

Вестник Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

Серия 5 ГЕОГРАФИЯ

№ 4 • 2016 • ИЮЛЬ – АВГУСТ

Издательство Московского университета

Выходит один раз в два месяца

СОДЕРЖАНИЕ

Теория и методология

- Гаврилов А.А. О природе явлений геоморфологической конвергенции и гомологии 3
- Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И., Костомаха В.А., Немцова Г.М. Палеогеографическое районирование Восточно-Европейской равнины как основа геоэкологической оценки устойчивости геосистем 13
- Сафонов С.А. Цепочки добавленной стоимости как фактор сдвигов в географии мирового хозяйства 22

География и экология

- Локощенко М.А., Еланский Н.Ф., Трифанова А.В., Беликов И.Б., Скороход А.И. О предельных уровнях загрязнения воздуха в Москве 29
- Феодоритов В.М., Шарапова А.В., Королева Т.В., Кречетов П.П. Состояние растительности в районах падения ступеней ракет (Центральный Казахстан) 40
- Адищева О.С., Малхазова С.М., Орлов Д.С. Распространение лихорадки Западного Нила в России 48

Региональные исследования

- Лазаренко В.А. Приток мигрантов из стран ближнего зарубежья в регионы России 55
- Себенцов А.Б., Колосов В.А., Зотова М.В. Туризм и приграничное сотрудничество в Калининградской области 64
- Писарчук Н.М., Новенко Е.Ю., Козлов Д.Н., Шилов П.М. Влияние климатических изменений на лесные экосистемы и процессы заболачивания в Центрально-Лесном заповеднике 73

Хроника

- В диссертационных советах географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в 2015 г. 83

- Юбилей* 84

- Потери науки* 86

MOSCOW UNIVERSITY BULLETIN. SERIES 5. GEOGRAPHY

C O N T E N T S

Theory and methodology

Gavrilov A.A. About the nature of geomorphologic convergence and homology phenomena	3
Sudakova N.G., Antonov S.I., Vvedenskaya A.I., Kostomakha V.A., Nemtsova G.M. Palaeogeographic zoning of the East European Plain as a basis for the geoecological assessment of geosystems' sustainability	13
Safonov S.A. Global value chains as a factor of shifts in the geography of world economy	22

Geography and ecology

Lokoshchenko M.A., Elansky N.F., Trifanova A.V., Belikov I.B., Skorokhod A.I. About extreme levels of air pollution in Moscow	29
Feodoritov V.M., Sharapova A.V., Koroleva T.V., Krechetov P.P. State of vegetation in the disposal areas of rocket stages (Central Kazakhstan)	40
Adishcheva O.S., Malkhazova S.M., Orlov D.S. West Nile Fever in Russia	48

Regional Studies

Lazarenko V.A. Inflow of migrants from the former USSR countries to the regions of Russia	55
Sebentsov A.B., Kolossov V.A., Zotova M.V. Tourism and cross-border cooperation in the Kaliningrad region	64
Pisarchuk N.M., Novenko E.Yu., Kozlov D.N., Shilov P.M. Influence of climate changes on forest ecosystems and peatland development in the Central Forest State Reserve	73

Chronicle

At the dissertation councils of the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University in 2015	83
---	----

<i>Jubilees</i>	84
-----------------------	----

<i>Obituaries</i>	86
-------------------------	----

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 551.4

А.А. Гаврилов¹

О ПРИРОДЕ ЯВЛЕНИЙ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КОНВЕРГЕНЦИИ И ГОМОЛОГИИ

В основе унификации, трендов развития, явлений самоорганизации и гармонии процессов рельефообразования лежит принцип минимизации затрат внутренней энергии геоморфологических объектов и принцип Кюри, который реализуется при адаптации их морфологии и симметрии к симметрии силового поля сферы морфогенеза. Именно энергетические факторы обеспечивают селекцию морфологических характеристик, гомологию и конвергентное развитие форм рельефа, с одной стороны, и устойчивость, продолжительность их существования и доминирующую роль в образовании морфологического ландшафта нашей планеты – с другой.

Выделено несколько основных морфологических классов конвергентных геоморфологических объектов, определены гомологические ряды форм рельефа и два типа конвергентного морфогенеза.

Ключевые слова: геоморфология, принцип минимизации затрат энергии, конвергенция, гомология, рельеф.

Введение. На фоне разнообразия генетических типов форм рельефа многие из них имеют явное сходство морфологии и внутренней структуры. Различные процессы морфогенеза скрываются за морфологическим подобием денудационных, аккумулятивных равнин, педиментов и уплощенного рельефа вулканических плато; принципиально похожи морфологические элементы разных генотипов горных хребтов, долин постоянных, временных водотоков и т.д. Почему же при очевидном множестве факторов, участвующих в процессах рельефообразования, природа столь рациональна и ограничена в своих конструктивных и дизайнерских решениях?

Очевидно, что реализация процессов морфогенеза подчиняется общим закономерностям функционирования различных материальных сред и диссипативных структур разного происхождения и уровня организации, развитие которых базируется, как постулируют положения общей теории систем, на максимально эффективном использовании их внутренней энергии. Указанное особенно наглядно выражено в универсальном феномене конвергенции. Это понятие широко используется при изучении морфологического и структурного сходства образований различного генезиса в биологии, геологии, географии и других науках, но его значение и соотношение с ним явления для геоморфологии остается во многом неопределенным [Уфимцев, 2009].

По мнению автора, анализ причин, условий и механизмов формирования конвергентных образований может служить важным инструментом познания общих закономерностей морфогенеза, установления генеральных трендов и факторов развития геоморфологических систем [Гаврилов, 2015]. В работе была предпринята попытка осветить некоторые гно-

сеологические и методические аспекты этой важной для геоморфологии и динамической геологии проблемы, исследование которой связано с развитием учения о симметрии природных объектов, анализом явлений изоморфизма и др.

Терминология и методология исследований. В биологии конвергенция определяется наличием у неродственных организмов сходных признаков внешнего и внутреннего строения, обусловленных адаптацией к близким условиям существования. Геологи связывают явление конвергенции с возникновением сходных по форме, составу, структуре, текстуре, расположению или тектонической позиции объектов разного генезиса. В ходе исследований выделяются конвергентные горные породы, месторождения, формации и другие образования [Геологический..., 2010]. Подобие внешнего облика (габитуса) минералов в кристаллографии оценивается на основе сходных элементов и формул симметрии. Такой подход принципиально применим и при описании форм рельефа как трехмерных образований, среди которых можно выделить моноэдры, различные типы пирамид, конусы и другие фигуры.

При изучении общих закономерностей морфологического и структурного подобия различных природных объектов большое значение имеет термин «гомология», который расширяет и обобщает понятие «симметрия». Он характеризует существование множества соответственных фигур, которые однородны, но не подобны и равны [Геологический..., 2010]. В таком контексте однородность понимается как принадлежность к объектам, характеризующимся общей геометрией, одним или близким набором элементов симметрии. Несоответствие параметров соответственных фигур допускает и

¹ ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт имени В.И. Ильичева ДВО РАН, лаборатория гравиметрии, вед. науч. с., канд. геол.-минерал. н.; e-mail: gavrilov@poi.dvo.ru

симметрия подобия (термин А.В. Шубникова) [Шафрановский, 1985]. В математике с понятием «гомология» связана теория геометрических преобразований фигур, сформулированы термины «ось», «центр гомологии» и др. Например, два треугольника ABC и abc называются гомологичными, если прямые линии Aa, Bb, Cc, соединяющие их соответственные вершины, пересекаются в одной точке (центр гомологии). Возможно, со временем существующий математический аппарат найдет более широкое применение при систематике гомологичных геоморфологических форм и обработке моделей цифрового рельефа. В любом случае установленные признаки подобия морфологии, внутренней структуры и сходства формул симметрии разнообразных природных объектов в сфере морфогенеза лежат в основе схем их унифицированного описания и служат важным инструментом для познания общих закономерностей строения, образования и развития. Типичные примеры гомологических фигур на плоскости – круг и эллипсы, трапеции, треугольники, среди трехмерных объектов – шар и эллипсоиды, пирамиды, конусообразные формы и др. В мире кристаллов ряды гомологических минеральных образований сгруппированы в 32 класса 7 кристаллографических систем (сингоний).

Гомологические ряды в сфере морфогенеза формируют морфоструктуры центрального типа (круговые, кольцевые, эллиптические, вихревые и др.), антиформы и синформы, включающие различные генотипы складчатых дислокаций, близкие по геометрии блоковые дислокации разного генезиса с конформным им рельефом и др. В ряде публикаций последних лет [Ласточкин, 2002; Рычагов, 2006] рассмотрены отдельные аспекты явления геоморфологической гомологии, приводятся примеры сходства между отдельными морфологическими, ландшафтными элементами и формами рельефа (конусы выноса, дельты, вулканы, бугры пучения и др.), однако не анализируется природа этого явления. В монографии Г.С. Голицына [Голицын, 2013] содержится лишь общее положение о том, что морфологическое сходство различных по размерам форм земной поверхности и поверхности других планетных тел определяется подобием рельефообразующих процессов, обусловленных силами гравитации.

Представляется, что морфологическая и структурная гомология таких объектов возникает не на пустом месте и предполагает наличие динамической гомологии или конвергенции. Что же целесообразно включить в понятие «геоморфологическая конвергенция»? Учитывая ранее приведенные дефиниции, в качестве признаков конвергентности разных по происхождению форм рельефа при соответствующей детальности и этапности исследований могут выступать: 1) соответствие геометрии, конфигурации граничных контуров в плане и на вертикальных профилях без учета размеров объектов; 2) сходство рисунков основных орографических элементов; 3) подобие формул симметрии, отражающих морфологию объектов и распределение орографи-

ческих элементов; 4) геометрическое сходство внутренней структуры (инфраструктуры); 5) близость вещественного состава геологического субстрата. Последний пункт хорошо иллюстрирует, в частности, известная зависимость характера извержений и морфологических типов вулканических построек от химического состава магмы, количества летучих компонентов и т.д.

Использование комплекса (полностью или частично) предлагаемых признаков зависит от цели, постановки задач и масштаба проводимых работ. На первом этапе изысканий существует необходимость качественной оценки морфологического и структурного подобия с последующей оценкой степени подобия сравниваемых объектов по ряду приведенных выше признаков. Переход от анализа статических систем к геодинамическим, генетическим и ретроспективным моделям требует существенно расширения исходной базы данных, так как явление геоморфологической конвергенции осложняет процедуру индикации элементов структурного плана и ограничивает возможности геологической интерпретации геоморфологических карт, составленных на основе системно-морфологического принципа [Ласточкин, 1988, 2002]. Например, выявления аномалий центрального типа по морфометрическим и морфографическим признакам недостаточно для выделения и идентификации в пределах исследуемой территории кольцевых вулканических структур, так как подобные же признаки характерны для широкого круга объектов (интрузивные купола, изометричные складки и др.). Столь же неоднозначна интерпретация выявляемых на аэрофото- или космолинейках элементов, которые могут иметь разную природу. Это явление, давно известное среди специалистов, использующих данные дешифрирования материалов дистанционного зондирования из космоса и аэрофотосъемки, получило дополнительное обоснование на основе представлений о явлениях геоморфологической гомологии и конвергенции. В более широкой трактовке, по аналогии с обратной задачей геофизики, рассматриваемые явления делают неоднозначным решение обратной задачи геоморфологии «от рельефа к индикации геологического субстрата». В обоих случаях необходимо привлекать дополнительную проверочную информацию о геологическом строении, механизмах формирования эталонных объектов и др.

Вследствие огромной активности рельефообразующих агентов атмосферы, гидросферы и биосферы время существования локальных и даже субрегиональных неровностей рельефа Земли в масштабах геологической хронологии ограничено. Функционирование геоморфологических систем сопряжено с неизбежными потерями, диссипацией внутренней энергии, что сопровождается увеличением энтропии. Поскольку эти потери зависят главным образом от площади взаимодействия поверхности объектов с агрессивной внешней средой и свойств геологического субстрата, принцип минимизации затрат (включая потери) энергии выступа-

ет как главный термодинамический принцип формо- и структурообразования, самоорганизации геоморфологических систем при взаимозависимости присущих им морфологических и функциональных характеристик. Поэтому большую часть земной поверхности занимают формы, наиболее адаптированные к условиям внешней среды, тренд развития которых определяется устойчивостью к разрушению, денудации и длительностью существования, а промежуточные трансформации носят кратковременный характер. Такие энергетические предпосылки возникают лишь при гармоничном соотношении, балансе созидających и разрушающих внутренних и внешних сил. Этот компромисс постулирован в принципе П. Кюри [Кюри, 1966], в соответствии с которым в форме объектов сохраняются лишь те собственные элементы симметрии, которые совпадают с элементами симметрии окружающей среды.

С термодинамической точки зрения именно такая адаптация, или конформизм, наиболее оптимальны, поскольку требуют минимальных расходов внутренней энергии на поддержание существования геоморфологических объектов. Эти представления хорошо согласуются с известными теоретическими положениями о том, что закон сохранения энергии в любой системе реализуется только в условиях действия принципа минимизации энергозатрат. Именно с ним связаны такие понятия, как оптимальность формы, рациональность, эффективность функционирования любых антропогенных объектов. Закономерности, связанные с сохранением и эффективным использованием энергии за счет минимизации процессов ее диссипации (потерь), лежат в основе видимой целесообразности, гармонии и природных процессов, определяя общую направленность эволюции различных форм жизни и, в том числе, ход явлений морфогенеза. Еще в 1746 г. П. Мопертюи сформулировал для механики «принцип наименьшего действия» и рассматривал его в качестве универсального закона движения и равновесия, отмечая, что «когда в природе происходит некоторое изменение, количество действия, необходимое для этого изменения, является наименьшим возможным» [Вариационные..., 1959, с. 19].

Вероятностный характер неравновесного и достигаемого паритетного взаимодействия меняющихся условий экзогенной сферы морфогенеза и особенностей внутреннего строения, потенциала и механизмов саморазвития эндогенных геологических структур и тел определяет многообразие форм и структурной организации морфологического ландшафта. Совокупность потенциально возможных, но не реализуемых в данных условиях среды элементов симметрии геоморфологических объектов составляет их диссимметрию. Например, изометричная антиклинальная складка, характеризующаяся симметрией центрального типа, в условиях тектонического перекоса или при формировании осевого грабена вместо купольного поднятия может образовывать денудационные куэстовые формы рельефа. В этом случае данные о диссимметрии необхо-

димы для оценки характера и масштаба произошедших изменений, а также реконструкции первичной тектонической основы рельефа. Формула симметрии пирамиды описывает формулой $L_n \propto P$, а для конуса $L_\infty \propto P$, где L – ось, P – плоскость симметрии соответствующего порядка n . При постепенном денудационном сглаживании ребер пирамидальных форм рельефа на поверхности нашей планеты образуются куполообразные, конусовидные конвергентные образования, более устойчивые к процессам экзогенного выравнивания. Возникая при изменении геодинамической активности недр и условий окружающей среды, диссимметрия определяет каждый новый виток трансформации и степень изменчивости существующих неровностей земной поверхности, отражая наличие промежуточных морфологических ступеней между их зарождением и полным разрушением.

Объем понятия «геоморфологическая конвергенция» может быть различен и охватывать как близкие по генотипу классы объектов, так и разнородные. При этом необходимо учитывать различия и близость значений таких терминов, как «природа», «происхождение», «генезис» объектов. Например, купольные формы рельефа магматогенной природы могут отличаться механизмами формирования, т.е. иметь интрузивный, экструзивный, протрузивный или эффузивный генезис. Наряду с этим рассматриваемый морфологический тип образований включает и тектонические постройки (соляные, гипсовые купола и др.). Различное происхождение имеют такие близкие по природе экзогенные объекты, как морские и речные террасы, долины временных и постоянных водотоков и др. Все это следует учитывать при анализе явлений конвергенции, которые могут носить общий и частный характер, иллюстрируя известные представления о соотношениях философских категорий «единичное», «частное», «общее».

Предполагается, что в пределах каждого морфологического ландшафта среди множества факторов рельефообразования существует своя иерархия (доминирующие и рецессивные факторы), обусловленная различиями их энергетических характеристик и интенсивности проявления. Поэтому для каждого доминирующего генотипа рельефообразующего процесса (вулканический, флювиальный и т.д.) характерен свой набор рядов конвергентных форм, имеющих близкие морфологические и структурно-вещественные признаки, но разный механизм образования. Опыт исследований показывает, что в число главных предпосылок, определяющих длительность существования и устойчивость форм рельефа к процессам денудации, входят: степень адаптированности морфологии объектов к симметрии гравитационного поля и геодинамическим условиям внешней среды, параметры объектов, климатические условия, свойства геологического субстрата. Какие же формы рельефа доминируют среди неровностей земной поверхности, отражая преобладающие тенденции развития и факторы морфогенеза?

Материалы и методы исследований. Основные морфологические классы конвергентных форм рельефа. В отличие от представлений Г.Ф. Уфимцева [Уфимцев, 2009] о высокой оценке роли временной конвергенции в рельефообразовании, по мнению автора, нужно согласиться с утверждением Э. Брюкнера [Брюкнер, 1903], что явление морфологического подобия существенно уменьшает богатство форм земной поверхности и представляет собой постоянно действующий фактор. Действительно, если оценивать суммарную статистику распределения элементов геоморфологического строения Земли с разной морфологией, то легко заметить доминирование относительно ограниченного числа геометрических типов, среди которых можно выделить 3 основных класса объектов.

В пределах океанических, континентальных платформ и на их окраинах широко развиты аккумулятивные и денудационные равнины с относительно плоской внешней поверхностью; также разное происхождение и возраст имеют террасы, педименты, плато и другие уплощенные формы рельефа. Различия консолидированных платформенных элементов литосферы предопределены временем формирования фундамента и горизонтально залегающего плитного комплекса, спецификой глубинного строения и тектонического режима (активизированные и относительно пассивные структуры), что позволяет считать их гетерогенными и гетерохронными образованиями. Основные элементы строения континентальных платформ обусловлены существованием мощной консолидированной коры, фундамента разного возраста (докембрийский, эпигерцинский и др.), наличием древнего погребенного пенеплена и субгоризонтально залегающего плитного комплекса, относительно незначительная дислоцированность последнего и определяет доминирование равнинного и холмисто-увалистого типов рельефа.

Океанические платформы характеризуются отсутствием гранитометаморфического слоя, существенно меньшей мощностью земной коры и более простым геологическим и геоморфологическим строением. Наряду с аккумулятивным чехлом литифицированных и рыхлых отложений, типичных для плоских абиссальных равнин, в пределах холмистых равнин ложа океана развиты наложенные вулканические структуры разнообразных морфогенетических типов, а также их линейные и изометричные группировки. Очевидно, что аккумулятивные и денудационные равнины разных по возрасту и строению платформ, межгорных и предгорных впадин, а также многочисленные выровненные поверхности имеют разное структурное основание, происхождение и возраст. Они составляют наиболее типичный и широко распространенный класс конвергентных форм рельефа. При этом речь идет не о временной конвергенции, это длительно живущие и устойчиво развивающиеся образования, которые образуют гомологичные эволюционные ряды, связанные с разными механизмами нивелирования рельефа как за счет явлений эрозии, денудации, так и аккумуляции

осадочных и эффузивных пород. Интересно, что повышенная устойчивость характерна и для плоских вершинных поверхностей междуречий [Ананьев, 1976].

Платообразная морфология вершинных поверхностей, отмеченная для массивных поднятий Тянь-Шаня, Монгольского Алтая, не характерна для большинства горных систем и свидетельствует о наличии субплатформенной доорогенной стадии их развития, а также сводово-глыбовом, блоковом характере последующих движений [Уфимцев, 2008]. Для многих других горных областей, помимо блоковых дислокаций, типичны различные по генезису и внутреннему строению пликативные и инъективные структуры (антиклинали, сводово-блоковые и тектономагматические поднятия, интрузивные купола, вулканические сооружения и др.), отражающие многообразие факторов орогенеза.

Однако активная роль экзогенных процессов и тенденции рельефообразования, связанные с сохранением максимально устойчивых форм, приводят к тому, что в геометрическом плане большинство хребтов представляют собой цепи или ряды гомологичных конусообразных, купольных или пирамидальных объектов, центры тяжести которых максимально приближены к основанию. Они составляют следующий типичный и максимально широко распространенный в областях денудации класс конусообразных конвергентных образований с формулой симметрии $L_n nP \rightarrow L_\infty \propto P$, включающий подклассы пирамидальных форм и положительных морфоструктур центрального типа (МЦТ), представленных конусами, куполами. Такой тренд к унификации и образованию устойчивых неровностей земной поверхности приводит, например, к тому, что разные по морфологии интрузивные, протрузивные и экстррузивные тела образуют на поверхности единообразные, морфологически подобные купольные морфоструктуры (рис. 1). Жесткие рамки, налагаемые явлениями геоморфологической конвергенции на созидание природой лишь гравитационно устойчивых форм, иллюстрирует также рельеф песчаных пустынных областей и районов, где по аналогии с горными хребтами образуются геометрически подобные им цепи пирамидальных барханов и дюн (рис. 2).

Третий класс повсеместно развитых конвергентных форм рельефа – линейные объекты, или линейменты, сопряженные с разрывными нарушениями различного генезиса и порядка. Среди экзогенных образований – это долины постоянных и временных водотоков разного ранга и генезиса, связанные с каналами кумулятивного стока поверхностных вод, а среди эндогенных – рифтогенные трогги, прогибы, желоба, приразломные межгорные прогибы, впадины, грабены и другие гомологичные морфоструктуры. В зависимости от ранга и генотипа разломы могут иметь разное структурно-вещественное выполнение и идентифицироваться с зонами повышенной тектонической трещиноватости, дробления, кливажа и смятия, дайковыми поясами, рядами экст-

рузивных и интрузивных тел, линейными корами выветривания и другими образованиями. Гетерогенность, полихронность и иерархичность зон разрывных нарушений обуславливают огромное многообразие связанных с ними геоморфологических процессов и ситуаций, но во всех случаях проявлен такой доминантный признак, как линейность сопряженных с ними форм рельефа.

Специфический подкласс конвергентных линейных систем образуют, например, разные по происхождению объекты, имеющие крутые гипсометрические уступы или эскарпы. В рельефе им соответствуют береговые обрывы, клифы, каньоны, края вулканических потоков, вулканических плато. При внешнем подобии поверхностного отражения возникновение таких уступов может быть обусловлено тектоническими, оползневыми процессами, комбинированным действием абразии и гравитационного обрушения масс, глубинной или боковой эрозией водотоков и другими факторами.

