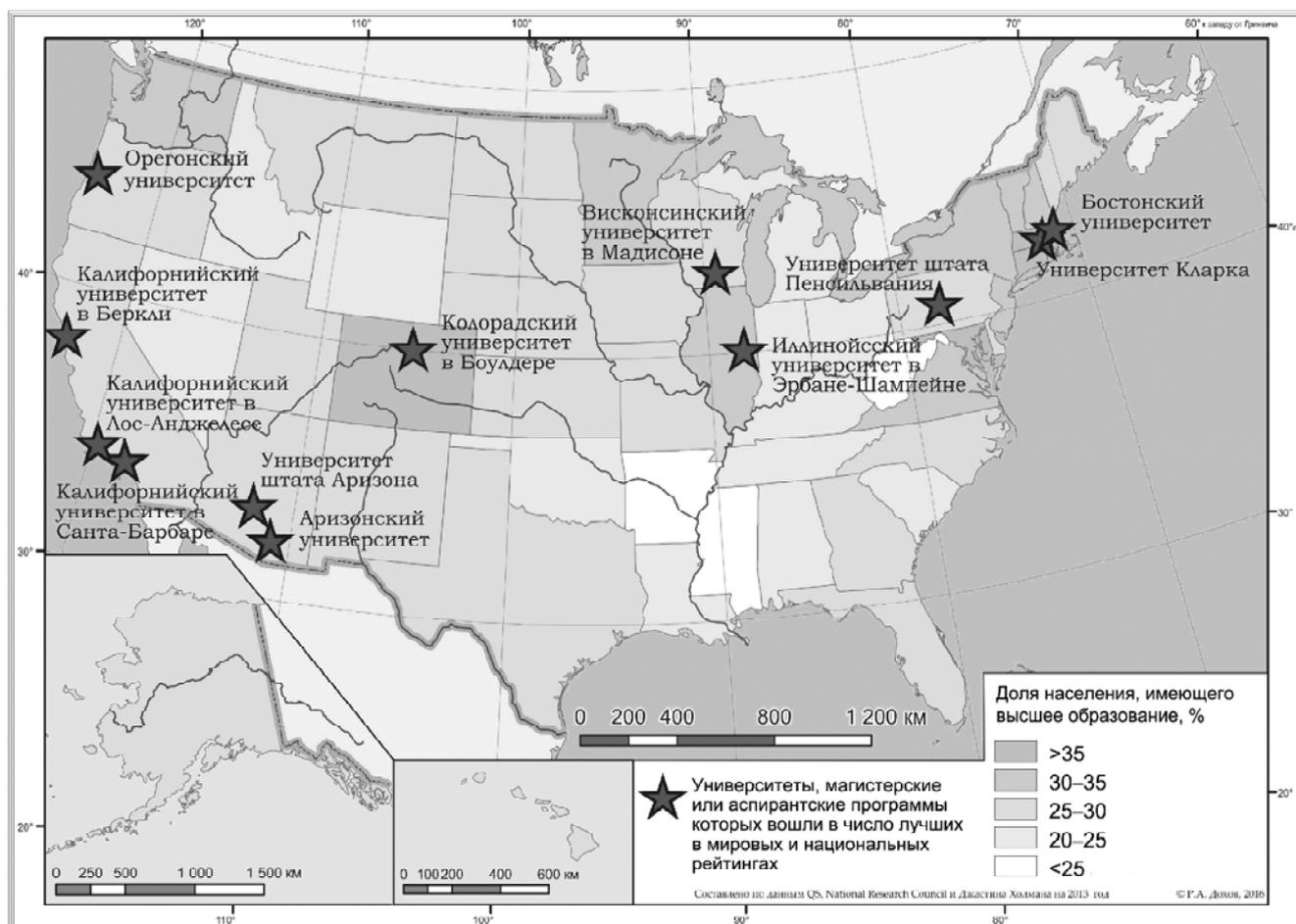


Рис. 3. Ведущие центры географического образования в США. Составлено автором по данным QS, National Research Council и Джастина Холмана на 2011–2012 учебный год

Fig. 3. Leading centers of geographical education in the USA. Compiled by the author after the QS, National Research Council and Justin Holman's data of 2011–2012 academic year

лению позиций географии на рынке высшего образования способствовали отказ от идиографизма школьных курсов географии, развитие межфакультетских связей и междисциплинарной интеграции, окончательный отказ от жесткого учебного плана и индивидуализация работы со студентами, растущий спрос на ГИС-технологии и пространственную аналитику;

– в отраслевом отношении внутри географического образования преобладают специализации, связанные с общественной географией, в то время как дисциплины физико-географического крыла науки представлены реже. В последние годы на волне информатизации растет популярность прикладных географических методов;

– географические образовательные программы очень пластичны, в список обязательных

предметов обычно входит 3–6 курсов за все время обучения, остальные курсы необходимо выбирать таким образом, чтобы заполнить определенное число кредитов. За счет такой системы каждый студент получает возможность сформировать индивидуальный учебный план, что увеличивает вариативность подготовки выпускников. На второй и третьей ступени образования очень большое внимание уделяется индивидуальной работе студента и руководителя над исследовательским проектом;