В пределах выделенных классов конвергентно развивающихся объектов можно выделить гомологические ряды геоморфологических форм, имеющих близкую природу, но отличающихся некоторыми морфологическими, генетическими особенностями или рангом. Такой ряд образуют, например, положительные МЦТ, связанные с глубинными и коровыми инъективными дислокациями. К ним относятся надплюмовые мегасводы, магматические своды, тектономагматические орогенные поднятия, интрузив-

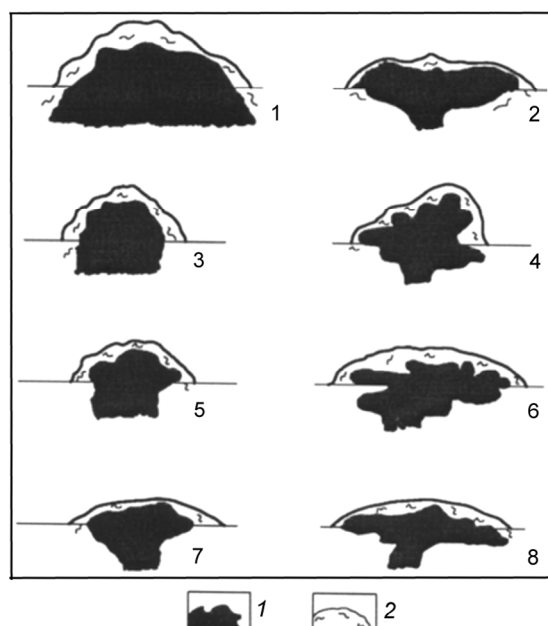


Рис. 1. Морфология некоторых магматических тел и их выраженность в виде конвергентных куполообразных форм рельефа: 1 – магматические тела различной формы (1 – батолит; 2 – лополит; 3 – гарполит; 4 – хонолит; 5 – бисмалит; 6 – акмолит; 7 – лакколит; 8 – факолит); 2 – вмещающие породы

Fig. 1. Morphology of some rock bodies and their manifestation as convergent dome-like landforms: 1 – rock bodies of different forms (1 – batholite; 2 – lopolite; 3 – harpolite; 4 – honolite; 5 – bismalite; 6 – ackmolite; 7 – laccolite; 8 – phacolite); 2 – enclosing rocks

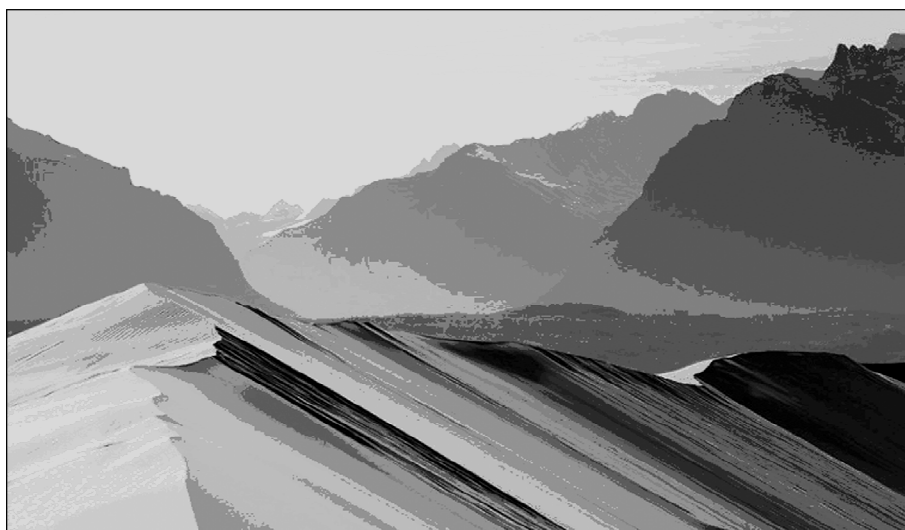


Рис.2. Морфологическое подобие горных хребтов и дюн, гряд барханов (Чарские пески, Забайкалье).
Фото: avivas.ru/ charskie_peski_holodnaya

Fig. 2. Morphological similarity of mountain ridges and sand dunes and rows of barchan dunes (the Chara Sands, Trans-Baikal region).
Photo: avivas.ru/charskie_peski_holodnaya

ные, экструзивные, протрузивные и лавовые купола. Очень часто эти постройки формируют с магмоконтролирующими разломами линейные системы – цепи вулканов, интрузивных куполов, пояса магматических сводов с характерными элементами трансляционной симметрии, которым соответствует свой ряд гомологичных форм [Гаврилов, 1993, 2015]. Отдельный ряд связан с системами отрица-

тельных кольцевых морфоструктур. Он включает котловины окраинных морей и крупных заливов, межгорные впадины, формирование которых обусловлено явлениями мантийного диапиризма, а также вулканотектонические депрессии, кальдеры, сопряженные с магматическими центрами корового заложения. Соответствующие гомологические ряды меньшего ранга можно выделить и среди таких

форм, как долины временных и постоянных водотоков, вулканические плато и др.

Прогностические аспекты их выделения и изучения связаны с возможностями систематизации и теоретического обоснования сравнительной оценки элементов рядов по комплексу признаков с реализацией дедуктивного подхода к изучению конкретных объектов на основе перехода от категорий общего и частного к единичному. С позиций формальной логики феномен геоморфологической конвергенции можно рассматривать как результат закономерной реализации общих трендов морфогенеза, каждый из которых укладывается в рамки известного правила метода сходства: если два или более случаев явления имеют только одно общее обстоятельство, то в нем и заключается причина или следствие данного явления [Ивин, Никифоров, 1997]. Каковы же причины, лежащие в основе морфологического и структурного подобия различных по своему происхождению форм рельефа?

Результаты исследований и их обсуждение.
Природа явлений геоморфологической конвергенции и гомологии. Известно, что гравитация – один из доминирующих факторов во многих геологических процессах и явлениях рельефообразования. Данные свидетельствуют о том, что именно она определяет возникновение наиболее широко распространенных типов конвергентных форм. В соответствии с принципом П. Кюри [Кюри, 1966] общая направленность экзогенных геоморфологических и геологических процессов в верхних частях литосферы связана со стремлением частиц вещества литосферы занять гипсометрический уровень с низкой потенциальной энергией (состояние покоя), значения которой в пределах одного интервала высоты будут приблизительно равны. Абстрагируясь от плотностных неоднородностей и гравитационных аномалий литосферы, можно заключить, что такие условно эквипотенциальные поверхности возникают в разных гипсометрических, геоморфологических обстановках и соответствуют локальным, региональным или планетарным уровням эрозионно-денудационной или аккумулятивной планиции рельефа. С ними связано формирование педиментов, пенепленов и разнообразных генотипов областей аккумуляции с накоплением слоистых толщ горных пород. Наиболее вероятно возникновение таких неровностей земной поверхности, образование которых требует наименьших затрат эндогенной энергии и работы против гравитационного поля. Именно поэтому мы наблюдаем широкое развитие на Земле отрицательных морфоструктур разного ранга (океанические впадины, котловины окраинных морей, межгорные, внутригорные впадины и др.) и сопряженных с ними равнинных и низменных областей.

В их пределах наблюдается минимальная степень вертикальной расчлененности рельефа и интенсивности процессов морфогенеза при максимальной устойчивости самих выположенных поверхностей, параллельных поверхности геоида. Так, равнинные территории в гипсометрическом интервале 0–200 м

занимают ~32% площади континентов. На диапазон 0–500 м приходится уже более 54% общей поверхности суши, а ложе Мирового океана составляет 77% от площади его акватории [Панов, 1966]. Сходные закономерности конвергентного морфогенеза отражены и в строении плоских вершинных поверхностей вулканических плато, в пределах которых происходит перекомпенсированное накопление эффузивного материала и формирование единого для территории эквипотенциального уровня его аккумуляции после заполнения всех неровностей рельефа, существовавших до начала извержений.

Отмеченные тенденции к образованию под действием силы тяжести выровненных поверхностей, приближенных к региональным уровням осадконакопления, оказывают определяющее влияние и на морфологию положительных форм областей денудации, которые опосредуют преобразование вертикально ориентированных векторов силы тяжести в тангенциальные и субгоризонтальные. Это приводит к тому, что даже гравитационно-устойчивые конусовидные или пирамидальные формы рельефа, центры тяжести которых приближены к основанию, в условиях относительного тектонического покоя со временем расползаются и выполаживаются, что отчетливо проявлено на платформах.

На вертикальных профилях междуречий здесь преобладают в рельефе положительные формы с обликом сглаженных, уплощенных пирамид с разными высотой и степенью сохранности, которые отличаются от горных хребтов лишь размером оснований, высотой и углом наклона боковых поверхностей. Известно, что симметрия гравитационного поля любой планеты описывается на основе формулы симметрии конуса [Шафрановский, 1985], вершина которого направлена к ее центру. С позиций антисимметрии, или зеркальной симметрии, максимально устойчивы в рельефе будут именно такие конические формы, вершины которых ориентированы в противоположном направлении, а центры тяжести приближены к условно эквипотенциальным поверхностям. Выявление подобных объектов в пределах орогенных областей и поясов традиционно связано с геоморфологической индикацией очаговых систем, выраженных в рельефе в виде МЦТ соответствующего ранга [Гаврилов, 1993, 2014; Ежов, Худяков, 1984; Металлогения..., 1992; Соловьев, 1978], однако их идентификация (вследствие явления геоморфологической конвергенции) возможна только на основе привлечения дополнительных геолого-геофизических данных.

Начальные стадии развития процессов эрозионно-денудационного расчленения любых поднятий связаны с обособлением аномальных по структурным и вещественным характеристикам участков литосферы, обладающих на данный исторический момент максимальной потенциальной энергией и устойчивостью к разрушению. Именно они образуют основу водораздельных узлов, сеть которых влияет на последующее заложение, пространственные соотношения водосборов и, соответственно, на ри-

сунок долин водотоков и распределение шлейфов рыхлого материала. В зависимости от контекста они могут определяться не только как точки на карте (узел-вершина), но и как специфические формы рельефа (узел-морфоструктура), формирование и развитие которых связано с центрами длительного и устойчивого роста положительных деформаций земной коры. Поэтому водораздельные узлы-морфоструктуры представляют собой ключевые элементы всех областей денудации и отражают главные особенности их строения и развития.

При отсутствии исторически сложившихся морфоструктурных перекосов морфологические преобразования таких узлов, как центры поднятий (горообразования) и аномального геодинамического потенциала, определяются равной вероятностью направлений перемещения нисходящих литодинамических потоков. В этих условиях доминирующим становится радиальный рисунок речных долин, деятельность которых по перемещению дезинтегрированных масс горных пород на уровне их последующей аккумуляции способствует возникновению конусообразных денудационных форм с симметрией центрального типа. Если на начальных этапах формирования водораздельных узлов их геометрия может отражать морфологию тектонических дислокаций (блок, складка, интрузив и др.), инициирующих поднятие, то на относительно зрелой стадии развития они становятся гомологичны.

Типичные для горных стран «волны» хребтов, обособляющиеся в условиях высокой активности эрозионно-денудационных процессов, можно рассматривать как трансляции таких устойчивых пирамидальных или конусообразных форм относительно силовых линий геоморфологической среды, связанных с осями водоразделов. Ранее отмечалось, что сходные закономерности образования цепей аналогичных по геометрии положительных аккумулятивных морфоскульптур за счет группировки и объединения гравитационно-устойчивых элементов рельефа проявлены при образовании гряд барханов и дюн (рис. 2) [Гаврилов, 2015].

Если для экзогенной сферы морфогенеза в соответствии с принципом П. Кюри, характерно доминирование гравитационного фактора и адаптивная природа конвергенции, то при эндогенном рельефообразовании в основе возникновения гомологичных и конвергентных морфоструктур лежат закономерности, связанные с явлениями самоорганизации геологической среды под действием внутренних сил планеты. В изотропной и слабоанизотропной геологической среде существует равная вероятность всех направлений и перемещений потоков тепломассопереноса от энергогенерирующих центров недр (плюмы, мантийные диапиры, магматические очаги и др.), обладающих необходимым потенциалом. В этом случае форма энергетического поля варьирует от сфероида до эллипсоида, а схемы организации силовых линий и потоков имеют радиально-концентрическую симметрию, что соответствует объемному (поливекторному) способу передачи энергии.

В резко анизотропной среде переток энергии из одной точки пространства в другую, при наличии достаточной разности потенциала, осуществляется кумулятивно, канальным (моновекторным) способом.

Реализация лишь двух принципиально возможных способов передачи энергии в пространстве – объемного и канального – лежит в основе доминирования двух основных типов геологических и соответственно геоморфологических эндогенных систем. В первом случае это поднятия, связанные с глубинными и коровыми центрами активности недр в областях горообразования, а также изометричные впадины, котловины, развивающиеся над мантийными диапирами в условиях растяжения земной коры. Во втором случае – линейные системы впадин, грабенных, различные типы долин и другие формы, формирование которых обусловлено наличием энергетических каналов и зон (рифты, разломы, контролирующие тектонические подвижки, поступление и распределение магм, терм, флюидов, газов и др.). К переходной относится линейно-узловая форма организации энергонесущих систем разного порядка, совмещающая черты двух основных типов и образующая цепи или ряды «горячих» точек (плюмы, мантийные диапиры) или магматических центров с характерными элементами трансляционной симметрии [Гаврилов, 1993, 2014].

Термодинамические особенности эволюции магмогенерирующих очагов определяют процессы самоорганизации сложных систем в геологической среде, предлагаемые принципом минимизации затрат энергии. Например, необходимость минимизировать потери внутренней энергии обуславливает образование такой формы магматической камеры, которая отличается наиболее оптимальным соотношением объема и площади поверхности (шар и его гомологи). Перемещение к поверхности «пузыря» магмы, обогащенной газами и флюидами, в условиях высокого литостатического давления приводит к образованию цилиндрического подводного канала. При приближении к верхним частям литосферы в условиях постепенного или скачкообразного (послойного) снижения литостатического давления происходит увеличение объема газов и флюидов, что обуславливает преобразование очаговых систем в конические эксплозивные формы или диапиры, проекции которых выражены на поверхности системами кольцевых, дуговых и радиальных разломов и других дислокаций.

В результате длительного взаимодействия энергетических центров и потоков тепломассопереноса со слоистой геологической средой при перепадах давления внутри магматического столба (декомпрессионный механизм) во внешней среде может формироваться ярусная система сателлитных магматических центров. Они локализуются в узлах пересечений радиальных, конических разломов с границами геолого-геофизических разделов или слоев [Ежов, Худяков, 1984; Соловьев, 1978], отличающихся резким изменением плотностных характеристик и температурных условий. В связи с этим образу-

ются три универсальных типа инфраструктур очаговых систем: ядерный (без сателлитов), ядерно-сателлитный и сателлитный (орбитальный). Исследования показали [Гаврилов, 1993] подобие схем пространственной организации элементов внутреннего строения и, соответственно, наличие структурной гомологии известных генотипов очаговых систем, что подтверждается сходством формул симметрии, описывающих их внутреннее строение. Морфологическая и структурная гомология МЦТ предполагает сходство процессов очаговой геодинамики и инвариантность развития инъективных дислокаций в изотропной геологической среде. Наличие гомологии между планетарными, региональными и локальными очаговыми системами служит, в частности, важным признаком достоверности выделения мегаобъектов. В основе инвариантности развития очаговых образований литосферы лежит следующий ряд факторов: 1) наличие энерго-, газо-флюидо- или магмогенерирующих центров, очагов; 2) слоистое строение недр; 3) наличие термодинамически обусловленных, принципиально схожих особенностей развития энергогенерирующих центров и связанных с ними инъективных дислокаций; 4) общность фазовых состояний, форм, способов и условий миграции эндогенного материала при процессах теплопереноса в геологической среде [там же]. В более широкой трактовке именно наличие аномальной энергогенерирующей точки пространства, выступающей в качестве системо- и структурообразующего центра, лежит в основе гомологии и конвергенции всех форм, характеризующихся радиально-концентрическим строением. Представляется, что энергетически обусловленные закономерности инвариантного формо- и структурообразования на основе принципа минимизации энергозатрат и потерь можно распространить и на другие объекты сферы морфогенеза.

Выводы:

– в основе унификации, трендов развития, явлений самоорганизации и гармонии процессов рельефообразования лежат принцип минимизации затрат внутренней энергии геоморфологических объектов и принцип Кюри, который реализуется при адаптации их морфологии и симметрии к симметрии силового поля сферы морфогенеза. Именно таким образом обеспечиваются селекция морфологических характеристик, гомология и конвергентное развитие форм рельефа, с одной стороны, и максимальная устойчивость, продолжительность их существования и доминирующая роль в формировании морфологического ландшафта – с другой;

– в общем случае геоморфологическую конвергенцию можно рассматривать как следствие инвариантности, жесткой энергетической детерминиро-

ванности процессов морфогенеза, обусловленных ограничениями, налагаемыми главными экзогенными (гравитация, климат) и эндогенными (теплоперенос, тектогенез) рельефообразующими факторами. В рамках представлений об энергетической подоплеке основных закономерностей рельефообразования находит объяснение инвариантность выделяемых А.Н. Ласточкиным морфологических элементов земной поверхности [Ласточкин, 1988, 2002]. Очевидно, что явление геоморфологической конвергенции ограничивает возможности геологической интерпретации схем и карт, составленных на основе системно-морфологического принципа, так как геометрическое подобие элементов не гарантирует общность их происхождения;

– рассмотрено несколько основных морфологических классов конвергентных геоморфологических объектов. Одни из них связаны со стремлением частиц вещества литосферы занять гипсометрический уровень с минимальной энергией в пределах эквипотенциальных поверхностей (равнины, педименты, пенеплены и др.). Другие представляют собой геологические тела и морфоструктуры, центры тяжести которых максимально приближены к их основаниям (конусовидные и пирамидальные формы), что характеризует типичный морфологический ландшафт областей денудации. Третий широко распространенный класс конвергентных форм рельефа – линейные объекты или линеаменты разного типа, с которыми сопряжены каналы разгрузки эндогенных и экзогенных потоков энергопереноса;

– для экзогенной сферы морфогенеза в соответствии с принципом П. Кюри характерна адаптивная природа конвергенции, а в основе эндогенного образования гомологичных и конвергентных форм лежат закономерности, связанные с явлениями самоорганизации геологической среды. Существованием лишь двух принципиально возможных способов передачи энергии в пространстве – объемного и канального – обусловлено доминирование двух основных типов эндогенных геологических и, соответственно, геоморфологических объектов. В первом случае – поднятия или опускания центрального типа, развитие которых связано с глубинными или коровыми энергогенерирующими центрами, формирующимися в соответствующих геодинамических условиях. Во втором – линейные морфоструктуры, возникновение которых обусловлено наличием зон разломов, представляющих собой энергетические каналы в недрах планеты. Переходной является линейно-узловая форма организации энергонесущих систем разного порядка, совмещающая черты двух основных типов и образующая цепи или ряды магматических центров с характерными элементами трансляционной симметрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананьев Г.С.* Формирование вершинных поверхностей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. 173 с.
- Брюкнер Э.* Земная кора. Общий очерк геологии и морфологии суши. СПб.: Брокгауз-Ефрон, 1903. 301 с.
- Вариационные принципы механики / Под ред. Л.С. Полак. М.: Гос. изд-во физ-мат. лит-ры, 1959. 932 с.
- Гаврилов А.А.* Проблемы морфоструктурно-металлогенического анализа. Ч. II. Владивосток: Дальнаука, 1993. С. 141–326.
- Гаврилов А.А.* Происхождение горных сооружений юга Дальнего Востока России. Ст. 1. Орогенные пояса // Геоморфология. 2014. № 3. С. 3–17.
- Гаврилов А.А.* Некоторые вопросы геоморфологической конвергенции и гомологии // Мат-лы Всерос. конф. VII Щукинские чтения. «Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике». Москва, МГУ, 18–21 мая 2015. М., 2015. С. 405–409.
- Геологический словарь: В 2-х т. СПб.: ВСЕГЕИ, 2010.
- Голицын Г.И.* Статистика и динамика природных процессов и явлений: методы, инструментарий, результаты. М.: КРАСАНД, 2013. 400 с.
- Ежов Б.В., Худяков Г.И.* Морфотектоника геодинамических систем центрального типа (новая глобальная концепция). Владивосток, 1984. 128 с.
- Ивин А.А., Никифоров А.Л.* Словарь по логике. М.: ВЛАДОС, 1997. 384 с.
- Кюри П.* Избранные труды. М.: Наука, 1966. 421 с.
- Ласточкин А.Н.* Понятие об элементах в геоморфологической науке // Геоморфология. 1988. № 3. С. 3–12.
- Ласточкин А.Н.* Системно-морфологическое основание наук о Земле (геотопология, структурная география и общая теория геосистем). СПб: Изд-во СПбГУ, 2002. 762 с.
- Металлогения орогенов. М.: Недра, 1992. 272 с.
- Панов Д.Г.* Общая геоморфология. М.: Высшая школа, 1966. 427 с.
- Рычагов Г.И.* Общая геоморфология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. 416 с.
- Соловьев В.В.* Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-морфологического анализа. Карта морфоструктур центрального типа территории СССР, М 1:10 000 000. Л.: ВСЕГЕИ, 1978. 110 с.
- Уфимцев Г.Ф.* Геоморфологическая конвергенция // Геоморфология. 2009. № 4. С. 16–28.
- Уфимцев Г.Ф.* Горы Земли (климатические типы и феномены новейшего орогенеза). М.: Научный мир, 2008. 351 с.
- Шафрановский И.И.* Симметрия в природе. Л.: Недра, 1985. 168 с.

Поступила в редакцию 14.10.2015

Принята к публикации 28.04.2016

A.A. Gavrilov¹ABOUT THE NATURE OF GEOMORPHOLOGIC CONVERGENCE
AND HOMOLOGY PHENOMENA

Unification, development trends, self-organization and harmony of relief-forming processes are based on the principle of minimizing the spending of internal energy of geomorphologic objects and the Curie principle which is realized by adaptation of their morphology and symmetry to the symmetry of the force field in the morphogenesis sphere. It is energy factors that provide for the selection of morphological characteristics, the homology and convergent development of landforms, on the one hand, and, on the other, their stability, lifetime and dominating role in the formation of the Earth's morphological landscape.

Principal morphological classes of convergent geomorphologic objects are identified, and the homologous series of landforms are specified, as well as two types of convergent morphogenesis.

Key words: geomorphology, principle of minimizing the spending of energy, convergence, homology, relief.

REFERENCES

- Anan'ev G.S.* Formirovanie verшинnykh poverkhnostey [Apical surface formation]. Moscow, Izd-vo MGU, 1976, 173 p. (in Russian).
- Bruckner E.* Zemnaya kora. Obshchiy ocherk geologii i morfologii sushi [Earth Crust. General sketch of land geology and morphology], Sankt-Petersburg, Izd-vo Brokgauz-Efron, 1903, 301 p. (in Russian).
- Curie P.* Isbrannye trudy [Selected works], Moscow, Izd-vo Nauka, 1966, 421 p. (in Russian).
- Gavrilov A.A.* Problemy morphostucturno-metallogenicheskogo analiza [Problems of the morphostructure-metallogenical analysis], Chast. II, Vladivostok, Izd-vo Dalnauka, 1993, pp. 141–326 (in Russian).
- Gavrilov A.A.* Proiskhozhdenie gornyykh sooruzhenii Yuga Dalnego Vostoka. St. 1. Oronennye poyasa [Origin of mountain constructions of the Russia Far East South. Art. 1. Orogenic belts], Geomorphologiya, 2014, no 3, pp 3–17 (in Russian).
- Gavrilov A.A.* Nekotorye voprosy geomorphologicheskoi konvergencii [Some questions of geomorphological convergence and homology], Materialy Vseross. conf. «Shchukinsky chtenii». Geomorphologicheskii resursy i geomorphologicheskaya bezopasnost: ot teorii k praktike. Moscow: MGU, May 18–21, Izd-vo Dalnauka, 2015, pp. 405–409 (in Russian).
- Geologicheskii slovar: V tomakh [Geological dictionary: in 2 vol.], Sankt-Petersburg, VSEGEI, 2010 (in Russian).
- Golizin G.I.* Statistika i dinamika prirodnnykh processov i yavleniy: metody, instrumentariy, rezultaty [Statistics and geodynamics of natural processes and phenomenon: methods, toolkit, results], Moscow, Izd-vo KRASAND, 2013, 400 p.
- Ezhov B.V., Khudyakov G.I.* Morphotektonika geodynamicheskikh system central types (novaya globalnaya koncepciya) [Morphotectonics of central type geodynamic systems (new global conception)], Vladivostok, Izd-vo Dalnauka, 1984, 128 p. (in Russian).

¹ V.I.Ilichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Laboratory of Gravimetry, Leading Research Scientist, PhD. in Geology; e-mail: gavrilov@poi.dvo.ru

Ivin A.A., Nikiforov A.L. Slovar po logike [Logic dictionary], Moscow, Izd-vo Gumanit. Centr, VLADOS, 1997, 384 p. (in Russian).

Lastochkin A.N. Ponyatie ob elementakh v geomorfologicheskoi nauke [The notion about elements in geomorphologic science], Geomorphologia, 1988, no 3, pp. 3–12. (in Russian).

Lastochkin A.N. Sistemno-morfologicheskoe osnovanie nauk o semle (geotopologiya, strukturnaya geografiya i obshchaya teoriya sistem) [System- morphologic basis of the Earth sciences (geotopology, structural geography and general system theory)], Sankt-Petersburg, Izd-vo SPbGU, 2002, 762 p. (in Russian).

Metallogeniya orogenov [Metallogeny of orogens], Moscow, Izd-vo Nedra, 1992, 272 p. (in Russian).

Panov D.G. Obshchaya geomorfologiya [General Geomorphology], Moscow, Izd-vo Vysshaya shkola, 1966, 427p. (in Russian).

Rychagov G.I. Obshchaya geomorfologiya [General Geomorphology], Moscow, Izd-vo MGU, 2006, 416 p. (in Russian).

Shafranovsky I.I. Simmeriaya v prirode [Symmetry in Nature], Leningrad, Izd-vo Nedra, 1985, 168 p. (in Russian).

Solov'ev V.V. Structury centralnogo tipa territorii SSSR po dannym geologo-morfologicheskogo analiza: Karta morfostruktur centralnogo tipa territorii SSSR [Structures of the central type of the USSR the territory according to the geological and morphological analysis. Map of central type morphostructures, M 1:10 000 000], Leningrad, Izd-vo VSEGEI, 1978, 110 p. (in Russian).

Ufimtsev G.F. Geomorphologicheskaya konvergenciya [Geomorphologic convergence], Geomorphologiya, 2009, no 4, pp. 16–28 (in Russian).

Ufimtsev G.F. Gory Zemli (klimaticheskie tipy i fenomeny noveishego orogeneza) [Mountains of Earth (climatic types and phenomena of the newest orogenesis)], Moscow, Izd-vo Nauchnyi Mir, 2008, 351 p. (in Russian).

Variatsionnye printsipy mekhaniki [Variation principles of mechanics], Red. L.S. Polak, Moscow, Gos. Izd-vo. phis-math. lit., 1959, 932 p. (in Russian).

Accessed 14.10.2015

Received 28.04.2016

УДК 551.89: 551 793 (470.3)

Н.Г. Судакова¹, С.И. Антонов², А.И. Введенская³, В.А. Костомаха⁴, Г.М. Немцова⁵

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ КАК ОСНОВА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОСИСТЕМ

Палеогеографическое (ПГ) направление в геоэкологии развивается на основе разработанного комплексного эколого-палеогеографического районирования Русской равнины. Предложенная модель демонстрирует взаимодействие системообразующих факторов морфолитогенеза и критерии оценки состояния его геоэкологической устойчивости. На представленной карте Центрального региона выделены единицы районирования (зоны, провинции, области, районы) с детальной геолого-геоморфологической характеристикой и последующей адресной порайонной оценкой устойчивости морфолитогенной основы. Установленные под контролем палеогеографической экспертизы закономерности устойчивого развития геосистем и тенденции пространственно-временной изменчивости показателей актуальны для проведения ПГ реконструкций и геоэкологических прогнозов.

Ключевые слова: палеогеография, геоэкология, системный подход, комплексный анализ, районирование, устойчивость морфолитосистем, палеогеографическая экспертиза.

Введение. Разрабатываемое в геоэкологии палеогеографическое (ПГ) новое направление, основанное на анализе эволюционного развития геосистем, нацелено на более полную и объективную оценку состояния их устойчивости. Одним из уязвимых звеньев оказывается морфолитогенная основа ландшафта, нуждающаяся в тщательном системном анализе пространственно-временных закономерностей ее развития. Целесообразность внедрения системного ПГ подхода вызвана необходимостью при анализе геоэкологической безопасности среды учитывать не только современные процессы, но и историю ПГ развития геосистем, а значит, их унаследованные природные черты и свойства и приобретенные эволюционные признаки, поскольку вклад последних в суммарную оценку геоэкологической устойчивости весьма значителен, что, к сожалению, не всегда принимают во внимание. Вместе с тем для интегральной оценки устойчивости природного комплекса важно определить участие не отдельных процессов и явлений, но и взаимодействие всей совокупности системообразующих факторов в пределах конкретной территории, отображенной на карте.

В связи с востребованностью оценочных работ практикой рационального природопользования разработана программа комплексного районирования территории с геоэкологической оценкой устойчивого развития экосистем в регионах Восточно-Европейской равнины. В качестве конструктивного методическо-

го решения проблемы надежной оценки устойчивости геосистем предлагается комплексное эколого-палеогеографическое районирование территории, предусматривающее региональный анализ результатов взаимодействия зональных и провинциальных факторов морфолитогенеза по разновозрастным ПГ срезам. Это позволяет отразить пространственное разнообразие ПГ обстановок, влияющих на геоэкологическую ситуацию, с последующей порайонной оценкой состояния природной устойчивости.

Выявление пространственных закономерностей рельефо- и осадкообразования с учетом палеогеографической обстановки и унаследованных признаков геосистем имеет важное значение для определения устойчивости морфолитогенной основы. Особенности развития морфолитосистем на Восточно-Европейской равнине, отличающейся пространственным разнообразием и сменой во времени геолого-геоморфологических условий, четко зависят от спектра факторов: морфолитоструктур коренного основания, геоморфологического строения, фациально-генетической обстановки осадконакопления, стратификации и мощности разновозрастных горизонтов, вещественного состава отложений, активности экзогенных процессов. Следовательно, для интегральной оценки устойчивости морфолитосистем необходимо учитывать всю совокупность системообразующих факторов и критериев, включая унаследованные палеогеографически обусловленные черты строения и состава морфолитогенной основы. Это требует

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, вед. науч. с., докт. геогр. н.; *e-mail:* ng.sudakova@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* ser11131134@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* sn60@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, доцент, канд. геогр. н.; *e-mail:* vak1935@bk.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, ст. науч. с., канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* palaeo@geogr.msu.ru

системного подхода, в котором реализуются сопряженность палеогеографических методов и согласованность результатов реконструкций, к чему призвал К.К. Марков [1973].

Материалы и методы исследований. В традициях палеогеографической школы развивается новое палеогеографическое направление в геоэкологии, основанное на системном литолого-геоморфологическом анализе и комплексном эколого-палеогеографическом районировании территории с учетом унаследованных признаков и с последующей порайонной оценкой устойчивости геосистем [Палеогеографические... 2013; Судакова и др., 2008, 2010].

Актуальность проведения комплексного палеогеографического районирования определяется необходимостью выявлять закономерности территориальной изменчивости природных компонентов, которые обусловлены не только современными ландшафтно-климатическими условиями, но и особенностями палеогеографического развития территории, палеоклиматической ритмикой, неоднократной сменой оледенений и межледниковий. При этом морфотогенная основа содержит важную информацию о состоянии природного комплекса и его развитии во времени. На основе комплексного эколого-палеогеографического районирования территории реализу-

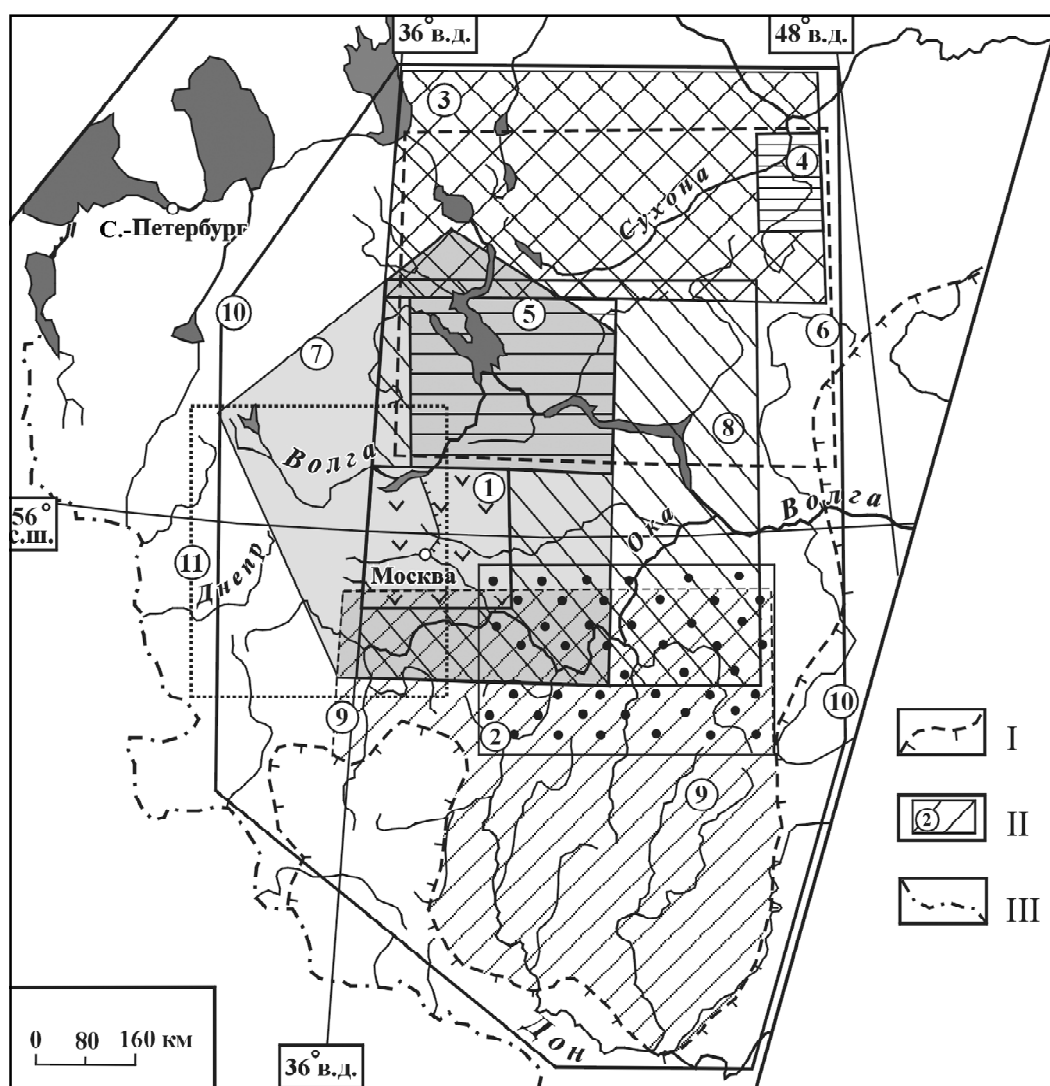


Рис. 1. Карта-схема опорных территорий разномасштабного эколого-палеогеографического районирования Русской равнины: I – граница максимального оледенения; II – положение территорий эколого-палеогеографического районирования (цифры в кружках) (в скобках – год публикации): 1 – Московский регион (1992, 1996); 2 – бассейн Средней Оки (2002); 3 – Вологодская область (1997, 1999); 4 – Устюжский район (1997); 5 – Ярославское Поволжье (2001); 6 – Верхневолжско-Вологодский край (2002); 7 – центр Восточно-Европейской равнины (2002, 2004); 8 – Окско-Волжский регион (2004); 9 – Окско-Донской регион (2004); 10 – древнеледниковая область Русской равнины (2002, 2008, 2013); 11 – Верхневолжско-Днепровское междуречье (2009); III – границы Российской Федерации

Fig. 1. Schematic map of key areas of the multiscale environmental and palaeogeographic zoning of the Russian Plain. Symbols: I – limit of maximum glaciation; II – territories of environmental and palaeogeographic zoning (the year of publication in brackets): 1 – the Moscow region (1992, 1996); 2 – the Middle Oka River basin (2002); 3 – the Vologda region (1997, 1999); 4 – the Ustyug raion (1997); 5 – the Volga region in the vicinity of the town of Yaroslavl (2001); 6 – the Upper Volga-Vologda Region (2002); 7 – the central Russian Plain (2002, 2004); 8 – the Oka-Volga region (2004); 9 – the Oka-Don region (2004); 10 – the ancient glaciation region of the Russian Plain (2002, 2008, 2013); 11 – the Upper Volga-Dnieper watershed (2009); III – boundary of the Russian Federation

ется новое конструктивное решение интегральной и адресной оценки геоэкологической устойчивости морфолитосистем.

Исследование этой проблемы предусматривает: а) получение комплексной литолого-геоморфологической характеристики морфолитосистем (МЛС) с учетом деструктивных экзогенных процессов; б) установление региональной изменчивости показателей морфолитоосновы; в) на основе сравнительного системного анализа определение состояния геоэкологической устойчивости к неблагоприятным природным явлениям и экстремальным техногенным ситуациям с адресной порайонной оценкой в балльной системе. При этом результативно используются палеогеографический системный подход и сопряженный анализ полученных геолого-геоморфологических характеристик [Судакова и др., 2008, 2013]. При создании карты обобщен накопленный опыт (1992–

2009) составления базовых и прогнозных эколого-палеогеографических разномасштабных карт на ряд регионов Русской равнины (рис. 1).

Результаты исследований и их обсуждения. Целостные представления о сложной структуре взаимодействия факторов морфолитогенеза и критериев оценки геоэкологической устойчивости геосистем вносит представленная на рис. 2 понятийная модель, где в едином информационном поле показаны многоступенчатые причинно-следственные связи между факторами и характеристиками геосистем. Сложное сочетание геологических, геоморфологических факторов и их региональная изменчивость вызывают необходимость строго порайонного учета данных, который достигается с помощью целенаправленного комплексного эколого-палеогеографического районирования территории исследований.



Рис. 2. Модель взаимодействия факторов и критерии оценки геоэкологической устойчивости морфолитосистем (МЛС)

Fig. 2. The model of interaction of the factors and the assessment criteria for the geoecological sustainability of orpholithosystems (MLS)

Пространственная организация геосистем реализуется в целевом районировании. На сводной эколого-палеогеографической карте (рис. 3) по комплексу признаков выделяются ПГ зоны, провинции, подразделенные на области и районы. В основу их идентификации положены определяющие критерии: для зон – климато-стратиграфические факторы,

для провинций – геолого-тектоническая обусловленность, для областей и районов – геоморфологическое строение, тип разреза новейших отложений, направленность и интенсивность экзогенных процессов.

Основным принципом проведения палеогеографического районирования служит совместный анализ зональных и а зональных факторов. К первым

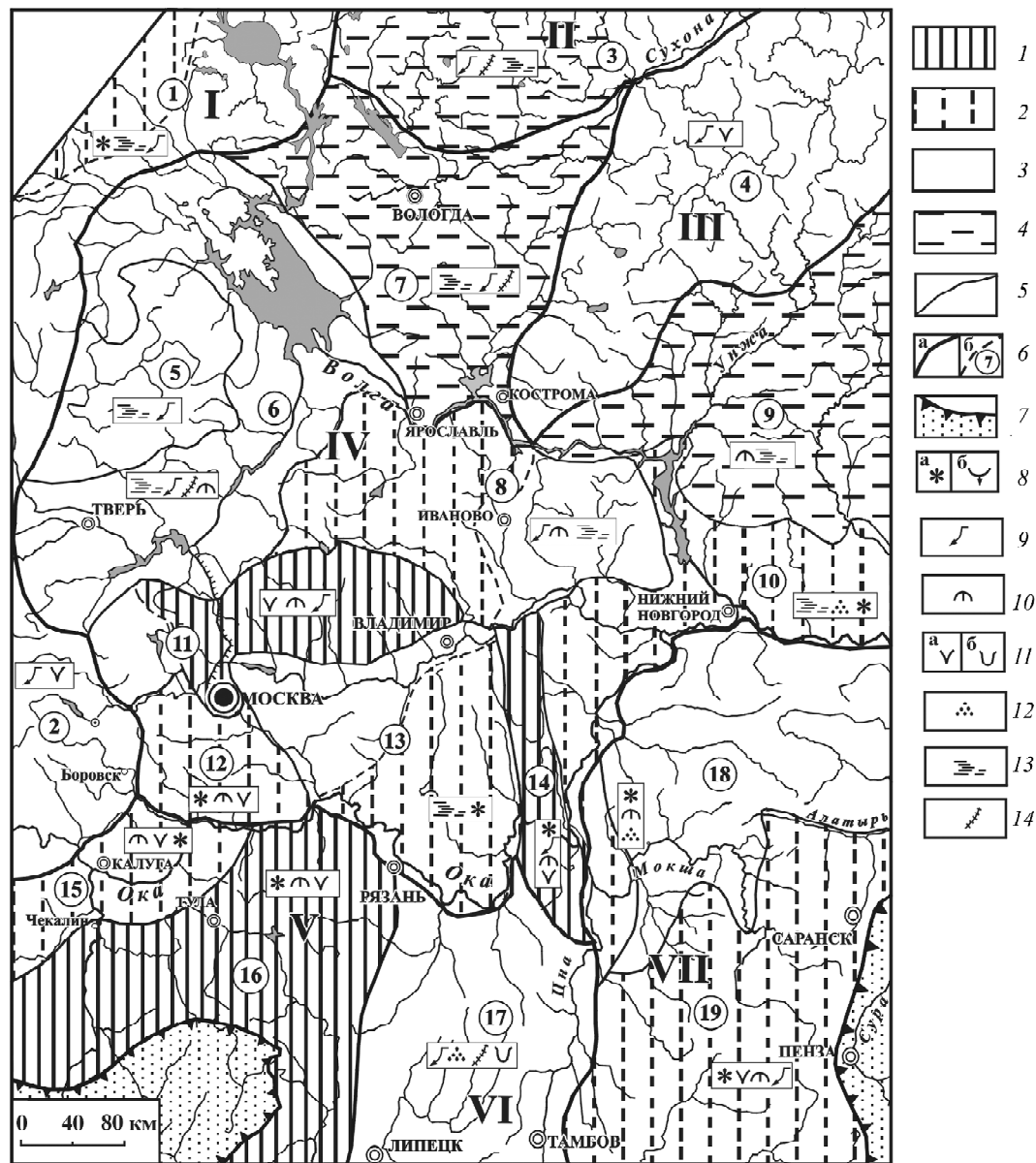


Рис. 3. Карта эколого-палеогеографического районирования центрального региона Восточно-Европейской равнины

Геоэкологическая устойчивость территорий (в баллах): 1 – неустойчивые (1 балл), 2 – слабоустойчивые (1–2), 3 – среднеустойчивые (2–3), 4 – относительно устойчивые (3–4), 5 – границы территорий с разной степенью устойчивости, 6 – эколого-палеогеографические границы: а – провинций, б – областей; 7 – граница внеледниковой зоны.

Основные геоморфологические процессы в пределах региональных подразделений: 8 – просадочные: а – карст, б – суффозия; 9 – комплекс склоновых процессов; 10 – оползни; 11 – эрозионно-аккумулятивные процессы: а – овражная эрозия, б – балочные процессы (эрозия, склоновая и пролювиальная аккумуляция); 12 – эоловые процессы; 13 – заболачивание (торфообразование).

Погребенные формы рельефа: 14 – древние долины

Fig. 3. Map of environmental and palaeogeographic zoning of the central region of the Russian Plain.

Geoecological sustainability of territories (scores): 1 – unstable (1 point), 2 – weakly stable (1–2), 3 – semi-stable (2–3), 4 – relatively stable (3–4); 5 – border areas with varying degree of sustainability; 6 – ecopalaeogeographic borders: a – provinces, b – regions; 7 – border of the off-glacier zone.

Main geomorphologic processes within the regional divisions: 8 – subsidence: a – karst, b – suffusion; 9 – a complex of slope processes; 10 – landslides; 11 – erosion-accumulative processes: a – gully erosion, b – balka processes (erosion, slope and proluvial accumulation); 12 – aeolian processes; 13 – water logging (peat formation). Buried landforms: 14 – ancient valleys

отнесены зоны разновозрастных оледенений, определяющих особенности строения и состава четвертичных отложений, и основные геоморфологические характеристики. Азональные единицы районирования – крупные провинции, границы которых определяются тектоникой и дочетвертичными морфоструктурами. Выделение более дробных единиц (областей и районов) обусловлено сочетанием тех и других факторов.