– географическое образование весьма распространено в пространственном отношении, в то же время лучшие университеты сконцентрированы в Калифорнии, Аризоне, Массачусетсе, Иллинойсе, Висконсине, Колорадо, Пенсильвании и Орегоне.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Русского географического общества (грант № 21/2013-НЗ от 05.06.2013 г. «Университетская география в современном мире»). Автор выражает благодарность проф. Л.В. Смирнягину за экспертные консультации в ходе работы над статьей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеева Н.Н., Климанова О.А., Наумов А.С.* Сравнительный анализ высшего географического и эколого-географического образования в России и странах Зарубежной Европы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 1. С. 3–11.
- Дохов Р.А., Наумов А.С., Смирнягин Л.В.* США // Университетская география в современном мире / Под ред. А.С. Наумова. М.: ООО «Буки-Веди», 2016.
- Джеймс П., Мартин Д.* Все возможные миры. История географических идей. М.: Прогресс, 1988.
- Саушкин Ю.Г.* География в американских университетах. Статья первая // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1961. № 6. С. 66–73.
- Саушкин Ю.Г.* География в американских университетах. Статья вторая // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1962. № 1. С. 71–75.
- AAG Guide to Geography Programs in the Americas, 2011–2012. – URL: www.aag.org/galleries/publications-files/Guide.pdf (дата обращения: 21.03.2017).
- Bednarz R.S.* The quantity and quality of geography education in the United States: The last 20 years // International Research in Geographical and Environmental Education. 2002. Т. 11. № 2. С. 160–170.
- De Blij H.* Why geography matters: More than ever. Oxford University Press, 2012.
- Boyle M., Foote K. E., Gilmartin M.* Rethinking the PhD in geography: overview and introduction // GeoJournal. 2015. Т. 80. № 2. С. 159–168.
- Brubacher J.S., Rudy W.* Higher education in transition: A history of American colleges and universities, 1636–1968. New York: Harper & Row, 1968.
- Dawson J., Hebden R.* Beyond 1984: The Image of Geography // Area. 1984. Т. 16. № 3. С. 254–256.
- Downs R.M.* Being and becoming a geographer: An agenda for geography education // Annals of the Association of American Geographers. 1994. Т. 84. № 2. С. 175–191.
- Dunbar G.S.* The History of Geography: Collected Essays. New York : GS Dunbar, 1996.
- Fink L.D.* The changing location of academic geographers in the United States // The Professional Geographer. 1979. Т. 31. № 2. P. 217–226.
- Frazier A.E., Wikle T.A.* Renaming and Rebranding within US and Canadian Geography Departments, 1990–2014 // The Professional Geographer. 2016. С. 1–10.
- Hill A.D., La Prairie L.A.* Geography in American education // Geography in America. 1989. С. 1–26.
- Justin Holman.* 2013 Geography Graduate Program Rankings. URL: <http://www.justinholman.com/2013/03/18/2013-top-20-graduate-geography-programs-in-the-us/> (дата обращения: 21.03.2017).
- Marcus M.G.* Coming full circle: Physical geography in the twentieth century // Annals of the Association of American Geographers. 1979. Т. 69. № 4. С. 521–532.
- Murphy A.B.* Geography's place in higher education in the United States // J. Geography in Higher Education. 2007. Т. 31. № 1. С. 121–141.
- National Center for Education Statistics (NCES) URL: <http://nces.ed.gov/> (дата обращения: 21.03.2017).
- National Research Council. Committee on Strategic Directions for the Geographical Sciences in the Next Decade. Understanding the changing planet: Strategic directions for the geographical sciences. – Washington, DC: National Academies Press, 2010.
- QS World University Rankings by Subject 2014 – Geography & Area Studies. URL: <http://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2014/geography> (дата обращения: 19.04.2016).
- Schulten S.* The geographical imagination in America, 1880–1950. University of Chicago Press. 2001.
- Smith N.* «Academic War Over the Field of Geography»: The Elimination of Geography at Harvard, 1947–1951 // Annals of the Association of American Geographers. 1987. Т. 77. № 2. С. 155–172.
- Smith N.* American empire: Roosevelt's geographer and the prelude to globalization. University of California Press, 2003. Т. 9.
- UCLA Campuswide GE Requirements Overview. URL: <http://www.registrar.ucla.edu/Academics/GE-Requirement/Campuswide-GE-Requirements-Overview> (дата обращения: 21.03.2017).
- UCLA Geography Major Requirements Academic Year 2015 – 2016. URL: http://www.geog.ucla.edu/sites/default/files/users/nayla/geog_major_15f.pdf (дата обращения: 21.03.2017).
- UCLA Department of Geography Graduate Manual Academic Year 2016–2017. URL: http://www.geog.ucla.edu/sites/default/files/assets/academics/geog_grad_manual_16-17.pdf (дата обращения: 21.03.2017).
- United States Census Bureau. URL: <https://www.census.gov/> (дата обращения: 21.03.2017).
- Wright R., Natalie K.* Geography in the Ivy League. 2008. www.dartmouth.edu/~geog/docs/ivy_geog.pdf (дата обращения: 21.03.2017).

Поступила в редакцию 09.06.2016
Принята к публикации 31.03.2017

R.A. Dokhov¹

HIGHER GEOGRAPHICAL EDUCATION IN THE USA: ORGANIZATION AND SPATIAL STRUCTURE

The history and the current state of higher geographical education in the United States are discussed, as well as its internal spatial and organizational structure and current place in the world education system. The main stages of the institutional history of geographical education in American universities are summarized, and the main factors leading to the current growth of its popularity are demonstrated. The composition of geographic education programs is analyzed for all US universities; the dominance of human-geographical disciplines is shown. The main features of spatial organization of different levels of geographical education are revealed, and the leading centers of geographic education are identified.

Key words: higher education in geography, education in the USA, US universities, geography of education, geography of services.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Geographical Society (grant № 21/2013–H3). The author would like to express his gratitude to Prof. L.V. Smirnyagin for the expert consultations in the process of working on the paper.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Social-Economic Geography of Foreign Countries, post-graduate student; e-mail: arcarnar@yandex.ru

REFERENCES

- AAG Guide to Geography Programs in the Americas, 2011–2012. – URL: www.aag.org/galleries/publications-files/Guide.pdf (Accessed on 21.03.2017).
- Alekseeva N.N., Klimanova O.A., Naumov A.S.* Sravnitel'nyj analiz vysshego geograficheskogo i ekologo-geograficheskogo obrazovaniya v Rossii i stranah Zarubezhnoj Evropy [Comparative analysis of higher geographical and environmental-geographical education in Russia and the countries of foreign Europe] // Moscow University Vestnik. Series 5.Geography. 2015. № 1. C. 3–11 (in Russian)
- Bednarz R.S.* The quantity and quality of geography education in the United States: The last 20 years // International Research in Geographical and Environmental Education. 2002. T. 11. № 2. C. 160–170.
- Boyle M., Foote K.E., Gilmartin M.* Rethinking the PhD in geography: overview and introduction // GeoJournal. 2015. T. 80. № 2. P. 159–168.
- Dawson J., Hebden R.* Beyond 1984: The Image of Geography // Area. 1984. T. 16. № 3. C. 254–256.
- De Blij H.* Why geography matters: More than ever. Oxford University Press, 2012.
- Dokhov R.A., Smirnyagin L.V., Naumov A.S.* SShA [USA] / Universitetskaya geografiya v sovremennom mire. Moscow, BukiVedi, 2016 (in Russian).
- Downs R.M.* Being and becoming a geographer: An agenda for geography education // Annals of the Association of American Geographers. 1994. T. 84. № 2. C. 175–191.
- Dunbar G.S.* The History of Geography: Collected Essays. New York : GS Dunbar, 1996.
- Fink L.D.* The changing location of academic geographers in the United States // The Professional Geographer. 1979. T. 31. № 2. C. 217–226.
- Frazier A.E., Wikle T.A.* Renaming and Rebranding within US and Canadian Geography Departments, 1990–2014 //The Professional Geographer. 2016. C. 1–10.
- Higher education in transition: A history of American colleges and universities, 1636–1968. New York: Harper & Row, 1968.
- Hill A.D., La Prairie L.A.* Geography in American education // Geography in America. 1989. C. 1–26.
- James P., Martin G.* Vsevozmozhnye miry. Istoriya geograficheskikh idej [All possible worlds: A history of geographical ideas]. M.: Progress, 1988 (in Russian).
- Justin Holman.* 2013 Geography Graduate Program Rankings. URL: <http://www.justinholman.com/2013/03/18/2013-top-20-graduate-geography-programs-in-the-us/> (Accessed on 21.03.2017).
- Marcus M.G.* Coming full circle: Physical geography in the twentieth century //Annals of the Association of American Geographers. 1979. T. 69. № 4. C. 521–532.
- Murphy A. B.* Geography's place in higher education in the United States // J. Geography in Higher Education. 2007. T. 31. № 1. C. 121–141.
- National Center for Education Statistics (NCES) URL: <http://nces.ed.gov/> (Accessed on 21.03.2017).
- National Research Council. Committee on Strategic Directions for the Geographical Sciences in the Next Decade. Understanding the changing planet: Strategic directions for the geographical sciences. Washington, DC: National Academies Press, 2010.
- QS World University Rankings by Subject 2014 – Geography & Area Studies. URL: <http://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2014/geography> (Accessed on 19.04.2016).
- Saushkin Y.G.* Geografiya v amerikanskih universitetah. Stat'ya pervaya [Geography in the American universities. Part 1] //Moscow University Vestnik. Series 5.Geography. 1961. № 6. C. 66–73 (in Russian).
- Saushkin Y.G.* Geografiya v amerikanskih universitetah .Stat'ya vtoraya [Geography in the American universities. Part 2] // Moscow University Vestnik. Series 5.Geography. 1962. № 1. C. 71–75 (in Russian).
- Schulten S.*The geographical imagination in America, 1880–1950. University of Chicago Press. 2001.
- Smith N.* «Academic War Over the Field of Geography»: The Elimination of Geography at Harvard, 1947–1951 // Annals of the Association of American Geographers. 1987. T. 77. № 2. C. 155–172.
- Smith N.* American empire: Roosevelt's geographer and the prelude to globalization. University of California Press, 2003. T. 9.
- UCLA Campuswide GE Requirements Overview. URL: <http://www.registrar.ucla.edu/Academics/GE-Requirement/Campuswide-GE-Requirements-Overview> (Accessed on 21.03.2017).
- UCLA Department of Geography Graduate Manual Academic Year 2016 – 2017. URL: http://www.geog.ucla.edu/sites/default/files/assets/academics/geog_grad_manual_16-17.pdf (Accessed on 21.03.2017).
- UCLA Geography Major Requirements Academic Year 2015 – 2016. URL: http://www.geog.ucla.edu/sites/default/files/users/nayla/geog_major_15f.pdf (Accessed on 21.03.2017).
- United States Census Bureau. URL: <https://www.census.gov/> (Accessed on 21.03.2017).
- Wright R., Natalie K.* Geography in the Ivy League. 2008. www.dartmouth.edu/~geog/docs/ivy_geog.pdf (Accessed on 21.03.2017).

Received 09.06.2016
Accepted 31.03.2017

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 314.74

А.А. Потапова¹**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ВНЕШНЕЙ МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ В ИСПАНИИ**

Статья посвящена комплексному изучению современной внешней миграции населения в Испании. В своем историческом развитии она долгое время являлась страной эмиграции, с конца XX в. Испания начинает притягивать значительное количество мигрантов, становясь страной иммиграции. Однако вследствие экономического кризиса 2008 г., роста безработицы отмечается массовая эмиграция из Испании.

Определены основные географические направления притока и оттока мигрантов на разных территориальных уровнях государства и выявлены региональные различия миграционных процессов. Как приток, так и отток иностранных граждан происходит из одних и тех же стран. В последние годы география миграции в Испанию сужается. Активная миграция происходит в нескольких самых развитых автономных сообществах по побережью Испании, остальная же часть страны практически не участвует в приеме иностранных граждан.

Рассмотрены изменения национального состава иммигрантов и их распределение по стране. После расширения ЕС на восток лидирующие позиции среди иммигрантов занимают выходцы из Румынии при сохранении высокой доли граждан Марокко. Доля представителей других государств ЕС и Латинской Америки уменьшается.

Миграция населения в Испании происходит очень динамично и разнородно, ситуация быстро меняется в зависимости от внутренних и внешних факторов. Это приводит к тому, что государство и общество сталкиваются с различными сторонами данного процесса.

Ключевые слова: Испания, внешняя миграция, национальный состав иммигрантов, географические направления миграционных процессов.

Введение. Миграция населения – актуальная проблема современности, изучение которой требует рассмотрения множества аспектов. Европейские страны, отличаясь высоким уровнем жизни, являются наиболее привлекательным регионом для иностранцев из различных частей мира. Немалый интерес в данном вопросе представляет Испания. В процессе исторического развития она долгое время являлась страной эмиграции, что было связано с обладанием обширными колониями. В первой половине XX в. значительный отток населения из Испании отмечался вследствие двух мировых войн и Гражданской войны (1936–1939 г.) [Abellán, 1983]. Но в конце XX в. ситуация кардинально изменилась, с 1990-х гг. Испания быстро начала превращаться в страну иммиграции (в 1992 г. сальдо внешней миграции стало положительным) [Аникеева, 2006]. Этому способствовало падение режима диктатуры Франко, проведение демократических преобразований в стране, вступление в Европейский Союз в 1986 г., модернизация экономики и рост потребности в дешевой рабочей силе [Хенкин, 2015]. С 1999 г. происходил значительный приток иммигрантов в страну, более 100 тыс. чел. (рис. 1). В 2005 г. Испания заняла первое место в Европейском Союзе (ЕС) по принятию иммигрантов, это лидерство продолжалось в те-

чение трех лет, за которые население страны за счет миграционного прироста увеличилось более чем на 2 млн чел. [Eurostat]. Однако экономический кризис 2008 г. серьезно повлиял на экономику Испании и сильно затронул сферу занятости, в стране произошло резкое увеличение безработицы [El pago ..., 2010], которая коснулась и иностранцев [Pajares, 2009]. Борьба за рабочие места спровоцировала рост эмиграции, а также уменьшение притока иммигрантов. С 2010 г. численность Испании начала уменьшаться за счет оттока населения из страны. С этого времени государство стало лидировать по количеству эмигрантов в ЕС. Такие динамичные изменения обуславливают актуальность и значимость данного исследования.

Материалы и методы исследования. В настоящее время множество работ как зарубежных, так и отечественных авторов посвящено миграционной тематике. Для изучения внешней миграции Испании использовались, в основном, иностранные работы, которые раскрывали это явление с разных сторон: иммиграция в Испанию из Северной Африки и социальная адаптация мигрантов [Lopez Garcia B., 2009]; положение мигрантов из Румынии [Pajares, 2009; Marcu Silvia, 2012]; вопросы толерантности и отношения испанцев к иммигрантам [Cea D'Ancona,

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, студентка; e-mail: alexandra.potapova@inbox.ru



Рис.1. Динамика иммиграции и эмиграции в Испании за период 1983–2014 гг. Составлено автором по данным Института национальной статистики Испании (INE)

Fig. 1. Dynamics of immigration and emigration in Spain during 1983–2014. Compiled by the author after the Instituto Nacional de Estadística (Spain) data

Valles Martínez, 2009]; рынок труда Испании для иностранцев [Carlos García Serrano, 2011] и др. В отечественных публикациях современные тенденции и проблемы миграции, как Европы, так и Испании, затрагивает проф. Хенкин [2015].

Статистические данные были получены из материалов Национального института статистики Испании [INEbase, 2016], который публикует статьи и ежегодные сборники, посвященные различным сторонам внешней миграции, как по Испании в целом, так и по отдельным автономным сообществам и провинциям. Использовались данные переписей населения для получения информации о количестве иностранных граждан, проживающих в Испании², об их возрастном и гендерном составе, национальной принадлежности, то есть гражданстве, а также занятости на рынке труда страны. В качестве другого статистического источника выступало Министерство занятости и социального обеспечения Испании, где имеется значительный блок материалов, посвященных внешней миграции [Ministerio de ..., 2015]. Этот орган отвечает за разработку миграционной политики Испании, а также за вопросы, связанные с притоком иммигрантов, их интеграцией в стране и с эмиграцией за рубеж. Важными источниками информации являлись нормативные документы, регулирующие вопросы миграционной политики Испании (одним из основных законов является «Закон об иностранцах») [Noticias jurídicas ..., 2015].

В исследовании применялись статистический, картографический и аналитический методы для определения основных географических направлений внешней миграции, а также для анализа национального состава иммигрантов и особенностей их размещения по территории Испании.