Руководящие критерии выделения таксономических единиц районирования МЛС систематизированы в обобщающей таблице – классификационной матрице, которая служит развернутой легендой к карте эколого-палеогеографического районирования (рис. 3), в ней выделенным территориальным подразделениям (палеогеографическим зонам, провинциям, областям, районам) придана комплексная литолого-геоморфологическая характеристика. Совокупность этих типичных показателей служит основой и определяющим критерием для экспертной порайонной оценки в баллах геоэкологической устойчивости МЛС. При интегральной оценке геоэкологического состояния учтены показатели устойчивости морфолитогенной основы коренного основания и четвертичного покрова. Значение итогового балла в таблице, суммирующего влияние на устойчивость МЛС всех факторов морфолитогенеза, получено по стандартной методике экспертных оценок.

Особое внимание уделяется факторам нестability и геоэкологического риска. К факторам геоэкологической неустойчивости дочетвертичного коренного основания отнесены: контрастность палеорельефа, неглубокое залегание карстующихся пород, переслаивание водоносных песчаных горизонтов и водоупорных глинистых отложений, а также деструктивные проявления (трещиноватость пород, оползни, выходы подземных вод), коррелирующиеся с унаследованными линейными тектоническими структурами. В пограничных зонах этих морфолитоструктур, по тектоническим швам отмечается снижение устойчивости МЛС, что фиксируется по ступенению линейментов. Существенный фактор снижения устойчивости МЛС – контрастность палеорельефа с глубокими врезами и большими перепадами абсолютных отметок и неоднородным составом слагающих пород.

В комплексе плейстоценовых отложений устойчивость морфолитоосновы ослаблена в полосах конечно-моренных образований, где наблюдаются площадная изменчивость и значительные колебания мощности и состава четвертичных отложений, наличие отторженцев и гляциодислокаций. Снижает геоэкологическую устойчивость морфолитосистем широкое распространение легко размываемых и просадочных лёссовидных пород, а также неравномерная мощность четвертичного чехла в сочетании с фациально-генетической и литологической неоднородностью отложений. Определяющую роль в оценке устойчивости геосистем играют экзогенные деструктивные процессы, различные по степени значимости, интенсив-

ности и площади распространения. Наибольшее влияние оказывают карстовые процессы, занимающие значительную площадь. Оползневым процессам подвержены участки в бортах долин и оврагов, протяженность которых в Средней полосе Восточно-Европейской равнины колеблется от 250 м до 4 км. Густота овражной эрозии в южных районах составляет 1,4–1,6 км/км² при скорости линейного роста до 3 м/год.

Уязвимость к антропогенному воздействию усиливается при малой мощности и литологической неоднородности слагающих отложений (особенно при низком положении базиса эрозии), невыдержанных по простиранию мощности и строения четвертичного покрова в сочетании с относительно большой глубиной и густотой расчленения. Таким образом, для достоверной прогнозной оценки устойчивости морфолитогенной основы учитываются палеогеографические закономерности территориальной изменчивости факторов морфолитогенеза для каждого района. Наиболее распространенные виды антропогенного воздействия на природную среду – сельскохозяйственное освоение территории, вырубка лесов, строительство, возведение промышленных и гидротехнических сооружений, мелиорация, транспортные нагрузки. Так, например, при нарушении почвенного и растительного покрова на лёссовидных суглинках на площадях сельскохозяйственного использования усиливаются овражная эрозия, склоновые процессы, дефляция. Прослеживается цепочка взаимосвязанных природных и техногенных процессов и явлений: геологическая природная среда – техногенез – активизация экзогенных процессов – изменение структуры и свойств морфолитогенной основы.

Выявленные особенности морфолитогенеза отражены на сводной обобщающей карте литолого-геоморфологического палеогеографического районирования древнеледниковой зоны Восточно-Европейской равнины. В основу выделения разноранговых таксономических единиц положен принцип комплексного учета характеристик морфоструктур, геоморфологического строения, седиментационных комплексов, доминирующих экзогенных процессов. На фоне разновозрастных палеогеографических зон выделено 7 провинций, которые подразделяются на 19 областей по признакам генетической принадлежности и степени последующего экзогенного преобразования морфолитосистем. Среди выделенных областей большая часть характеризуется как среднеустойчивые, лишь Тульско-Оскольское денудационное плато и Цнинско-Клязьминское моренное плато относятся к областям с неустойчивой морфолитогенной основой.

Взаимосвязанность и многообразие факторов, влияющих на геоэкологическую устойчивость морфолитосистем, требуют их сопряженного анализа для более обоснованного прогноза степени риска и неблагоприятных последствий в условиях экстремальных природных и техногенных ситуаций.

В результате сравнительного анализа картографических материалов и обобщения многоплановой

Легенда к карте эколого-палеогеографического районирования центрального региона Восточно-Европейской равнины

Единицы районирования		Факторы формирования морфолитогеогеографии							экзогенные процессы	Степень устойчивости морфолито-систем
провинция	область, район	коренное основание			геоморфология		четвертичный покров			
		тектоническая структура	геологический индекс	абсолютные отметки кровли, м	генезис, морфология	абсолютные отметки поверхности, м	мощность, м	поверхностный горизонт		
I. Карбоновое плато	1. Вепсовско-Валдайская	Московская синеклиза	C ₁ , C ₂ , C ₃	50–200	Водно-ледниковая и озерная низина с краевыми грядами, задрово-моренная равнина	120–250	20–60	L, lg, gIII	K, Б, С	1–2; 2–3
	2. Уваровская		C ₁ , C ₂ , J ₃	100–260	Ледниково-эрозионная грядово-холмистая возвышенность	150–300	50–100	Pr+gII	С, О	2–3
II. Пермско-триасовое плато	3. Важско-Сухонская		P ₂ , T ₁	50–200	Моренное плато, водно-ледниковая равнина	150–220	20–50	L, а, lg, gIII; g, lgII	С, Пд, Б	3–4
III. Мезозойское плато	4. Северные Увалы		K ₁ , P ₂ , T ₁ , J ₃	50–200	Ледниково-эрозионная возвышенность	150–250	50–100	Pr, gII	С, О	2–3
	5. Бежешский Верх		P ₂ , T ₁ , C ₂	50–150	Возвышенная ледниковая равнина с грядами и холмами	150–250	10–70	gII	Б, С	2–3
IV. Московская мезозойская равнина	6. Верхневолжская		J ₃ , K ₁ , T ₁	50–150	Аллювиально-озерно-ледниковая низина	100–150	5–20–80	L, а, f, lgIII	Б, С, Пд, Оп	2–3
	7. Заволжская		T ₁ , P ₂	50–140	Ледниковая равнина с грядами и холмами	125–220	30–100	Pr+gII	Б, С, Пд	3–4
	8. Борисоглебско-Ивановская		K ₁ , J ₃ , T ₁ , P ₂	50–140	Холмистые ледниковые равнины аллювиально-водно-ледниковые и озерные низины	90–290	60–100	Pr+gIII, а, пI–III	С, Оп, Б	1–2; 2–3
	9. Унжинская		T ₁ , J ₃ , K ₁	50–150	Моренно-задровая равнина	90–190	20–50	Pr+f(gII)	Оп, Б	3–4

Окончание таблицы

IV. Московская мезозойская равнина	10. Балахнинская	Московская синеклиза	P ₂ , T ₁ , J ₃	40–100	Аллювиально-водно-ледниковая низина	70–120	20–80	A, III–III	Б, Э, К	1–2
	11. Клиско-Дынгровская		K ₁ , K ₂ , J ₃	50–250	Ледниковая денудационная возвышенность	200–290	10–60	Pr + gII	O, Оп, С	I
	12. Москворецко-Окская		J ₃ , K ₁ , C ₂	100–200	Моренно-эрозионная и озерно-ледниковая равнина	175–200	10–25	Pr, g, IgII	K, Оп, O	1–2
	13. Мещерская		J ₃ , K ₁ , N, C ₂	50–150	Озерно-аллювиально-защадная низина	100–150	10–40	A, f, III–IIIb	Б, К	1–2
	14. Окско-Цнинская		C ₂ , C ₃ , J ₃ , P ₁	100–150	Эрозионно-ледниковое плато	100–180	15–20	Pr + gII	K, C, Оп, O	I
V. Среднерусская возвышенность на палеозойско-мезозойском основании	15. Калужско-Чечаловская	Воронежская антеклиза	C ₁ , C ₂ , J ₃ , K ₁	160–220	Эрозионно-холмисто-увалистая равнина	170–250	15–20	PrII–III (до 5 м)	K, Оп, O	1–2
	16. Тульско-Оскольская			120–240	Эрозионно-денудационная возвышенность	170–300	15–45	PrI–III (3–10 м)	K, Оп, O	I
VI. Окско-Донская неогеновая равнина	17. Тамбовская	Рязано-Саратовский прогиб	N ₂ , K ₁ , J ₃	120–160	Моренно-защадная равнина	130–200	15–20	PrI–III (2–10 м)	C (Д), Э, Пд. Бал.	2–3
VII. Приволжское поднятие на мезозойском основании	18. Арзамасская	Токмовский свод	P ₂ , J ₂	100–220	Ледниково-эрозионная и ледниково-защадная равнина	100–220	10–30	Pr (g, f)I–III	K, Оп, Э	2–3
	19. Чебарская		K ₁ , K ₂ , P _g	180–280	Эрозионно-денудационная возвышенность	180–280	2–40	PrI–III	K, O, Оп, C	1–2

Примечания: Экзогенные процессы: К – карст, Сф – суффозия, О – овражная эрозия, Бал. – балочные процессы (эрозия, склоновая и продольная аккумуляция), С – комплекс склоновых процессов, С (Д) – склоновые процессы с преобладанием денудационного смыва, Оп – оползни, Б – заболачивание (торфообразование), Э – эрозия, Пд – погребенные долины. Степень устойчивости морфолитов (в баллах): 1 – неустойчивые (1–2), 2 – слабоустойчивые (2–3), 3 – среднеустойчивые (3–4), 4 – относительно устойчивые (4–5).

палеогеографической информации определены главные пространственно-временные закономерности и устойчивые тенденции развития морфолитогенеза: а) унаследованность морфолитоструктурной и геологической провинциальности, предопределившая секторное строение ледниковых покровов, субмеридиональную направленность потоков вещества и освоение определенных ледниковых питающих провинций, также повлиявшая на структуру речных бассейнов и направление стока; б) палеогеографическая обусловленность геоморфологического строения и седиментационных комплексов в разновозрастных зонах покровных оледенений, включая генерации перигляциальной лёссовой формации; в) ландшафтно-климатическая зональность направленности и интенсивности экзогенных денудационно-аккумулятивных процессов.

Выводы:

– сравнительный анализ материалов подтверждает целесообразность широкого внедрения эколого-палеогеографического районирования в практику геоэкологических исследований. Выполненные оценочные и прогнозные разномасштабные карты для разных регионов можно рекомендовать к использованию для оценки геоэкологической напряженности в условиях ландшафтно-климатической и техногенной нестабильности. Совместное изучение геоэкологических факторов устойчивости региональных геосистем имеет явные преимущества и в силу взаимодополняющей информации способствует более достоверным прогнозам их развития;

– на основе комплексного эколого-палеогеографического районирования территории с введением палеогеографической экспертизы найдено принципиально новое решение объективной и надежной оценки состояния устойчивости геосистем. Установлено, что эффективность геоэкологических исследований теснейшим образом зависит от анализа и учета как пространственных закономерностей изменчивости природного комплекса, так и тенденций его развития во времени. В древнеледниковой зоне Восточно-Европейской равнины выявлены характерные

особенности морфолитогенеза: 1) широтная зональность, проявляющаяся в рельефе, строении и составе слагающих отложений, формирующихся в палеогеографических зонах разновозрастных оледенений; 2) геологически обусловленная провинциальность состава рыхлых отложений в зависимости от особенностей морфолитоструктур коренного основания; 3) ландшафтно-географическая зональность направленности и интенсивности экзогенных рельефообразующих процессов; 4) эволюционные тренды возрастных изменений в характеристике литосистем. Закономерности морфолитогенеза необходимо учитывать при региональных оценках состояния устойчивости морфолитогенной основы ландшафта;

– палеогеографические приоритеты комплексного анализа и закономерности развития, строения и состава морфолитосистем имеют основополагающее значение для надежных стратиграфических и корреляционных сопоставлений, а также для региональных геоэкологических оценок. Установленные закономерности развития геосистем учитываются при оценке состояния геоэкологической устойчивости природной среды. Использование преимуществ эколого-палеогеографического районирования в целях выявления пространственно-временных закономерностей порайонной изменчивости показателей геосистем позволяет получить обоснованную интегральную оценку, что способствует более достоверному прогнозированию неблагоприятных последствий природных и техногенных катастроф;

– палеогеографические основы геоэкологического анализа и установленная инфраструктура территориальных подразделений морфолитосистем с адресной оценкой геоэкологического состояния актуальны для рационального природопользования и прогноза устойчивого развития геосистем. Дальнейшее развитие нового палеогеографического направления в геоэкологии на основе комплексного районирования и под контролем палеогеографической экспертизы имеет важное научно-методическое и прикладное значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Марков К.К. Воспоминания и размышления географа. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. 117 с.

Палеогеографические закономерности развития морфолитосистем Русской равнины. Районирование. Стратиграфия. Геоэкология. М., МГУ, 2013. 96 с.

Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И. и др. Палеогеографическая экспертиза устойчивости геосистем – новое направление в исследовании геоэкологии (на примере Русской равнины) // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Вып. 2. М., МГУ, 2008. С. 245–252.

Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И. и др. Палеогеографический подход к геоэкологическим оценкам территории Русской равнины // Инновации в геоэкологии: теория, практика, образование. М., МГУ, 2010. С. 155–160.

Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И. и др. Литолого-геоморфологический анализ как основа комплексного эколого-палеогеографического районирования Русской равнины // Геоморфология. 2013. № 3. С. 24–35.

Поступила в редакцию 20.10.2015
Принята к публикации 28.04.2016

N.G. Sudakova¹, S.I. Antonov², A.I. Vvedenskaya³,
V.A. Kostomaha⁴, G.M. Nemtsova⁵

**PALAEOGEOGRAPHIC ZONING OF THE EAST EUROPEAN
PLAIN AS A BASIS FOR THE GEOECOLOGICAL ASSESSMENT
OF GEOSYSTEMS' SUSTAINABILITY**

Palaeogeographic (PG) direction in geoecology is elaborated basing on the original integrated environmental and palaeogeographic zoning of the Russian Plain. The suggested model demonstrates the interaction of systemic factors of morpholithogenesis and the assessment criteria for its geoecological sustainability. Zoning units (zones, provinces, regions, districts) are shown on the map of the Central region with detailed geological and geomorphologic descriptions and the subsequent area-targeted assessment of the morpholithogenic base sustainability. The regularities of sustainable development of geosystems and trends of spatial and temporal variability of indicators revealed through the PG examination are relevant to the PG reconstructions and geoecological forecasts.

Key words: palaeogeography, geoecology, systematic approach, integrated analysis, zoning, sustainability of morpholitosystems, palaeogeographic examination.

REFERENCES

Markov K.K. Vospominaniya i razmyshleniya geografa [Memories and Reflections of the geographer], Moscow, Izd-vo MGU, 1973, 117 p. (in Russian).

Paleogeograficheskie zakonomernosti razvitiya morfolitosistem Russkoj ravniny. Rajonirovanie. Stratigrafiya. Geoehtologiya [Palaeogeographic laws of development of morfolito systems of the Russian Plain. Zoning. Stratigraphy. Geoecology], Moscow, 2013. 96 p. (in Russian).

Sudakova N.G., Antonov S.I., Vvedensky A.I. i dr. Paleogeograficheskaya ehkspertiza ustojchivosti geosistem – novoe napravlenie v issledovanii geoehtologii (na primere Russkoj ravniny) [Palaeogeographic examination of the stability of geosystems – a new direction in the study of geoecology (the

example of the Russian Plain)], Problemy paleogeografii i stratigrafii plejstocena. Vypusk 2, Moscow, 2008, pp. 245–252 (in Russian).

Sudakova N.G., Antonov S.I., Vvedensky A.I. i dr. Paleogeograficheskij podhod k geoehtologicheskim ocenkam territorii Russkoj ravniny [Palaeogeographic approach to geoecological assessment territory of the Russian Plain], Innovacii v geoehtologii: teoriya, praktika, obrazovanie, Moscow, 2010, pp. 155–160 (in Russian).

Sudakova N.G., Antonov S.I., Vvedensky A.I. i dr. Litologo-geomorfologicheskij analiz kak osnova kompleksnogo ehkologo-paleogeograficheskogo rajonirovaniya Russkoj ravniny [Lithological and geomorphological analysis as a basis for integrated environmental and palaeogeographic zoning of the Russian Plain], Geomorphology, 2013, no 3, pp. 24–35 (in Russian).

Accessed 20.10.2015
Received 28.04.2016

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Research Laboratory of recent deposits and palaeogeography of the Pleistocene, Leading Research Scientist, D.Sc. in Geography; *e-mail:* ng.sudakova@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Palaeogeography, Senior Research Scientist, PhD. in Geography; *e-mail:* ser11131134@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Research Laboratory of recent deposits and palaeogeography of the Pleistocene, Senior Research Scientist, PhD. in Geography; *e-mail:* sn60@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Palaeogeography, Associate Professor, PhD. in Geography; *e-mail:* vak1935@bk.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Research Laboratory of recent deposits and palaeogeography of the Pleistocene, Senior Research Scientist, PhD. in Geology; *e-mail:* palaeo@geogr.msu.ru

УДК 339.91, 910.1

С.А. Сафонов¹

ЦЕПОЧКИ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ КАК ФАКТОР СДВИГОВ В ГЕОГРАФИИ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Трансформации в современном мировом хозяйстве настолько стремительны, что феномен трансграничных цепочек добавленной стоимости (ТЦДС) может за десятилетие изменить картину регионального и мирового производства в некоторых отраслях. Концепция ТЦДС – один из наиболее эффективных современных методов, позволяющих раскрыть принципиальную сущность межстранового взаимодействия в рамках международного разделения труда. Участие в ТЦДС, как и ориентированная на ТЦДС политика, способно дать мощный импульс количественному и качественному росту производства развивающихся и развитых стран. Страны мира ищут свои пути и ниши встраивания в ТЦДС, что меняет их позиции в международном разделении труда.

Ключевые слова: трансграничные цепочки добавленной стоимости, международное разделение труда, экономическое развитие, ТНК, обрабатывающая промышленность.

Введение. В экономической географии неоднократно отмечалось, что территориальный разрыв технологических цепочек возможен и экономически эффективно осуществляется в соответствии со сравнительными преимуществами территорий по размещению разных звеньев цепочек. Снижение транспортных издержек, информационная революция и более открытая экономическая политика упростили разнесение стадий производства не только внутри, но и между странами, открыв принципиально новые рубежи для организованной транснациональной деятельности. Корпорации дробят процесс производства на этапы и переносят их в страны по всему земному шару, создавая международные производственные цепочки. Все больше продуктов следует считать сделанными в мировом хозяйстве, нежели в определенной стране, – производство, разнесенное между разными странами, в конечном итоге воплощается в потребительский продукт, географическое происхождение которого определить практически невозможно. Более того, статистические выводы, основанные на приписывании полной коммерческой стоимости стране заключительного этапа производства продукта, могут сформировать мнение о дисбалансе внешней торговли и привести к контрпродуктивным политическим решениям.

Прогресс глобализации, в ходе которого развитые и развивающиеся страны все больше зависят от экономических и политических процессов на региональном и глобальном уровнях, стремительно меняет облик мирового хозяйства. Процветание цепочек добавленной стоимости в эпоху постфордизма можно рассматривать как новый – глобальный – этап развития международного разделения труда, при котором активно развивается торговля промежуточными товарами и услугами. По разным оценкам от 60 до 90% мировой торговли товарами представляет собой перемещение промежуточной и готовой продукции в рамках трансграничных цепочек добавлен-

ной стоимости (ТЦДС) [International..., 1998–2015]. Даже полностью производимые в отдельных странах товары, как правило, не могут попасть на внешние рынки без использования в той или иной мере сферы международных услуг. Считается неизбежным и использование зарубежных технологий в производстве, в том числе когда товар ориентирован исключительно на внутренний рынок. Несомненно, страны мира ищут свои пути и ниши встраивания в ТЦДС, что меняет их позиции в международном разделении труда, приводя к изменению геоэкономической картины мира.

Материалы и методы исследований. Концепция ТЦДС ставит ряд методологических проблем при сборе и анализе статистических данных о международной торговле и мировом хозяйстве в целом. Классическая внешнеторговая статистика дает, как правило, искаженную картину рассматриваемых процессов, так как ТЦДС создают значительный элемент повторного счета в международной торговле, поскольку промежуточные товары в мировом экспорте учитываются несколько раз, хотя их надо учитывать только один раз (по добавленной стоимости). В результате на заключительную страну в цепочке приходится наибольшая величина добавленной стоимости, в то время как роль стран, поставляющих промежуточные товары и услуги, оказывается сильно недооцененной. Согласно статистике, по итогам 2011 г. около 1/3 валового экспорта составляла добавленная стоимость, которая импортировалась странами и включалась в товары или услуги, которые затем снова экспортировались. Этот факт приводит к так называемому двойному счету мирового валового экспорта. Более того, существуют определенные географические закономерности в распределении «двойного счета»: например, у развитых стран в целом его доля в экспорте на 31% выше среднемирового уровня, поскольку их экспорт более зависим от импортируемых товаров [Miroudot, Backer, 2013].

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, аспирант; e-mail: jinet@mail.ru

В 2011 г. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и Всемирная торговая организация (ВТО) запустили совместную программу исследований «Сделано в мире» («Made in the World Initiative») для оценки масштаба последствий количественного и качественного роста ТЦДС, основной идеей которой стало создание методики исследований и сбора данных о международной торговле по принципу добавленной стоимости. В результате ее реализации создана база данных для 34 стран ОЭСР, 23 прочих стран и некоторых макрорегионов, которая содержит 39 показателей по двусторонней и совокупной торговле по принципу ТЦДС и охватывает 95% мирового производства [Trade..., 2015]. Модель межстрановых межотраслевых балансов (ICIO) позволяет детально анализировать ТЦДС и торговлю в 50 отраслях и подотраслях мирового хозяйства; на сегодняшний день доступно 7 статистических балансовых моделей за 1995, 2000, 2005 и 2008–2011 гг.

Поскольку полученные таким образом данные позволяют оценить величину добавленной регионом или страной стоимости, появляется возможность получить представление о реальной пространственной структуре и позициях каждого региона или страны в ТЦДС и международных сетевых структурах. После определения степени, характера участия и роли страны в ТЦДС следующим логическим шагом становится определение ключевых факторов, обуславливающих такую позицию, а также разработка и использование необходимых инструментов и механизмов для обеспечения устойчивого экономического роста и реализации геоэкономической стратегии государства.