Результаты исследования и их обсуждение.

Изменение географии миграционных потоков Испании. С самого начала массовой иммиграции иностранцев в Испанию большинство составляли европейцы. В начале 2000-х гг. отмечался основной приток граждан из стран Западной Европы (Германии, Великобритании, Франции, а также Швейцарии). В 2008 г. добавились выходцы из государств Восточной и Южной Европы (Румынии, Италии, Болгарии). Более 30% иммигрантов в Испанию приезжает из Латинской Америки (Эквадора, Колумбии, Венесуэлы, Аргентины, Кубы). Еще одним источником иммигрантов являются африканские страны (около 10% от общего притока иностранцев в Испанию). В основном, прибывают выходцы из Марокко, с большим численным отставанием за ними следуют представители Алжира, Сенегала, Нигерии, Мали, то есть государств Западной Африки.

С 2005 г. отток населения из Испании начал увеличиваться. Главным регионом эмиграции являются страны ЕС. Наряду с испанцами уезжают румыны, англичане, итальянцы, болгары, то есть граждане тех государств, которые лидируют по числу иммигрантов в Испании. Таким образом, страны притока иммигрантов являются и странами их оттока. Можно сказать о развитии возвратной миграции, под которой понимают передвижение лиц, возвращающихся в свою страну по месту происхождения или по месту постоянного проживания. Эта же тенденция наблюдается в отношении других регионов мира. В 2014 г. главным направлением эмигрантов из Испании в Африку является Марокко, в Америку – Эквадор, Колумбия и Боливия.

Основные направления миграции в автономных сообществах Испании. В 2008 г. Испания

² В статистических службах Испании под иммигрантом понимается человек, прибывший в Испанию из другой страны сроком более чем на 12 месяцев, соответственно эмигрант – человек, выбывший из Испании в другое государство на этот же срок.

имела положительное сальдо внешней миграции (310 тыс. чел.). Мадрид и Барселона принимали максимальное количество иммигрантов из других стран. Также значительный приток иностранных граждан отмечался в провинциях, имеющих выход к Средиземному морю (автономные сообщества (АС) Андалусия, Валенсия, Каталония, Мурсия) и на островах (Канарских и Балеарских). В 2014 г. ситуация резко изменилась, на фоне того, что в целом Испания имела отрицательное значение сальдо внешней миграции, бывшие ранее главными центрами притяжения иммигрантов Мадрид и Барселона стали основными районами эмиграции. Значителен отток населения из прибрежной зоны (АС Валенсия, Каталония). Отрицательный коэффициент миграционного прироста иностранцев отмечался в АС Наварра, Астурия и Страна Басков. Положительное сальдо внешней миграции осталось на Канарских и Балеарских островах, а также в АС Мурсия и провинции Малага АС Андалусия, хотя его значение и ниже, чем прежде. Провинции северо-запада и центра Испании слабо участвуют в миграционных процессах страны (рис. 2).

Региональные различия в национальном составе иммигрантов. Доля иностранного населения в общей численности Испании начала увеличиваться с конца 1990-х гг. В 1996 г. она составляла около 1% (540 тыс. чел.), а через 10 лет она достигла уже 9%, с 2009 по 2012 гг. держалась на уровне 12% (более 5 млн чел.), потом постепенно начала уменьшаться и в 2015 г. составила 10% (4,7 млн чел.).

С конца XX в. до настоящего времени менялся и национальный состав иммигрантов Испании. В конце 1990-х гг. среди переселенцев преобладали марокканцы (более 100 тыс. чел.), за ними следовали граждане европейских государств: англичане, немцы, португальцы и французы. Это можно объяснить географической близостью Испании к этим странам. В начале 2000-х гг. в Испанию стало приезжать больше представителей латиноамериканских стран (особенно выходцы из Эквадора, Колумбии). Но в середине 2000-х гг. их доля начала уменьшаться, в основном, из-за значительной иммиграции

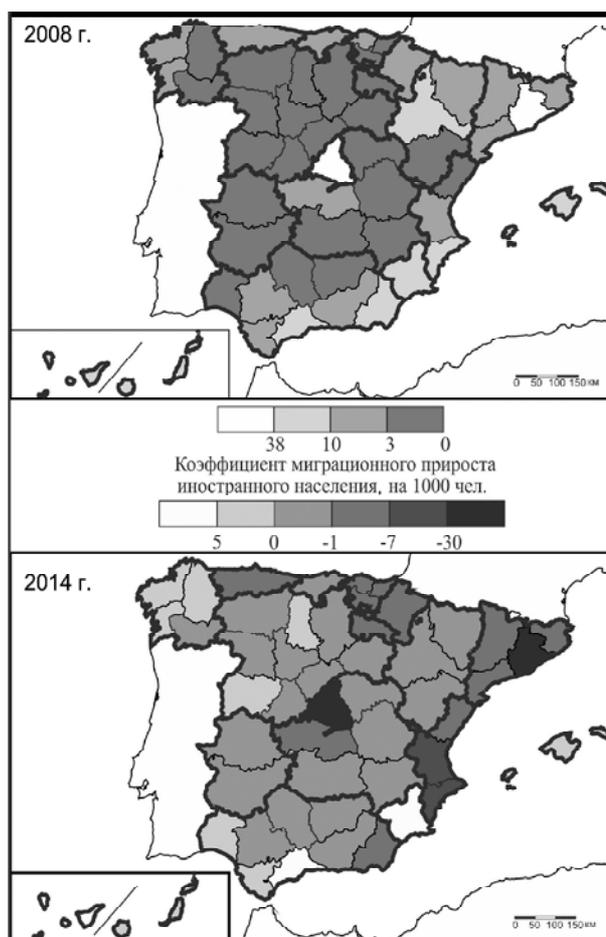


Рис. 2. Коэффициент миграционного прироста иностранного населения провинций Испании, 2008 и 2014 гг. Составлено автором по данным Института национальной статистики Испании (INE)

Fig. 2. Net migration rates of foreign population in Spanish provinces, 2008 and 2014. Compiled by the author after the Instituto Nacional de Estadística (Spain) data

граждан Румынии и Болгарии. После того, как в 2007 г. Румыния вошла в состав ЕС, ежегодный поток мигрантов из этой страны увеличился почти на 200 тыс. чел., и румыны заняли первое место в составе иммигрантов Испании, обогнав марокканцев.