Основная задача работы – определить концепцию ТЦДС и рассмотреть связанные с ней методологические проблемы, отдельные особенности межстранового взаимодействия и примеры реализаций геоэкономических стратегий. Для решения поставленной задачи автором статьи проанализирован ряд преимущественно зарубежных источников (с 1970-х гг.). В целях статистического анализа существующих трендов автор использовал статистические данные крупнейших международных организаций, в том числе ВТО, ЮНКТАД и ОЭСР.

Результаты исследований и их обсуждение. С момента становления геополитики как науки геополитические теории традиционно разрабатывались на классической силовой основе вплоть до окончания холодной войны, когда многие исследователи уже прогнозировали смещение фокуса наступающей эпохи из военно-политической сферы в экономическую, а также эскалацию нового типа конфликтов – геоэкономических. Последовавшее взрывное развитие и рост корпоративных межгосударственных экономических отношений в начале XXI в., а также возрастающая фрагментация производства товаров и услуг между странами привели к необходимости коренным образом пересмотреть парадигмы исследования международных процессов. Истоки новой геоэкономической концепции прослеживаются в ра-

ботах наиболее значительных экономистов XX в. [Bair, 2005; Porter, 1985]. К ним относится, например, базовая идея И. Валлерстайна об отслеживании множества преобразований в рамках производственных цепочек, ведущих к «конечному потребителю» (1977); а как считал М. Портер: «...любой анализ выигрыша от торговли должен базироваться на чистой добавленной стоимости» (1985).

Кроме того, необходимость геоэкономического подхода была неоднократно отмечена государственными лидерами стран. В частности, в Российской Федерации его важность отмечена 13 июня 1996 г. в Послании по национальной безопасности Президента Российской Федерации Федеральному Собранию: «Остро встает вопрос разработки и принятия новой национальной внешнеэкономической доктрины и стратегического арсенала ее реализации, перехода на геоэкономическую модель внешнеэкономических связей» [Послание..., 1996].

Многие базовые экономические идеи претерпели ряд эволюционных изменений и в итоге привели к созданию концепции трансграничных цепочек добавленной стоимости. Несмотря на то что статистические данные по рассматриваемой тематике собирали в рамках различных проектов ВТО еще с 1990-х гг., в теоретическом виде эту концепцию начали разрабатывать лишь на исходе первого десятилетия XXI в.; практические же выводы в виде рекомендаций ВТО по регулированию внешнеэкономической деятельности появились совсем недавно.

Цепочки добавленной стоимости, в общем виде определяемые как полный спектр деятельности, который компании и рабочие производят для того, чтобы довести продукт от его концепции до конечного применения и дальше, в настоящее время настолько широко распространились между странами, что их можно назвать глобальными. Исходя из этого определения ТЦДС можно представить как последовательность всех функциональных мероприятий, участвующих в процессе создания стоимости и включающих более чем одну страну [Ткаченко, Сафонов, 2013]. Связывая географически разделенную деятельность в одной отрасли либо кластере отраслей, ТЦДС позволяют не только определить важнейших акторов, контролирующих и управляющих деятельностью в сетевых структурах, но и верно показать роль и значение каждой страны в создании конечного продукта.

ТЦДС практически полностью координируются транснациональными корпорациями (ТНК), а международная торговля полуфабрикатами и готовой продукцией ведется в рамках их филиалов, подрядчиков и независимых поставщиков. Показатели деятельности ТНК достигли колоссальных значений – экспорт зарубежных филиалов ТНК по итогам 2014 г. превысил 7,8 трлн долл. США, а общий объем продаж зарубежных филиалов ТНК сопоставим с 1/2 мирового ВВП [World..., 2015].

Наиболее широко ТЦДС распространены в отраслях, в которых легче пространственно отделить разные стадии производства, в таких, как электрон-

ная, автомобильная и швейная промышленность; однако ТЦДС стали все чаще включать производства во всех секторах экономики, включая сектор услуг. Уровень фрагментации производства зависит от технических характеристик производимого товара, а также от издержек, возникающих в процессе дробления производства по разным стадиям и регионам.

Степень фрагментации ЦДС также зависит от сопоставления издержек производства с транзакционными, транспортными издержками и издержками координации [Кондратьев, 2014]. Размещая стадии производства в странах с более низкими издержками, компании одновременно больше тратят на услуги, необходимые для его поддержания. Таким образом, существует некоторый оптимальный уровень фрагментации, а сам процесс разнесения производства продукта по разным странам имеет видимые ограничения.

Для каждой конкретной страны включение в ТЦДС может происходить либо напрямую, когда страна обеспечивает вклад в экспорт других стран, либо косвенно, когда страна импортирует промежуточные товары и услуги для последующего использования в своем экспорте. Важность исследований с позиций ТЦДС подчеркивается тем, что существует положительная взаимосвязь между участием стран в ТЦДС и уровнем роста их ВВП на душу населения. Так, экономики с быстро растущим участием в ТЦДС имеют уровень роста ВВП на душу населения примерно на 2 процентных пункта выше среднего; также существует прямая корреляция между уровнем участия в ТЦДС и накопленными прямыми иностранными инвестициями [Последствия..., 2013]. Кроме того, участие в ТЦДС ведет к созданию новых рабочих мест в развивающихся странах и к росту занятости в целом. Сегодня «то, что вы делаете» (та деятельность, которую ведет компания или страна) имеет большее значение для экономического роста и занятости, чем «то, что вы продаете» (конечный продукт). Также важно отметить, что не только участие, но и неучастие в ТЦДС может повлиять на процессы развития – подъем новых конкурентов может лишить страну как теку-

щих, так и потенциально достижимых позиций на мировом рынке.

ТНК координируют ТЦДС посредством сложных сетей взаимодействия между поставщиками и режимом управления – от прямой собственности на зарубежные филиалы до договорных отношений (в случае способов организации международного производства, не связанных с участием в капитале). Эти режимы управления и вытекающие из них иерархические структуры существенно влияют на распределение экономических выгод, полученных в ходе торговли в рамках ТЦДС, и, следовательно, на связанные с ними долгосрочные последствия для развития.

Решения ТНК о том, куда инвестировать и с кем поддерживать партнерство, основываются на факторах размещения, которые зависят от сегмента, задачи или деятельности ТНК. Факторов размещения для сегментов цепочки добавленной стоимости обычно меньше, чем для всей отрасли в целом, и они отличаются от них: т.е. факторов, определяющих, например, размещение производств по сборке электронной техники, меньше, чем факторов, определяющих инвестиции в электронную промышленность в целом. Для многих сегментов существует относительно немного решающих факторов размещения, которые служат предварительными условиями доступа стран к участию в ТЦДС. ТНК создают добавленную стоимость и рабочие места во многих странах, не концентрируя их лишь там, где могут выполняться наиболее сложные задачи. Таким образом, они могут ускорить процесс повышения ВВП и уровня дохода развивающимися странами. Можно сказать, что на глобальном уровне именно это представляет главный вклад ТЦДС в развитие.

Барьеры, возникающие на уровне компаний и влияющие на их возможность участвовать в ТЦДС, могут различаться в зависимости от размера самой компании. Размер может выступать важным детерминантом поведения компании в рамках ТЦДС. Тот факт, что малые и средние компании едва ли не самые многочисленные участники нишевых ТЦДС, часто остается без внимания; хотя

Характеристика типов сетей, формируемых ТЦДС

Показатель	ТЦДС, регулируемые производителем	ТЦДС, регулируемые покупателем
Движущий элемент цепочки	производственный капитал	торговый капитал
Профессиональные качества, определяющие успех на рынке	НИОКР и производство	дизайн и маркетинг
Экономические секторы	потребительские товары длительного пользования, детали и компоненты, средства производства	потребительские товары недлительного пользования
Типичные отрасли промышленности	автомобильная, авиационная, полупроводниковая, фармацевтическая, производство компьютеров	производство одежды, обуви, игрушек, бытовой электроники
Собственники фирм-производителей	транснациональные корпорации	местные фирмы преимущественно из развивающихся рынков
Главные сетевые связи	основаны на инвестициях	основаны на торговле
Преобладающая структура сети	вертикальная	горизонтальная

это важно для оценки перспектив развития, так как большинство компаний из развивающихся стран, участвующих в ТЦДС, относятся к категории малых и средних. Кроме того, положение малых и средних компаний в ТЦДС (в начале или в конце цепочки) по сравнению с крупными ТНК может иметь различные последствия и влияние на ту выгоду, которую получают сама компания и экономика принимающего государства.

В процессе экономической глобализации формируются два типа международных экономических сетей (таблица), состоящих из ТЦДС, регулируемых производителем (*producer-driven chains*) или покупателем (*buyer-driven chains*).

ТЦДС, регулируемые производителем, характерны преимущественно для средне- и высокотехнологичных отраслей: таких, как электронная, автомобильная, авиационная, фармацевтическая промышленность и тяжелое машиностроение, отличающихся использованием новейших технологий и значительным объемом затрат на НИОКР, а ведущие ТНК контролируют весь производственный процесс. В этих цепочках крупные, обычно транснациональные производители играют главную роль в координации производственных сетей.

ТЦДС, регулируемые покупателем, типичнее для тех отраслей промышленности, в которых ведущую роль играют розничные компании, занимающиеся продвижением и реализацией товара, а также производители «брендовой» продукции. Они определяют спецификацию изделий и заказывают их производство у производителей, прежде всего на развивающихся рынках, где создают децентрализованные производственные сети. Для них характерна ведущая роль владельцев брендов и розничных компаний, которые делают акцент на дизайне, маркетинге, брендинге и продажах и полностью или частично передают производство на аутсорсинг. Тем самым ТЦДС, регулируемые покупателями, развиты преимущественно в низкотехнологичных и трудоемких отраслях промышленности, таких, как производство одежды, обуви, игрушек, бытовой электроники и изделий ручной работы, где отсутствует потребность в колоссальном капитале и квалифицированной рабочей силе. В первом типе ТЦДС максимальная стоимость добавляется на начальных стадиях цепочек (НИОКР, проектирование, производство основных компонентов), во втором – преимущественно на конечных (дистрибуция, маркетинг, брендинг).

В целом для развивающихся стран возможна ситуация, когда значительный объем работ и загрязнения происходит на их территории, однако при этом они занимают незначительную долю в общей цепочке создания стоимости товара. Среди хрестоматийных примеров такого процесса – опубликованное в 1996 г. в «Los Angeles Times» исследование, цель которого заключалась в понимании того, на чьей территории была создана стоимость куклы Барби с пометкой «сделано в КНР»; в итоге выяснилось, что из розничной цены куклы 10 долл. США лишь 2 добавлены в Азии [Tempest, 1996]. Бывают и обрат-

ные ситуации, например, исследование ВТО показало, что производственная стоимость среднего американского автомобиля выпуска 1998 г. была лишь на 37% создана в США.

Важно подчеркнуть, что этапы цепочки создания стоимости имеют существенные стоимостные различия. Например, в 2011 г. добавленная стоимость менеджмента и оборудования составляла около 80% всей добавленной стоимости производства смартфона «Nokia N95» (%): менеджмент – 47, оборудование – 33, производство – 6, программное обеспечение – 4, другое – 10. Более половины этой добавленной стоимости приходилось на страны ЕС, 18% – на страны Азии и 17% – на страны Северной Америки [Trade in..., 2015].

В работе Г. Джереффи показано, что в производстве низкооплачиваемой трудоинтенсивной продукции (в данном случае на примере обуви) принципиальные выгоды реализуются не столько в самом производстве, сколько в корпоративном управлении и контроле «всей глобальной сборочной линии», особенно в дизайне, маркетинге и розничной торговле, т.е. в тех видах деятельности, которые обычно контролируются ТНК в материнских странах [Gereffi, et al., 2012]. В этих сложных цепочках периферийные страны остаются в основном «экспортными платформами» для низкотехнологичных, трудоинтенсивных товаров, производимых низкоквалифицированными рабочими. Это увеличивает для материнских стран проблему преодоления технологической зависимости (даже для азиатских НИС) относительно стран, передовых в технологическом отношении. В истории эта зависимость прослеживается уже довольно давно: например, индонезийские заводы, производившие по субконтракту большой объем кроссовок последних моделей «Nike», занимали в доходах этой компании от продажи обуви лишь малую долю (1992 г.). Есть и более современные примеры: из стоимости «Apple iPod» 150 долл. США лишь 4 доллара можно отнести к китайским производителям, в то время как основная стоимость имеет прямое отношение к США, Японии и Республике Корея (2010 г.) [Maurer, Degain, 2010].

Тем не менее рабочие места с низкой добавленной стоимостью могут иметь достаточно большое значение, особенно для развивающихся стран, так как именно они часто находятся именно на начальных звеньях ТЦДС. Только после этого можно начать движение вверх по цепочке; наглядный пример – опыт компании «Intel», 15 лет назад создавшей завод по сборке микропроцессоров в Коста-Рике. Сегодня этот завод, будучи важным производственным центром, превратился также в крупный центр НИОКР. Присутствие в стране компании «Intel» привело к появлению нового поколения инженеров, что позитивно сказалось на всей экономике. В результате этого на рынок вошли новые инвесторы, такие, как «Хьюлетт-Паккард», что вызвало увеличение спроса на местных инженеров; при этом правительство Коста-Рики активно сотрудни-

чало с ТНК в области подготовки новых квалифицированных кадров. Этот пример показывает, как правительства могут использовать ТЦДС для собственного развития, начиная с нижних звеньев ТЦДС и продвигаясь вверх в сторону развития навыков и компетенций.

Наиболее эффективно ТЦДС используют свой потенциал только там, где деловая и торговая среда, в которую они попадают, предоставляет такую возможность. В этом контексте транспортные расходы и эффективные операции в пограничных районах играют ключевую роль. Расстояние – важный фактор в объяснении того, почему ТЦДС в настоящее время, как правило, являются скорее региональными, нежели глобальными, причем роль играет не только расстояние между поставщиками промежуточных продуктов и услуг, но и расстояние до рынков сбыта. Фактор расстояния, однако, можно частично преодолеть, но только в том случае, если работа транспортной инфраструктуры (процедуры растаможивания, системы управления складами и т.д.) компенсирует большое расстояние большей эффективностью. Таким образом, вопросы логистики критически важны. Для правительств улучшение логистики и упрощение процедур торговли представляют собой главную проблему и не в последнюю очередь из-за влияния на функционирование ТЦДС.

С середины 1980-х гг. многие развитые страны демонстрировали положительный темп прироста экспорта промышленной продукции, при этом их доля в создании мировой добавленной стоимости промышленной продукции снижалась. Анализируя европейскую статистику, немецкий экономист Х.-В. Зинн ввел термин «базарная экономика» (*Die Basarökonomie*), т.е. экономика, специализирующаяся на упаковывании и продаже конечной продукции и перемещающая все большую долю производства добавленной стоимости в страны с низким уровнем производственных издержек [Sinn, 2007]. В современном мировом хозяйстве звенья ТЦДС, дающие наибольшую долю добавленной стоимости, сосредоточены преимущественно в развитых странах. В начале XXI в. для развитых стран Триады было характерно преимущественное развитие непроизводственных элементов цепочки, сопровождающееся сокращением традиционного промышленного производства, что было признаком развития «базарной экономики». Часто это приводило к росту безработицы из-за падения спроса на низкоквалифицированную рабочую силу.

Полюсами роста в странах-лидерах мирового хозяйства выступали уже не промышленные центры, а центры НИОКР: «силиконовые долины», университеты, научные кластеры и др. Таким образом, сегодня правомерно говорить не только о классических «сырьевых», но и о «промышленных» придатках развитых стран, среди которых в качестве примера можно привести компании развивающихся стран, практикующие модель фаундри в электронной промышленности или мексиканские зоны макиладорас, уже в конце XX в. застроенные вдоль аме-

риканско-мексиканской границы сотнями производственных площадок, ориентированных на американского потребителя.

Важно отметить, что факторы, определяющие размещение отдельных сегментов цепочек, в частности, такой важнейший фактор, как издержки производства, – весьма изменчивая категория на современном этапе развития мирового хозяйства. Изменение этого фактора сильно влияет на пространственную стратегию ТНК и меняет положение стран в мировом хозяйстве. Так, например, еще в середине 2000-х гг. в Мексике трудовые издержки были в 2 раза выше, чем в КНР, этим и были, в том числе, обусловлены массовые американские инвестиции на территории Китая. Но с тех пор заработная плата в КНР выросла в 5 раз, а в Мексике – только на 67%! В результате, несмотря на опережающий рост производительности труда в КНР, скорректированные трудовые издержки в Мексике по итогам 2014 г. были на 13% меньше, чем в КНР. Иностранные инвестиции в мексиканские предприятия, в частности американские, снова стали расти, даже в тех отраслях, где КНР продолжает доминировать. Изменилась и географическая структура инвестиций: по сравнению с 8% в 2004 г. на азиатские компании теперь приходится 1/3 всех инвестиций в мексиканскую электронную промышленность. Эти различия заметны и на уровне ТНК: так, среди ведущих экспортеров товаров, произведенных в Мексике, тайваньский электронный гигант «Foxconn» уступает лишь американской «General Motors».

Столь колоссальный для десятилетнего периода сдвиг был обусловлен тем, что рост производительности труда в КНР не успевал за ростом трудовых издержек. Повышение зарплаты на 67% в Мексике было практически полностью компенсировано увеличением производительности труда, а также поддержано девальвацией мексиканского песо к доллару США на 11%. Повлияла и «сланцевая революция» в США: цены на промышленный газ в Мексике по сравнению с 2004 г. упали на 37%. Помимо издержек, развитие обрабатывающей промышленности в Мексике стимулируется рядом других факторов – Мексика имеет соглашения о свободной торговле с 44 странами мира, это больше, чем у любой другой страны мира. Мексиканский рабочий работает в среднем больше дней в году, чем в любой стране ОЭСР, а число трудовых конфликтов здесь относительно невелико. При поддержке правительства и активном участии ТНК в стране сформировались и успешно развиваются разнообразные промышленные кластеры.

За тот же десятилетний период издержки в обрабатывающей промышленности США увеличились лишь на 27%. Более того, по итогам 2014 г. индекс стоимости производства в обрабатывающей промышленности США был ниже, чем в других развитых странах: на 8% ниже, чем в Великобритании; на 16% ниже, чем в Германии и Франции; на 10% ниже, чем в Японии, и на 18% в Италии. Разрыв с КНР по этому показателю резко сократился; если

нынешние тенденции сохранятся, то такой разрыв к концу десятилетия может полностью исчезнуть [Behind..., 2013]. Во многом благодаря этому в настоящее время в США получил широкое распространение специальный термин «решор» (reshore) – возврат предприятий на территорию США.

Таким образом, классическая экономико-географическая парадигма деления мира на страны с высокими и низкими издержками, служившая ориентиром для инвестиционных решений ТНК, претерпела значительные изменения. Еще 10 лет назад инвесторы и не подозревали, насколько серьезны будут изменения в рамках ТЦДС не только в развитых, но и в развивающихся странах. Эмпирические и теоретические исследования свидетельствуют о том, что ни компании, ни страны и их правительства не могут оставаться безучастными по отношению к ТЦДС, поскольку они могут утратить свои конкурентные преимущества на мировом рынке за весьма короткий промежуток времени.

Выводы:

– в современном мире НИОКР и производство товаров и услуг организуются в любой точке планеты, где соответствующие профессиональные знания и материалы доступны по конкурентоспособной цене, что определяет специализацию компаний и стран в целом на отдельных стадиях производственного процесса. Организация производства становится крайне мобильной, а необходимость развития всего комплекса отраслей промышленности сменяется участием в звеньях глобального производственного

процесса. Концепция ТЦДС – один из наиболее эффективных современных геоэкономических методов, позволяющих раскрыть принципиальную сущность межстранового взаимодействия в рамках международного разделения труда в отрасли либо кластере отраслей;

– участие в ТЦДС, как и ориентированная на ТЦДС политика, способно дать мощный импульс количественному и качественному росту производства развивающихся и развитых стран. Формирование и реализация продуманной геоэкономической стратегии участия в ТЦДС особенно необходимы развивающимся странам, часто находящимся на нижних звеньях производственной цепочки. Подобная стратегия должна быть направлена на восходящее движение в ЦДС с учетом особенностей производства определенного продукта, в рамках которого большая часть стоимости может создаваться на этапах НИОКР и сбыта;

– трансформации в современном международном разделении труда настолько стремительны, что феномен ТЦДС может за десятилетие изменить картину регионального и мирового производства в некоторых отраслях. Старые лидеры могут смениться новыми, а некоторые не только сохраняют свои позиции, но и вновь получают традиционные конкурентные преимущества. Мировое хозяйство эволюционирует и трансформируется, а концепция ТЦДС дает экономической географии и геоэкономике принципиально новый эффективный инструмент перспективного анализа и прогноза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кондратьев В.Б. Глобальные цепочки добавленной стоимости в современной экономике. М.: Центр исследований и аналитики Фонда исторической перспективы, 2014.

Послание по национальной безопасности Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 13 июня 1996 года. М.: Интелрос, 1996.

Последствия глобальных цепочек создания стоимости для торговли, инвестиций, развития и занятости // Докл. ОЭСР, ВТО, ЮНКТАД. СПб., 2013.

Ткаченко Т.Х., Сафонов С.А. Глобальные цепочки добавленной стоимости в автомобилестроении: шанс для развивающихся стран // Глобалистика и геоэкономическая стратегия: мир и Россия. М.: ИД «АС-Траст», 2013. С. 235–240.

Bair J. Global Capitalism and commodity chains: Looking back, going forward // Competition and Change. 2005. N 2. P. 153–180.

Behind the American Export Surge: The U.S. as One of the Developed World's Lowest-Cost Manufacturers. BCG Focus. Chicago, August 2013. 18 p.

Gereffi G., Humphrey J., Sturgeon T. The Governance of global value chains // Rev. Intern. Political Economy. 2012. Vol. 12. P. 78–104. International Trade Statistics Reports // WTO. Geneva: WTO Publications, 1998–2015.

Maurer A., Degain C. Globalization and trade flows: what you see is not what you get // WTO. Staff Working pap. N ERSD, 2010.

Miroudot S., Backer K. Mapping global value chains // OECD Trade Policy Pap. 2013. Vol. 159.

Porter M. Competitive advantage: creating and Sustaining Superior Performance. N.Y.: The Free Press, 1985.

Sinn H.-W. Die Basar-Ökonomie. Berlin: Ullstein, Econ Verlag, 2007. 250 p.

Tempest R. Barbie and the World Economy // Los Angeles Times. Col. 1. 1996. Sept. 22.

Trade in Value-Added Database // WTO-OECD. Geneva: WTO Publications, 2015.

World Investment Report // UNCTAD. N.Y.: UN Publications, 2015.