Изменения национального состава иммигрантов, проживающих в Испании, 2001–2015 гг., %

Страна гражданства иммигранта	Годы														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Марокко	17	16	14	14	14	14	13	12	13	13	14	14	14	15	16
Румыния	2	3	5	7	9	10	12	14	14	15	15	16	16	16	16
Великобритания	8	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6
Китай	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4
Италия	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
Эквадор	10	13	15	16	13	11	10	8	8	7	6	5	5	4	4
Колумбия	6	10	9	8	7	6	6	5	5	5	5	4	4	4	3
Германия	7	6	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Боливия	–	–	–	–	3	3	4	5	4	4	3	3	3	3	3
Франция	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Португалия	3	3	2	2	2	2	1	2	3	3	2	2	2	2	2

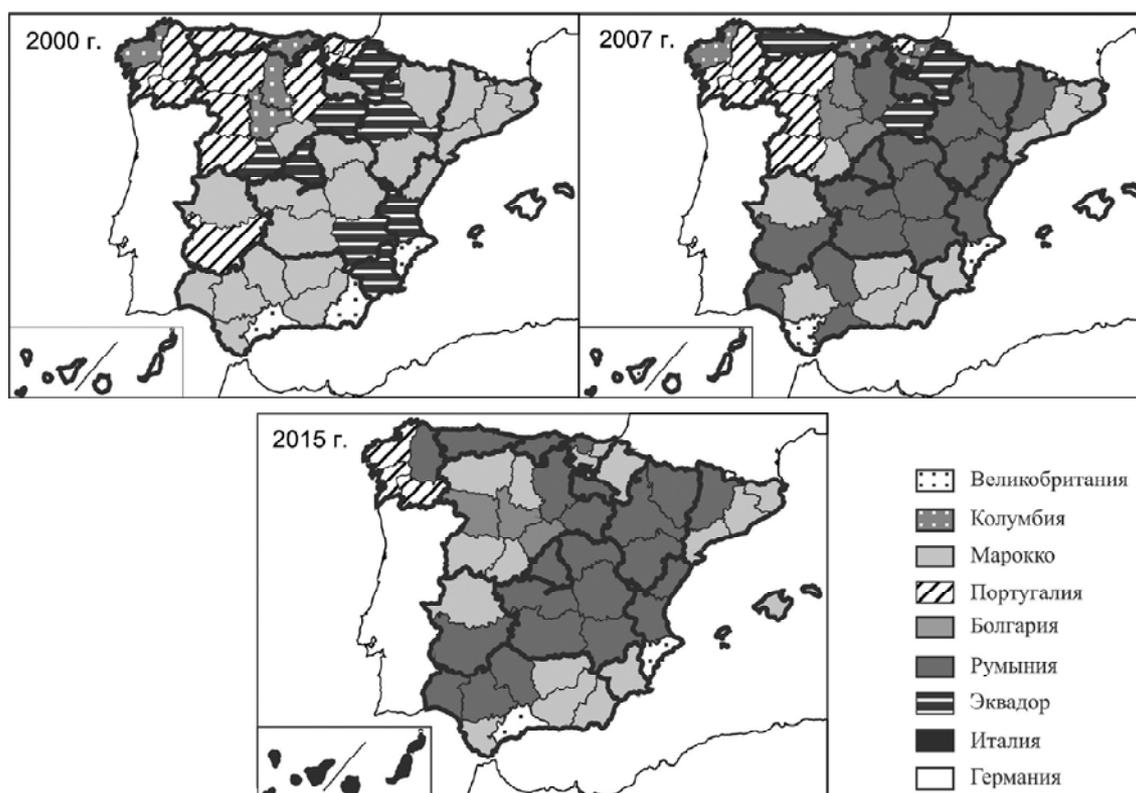


Рис. 3. Преобладающие национальности иностранных граждан по провинциям Испании, 2000–2015 гг. Составлено автором по данным Института национальной статистики Испании (INE)

Fig. 3. Predominant nationalities of foreigners in Spanish provinces, 2000–2015. Compiled by the author after the Instituto Nacional de Estadística (Spain) data

В 2015 г. граждане Румынии и Марокко составляли по 16% от общей численности иностранных граждан, проживающих в Испании (всего 1,5 млн чел.). Третье место занимают англичане, их доля около 6% (280 тыс. чел.) (табл.).

Размещение иммигрантов разных национальностей по территории страны крайне разнородно. В начале 2000-х гг. во многих провинциях преобладали граждане из Марокко (рис. 3). Выходцы из Эквадора были лидерами среди иностранцев в АС Мадрид, Валенсия, Наварра, Мурсия, представители Колумбии преобладали, в основном, на севере и северо-западе Испании. В провинциях, которые граничат с Португалией, лидирующие позиции занимали граждане этой страны. На Канарских и Балеарских островах среди иммигрантов доминировали немцы. В середине 2000-х гг. прибывавшие в большом количестве румыны стали преобладать во многих провинциях центральной и северо-восточной Испании, обогнав марокканцев. Значительно сократилось доминирование выходцев из стран Латинской Америки и Португалии. В настоящее время тенденции прошлых лет сохраняются: продолжается распространение румын и марокканцев по всей территории Испании. Граждане латиноамериканских государств потеряли лидирующие позиции в национальном составе иммигрантов во всех провинциях Испании. Изменился состав иммигрантов на островах: на Балеарских лидирующей группой стали марокканцы, на Канарских – итальянцы. В городах Сета и Мелилья на побережье Африки преобладаю-

щей национальностью иммигрантов на протяжении всех лет являются граждане Марокко.

Выводы:

– изменилось географическое направление миграционных процессов Испании. На протяжении многих веков Испания являлась страной эмиграции. Однако 20 лет назад она впервые столкнулась с притоком иностранных граждан, который приобрел массовый характер в 2000-х гг. В связи с изменившейся экономической ситуацией в стране в настоящее время происходит обратное движение, Испания теряет свое население за счет миграционного оттока за рубеж;

– в последнее десятилетие развивается возвратная миграция: страны притока иностранных граждан являются странами их оттока. Происходит сужение географии внешней миграции Испании, состав стран выхода мигрантов становится все менее разнообразным;

– в миграционном процессе страны участвуют всего несколько автономных сообществ и провинций (Мадрид, Каталония, Андалусия, Валенсия). За последние 20 лет произошла «инверсия» данных регионов. Ранее они были районами иммиграции, но сейчас стали районами эмиграции. Это наиболее промышленно развитые автономные сообщества Испании, которым необходима дешевая рабочая сила в виде иммигрантов для занятости в сельском хозяйстве, строительстве и промышленности. После экономического кризиса произошло резкое увеличение безработицы в данных секторах экономи-

ки, что спровоцировало значительный отток иностранцев, в первую очередь, из этих регионов;

– изменился национальный состав иммигрантов и их расселение в Испании. Произошло уменьшение доли представителей европейских стран – Гер-

мании, Португалии, Франции и латиноамериканских государств – Эквадора, Колумбии, Бразилии, Боливии. С начала 2000-х гг. преобладают выходцы из стран Восточной Европы – Румынии и Болгарии при сохранении высокой доли марокканцев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аникеева Н.Е. Испания в конце XX – начале XXI века. М.: АСТ, 2006. 338 с.

Хенкин С.М. Иммиграция в испанском интерьере // Актуальные проблемы Европы. М., 2015. № 4. Уроки миграционной политики европейских стран. 212 с.

Carlos Garcia Serrano C.C. Inmigracion y mercado de trabajo // Informe 2011. Madrid, 2011. P. 176.

Cea D'Ancona M.A., Valles Martinez M.S. Evolucion del racismo y la xenofobia en Espacia // Informe 2009. Madrid, 2009. 395 p.

El paro condena a Zapatero // ABC. Madrid, 2010. 1 mayo. 4 p.

Eurostat / Population and social conditions / Demography and migration URL:<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (дата обращения: 20.01.2016).

INEbase / Demografía y población / Fenómenos demográficos / Estadística de migraciones URL:<http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft20%2Fp277&file=inebase&L=0> (дата обращения: 03.02.2016).

José Luis Abellán. De la guerra civil al exilio republicano (1936–1977) // Editorial Mezquita. Madrid, 1983. 273 p.

Lopez Garcia B. Atlas de inmigracion marroqui en Espafia // Informe 2009. Madrid, 2009. 395 p.