Поступила в редакцию 10.12.2015
Принята к публикации 28.04.2016

S.A. Safonov¹GLOBAL VALUE CHAINS AS A FACTOR OF SHIFTS
IN THE GEOGRAPHY OF WORLD ECONOMY

Transformations in the modern world economy are so rapid, that a phenomenon of global value chains (GVC) could change the regional and global production in some branches just during a decade. The GVC conception is one of the most efficient modern methods for studying the essence of countries' interaction within the international division of labor. Participation in the GVC, as well as the GVC-focused policy, could provide a strong impulse for quantitative and qualitative growth of production in both developing and developed countries. Countries of the whole world are looking for their own ways and niches to participate in the GVC, which changes their positions in the international labor division.

Key words: global value chains, international division of labor, economic development, TNCs, manufacturing.

REFERENCES

- Bair J.* Global Capitalism and commodity chains: Looking back, going forward // *Competition and Change*. 2005. N 2. P. 153–180.
- Behind the American Export Surge: The U.S. as One of the Developed World's Lowest-Cost Manufacturers. BCG Focus. Chicago, August 2013. 18 p.
- Gereffi G., Humphrey J., Sturgeon T.* The Governance of global value chains // *Rev. Intern. Political Economy*. 2012. Vol. 12. P. 78–104.
- International Trade Statistics Reports // WTO. Geneva: WTO Publications, 1998–2015.
- Kondrat'ev V.B.* Global'nye cepochki dobavlennoj stoimosti v sovremennoj jekonomike [Global value chains in the modern economics], Moscow, Centr issledovanij i analitiki Fonda istoricheskoy perspektivy, 2014 (in Russian).
- Maurer A., Degain C.* Globalization and trade flows: what you see is not what you get // WTO. Staff Working pap. N ERSD. 2010.
- Miroudot S., Backer K.* Mapping global value chains // OECD Trade Policy Pap. 2013. Vol. 159.
- Porter M.* Competitive advantage: creating and Sustaining Superior Performance. N.Y.: The Free Press, 1985.
- Poslanie po nacional'noj bezopasnosti Prezidenta Rossijskoj Federacii Federal'nomu cobraniju ot 13 ijunja 1996 goda [The message on national security of the President of the Russian Federation to Federal Assembly], Moscow, Intelros, 1996 (in Russian).
- Posledstvija global'nyh cepochek sozdaniya stoimosti dlja torgovli, investicij, razvitija i zanjatosti [Consequences of the global value chains for trade, investment, development and employment], Report for OECD, WTO, UNCTAD, Saint-Petersburg, 2013 (in Russian).
- Sinn H.-W.* Die Basar-Ökonomie. Berlin: Ullstein, Econ Verlag, 2007. 250 p.
- Tempest R.* Barbie and the World Economy // *Los Angeles Times*. Col. 1. 1996. Sept. 22.
- Tkachenko T.H., Safonov S.A.* Global'nye cepochki dobavlennoj stoimosti v avtomobilstroenii: shans dlja razvivajushihhsja stran [Global value chains in the automobile industry: a chance for developing countries], Globalistika i geojekonomicheskaja strategija: mir i Rossija, Moscow, ID «AS-Trast», 2013, pp. 235–240 (in Russian).
- Trade in Value-Added Database // WTO-OECD. Geneva: WTO Publications, 2015.
- World Investment Report // UNCTAD. N.Y.: UN Publications, 2015.

Received 10.12.2015

Accepted 28.04.2016

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of World Economy, post-graduate student; e-mail: jinet@mail.ru

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 551.510.42 551.553.5 551.524.3

М.А. Локощенко¹, Н.Ф. Еланский², А.В. Трифанова³, И.Б. Беликов⁴, А.И. Скороход⁵

О ПРЕДЕЛЬНЫХ УРОВНЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В МОСКВЕ

По данным непрерывных 11-летних измерений на совместной экологической станции ИФА имени А.М. Обухова РАН и географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова с 2002 по 2012 г. приведены сведения о наибольших и наименьших значениях приземного содержания малых атмосферных газов: озона, окиси и двуокиси азота, окиси углерода и двуокиси серы. Показано, что в районе МГУ, в юго-западной части Москвы, вдали от промышленных предприятий и крупных автомагистралей, случаи превышения ПДК очень редки: их доля составляет ~0,1% для O_3 , NO и CO; 0,01% для NO_2 и <0,001% для SO_2 . Максимум-максимум содержания озона в среднем за 10 мин составил 150 млрд⁻¹; NO и NO_2 – 996 и 226 млрд⁻¹ соответственно; CO – 16 млн⁻¹; SO_2 – 276 млрд⁻¹. Аномально сильное загрязнение воздуха обычно связано с продолжительными антициклональными условиями. Самые высокие уровни содержания O_3 , NO_2 и CO отмечены во время дымной мглы при исключительно жаркой погоде летом 2010 и 2002 г., а SO_2 , напротив, – при очень сильных морозах зимой 2006 г. На примерах данных, полученных с помощью содаров «ЭХО-1» и «MODOS», показана связь рекордно высоких уровней загрязнения воздуха как с температурной стратификацией, так и с ветровым режимом нижней атмосферы. Впервые по многолетним данным выявлены закономерности суточного и годового хода предельно низких (близких к нулю) значений приземного содержания O_3 , NO и SO_2 .

Ключевые слова: загрязнение воздуха, малые атмосферные газы, приземное содержание, дымная мгла, температурная стратификация, ветровой режим, содарные данные.

Введение. Под химическим загрязнением воздуха принято понимать наличие в его составе примесей, оказывающих вредное воздействие на организмы людей, животных и растений, а также на некоторые материалы, если содержание этих примесей существенно превышает фоновые значения в ненаселенной местности вдали от источников выбросов.

Основными атмосферными загрязнителями служат озон (O_3), окись и двуокись азота (NO, NO_2), окись углерода (CO). Традиционно к их числу относят также и двуокись серы (SO_2), хотя за последние десятилетия связанная с ней опасность для здоровья людей существенно уменьшилась, поскольку содержание этого газа резко сократилось и даже во многих крупных городах приблизилось к фоновым значениям [Локощенко и др., 2008].

Вещества с малым временем жизни (τ), например NO, быстро окисляющийся в атмосфере до NO_2 (τ для NO составляет в среднем несколько часов, а для NO_2 – около 3 сут.), характеризуются локальными областями повышенных значений вблизи источников выбросов. В то же время более долгоживущие газы (например, CO со средним значением τ около 2–4 мес. и даже SO_2 с $\tau = 5$ сут. [Бримблкомб,

1988]) успевают распространиться с воздушными течениями на значительное расстояние – иногда на несколько сотен и даже на несколько тысяч километров от источников их выбросов. Тем не менее наиболее остро проблема загрязнения воздуха стоит именно в городах и в промышленных зонах, где вредные атмосферные примеси выбрасываются в большом объеме промышленными предприятиями, системами городского отопления и двигателями автомобилей. Скорость их рассеивания в нижней тропосфере существенно зависит от метеорологических условий – главным образом от температурной стратификации и ветрового режима. В ряду обобщенных показателей, учитывающих оба эти фактора, отметим предложенный Э.Ю. Безуглой и ее коллегами из Главной геофизической обсерватории потенциал загрязнения атмосферы [Безуглая, 1980].

Несмотря на закрытие многих промышленных предприятий в черте столицы в начале 1990-х гг., проблема загрязнения воздуха в Москве остается насущной в связи с продолжающимся быстрым и устойчивым ростом городского автомобильного парка. Число автомобилей здесь уже превысило

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, кафедра метеорологии и климатологии, вед. науч. с., канд. геогр. н., доцент; e-mail: loko@geogr.msu.ru

² Институт физики атмосферы имени А.М. Обухова, заведующий отделом исследования состава атмосферы, член-корреспондент РАН, докт. физ.-мат. н., профессор; e-mail: n.f.elansky@mail.ru

³ Государственный университет «Дубна», кафедра экологии и наук о Земле, аспирантка; e-mail: triav@yandex.ru

⁴ Институт физики атмосферы имени А.М. Обухова, лаборатория газовых примесей атмосферы, ст. науч. с., канд. физ.-мат. н.; e-mail: belikov@ifaran.ru

⁵ Институт физики атмосферы имени А.М. Обухова, заведующий лабораторией газовых примесей атмосферы, канд. геогр. н.; e-mail: skorokhod@ifaran.ru

4 млн (согласно данным Мосгорстата – 4369 тыс. в 2014 г.); оно увеличилось в 6,5 раз по сравнению с серединой 1980-х гг. (667 тыс. в 1986 г.) и почти в 30 раз за последние полвека (154 тыс. автомобилей в 1961 г.). Именно автомобильные выхлопы вносят основной вклад в загрязнение столичного воздуха – доля их в общих выбросах составляет в настоящее время ~90% [Обзор..., 2006]. Обычно замещение загрязненного городского воздуха более чистым из сельской местности и рассеивание факелов выбросов в вышележащие слои предотвращают чрезмерное накопление продуктов горения вблизи подстилающей поверхности. Однако в редких случаях при одновременном наличии разных явлений, способствующих загрязнению воздуха (сильная инверсия, штиль, туман и пр.), уровень содержания загрязняющих примесей в приземном слое может существенно превысить обычные значения. С неблагоприятными метеорологическими условиями было связано большинство катастроф, произошедших в XX в., например, в долине Маас (Бельгия), в Доноре (США), в Розе-Рике (Мексика), в Лондоне (Великобритания) и в других местах, когда из-за чрезвычайно сильного загрязнения воздуха погибли сотни и даже тысячи людей [Бримблкомб, 1988]. Заметим, что, за исключением Бхопала (Индия, 1984 г.), все остальные катастрофы были вызваны аномально высоким содержанием обычных малых газов, в основном SO_2 .

Для своевременного предотвращения подобных случаев необходимо оперативно отслеживать метеорологические условия рассеивания загрязняющих веществ. Требуется оценивать не только средние, но и предельно высокие значения их приземного содержания, которые возможны при стечении неблагоприятных обстоятельств. Как климат характеризуется не только средними значениями, но и диапазоном возможных изменений метеорологических величин, так и состав атмосферы («химический климат») конкретной местности требует знания не только средних, но и предельных значений содержания тех или иных веществ. Отдельные эпизоды сильного загрязнения воздуха и их связи с метеорологическими условиями рассмотрены для разных городов в ряде работ [Cuhadaroglu, Demirci, 1997; Katsoulis, 1988; Molina et al., 2007]. Однако наряду с рекордно высокими значениями важно оценивать повторяемость и самых низких возможных уровней накопления малых газов, а также метеорологические условия, при которых загрязнение воздуха наименьшее. Заметим, что рекордно малые значения приземного содержания загрязняющих веществ гораздо реже становятся объектом исследований, хотя их анализ представляет отдельный научный интерес и даже важен для практики с учетом медицинских показаний к нахождению на открытом воздухе людей, страдающих заболеваниями органов дыхания. Этой проблеме применительно к Москве и посвящена статья; предварительные результаты опубликованы в [Трифанова и др., 2011].

Материалы и методы исследований. Измерения состава воздуха в МГУ. В Метеорологичес-

кой обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова на Ленинских горах, в юго-западной части Москвы (в 8 км от центра), в феврале 2002 г. начала работать совместная экологическая станция ИФА РАН и географического факультета МГУ. Заметим, что измерения состава воздуха проводились здесь и ранее – с 1955 до 1988 г. на территории обсерватории действовал стационарный пост (до 1970 г. – пост № 13) СЭС Минздрава СССР, впоследствии вошедший в сеть постов ЦВГМО (ныне Центрального УГМС) и ставший совместным постом № 51 СЭС, ЦВГМО и МГУ. Однако измерения в 1950-е и 1960-е гг. ограничивались здесь лишь приземным содержанием SO_2 , пыли и сажевых частиц 2 раза в сутки. Отсутствие значительных источников загрязняющих выбросов вблизи МГУ, открытый характер местности (плато Теплостанской возвышенности) и большая площадь зеленых насаждений определяют сравнительно чистый воздух в этой части города, поэтому содержание SO_2 и сажи здесь часто оказывалось ниже пороговых значений чувствительности тогдашних приборов. Лишь в 2002 г. на созданной экологической станции были установлены серийные газоанализаторы нового поколения, которые регулярно калибруются в соответствии с государственным стандартом [ГОСТ, 1986]. С их помощью в автоматическом режиме производятся ежеминутные измерения даже крайне низких значений содержания малых атмосферных газов: приземного O_3 , NO и SO_2 – вплоть до 1 млрд⁻¹, NO_2 – до 0,5 млрд⁻¹, а CO – до 0,05 млн⁻¹ [Еланский и др., 2006, 2015; Локощенко и др., 2008].

Здесь же, на территории обсерватории, в 70 м от газоанализаторов находятся два акустическихлокатора (содара). Вертикальный одноканальный содар «ЭХО-1» (ГДР) работает здесь с 1988 г. и дает очень подробные сведения о температурной стратификации и наличии задерживающих слоев инверсий в слое от 25 до 800 м с разрешением 12,5 м [Локощенко, 2007]. Второй содар «MODOS» («МЕТЕК», Германия) установлен в МГУ в 2004 г., это трехканальный доплеровский локатор, позволяющий непрерывно, в среднем через каждые 10 мин, измерять высотные профили скорости и направления ветра в слое воздуха от 40 до 500 м с разрешением 20 м [Lokoshchenko et al., 2009].

Содарные данные о ветре дополняются станционными измерениями с помощью анеморумбометра М-63, а также датчика нового автоматизированного метеорологического комплекса (АМК) («R.M. Young Wind Monitor 05103», США) на уровне 15 м над поверхностью земли. Кроме того, в обсерватории проводятся наземные станционные измерения многих других метеорологических величин, а также ведутся визуальные наблюдения за облачностью и атмосферными явлениями. Столь широкий охват в одном месте одновременных атмосферных наблюдений, включающий измерения состава воздуха, уникален не только для Москвы, но и для всей России. С его созданием впервые открылась возможность очень подробно изучать закономер-

сти накопления загрязняющих примесей и влияния на них метеорологических условий.

Результаты исследований и их обсуждение.
Наибольшие уровни загрязнения воздуха в районе МГУ и связанные с ними метеорологические условия. В табл. 1 приведены сводные данные о наибольших и наименьших среднечасовых значениях приземного содержания 5 основных малых газов

табл. 2 видно, что для NO, NO₂ и CO лишь одно самое наибольшее среднечасовое значение (для SO₂ – первые два) резко отличаются от остальных; к пятой же рекордной величине все значения уже приобретают устойчивость. Иначе говоря, уменьшение их в порядке убывания асимптотически приближается к некоторому пределу во всех пяти рядах данных.

Таблица 1

Рекордно высокие и рекордно низкие значения приземного содержания малых атмосферных газов в Москве (МГУ) 2002–2013 гг.

Загрязняющее вещество	Озон O ₃ , млрд ⁻¹	Оксид азота NO, млрд ⁻¹	Двуокись азота NO ₂ , млрд ⁻¹	Оксид углерода CO, млн ⁻¹	Двуокись серы SO ₂ , млрд ⁻¹
Предельно допустимая концентрация	15 (80)	48 (320)	20,8 (104)	2,6 (4,3)	19 (190)
Максимум-максимум	134,2 (150)	593,5 (996)	214,7 (226)	15,8 (16)	141,6 (276)
Дата и время	06 августа 2010 г., 13 ч	29 марта 2007 г., 08 ч (в 08.00)	07 августа 2010 г., 10 ч (в 10.30)	07 августа 2010 г., 13 ч (в 13.30)	16 февраля 2006 г., 10 ч (в 10.10)
Метеорологические условия	Сильная дымная мгла, ясная погода, неустойчивая стратификация, умеренный ветер	Ясная тихая погода в центре антициклона, очень слабый ветер (~1 м/с в слое до 100 м)	Сильная дымная мгла, ясная погода, неустойчивая стратификация, слабый ветер	Сильная дымная мгла, ясная погода, неустойчивая стратификация, слабый ветер	Морозная малооблачная погода, приподнятая инверсия, слабый ветер
Минимум-минимум	<0,05	<0,05	0,55	0,07	<0,05
Дата и время	1642 ч измерений ниже порога обнаружения	2844 ч измерений ниже порога обнаружения	31 августа 2003 г., 3 ч	25 мая 2003 г., 18 ч	445 ч измерений ниже порога обнаружения

Примечание. Первые значения предельно допустимых концентраций – среднесуточные; в скобках – максимальные разовые. Первые наибольшие значения – в среднем за час; в скобках – в среднем за 10 мин. Время московское.

в районе МГУ с 2002 по 2012 г. (в скобках приведены рекордные 10-минутные значения). В дополнение к этим данным в табл. 2 представлены еще 4 самых больших среднечасовых значения для каждой примеси за 11 лет в порядке их убывания. Рассмотрение их в единой последовательности позволяет оценить, насколько случайным оказался максимум-максимум в ряду соседних значений на краевой области статистического распределения. Из данных

Помимо результатов измерений, в табл. 1 приведены значения предельно допустимых концентраций для всех рассматриваемых примесей [Гигиенические..., 2003, 2005; Руководящие документы 1991, 2006]. Эти концентрации определяются двойко – как среднесуточные (когда вредное воздействие той или иной примеси на организм человека не проявляется сколь угодно долго) и как максимальные разовые. Традиционные измерения на постах сети ЦВГМО

Таблица 2

Первые 5 наибольших среднечасовых значений приземного содержания малых газов в Москве (МГУ) за 2002–2013 гг.

Озон O ₃ , млрд ⁻¹	Оксид азота NO, млрд ⁻¹	Двуокись азота NO ₂ , млрд ⁻¹	Оксид углерода CO, млн ⁻¹	Двуокись серы SO ₂ , млрд ⁻¹
134,2 (06.08. 2010, 13 ч)	593,5 (29.03. 2007, 08 ч)	214,7 (07.08. 2010, 10 ч)	15,8 (07.08. 2010, 13 ч)	141,6 (16.02. 2006, 10 ч)
133,1 (06.08. 2010, 14 ч)	497,9 (12.02. 2007, 08 ч)	165,4 (07.08. 2010, 09 ч)	14,3 (07.08. 2010, 12 ч)	120,7 (16.02. 2006, 12 ч)
129,5 (30.07. 2002, 16 ч)	452,7 (17.04. 2007, 07 ч)	147,5 (07.08. 2010, 11 ч)	13,8 (07.08. 2010, 14 ч)	64,4 (16.02. 2006, 09 ч)
119,5 (31.07. 2002, 17 ч)	437,3 (29.03. 2007, 07 ч)	122,4 (07.08. 2010, 00 ч)	13,5 (04.08. 2010, 04 ч)	62,1 (08.02. 2006, 16 ч)
118,4 (31.07. 2002, 16 ч)	436,9 (12.02. 2007, 09 ч)	121,3 (07.08. 2010, 12 ч)	13,5 (04.08. 2010, 05 ч)	60,0 (16.02. 2006, 11 ч)

подразумевали соотнесение с максимальными разовыми ПДК единичных измерений с продолжительностью отбора проб 20–30 мин [ГОСТ, 1986], а со среднесуточными ПДК – их среднее значение в течение дня. Накопленный архив данных экологической станции содержит результаты измерений, осредненные за каждый час. Час – промежуток времени, слишком короткий для сравнения со среднесуточной ПДК, но слишком долгий для сравнения с максимальной разовой величиной. Поэтому в дополнение к часовым значениям в табл. 1 приведены также наибольшие значения в среднем за 10 мин.

Как видно из данных табл. 1, и среднесуточные, и максимальные разовые предельно допустимые концентрации были превышены в продолжение 11 лет для всех 5 газов, причем для 4 из них (кроме SO_2) даже среднечасовые значения оказывались иногда выше максимальных разовых ПДК. При этом 3 из 5 малых газов – O_3 , NO_2 и CO – достигли наибольшего содержания в одни и те же дни 6 и 7 августа 2010 г. во время сильной дымной мглы, вызванной лесными и торфяными пожарами в Московском регионе. Такие особые условия исключительно редки и за время существования экологической станции наблюдались лишь дважды – во время аномальной жары летом 2002 и 2010 г. Неслучайно 5 наибольших среднечасовых значений содержания приземного озона представляют, по сути, лишь два случая – 6 августа 2010 и 30–31 июля 2002 г. В эти дни содержание O_3 достигало в отдельные часы 130 млрд⁻¹ и более, а в среднем за 10 минут – даже 150 млрд⁻¹ – аномально больших значений для средних широт, характерных для фотохимического смога в Лос-Анджелесе (США). Для сравнения – столь высокое содержание озона сравнимо с максимальными значениями этой примеси (более 120 млрд⁻¹), отмеченными летом в дневные часы в Афинах (Греция) [Katsoulis, 1988]. Всего же за 11 лет измерений в МГУ все 27 самых наибольших (и 43 из первых 50) среднечасовых значений приземного O_3 были связаны с условиями дымной мглы летом 2002 и 2010 г. Как показано во многих работах, например в [Еланский и др., 2011], основной причиной столь высокого уровня озона при дымной мгле служит дополнительная фотохимическая генерация этого газа в условиях чрезвычайно высокого содержания CO – первичного продукта горения.

Наряду с этим дополнительной причиной накопления озона стал динамический фактор, связанный с интенсивным вертикальным перемешиванием и поступлением к поверхности O_3 из вышележащих слоев. Усилению вертикального турбулентного обмена способствует неустойчивая стратификация, при которой наблюдается умеренный, а иногда и сильный ветер. Как видно на рис. 1, а,б, именно такие условия отмечены в периоды аномально высокого накопления озона у поверхности. На высотновременной развертке эхосигнала (содарной записи) содара «ЭХО-1» на рис. 1, а четко прослеживаются конвективные термики в виде вертикальных турбулентных структур черного цвета, что означает очень

сильный эхосигнал. Такой вид содарной записи объясняется периодическим прохождением над местом зондирования зон восходящих воздушных токов в центре отдельных конвективных ячеек, что подтверждает неустойчивую стратификацию нижней атмосферы [Локощенко, 1995]. Еще один случай аномально высокого содержания озона при сильной дымной мгле, но в уже 2010 г. сопровождался сравнительно сильным ветром, по данным содара «MODOS» – до 10 м/с в 11:00 (рис. 1, б). Значительная скорость ветра также способствует усилению вертикального турбулентного обмена и, как следствие, ускорению нисходящего переноса транзитного озона по направлению к поверхности.