Ministerio de empleo y seguridad social / Secretaria General de Inmigracion y Emigracion URL:<http://www.empleo.gob.es/es/index.htm> (дата обращения 08.11.2015).

Marcu Silvia. Emotions on the move: Belonging, sense of place and feelings identities among young Romanian immigrants in Spain // J. Youth Studies Madrid, 2012. 17 p.

Noticias juridicas / Legislación / Ley Orgánica 4/2000, de 11 de enero, sobre derechos y libertades de los extranjeros en España y su integración social URL:http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/lo4-2000.html (дата обращения 08.10.2015).

Pajares M. Inmigracion y mercado de trabajo // Informe 2009. Madrid, 2009. 206 p.

Поступила в редакцию 29.09.2016

Принята к публикации 31.03.2017

A.A. Potapova¹

GEOGRAPHICAL FEATURES OF THE PRESENT-DAY EXTERNAL MIGRATION OF POPULATION IN SPAIN

The article deals with the integrated study of the present-day external migration of population in Spain. For a long time in its history it has been a country of emigration. Since the late XX century Spain attracted a large number of migrants, becoming a country of immigration. At present, however, there is a mass emigration from Spain due to 2008 economic crisis and the growth of unemployment.

The main geographical areas of migrants' inflow and outflow are considered at various territorial levels. Both inflows and outflows of foreign citizens come from the same countries. Recently the geography of migration to Spain is becoming narrower. Regional differences in migration processes are identified. Active migration occurs in several most developed autonomous communities along the coast of Spain, while the rest of the country doesn't admit foreign citizens.

Changes of the national composition of migrants and their distribution over the country are examined. After the expansion of the EU to the east, immigrants from Romania hold the leading position among those coming in Spain, and Moroccan citizens maintain traditionally high proportion. The percentage of other EU countries and Latin America is declining.

Migration of the population in Spain is very dynamic and heterogeneous. The situation changes rapidly, depending on the internal and external factors. This leads to the fact that the state and society face very different aspects of the process.

Key words: Spain, external migration, ethnic composition of immigrants, geographical areas of migration processes.

REFERENCES

Anikeeva N.E. Ispanija v konce XX – nachale XXI veka [Spain in the end of 20th – beginning of the 21st century]. M.: AST, 2006. 338 p. (in Russian).

Carlos Garcia Serrano C.C. Inmigracion y mercado de trabajo // Informe 2011. Madrid, 2011. p. 176.

Cea D'Ancona M.A., Valles Martinez M.S. Evolucion del racismo y la xenofobia en España // Informe 2009. Madrid, 2009. 395 p.

El paro condena a Zapatero // ABC. Madrid, 2010. 1 mayo. 4 p.

Eurostat / Population and social conditions / Demography and migration URL:<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (Accessed on 20.01.2016).

Henkin S.M. Immigraciya v ispanskom inter'ere [Immigration in the Spanish interior], Aktual'nye problemy Evropy. Moscow, 2015. № 4: Uroki migracionnoj politiki evropejskih stran. 212 p. (in Russian).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Socio-Economic Geography of Foreign Countries, student; e-mail: alexandra.potapova@inbox.ru

INEbase / Demografía y población / Fenómenos demográficos / Estadística de migraciones URL:<http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft20%2Fp277&file=inebase&L=0> (Accessed on 03.02.2016).

José Luis Abellán. De la guerra civil al exilio republicano (1936–1977) // Editorial Mezquita. Madrid, 1983. 273 p.

Lopez García B. Altas de inmigración marroquí en España // Informe 2009. Madrid, 2009. 395 p.

Marcu Silvia. Emotions on the move: Belonging, sense of place and feelings identities among young Romanian immigrants in Spain // J. Youth Studies. Madrid, 2012. 17 p.

Ministerio de empleo y seguridad social / Secretaría General de Inmigración y Emigración URL:<http://www.empleo.gob.es/es/index.htm> (Accessed on 08.11.2015).

Noticias jurídicas / Legislación / Ley Orgánica 4/2000, de 11 de enero, sobre derechos y libertades de los extranjeros en España y su integración social URL:http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/lo4-2000.html (Accessed on 08.10.2015).

Pajares M. Inmigración y mercado de trabajo // Informe 2009. Madrid, 2009.

Received 29.09.2016

Accepted 31.03.2017

ЮБИЛЕЙ

ЕЛЕНА ВАЛЕНТИНОВНА МИЛАНОВА

В течение многих лет доцент Елена Валентиновна Миланова плодотворно работает на кафедре физической географии мира и геоэкологии. Ее исследования развивают такие направления научной деятельности кафедры, как физико-географическое и геоэкологическое страноведение, картографирование и мониторинг современных ландшафтов, обоснование географических аспектов охраны окружающей среды. Она активно проводила и продолжает проводить полевые исследования в разных странах мира.

Е.В. Миланова в качестве автора и редактора участвовала в создании фундаментальных научных трудов и картографических произведений, отражающих состояние и динамику современных ландшафтов. Она является автором более 150 научных работ, в том числе монографий, учебников и учебных пособий на русском и английском языках. Под ее руководством и при ее участии выполнены национальные и международные проекты по программам ЮНЕП, МАБ ЮНЕСКО, ИНТАС Европейской комиссии, Международной геосферно-биосферной программы (МГБП), Международного географического союза (МГС), Центра космических исследований Франции и других.

Более 10 лет в составе международной группы экспертов Е.В. Миланова занималась созданием многотомного Мирового атласа изменения земельного покрова, издававшегося по инициативе Международного географического союза, была членом

его редколлегии. Ею уточнен и систематизирован ряд принципиальных научных понятий, проведен сравнительный анализ и классификация изменений земельного покрова в отдельных регионах Земли с использованием дистанционных методов изучения современных ландшафтов. Большую научно-организационную работу Е.В. Миланова провела в рамках крупного российско-американского проекта в области поддержки развития эколого-ориентированных методов хозяйственной деятельности в целях устойчивого развития территории России.

В последние годы Е.В. Миланова продолжает активно участвовать в исследовательских проектах («Анализ трендов изменения климата и продуктивности наземных экосистем степной и лесостепной зон Восточной Европы», «Место России в глобальном экологическом пространстве»), читает лекции по курсу «Экологический менеджмент», осуществляет научное руководство аспирантами кафедры, представляет свои научные результаты на российских и международных конференциях и конгрессах. Ей по-прежнему свойственны творческая инициативность, доброжелательность, готовность поделиться своими знаниями и опытом со студентами и коллегами и, конечно, неиссякаемый оптимизм и обаяние.

В связи с замечательным юбилеем желаем Елене Валентиновне крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих достижений!

Редакция журнала

ПОТЕРИ НАУКИ

ВАСИЛИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ЕСАКОВ

4 декабря 2016 г. ушел из жизни выдающийся ученый, крупный историк географии, доктор географических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, почетный член Русского географического общества, ветеран Великой Отечественной войны Василий Алексеевич Есаков.

Родился Василий Алексеевич 22 февраля 1924 г. в селе Березово ныне Рязанской области, а вскоре семья Есаковых переехала в Москву. Юный Василий был зачислен в 96 среднюю школу Краснопресненского района. Здесь же он встретил первый день войны. Тогда все юноши класса решили после выпускного вечера вместе поступать в военное училище.

В.А. Есаков стал курсантом Московского военно-инженерного училища, располагавшегося в г. Болшево Московской области. Во время учебы в 1941 г. курсанты и преподаватели участвовали в создании защитных сооружений и проведении минно-заградительных работ на оборонительных рубежах Москвы. После окончания училища В.А. Есаков был зачислен в курсантский батальон Западного фронта и отправлен на передовую в окрестностях Калуги.

Когда отряду курсантов было разрешено отойти на переформирование, они заняли долговременную оборону под Калугой, используя окопы и блиндажи, построенные местными жителями. Сдерживать противника удалось на протяжении примерно десяти дней, пока не прибыло подкрепление. Затем курсанты были отозваны с фронта, и батальон был направлен в город Горький. По прибытии будущих офицеров доставили в город Мензелинск на Каме, куда ранее было эвакуировано училище. Здесь в декабре 1941 г. В.А. Есакову было присвоено звание лейтенанта, и затем он был направлен в город Борисоглебск, где формировались отправляемые на фронт маршевые роты.

За время службы на фронте т. Есаков неоднократно участвовал в наступательных и инженерно-оборонительных операциях, отсекал огневые точки врага, которые по данным его корректировки уничтожались артиллерией дивизии. За боевые заслуги В.А. Есаков награжден медалью «За оборону Москвы», орденами «Отечественной войны» I и II степеней.

Осенью 1943 г. он поступил на географический факультет Московского университета. Выбор специальности был связан с умением ориентироваться на местности и навыками в использовании топографических карт. По окончании учебы в 1948 г. В.А. Есаков поступил в аспирантуру, а по ее завершении на кафедре истории географии в 1951 г. был зачислен в штат Института истории естествознания АН СССР. В 1952 г. он защитил кандидатскую дис-

сертацию «Развитие географической науки в Университете», выполненную под руководством выдающегося экономгеографа, чл.-корр. АН СССР Н.Н. Баранского.

Работая в ИИЕТ РАН, Василий Алексеевич стоял у истоков создания историко-научных структур по истории наук о Земле сначала в секторе по истории биологии, а с 1953 г. – в секторе истории геолого-географических наук, горной и металлургической науки, которую возглавлял известный историк науки и техники С.В. Шухардин. Есаков продолжил свои исследования в ИИЕТ в секторе истории геолого-географических наук под руководством И.А. Федосеева, а затем в рамках отдела истории наук о Земле.

В 1974 г. В.А. Есаков в Институте географии АН СССР защитил докторскую диссертацию «География в России в XIX – начале XX вв.: исследования, развитие теорий». Разработки по проблеме, составившие основу исследования легли в основу монографии под редакцией академика И.П. Герасимова «География в России в XIX – начале XX вв.» (1978).

Профессор (1993), Председатель Отделения истории географических знаний и истории географии Московского центра Русского географического общества (с 1975), почетный член Русского географического общества (1985), член-корреспондент комиссии Международного союза географического союза (1969). В.А. Есаков удостоен звания «Заслуженный деятель науки РФ», награжден Золотой медалью имени П.П. Семенова-Тян-Шанского Русского географического общества, медалью А. фон Гумбольдта Академии наук ГДР.

В.А. Есаков – автор, соавтор, редактор 200 научных работ, в том числе 17 монографий по истории мировой и в особенности отечественной географии. Среди них книги о Д.Н. Анучине, основателе русской университетской школы региональной физической географии и основоположнике современной физической географии Александре Гумбольдте, его физико-географических исследованиях в России. Выходят в свет его книги и под его редакцией: серия исследований из шести книг по истории русских географических открытий, развитие наук о Земле в СССР за 50 лет «Теоретические проблемы физической географии в России в XIX – начале XX вв.» (1988) и «Очерки истории географии в СССР» (1978) на русском и английском языках, монография о крупном русском ученом-географе, этнографе и мыслителе Михаиле Ивановиче Венюкове (1832–1901). Этапом в развитии исследований истории отечественной географии стало исследование «География в Московском университете» за длительный период с момента основания Московского университета в 1775 г. и до организации географического факультета в 1938 г.

В.А. Есаков являлся редактором и создателем ряда важных обобщающих работ по истории географической науки, в том числе юбилейного издания «Развитие наук о Земле в СССР» в серии «Советская наука и техника за 50 лет», специальном издании на русском и английском языках «Очерки истории географической науки в СССР», подготовленном к Географическому конгрессу в Москве (1976), и других ответственных изданий.

Много сил В.А. Есаков уделял воспитанию и подготовке научных кадров, имея многих учеников. Вузы СССР–России – Якутский, Саратовский университеты, вузы Баку – благодарны Василию Алексеевичу за прочтенные лекции и участие в работе Государственных комиссий. Хорошо известна большая деятельность Есакова в рамках Международного географического союза и Московском центре Русского географического общества, а также в качестве руководителя диссертационного совета по истории наук о Земле.

Цельное представление о личности ученого позволяют получить строки, приведенные В.А. Есаковым: «Мне кажется, что если уж существуют на свете идеи патриотизма и гражданского мужества, то на каждом служащем Родине лежит обязанность указывать обществу и правительству на больные

стороны государственного организма, и что если кто, видя эти больные стороны, эти язвы, молчит о них, то он действует не только как трус-эгоист (моя хата с краю, ничего не знаю), но и как подлец».

В.А. Есаков в своих статьях и выступлениях отмечал, что его коллегами-историками науки проведены многосторонние исследования по истории географии, истории географических открытий и исследований Земли, теоретических представлений и основ географической науки, профессионального вклада в науку ученых, их результаты отражены в большом количестве публикаций. Одновременно В.А. Есаков подчеркивал, что не стоит успокаиваться на достижениях отечественных ученых в области истории географии. Еще не создано профессионального обобщающего произведения по истории географии в России – «География в России за 1000 лет (от Нестора до современности)», продолжающего работы Л.С. Берга, А.А. Григорьева, Г.И. Танфильева, Д.М. Лебедева и других ученых, а такой труд, по мнению Василия Алексеевича, «должен быть создан неотложно, так как он нужен не только нам, но и для мировой науки и зарубежных ученых».

Светлая память о Василии Алексеевиче останется навсегда в сердцах коллег, друзей и близких, его многочисленных учеников и последователей.

*Коллектив географического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова*

ХРОНИКА

**ДИССЕРТАЦИОННЫЕ СОВЕТЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА ЗА 2016 г.****Диссертационный совет
по экономической, социальной,
политической и рекреационной географии**

15 декабря 2016 г. на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.24 «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география» диссертацию на тему «Формирование и эволюция российско-германской транснациональной миграционной системы» защитила доцент кафедры экономической и социальной географии России М.С. Савоскул; ведущая организация Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь); официальные оппоненты – профессора А.Г. Вишневецкий, Т.И. Герасименко и В.И. Мукомель.

В работе на основе системного и эволюционного подходов сформулирована концепция «транснациональной миграционной системы», учитывающая полимасштабный характер миграций населения, предложен комплексный подход к исследованию международной миграции населения в условиях глобализации, сочетающий количественные и качественные методы. В рамках концепции и разработанной авторской методики исследования миграционных процессов между Россией и Германией, включающей полевые исследования автора в регионах выезда и въезда мигрантов, проведен комплексный анализ предпосылок формирования российско-германской транснациональной миграционной системы, прослежены основные этапы ее эволюции, рассмотрены особенности адаптации российских эмигрантов в Германии.