Примечательно, что все 5 наибольших значений содержания O_3 в табл. 2 отмечены в послеполуденные часы при ясной погоде и высоком стоянии Солнца. С одной стороны, в это время поток ультрафиолетовой радиации наибольший, и фотохимические реакции образования озона идут быстрее [Бримблумб, 1988; Graedel, Crutzen, 1993]. Однако, с другой стороны, прогрев подстилающей поверхности в середине дня также наибольший, что приводит к развитию термической конвекции и дополнительному поступлению к поверхности O_3 из средней и верхней тропосферы. Таким образом, рост содержания приземного озона объясняется совместным действием и химических, и динамических причин. Разделить эти факторы и оценить отдельный вклад каждого из них в общее повышение уровня O_3 трудно. В работе [Lokoshchenko et al., 2004] на основе статистической выборки из 27 случаев косвенно показана существенная роль динамического фактора в изменении приземного содержания озона в утренние часы, поскольку в среднем его увеличение значительно ускорялось вскоре после момента разрушения задерживающего слоя приподнятой инверсии при плавном увеличении потока ультрафиолетовой радиации. В работе [Neu et al., 1994] показано, что в обычных условиях свыше половины (до 70%) всего поступающего к поверхности O_3 в утренние часы связано с его притоком из вышележащих слоев и лишь от 30 до 50% объясняется фотохимическим образованием O_3 вблизи поверхности. Разумеется, при дымной мгле это соотношение может быть иным.

С условиями дымной мглы связаны рекордно высокие значения содержания не только озона, но и окиси углерода. Это вполне естественно, поскольку CO – первичный продукт горения древесины и торфа. Как видно из данных табл. 2, три самых высоких значения этой примеси наблюдались в один и тот же день – 07 августа 2010 г., когда дымная мгла была наиболее сильной. Вообще же со шлейфами пожаров с 04 по 09 августа 2010 г. связано более 30(!) самых больших среднечасовых значений содержания CO за 11 лет в порядке их убывания. Что касается NO_2 , то 6 самых больших среднечасовых значений ее содержания также отмечены 06 и 07 августа 2010 г., и лишь 7-е по счету значение (117,1 млрд⁻¹ в 10:00 30 марта 2007 г.) наблюдалось в отсутствие

дымной мглы. Очевидно, оно было связано с отмеченным накануне абсолютным максимумом содержания NO (с учетом инерции процессов окисления в атмосфере). Отметим, что в крупных городах в средних широтах приземное содержание двуокиси азота бывает и еще больше: так, в Лондоне в 1995 г. оно превысило 400 млрд⁻¹ [Baklanov, 2006].

Предельно высокие значения содержания SO₂, в отличие от O₃, CO и NO₂, напротив, отмечались не летом, а зимой 2006 г. при аномально холодной погоде с 30-градусными морозами, когда в городском отоплении использовалось резервное топливо (мазут) с высоким содержанием серы. В январе и феврале 2006 г. доля мазута составила ~9 и 8% соответственно в общем объеме использованного топлива на теплоэлектроцентралях столицы, что бывает крайне редко. Неудивительно поэтому, что все 5 наибольших значений содержания SO₂ были отмечены в феврале 2006 г., в том числе 4 – в один и тот же день. Вообще первые 31 среднечасовые значения этой примеси в порядке их убывания за 11 лет (и 65 из первых 67) наблюдались именно в эти очень холодные месяцы (с 27 декабря 2005 г. до 01 марта 2006 г.).

Дополнительной причиной рекордно высоких значений содержания SO₂, помимо сжигания мазута, было абсолютное преобладание устойчивой стратификации нижней атмосферы (наличие длительных приземных и приподнятых инверсий) и крайне слабый ветер в условиях господствовавших отрогов сибирского максимума, а также медленное окисление SO₂ в атмосфере при крайне низкой температуре воздуха (вплоть до –30,1 °С 18 января 2006 г.). Однако даже на фоне таких условий превышение максимальной разовой ПДК для двуокиси серы в течение 40 мин подряд утром 16 февраля [Локощенко и др., 2008] кажется удивительным. Скорее всего, в эти часы в районе МГУ произошло опускание свежего факела выбросов от одной из городских ТЭЦ.

В пользу такого предположения говорит наличие по данным содара «ЭХО-1» приподнятой инверсии утром 16 февраля (рис. 1, д), а также то, что очень высокие значения содержания SO₂ (>50 млрд⁻¹) отмечались непрерывно в продолжение 3,5 часов. Как известно, задерживающий слой приподнятой инверсии способствует накоплению выбросов от источников на нижележащих высотах. Утром в этот день с 9 до 10 ч, в начале эпизода аномального загрязнения, высота вершины инверсии менялась по содарным данным от 160 до 230 м, что выше большинства труб городских ТЭЦ. Умеренный ветер в этом слое (от 2 до 4 м/с по данным содара «MODOS») также мог способствовать переносу шлейфа выбросов от ТЭЦ в радиусе нескольких километров. Однако нельзя полностью исключить и влияние в эти часы какого-то локального источника горения в непосредственной близости от обсерватории. Заметим для сравнения, что, например, в Трабзоне (Турция) наибольшее за несколько лет приземное содержание SO₂ составило в 1995 г. ~70 млрд⁻¹

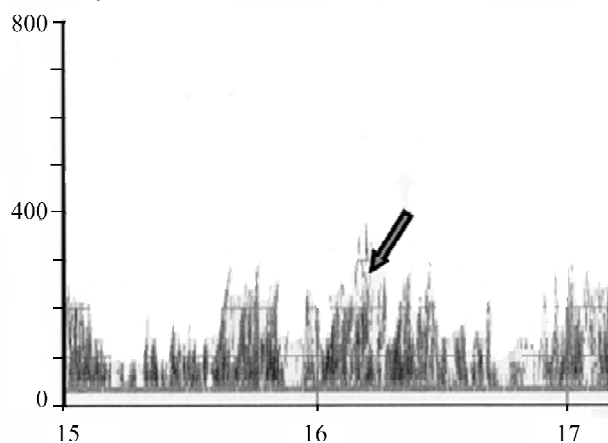
[Cuhadaroglu, Demirci, 1997], что в 2 раза меньше значения, отмеченного в Москве 16 февраля 2006 г. В то же время в Афинах (Греция) случаи сильного загрязнения воздуха с содержанием этой примеси более 250 мкг/м³ (т.е. с учетом среднегодовой температуры +18,5 °С более 93 млрд⁻¹) отмечались за 15 лет – с 1970 по 1984 гг. – 343(!) раза [Katsoulis, 1988].

Если рекордно высокие уровни содержания приземного озона всегда наблюдаются в послеполуденные часы, то для двуокиси серы, как видно из данных табл. 2, четко выраженной зависимости от времени суток нет. Аномально высокое содержание окиси углерода также может отмечаться в любые часы, поскольку в основном определяется лишь наличием сильной дымной мглы, содержащей этот газ. Для окиси же азота самые большие значения отмечены утром, что связано с утренним часом пик движения автомобильного транспорта. Накоплению этой примеси в приземном слое способствует приземная инверсия (пример ее наблюдения в структуре мелкомасштабной турбулентности по данным содара «ЭХО-1» приведен на рис. 1, в), а также штиль или очень слабый ветер. Так, в 8:00 29 марта 2007 г., когда было отмечено самое большое за 11 лет содержание NO (почти 1000 млрд⁻¹), скорость ветра во всем нижнем 100-метровом слое воздуха была по данным содара «MODOS» <1 м/с (рис. 1, з).

В целом за 11 лет наблюдений в МГУ максимальные разовые ПДК были превышены для озона в течение 107 ч, что составляет 0,12% всего времени измерений; для окиси и двуокиси азота – в течение 64 и 22 ч соответственно (0,08 и 0,03%); для окиси углерода – в течение 142 ч (0,16%). Соотнесение с максимальными разовыми ПДК среднечасовых значений не совсем точное, однако отдельные 10-минутные значения, превысившие ПДК в часы с меньшими средними значениями, в значительной мере компенсируются, напротив, 10-минутными значениями ниже ПДК в часы, когда в среднем за час они превышали предельно допустимый уровень. Таким образом, если приведенные на основе часовых данных оценки доли времени с превышением ПДК и занижены, то незначительно. Что касается двуокиси серы, то максимальная разовая ПДК за все 9 лет измерений (содержание SO₂ измеряется с 2004 г.) была превышена в течение только 40 мин, так что доля этого времени в общей выборке всех измерений ничтожно мала – лишь 0,001%.

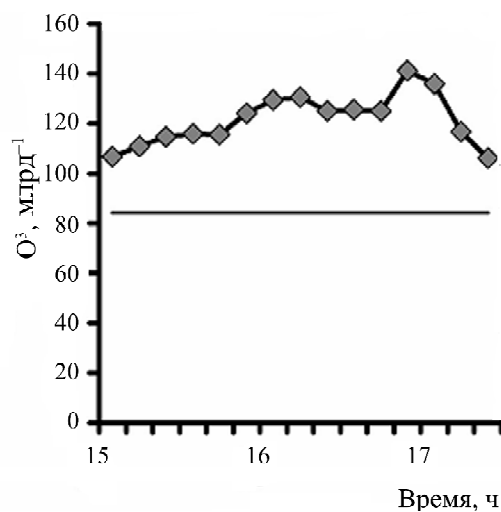
Наименьшие уровни загрязнения воздуха в районе МГУ и общие закономерности их повторяемости. Как видно из данных табл. 1, трем малым газам в воздушном бассейне Москвы – озону, окиси азота и двуокиси серы – нередко присущи предельно низкие значения их содержания, которые входят за пределы чувствительности даже современных газоанализаторов. При значениях ниже порога обнаружения приборы формально регистрируют нулевое содержание, хотя очевидно, что в реальности оно может принимать любое значение, например для озона, в промежутке от 0 до 1 млрд⁻¹. Однако поро-

Высота, м 30 июля 2002

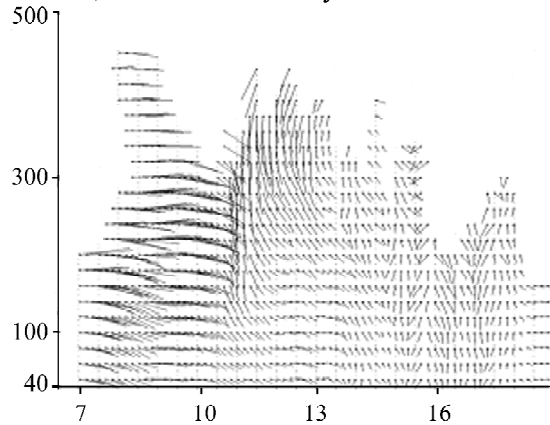


Время, ч

а



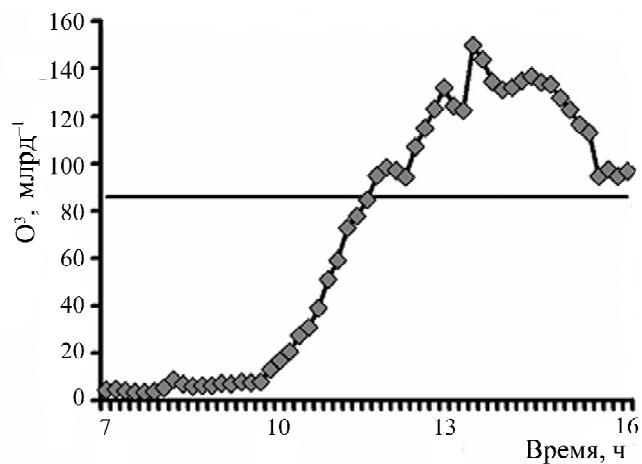
Высота, м 06 августа 2010



-2 м/с

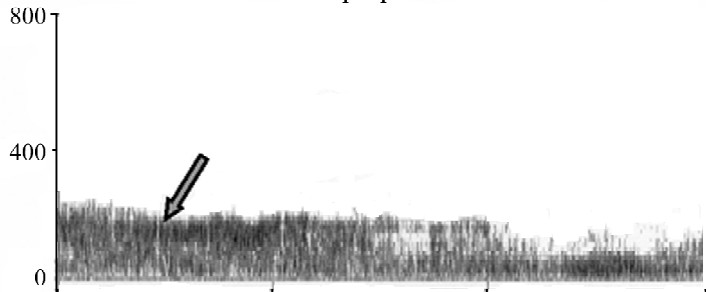
Время, ч

б



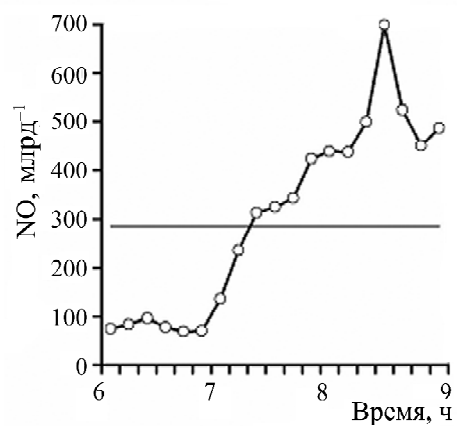
Высота, м

12 февраля 2007



Время, ч

в



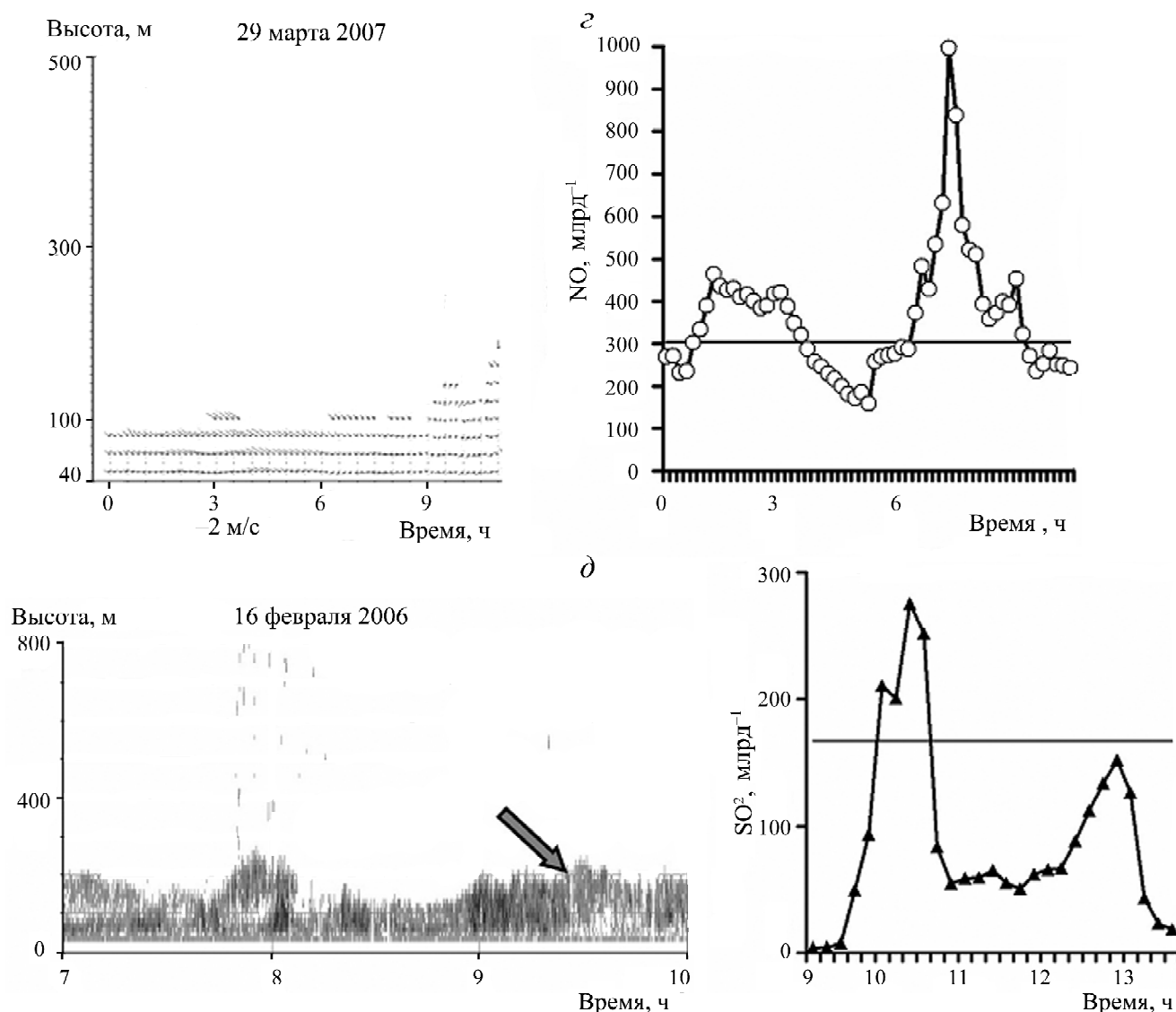


Рис. 1. Содарные данные о температурной стратификации и ветровом режиме в МГУ в часы anomalously высокого загрязнения воздуха
 а – 30 июля 2002 г., слева – фрагмент записи содара «ЭХО-1», неустойчивая стратификация (стрелкой показан один из конвективных термиков), справа – приземное содержание озона. Время летнее, $T = +31^{\circ}\text{C}$; $P = 1000$ гПа; $\text{ПДК}_{\text{max}} = 84$ млрд $^{-1}$
 б – 06 августа 2010 г., слева – фрагмент высотно-временной развертки данных о ветре содара «MODOS», сильный ветер. Внизу указан масштаб (длина стрелки соответствует скорости ветра, м/с); справа – приземное содержание озона. Время летнее, $T = +36^{\circ}\text{C}$; $P = 998$ гПа; $\text{ПДК}_{\text{max}} = 86$ млрд $^{-1}$
 в – 12 февраля 2007 г., слева – фрагмент записи содара «ЭХО-1», приземная инверсия (стрелкой показана вершина турбулентной структуры слоя инверсии), справа – приземное содержание окиси азота. Время зимнее, $T = -17^{\circ}\text{C}$; $P = 1001$ гПа; $\text{ПДК}_{\text{max}} = 284$ млрд $^{-1}$
 г – 29 марта 2007 г., слева – фрагмент высотно-временной развертки данных о ветре содара «MODOS», ветер слабый, близкий к условиям штиля, внизу указан масштаб (длина стрелки соответствует скорости ветра, м/с), справа – приземное содержание окиси азота. Время зимнее, $T = +3^{\circ}\text{C}$; $P = 1004$ гПа; $\text{ПДК}_{\text{max}} = 305$ млрд $^{-1}$
 д – 16 февраля 2006 г., слева – фрагмент записи содара «ЭХО-1», приподнятая инверсия (стрелкой показана вершина связанной с ней турбулентной структуры), время зимнее, $T = -14^{\circ}\text{C}$; $P = 1001$ гПа; $\text{ПДК}_{\text{max}} = 168$ млрд $^{-1}$.
 Справа везде горизонтальными линиями показаны значения максимальной разовой ПДК_{max} , рассчитанные в объемных единицах с учетом температуры воздуха и атмосферного давления в часы anomalously высокого уровня загрязнения

Fig. 1. Sodar data about thermal stratification and wind profiles near the Moscow University during the anomalously high air pollution:
 а – July 30, 2002, left – fragment of «ECHO-1» sodar record, unstable stratification (arrow indicates a convective plume), right – ground concentration of ozone. Summer time, $T = +31^{\circ}\text{C}$; $P = 1000$ hPa; $\text{MAC} = 84$ ppb; б – August 06, 2010, left – fragment of the altitude-time base of the «MODOS» sodar wind data, strong wind (length of arrows below shows the wind velocity, m/s), right – ground concentration of ozone. Summer time, $T = +36^{\circ}\text{C}$; $P = 998$ hPa; $\text{MAC} = 86$ ppb; в – February 12, 2007, left – fragment of «ECHO-1» sodar record, surface inversion (arrow indicates the top of a turbulent structure in the inversion layer), right – ground concentration of nitrogen oxide. Winter time, $T = -17^{\circ}\text{C}$; $P = 1001$ hPa; $\text{MAC} = 284$ ppb; г – March 29, 2007, left – fragment of the altitude-time base of the «MODOS» sodar wind data, light wind close to calm (length of arrows below shows the wind velocity, m/s), right – ground concentration of nitrogen oxide. Winter time, $T = +3^{\circ}\text{C}$; $P = 1004$ hPa; $\text{MAC} = 305$ ppb; д – February 16, 2006, left – fragment of «ECHO-1» sodar record, elevated inversion (arrow indicates the top of a turbulent structure), right – ground concentration of sulfur dioxide. Winter time, $T = -14^{\circ}\text{C}$; $P = 1001$ hPa; $\text{MAC} = 168$ ppb.

Horizontal lines on right graphs are for maximum acceptable one-time concentrations calculated in volume units with account of air temperature and atmospheric pressure during the anomalously high air pollution episodes

говые значения относятся к единичным минутным измерениям. В среднем же за час наименьшим содержанием озона, окислов азота и двуокиси серы при осреднении по выборке из 60 значений в архиве данных экологической станции служит значение $0,1 \text{ млрд}^{-1}$, поскольку программа обработки осуществляет округление до десятых долей млрд^{-1} . Поскольку точные законы распределения содержания этих газов нам неизвестны, то можно предположить, что вероятность любого значения в промежутке от 0 до $0,1 \text{ млрд}^{-1}$ одинакова. Следовательно, формально нулевые среднечасовые значения в базе данных фактически означают содержание $<0,05 \text{ млрд}^{-1}$, т.е. менее середины этого промежутка.

Содержание приземного O_3 и NO за первые 9 лет измерений с февраля 2002 по сентябрь 2010 г. оказывалось $<0,05 \text{ млрд}^{-1}$ в продолжение 1234 и 2464 ч соответственно, а SO_2 – с января 2004 по сентябрь 2010 г. – 198 ч (в табл. 1 приведены дополненные данные за все 11 лет). Таким образом, повторяемость предельно малых значений составляет около 2% для озона, ~3% для окиси азота и <1% для двуокиси серы в общей выборке всех измерений.

Поскольку накоплены уже большие выборки данных о предельно малом содержании 3 из 5 рассматриваемых газов (O_3 , NO и SO_2), на данном этапе измерений открылась возможность впервые исследовать суточный и годовой ход повторяемости их предельно низких значений и выявить статистически достоверные закономерности.

Как видно на рис. 2, суточный ход предельно малых ($<0,05 \text{ млрд}^{-1}$) значений содержания O_3 и NO представляет собой функции, близкие к синусоиде. Наиболее часто близкие к нулю значения содержания приземного озона наблюдаются вечером и в начале ночи. Затем повторяемость их уменьшается, особенно быстро утром – с 7:00 до 9:00 вследствие, очевидно, разрушения задерживающего слоя

приземной инверсии, а также начала фотохимического образования O_3 . Реже всего содержание приземного озона $<0,05 \text{ млрд}^{-1}$ отмечается в послеполюденные часы, что вполне естественно с учетом основного дневного максимума в суточном ходе этой примеси в теплое и переходное время года [Еланский и др., 2006, 2015]. В 13:00 и 14:00 столь малые значения O_3 были отмечены за неполные 9 лет лишь 6 и 5 раз соответственно. Таким образом, повторяемость близкого к нулю содержания приземного озона составляет в середине дня ~0,4–0,5% от общего числа его предельно малых значений, что на целый порядок меньше, чем в среднем за каждый час суток – 4,17%. По отношению же ко всем измерениям O_3 в дневные часы доля его предельно малых значений составляет лишь 0,2% (всего в 13:00 и в 14:00 вплоть до октября 2010 г. получено 2812 часовых значений).