Диссертационный совет единогласно 17 голосами принял решение о присуждении М.С. Савоскул ученой степени доктора географических наук.

На соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.24 «Экономическая, социальная политическая и рекреационная география» защищено 12 диссертаций: Е.В. Антоновым «Социально-экономическое развитие и рынки труда городов Урала, Сибири и Дальнего Востока в 1990–2010-х годах»; Р.В. Гончаровым «Территориально-организационная структура топливной промышленности мира»; Ю.Ф. Кельман «Этнокультурное многообразие городского населения США и методы его исследования в географическом аспекте»; Н.А. Колдобской «Трансформация экологической ситуации в столичных городах постсоветских стран»; О.А. Меркушевой «Региональная политика Японии на общенациональном и местном уровнях»; Н.Ю. Микрюковым «Факторы, проблемы и модели развития моногородов России»; П.В. Под-

горневым «Территориальная структура фармацевтической промышленности в постиндустриальную эпоху»; М.Е. Савловым «Формирование отраслевой структуры третичного сектора хозяйства стран мира»; Н.А. Стариковым «Дифференциация продовольственной ситуации по странам мира»; А.В. Стариковой «Пространственная мобильность населения Баварии»; А.А. Фомкиной «Трансформация местных систем расселения слабоурбанизированных территорий Центральной России (на примере Тверской области)»; О.А. Шуваловой «Потенциал развития сельской местности (на примере Волгоградской области)».

А.А. Азирречу

**Гидрометеорологический
диссертационный совет**

На заседаниях гидрометеорологического диссертационного совета Д 501.001.68 в 2016 г. защищено 5 диссертаций.

На соискание ученой степени доктора географических наук защитил диссертацию Ю.С. Даценко (кафедра гидрологии суши географического факультета) на тему «Формирование и трансформация качества воды в системах источников водоснабжения города Москвы» (25.00.27).

На соискание ученой степени кандидата географических наук защищены 3 диссертации по специальности 25.00.27: Е.В. Промаховой – «Изменчивость мутности речных вод в разные фазы водного режима»; С.В. Лебедевой – «Динамика потока в многоорукавном приливном устье крупной реки (на примере р. Северная Двина)»; Е.А. Львовской – «Ретроспективный анализ, современное состояние и оценка возможных изменений русловых процессов на больших реках Севера ЕТР». Кандидатскую диссертацию по специальности 25.00.30 на тему «Оценки ресурсов ультрафиолетовой радиации, влияющей на здоровье человека, в Северной Евразии» защитила Е.Ю. Жданова.

В.С. Савенко

**Диссертационный совет по физической
географии, биогеографии, географии почв,
геохимии ландшафтов и геоэкологии**

На заседаниях диссертационного совета Д 501.001.13 в 2016 г. было защищено 3 диссертации на соискание ученой степени кандидата географических науки по специальности 25.00.23 – физи-

ческая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов: П.С. Брагина «Почвообразование на отходах горнодобывающих предприятий Кемеровской области», И.Н. Семенов «Формы нахождения металлов в суглинистых тундровых, таежных, подтаежных и лесостепных почвенно-геохимических катенах», С.В. Дудов «География ботанического разнообразия хребта Тукурингра на примере Зейского государственного природного заповедника».

На соискание ученой степени доктора географических наук была проведена защита О.А. Климановой на тему «Геоэкологическое районирование Африки и Европейского Средиземноморья» по специальности 25.00.36 – геоэкология. По решению диссертационного совета ученая степень доктора наук не была присуждена.

Диссертационным советом было принято дополнительное заключение по диссертации, направленной Минобрнаукой России, В.А. Преловского на соискание ученой степени кандидата географических наук на тему «Антропогенная трансформация структуры населения наземных позвоночных животных Южно-Минусинской коловины» по специальности 25.00.23 (защита проводилась в диссертационном совете Д 003.010.01 при Институте географии им. В.Б. Сошалева СО РАН). Диссертационный совет считает, что работа В.А. Преловского соответствует требованиям ВАКа, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата географических наук.

И.А. Горбунова

Диссертационный совет по геоморфологии и эволюционной географии, гляциологии и криологии Земли, картографии

На заседаниях диссертационного совета Д 501.001.61 по геоморфологии и эволюционной географии, гляциологии и криологии Земли, картографии в 2016 г. было защищено 9 диссертаций. На соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.25 – геоморфология и эволюционная география – защищены 2 диссертации.

Диссертация Е.А. Новенко (географический факультет МГУ) «Растительность и климат Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене» посвящена выявлению специфики и географической дифференциации в истории растительности и климата Центральной и Восточной Европы в межледниковые эпохи в позднем плейстоцене и голоцене и на этапах перестройки ландшафтно-климатической системы от ледниковых условий к межледниковьям и от межледниковья к оледенению. В работе впервые проведено детальное сравнение изменений растительности и климата, проходивших в Центральной и Восточной Европе в течение эемского/микулинского межледниковья и голоцена, установлена высокая степень сходства в структуре и

последовательности изменений растительности и климата в лесной зоне Центральной и Восточной Европы в межледниковых интервалах климатических макроциклов; установлено подобие ландшафтно-климатических изменений на переходных этапах климатических макроциклов, в течение которых на фоне основного тренда к потеплению или похолоданию развивались относительно короткопериодные и резкие колебания климата второго и более высоких порядков.

В докторской диссертации С.А. Макарова (Институт географии СО РАН) «Современный морфолитоогенез на юге Восточной Сибири» рассматривается реконструкция различных типов морфолитоогенеза на основе детального анализа разрезов отложений разного генезиса, даны последовательности и хронологии их накопления, развития форм рельефа в голоцене. Предложен новый подход к получению информации о развитии различных типов морфолитоогенеза (элювиального, склонового, флювиального, селевого и тектонического) в голоцене под воздействием климатического, геологического и в особенности сейсмического факторов; выявлена хронология прохождения селей в горах Прибайкалья; выполнены палеорекострукции крупных природных событий голоцена, связанных с разрушительными землетрясениями; установлены циклы формирования низких террасовых уровней при флювиальном морфолитоогенезе.

На соискание ученой степени кандидата географических наук защищено 7 диссертаций. По специальности 25.00.25 – геоморфология и эволюционная география – защищены 4 диссертации: В.А. Голубцовым «Почвообразование и осадконакопление в Селенгинском среднегорье в позднеледниковье и голоцене»; Н.И. Косевич «Морфология и динамика рельефа островов Кандалакшского залива Белого моря»; Ю.Н. Фузеиной «Голоценовое экзогенное рельефообразование в малых внутригорных котловинах Саяно-Тувинского нагорья (на примере Терехольской впадины)»; Е.А. Федоровой «Особенности осадконакопления в котловинах водохранилищ равнинного и предгорного типа на примере Новосибирского и Красноярского водохранилищ».

По специальности 25.00.31 защищено 2 диссертации: Д.Г. Шмелевым «Криогенез рыхлых отложений полярных областей Земли»; В.А. Исаковым «Влияние криогенных процессов на устойчивость автомобильных и железных дорог». По специальности 25.00.33 защищена диссертация Ю.Ю. Рафиковой «Геоинформационное картографирование ресурсов возобновляемых источников энергии (на примере юга России)».

А.Л. Шнытарков