Предельно малое содержание NO также чаще отмечается в темное время суток, однако максимум повторяемости значений $<0,05 \text{ млрд}^{-1}$ смещен по сравнению с O_3 вперед на середину ночи – с 2:00 до 4:00 (когда интенсивность автомобильного движения наименьшая). Минимум же, напротив, смещен в суточном ходе назад на утренние часы, что связано с часом пик автомобильного движения и частым существованием в это время приподнятой инверсии. Как следствие, приземное содержание NO утром почти никогда не бывает столь малым. Повторяемость же предельно низких уровней содержания SO_2 приблизительно одинаковая в любое время суток.

Изменения повторяемости почти нулевых значений отдельных малых газов в годовом ходе (рис. 3) выражены значительно слабее. Тем не менее отмечено более частое наблюдение предельно малого содержания O_3 летом и в начале осени, по-видимому, в ночные часы в условиях сильных в это время приземных инверсий, препятствующих по-

ступлению озона к поверхности из вышележащих слоев. Случаи близкого к нулю содержания SO_2 почти всегда отмечаются также летом и в начале осени, когда интенсивность выбросов этого газа из высоких источников наименьшая. Наконец, почти полное отсутствие в приземном слое воздуха NO чаще наблюдается зимой и весной и реже летом.

Что касается окиси углерода и двуокиси азота, то ни одно из среднечасовых значений их приземного содержания за 11 лет наблюдений не оказалось ниже порога обнаружения. Наименьшее из достоверных значений CO составило $0,068 \text{ млн}^{-1}$ в 18:00 25 мая 2003 г., причем два следующих в порядке возрастания значения ($0,070$ и $0,075 \text{ млн}^{-1}$) зафиксированы в тот же и на следующий день (в 2:00 26 мая и в 17:00 25 мая соответствен-

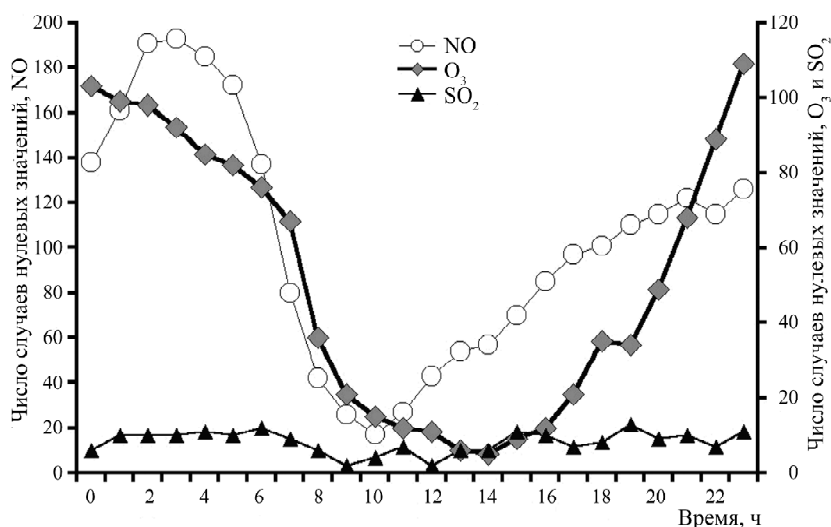


Рис. 2. Суточный ход повторяемостей предельно низких значений приземного содержания малых атмосферных газов в Москве за 2002–2010 гг.

Fig. 2. Diurnal variation of occurrence probability of extremely low surface concentrations of minor air gases in Moscow for the period of 2002–2010

но). Правда, в 00:00 13 февраля 2003 г. его содержание оказалось еще меньше ($0,051 \text{ млн}^{-1}$), но достоверность этих данных сомнительна, поскольку в течение часа было получено лишь одно минутное значение. Самое же наименьшее значение в среднем за минуту – $0,050 \text{ млн}^{-1}$, оно отмечено в 18:12 25 мая 2003 г. и совпадает с приборным порогом обнаружения этого газа. По данным содара «ЭХО-1», работавшего в тот день в Обнинске, на 100 км южнее Москвы, в период с 15:00 до 19:00 отмечалась неустойчивая стратификация (обычно пространственное поле температурной стратификации в середине дня в открытой местности однородно на больших расстояниях). Связанная с атмосферной неустойчивостью термическая конвекция способствует рассеиванию примесей в вышележащие слои и уменьшению приземного содержания всех малых газов кроме озона.

Довольно интенсивное вертикальное перемешивание при отсутствии приземной инверсии наблюдалось в МГУ по данным содара «ЭХО-1» и ночью 31 августа 2003 г., когда было отмечено рекордно низкое за 11 лет наблюдений приземное содержание двуокиси азота. Скорость ветра на высоте 15 м в МГУ по данным прибора М-63 в обоих случаях была высокой: 4 м/с (в порывах до 7 м/с) днем 25 мая и 5 м/с (в порывах до 11 м/с) ночью 31 августа. Таким образом, температурная стратификация и ветровой режим в значительной мере определяют условия не только накопления, но и рассеивания загрязняющих атмосферных примесей.

Выводы:

– состояние воздушного бассейна столицы в районах, удаленных от локальных источников выбросов и с большой площадью зеленых насаждений (территория МГУ), характеризуется крайне редкими эпизодами повышенного загрязнения воздуха. В среднем за последние 11 лет доля времени с превышением в среднем за час максимальных разовых ПДК составляет здесь порядка 0,1% для озона, окиси азота и окиси углерода, порядка 0,01% для двуокиси азота и, по данным в среднем за 10 мин, лишь 0,001% для двуокиси серы. Как правило, случаи превышения ПДК связаны с ярко выраженными

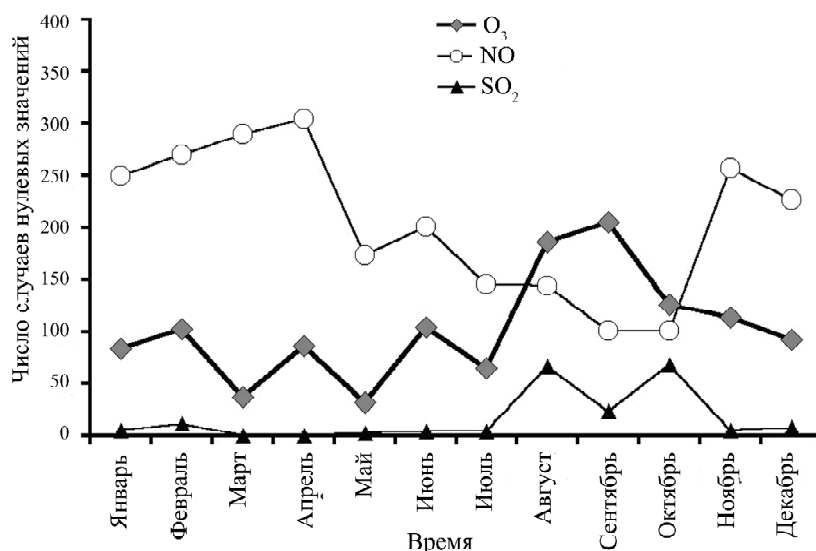


Рис. 3. Годовой ход повторяемости предельно низких значений приземного содержания малых атмосферных газов в Москве за 2002–2010 гг.

Fig. 3. Annual variation of occurrence probability of extremely low surface concentrations of minor air gases in Moscow for the period of 2002–2010

и длительными антициклональными условиями. При этом аномально высокие уровни накопления O₃, NO₂ и CO отмечаются в большинстве случаев при сильной дымной мгле в условиях крайне жаркого лета; SO₂, наоборот, – в очень морозную погоду зимой при сжигании мазута на объектах городского отопления;

– в суточном ходе аномально высокое содержание озона отмечается обычно в середине дня, окиси азота – в утренние часы во время часа пик городского транспорта. Для NO, NO₂ и CO явной зависимости от времени суток нет;

– накоплению высоких уровней содержания озона, как правило, способствует неустойчивая стратификация, а также умеренный или сильный ветер в нижней атмосфере по содарным данным. Напротив, эпизоды аномально высокого загрязнения окисью азота обычно связаны со штилевыми условиями и наличием приземной инверсии, а двуокисью серы – с наличием приподнятой инверсии на небольшой высоте и при умеренном ветре;

– приземное содержание O₃ в Москве бывает близким к нулю чаще всего в начале ночи, NO – в середине ночи, для SO₂ однозначной зависимости от времени суток нет. В годовом ходе предельно малые значения содержания озона чаще наблюдаются зимой и весной, окиси азота и двуокиси серы – летом и осенью.

Благодарности. Работа выполнена за счет гранта РФФИ (проект № 14-05-00594), а также Российского научного фонда (проект № 16-17-10275) в части уточнения оценок предельных значений содержания газов. Измерения состава воздуха проведены при частичной поддержке Министерства образования и науки РФ (Государственный контракт № 14.515.11.0004).

Авторы благодарят за помощь своих сослуживцев – сотрудников метеорологической обсерватории МГУ и ИФА РАН, а также Г.Ю. Шайдуллину за предоставление данных о выбросах объектами городского отопления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л.: ГМИ, 1980.
- Бримблжумб П. Состав и химия атмосферы. М.: Мир, 1988.
- Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе населенных мест. М., 2003.
- Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1983-05. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе населенных мест. Дополнения и изменения № 2 к ГН 2.1.6.1338-03. М., 2005.
- ГОСТ 17.2.3.01 – 86 – Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1986.
- Еланский Н.Ф., Локощенко М.А., Сарана Н.Н. и др. О суточном и годовом ходе загрязнения воздуха в Москве // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 1. С. 29–35.
- Еланский Н.Ф., Локощенко М.А., Трифанова А.В. и др. О содержании малых газовых примесей в приземном слое атмосферы над Москвой // Изв. РАН. Сер. Физика атмосферы и океана. 2015. Т. 51, № 1. С. 39–51.
- Еланский Н.Ф., Мохов И.И., Беликов И.Б. и др. Газовые примеси в атмосфере над Москвой летом 2010 г. // Изв. РАН. Сер. Физика атмосферы и океана. 2011. Т. 47, № 6. С. 1–10.
- Локощенко М.А. О содарных наблюдениях свободной конвекции // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1995. № 4. С. 43–51.
- Локощенко М.А. Температурная стратификация нижней атмосферы в Москве // Метеорология и гидрология. 2007. Т. 32, № 1. С. 53–64.
- Локощенко М.А., Еланский Н.Ф., Маляшова В.П., Трифанова А.В. Динамика приземного содержания двуокиси серы в Москве // Оптика атмосферы и океана. 2008. № 5. С. 441–449.
- Обзор загрязнения природной среды в Российской Федерации за 2005 год. М.: Росгидромет, 2006. 192 с.
- Руководящий документ РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Государственный комитет по гидрометеорологии, Министерство здравоохранения СССР М., 1991.
- Руководящий документ РД 52.04.667-2005. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. М.: Росгидромет РФ, 2006.
- Трифанова А.В., Локощенко М.А., Еланский Н.Ф. Предельные значения приземного содержания малых атмосферных газов в Москве и условия их наблюдений // Тез. докл. XV Всеросс. школы-конференции молодых ученых «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы», Борок, 30 мая–4 июня 2011 г. Борок: Геофизическая обсерватория «Борок» ИФЗ РАН, 2011. С. 56–57.
- Baklanov A. Overview of the European project FUMAREX // Atmospheric Chem. and Physics. 2006. Vol. 6. P. 2005–2015.
- Cuhadaroglu B., Demirci E. Influence of some meteorological factors on air pollution in Trabzon city // Energy and Buildings. 1997. Vol. 25. P. 179–184.
- Graedel T.E., Crutzen P.J. Atmospheric change: an Earth system perspective. N.Y.: W.H. Freeman and Company, 1993.
- Katsoulis B.D. Some meteorological aspects of air pollution in Athens, Greece // Meteorol. and Atmospheric Physics. 1988. Vol. 39. P. 203–212.
- Lokoshchenko M.A., Elansky N.Ph., Semenova N.V. Influence of thermal stratification on morning growth of surface ozone. In: Proceedings of the 12th International Symposium on Acoustic Remote Sensing and Associated Techniques of the Atmosphere and Oceans. Clare College. Cambridge: Addendum, 2004. P. 27–30.
- Lokoshchenko M.A., Yavlyayeva E.A., Kirtzel H.-J. Sodar data about wind profiles in Moscow city // Meteorologische Zeitschrift. 2009. Vol. 18, N 3. P. 321–330.
- Molina L.T., Kolb C.E., de Foy B. et al. Air quality in North America's most populous city // overview of the MCMA-2003 campaign // Atmospheric Chemistry and Physics, 2007. Vol. 7. P. 2447–2473.
- Neu Ur., Kunzle T., Wanner H. On the relation between ozone storage in the residual layer and daily variation in near-surface ozone concentration – a case study // Boundary-Layer Meteorology. 1994. Vol. 69, Iss. 3. P. 221–247.

Поступила в редакцию 30.12.2015

Принята к публикации 28.04.2016

**M. A. Lokoshchenko¹, N. F. Elansky², A. V. Trifanova³,
I. B. Belikov⁴, A. I. Skorokhod⁵**

ABOUT EXTREME LEVELS OF AIR POLLUTION IN MOSCOW

According to continuous 11 years-long measurements (2002–2012) at the joint ecological station of the A.M. Obukhov IAP RAS and the MSU Faculty of Geography data on the upper and lower limits of the surface concentrations of minor atmospheric gases (ozone, nitrogen oxide and dioxide, carbon monoxide and sulfur dioxide) are provided. It is shown that around the MSU, in the southwestern part of Moscow, far from production enterprises and large highways, maximum allowable concentrations are very rarely exceeded: such cases account for about 0,1% for O₃, NO and CO; 0,01% for NO₂ and 0,001% for SO₂. The highest average 10 min concentrations were 150 ppb for ozone; 996 and 226 ppb for NO and NO₂ respectively; 16 ppm for CO; and 276 ppb for SO₂. Anomalously high air pollution is usually characteristic of long-lasting anti-cyclonic conditions. The highest concentrations of O₃, NO₂ and CO were recorded in 2010 and 2002 summers during a smoky haze in extraordinary hot weather; while on the contrary, those of SO₂ occurred during the deep freeze in 2006 winter. The data of «ECHO-1» and «MODOS» sodars allowed correlating the record-breaking high levels of air pollution with both temperature stratification and wind

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Leading Research Scientist, PhD. in Geography, Associate Professor; e-mail: loko@geogr.msu.ru

² A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Head of the Department of atmosphere structure research, Corresponding member of RAS, D.Sc. in Physics and Mathematics, Professor; e-mail: n.f.elansky@mail.ru

³ University «Dubna», Department of Ecology and Earth Sciences, post-graduate student; e-mail: triav@yandex.ru

⁴ A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Laboratory of atmosphere gas impurities, Senior Research Scientist, PhD. in Physics and Mathematics; e-mail: belikov@ifaran.ru

⁵ A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Head of the Laboratory of atmosphere gas impurities, PhD. in Geography; e-mail: skorokhod@ifaran.ru

regime of the lower atmosphere. For the first time regularities of diurnal and annual variations of extremely low (near-zero) surface concentrations of O_3 , NO and SO_2 are revealed according to the long-term data.

Key words: air pollution, minor atmospheric gases, ground concentrations, smoky haze, temperature stratification, wind regime, sodar data.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project N 14-05-00594) and the Russian Scientific Foundation (project N 16-17-10275, updating extreme values of gas concentrations). Measurements of air composition were partially supported by the RF Ministry of Education and Science (State contract N 14.515.11.0004).

Authors are grateful to their colleagues from the MSU meteorological observatory and the IAP RAS for their assistance and to G.Yu. Shaidullina for providing data on emissions from the urban heating facilities.

REFERENCES

- Baklanov A. Overview of the European project FUMAREX // Atmospheric Chem. and Physics. 2006. Vol. 6. P. 2005–2015.
- Bezulgaya E.Yu. Meteorologicheskii potentsial i klimaticheskie osobennosti zagryazneniya gorodov. [Meteorological Potential and climatic features of urban air pollution], Leningrad, Gidrometeoizdat, 1980 (in Russian).
- Brimblecombe P. Sostav i khimiya atmosfery [Air composition and Chemistry], Cambridge University Press, 1986; Mir, Moscow, 1988.
- Cuhadaroglu B., Demirci E. Influence of some meteorological factors on air pollution in Trabzon city // Energy and Buildings. 1997. Vol. 25. P. 179–184.
- Elansky N.F., Lokoshchenko M.A., Sarana N.N. et al. O sutochnom i godovom khode zagryazneniya vozdukh v Moskve. [On daily and annual courses of air pollution in Moscow], Vestnik Moskovskogo universiteta, Series 5, Geography, 2006, no 1, pp. 29–35 (in Russian).
- Elansky N.F., Lokoshchenko M.A., Trifanova A. V. et al. O sodержanii malykh gazovykh primesey v prizemnon sloye atmosfery nad Moskvoy [On Contents of trace gases in the atmospheric surface layer over Moscow], Izvestiya AN, Fizika Atmosfery y Oceana, 2015. Vol. 51, no 1, pp. 30–41 (in Russian).
- Elansky N.F., Mokhov I.I., Belikov I. B. et al. Gazovye primesi v atmosfere nad Moskvoy letom 2010 g. [Gaseous admixtures in the atmosphere y Oceana over Moscow during the 2010 summer]. Izvestiya, AN. Atmosfery y Oceana, 2011. Vol. 47, no 6, pp. 672–681 (in Russian).
- GOST 17.2.3.01-86 – Mezghosudarstvennyi standart. Okhrana prirody. Atmosfera. Pravila kontrolya kachestva vozdukh naselyonnykh punktov. Goskomitet SSSR po standartam [GOST 17.2.3.01-86. Environmental Protection. Atmospheric air. Residential air quality control regulations. USSR State Committee of Standards], Moscow, 1986 (in Russian).
- Gigienicheskie normativy GN 2.1.6.1338-03. Predel'no dopustimye kontsentratsii zagryaznyayushchikh veshchestv v vozdukh naselyonnykh mest. Dopolneniya i izmeneniya N 2 k GN 2.1.6.1338-03 [Hygienic standards HS 2.1.6.1338-03. Maximum allowable concentrations of pollutants in the air of populated areas], M.: 2003 (in Russian).
- Gigienicheskie normativy GN 2.1.6.1983-05. Predel'no dopustimye kontsentratsii zagryaznyayushchikh veshchestv v vozdukh naselyonnykh mest. Dopolneniya i izmeneniya N 2 k GN 2.1.6.1338-03 [Hygienic standards HS 2.1.6.1983-05. Maximum allowable concentrations of pollutants in the air of populated areas. Additions and alterations. N 2 to HS 2.1.6.1338-03]. Moscow, 2005 (in Russian).
- Graedel T.E., Crutzen P.J. Atmospheric change: an Earth system perspective. N.Y.: W.H. Freeman and Company, 1993.
- Katsoulis B.D. Some meteorological aspects of air pollution in Athens, Greece // Meteorol. and Atmospheric Physics. 1988. Vol. 39. P. 203–212.
- Lokoshchenko M.A. O sodarnykh nablyudeniyakh svobodnoi konveksii. [Sodar observations of free convection], Vestnik of the Moskovskogo Universiteta, Series 5, Geography, 1995, no 4, pp. 43–51 (in Russian).
- Lokoshchenko M.A. Temperaturnaya stratifikatsiya nizhnay atmosfery v Moskve [Temperature stratification of the lower atmosphere over Moscow. Russian Meteorology and Hydrology], 2007. Vol. 32, no 1, pp. 35–42 (in Russian).
- Lokoshchenko M.A., Elansky N.F., Malyashova V.P., Trifanova A.V. Dinamika prizemnogo sodержaniya dvukh sery v Moskve [Dynamics of sulfur dioxide surface concentration in Moscow. Optika atmosfery i okeana], 2008. Vol. 21, no 5, pp. 384–391 (in Russian).
- Lokoshchenko M.A., Elansky N.Ph., Semenova N.V. Influence of thermal stratification on morning growth of surface ozone // Proceed. of the 12th Intern. Symp. on Acoustic Remote Sensing and Associated Techniques of the Atmosphere and Oceans. Clare College. Cambridge, the United Kingdom, 2004, Addendum. P. 27–30.
- Lokoshchenko M.A., Yavlyayeva E.A., Kirtzel H.-J. Sodar data about wind profiles in Moscow city // Meteorologische Zeitschrift. 2009. Vol. 18. N 3. P. 321–330.
- Molina L.T., Kolb C.E., de Foy B. et al. Air quality in North America's most populous city // overview of the MCMA-2003 campaign. Atmospheric Chemistry and Physics, 2007. Vol. 7. P. 2447–2473.
- Neu Ur., Kunzle T., Wanner H.. On the relation between ozone storage in the residual layer and daily variation in near-surface ozone concentration – a case study. Boundary-Layer Meteorology, May 1994. Vol. 69, Iss. 3. P. 221–247.
- Obzor zagryazneniya prirodnoy sredy v Rossiyskoy Federatsii za 2005 god. [Review of environmental pollution in Russian Federation for 2005. M.: Russian Hydrometeorological Service], 2006, 192 p. (in Russian).
- Rukovodyashchiy dokument RD 52.04.186-89. Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya atmosfery. Gosudarstvennyi komitet po gidrometeorologii, Ministerstvo zdravookhraneniya SSSR [Guidance document GD 52.04.186-89. Control guide for air pollution. State Hydrometeorological service, USSR Ministry of Health]. Moscow, 1991 (in Russian).
- Rukovodyashchiy dokument RD 52.04.667-2005. Dokumenty o sostoyanii zagryazneniya atmosfery v gorodakh dlya informirovaniya gosudarstvennykh organov, obshchestvennosti i naseleniya [Guidance document GD 52.04.667-2005. Documents about air pollution state in cities to inform public authorities, public and population. M.: Russian Hydrometeorological Service], 2006 (in Russian).
- Trifanova A.V., Lokoshchenko M.A., Elansky N.F. Predel'nye znacheniya prizemnogo sodержaniya malykh atmosferykh gazov v Moskve i usloviya ikh nablyudeniya. Tezisy dokladov XV Vseross. shkoly-konferentsii molodykh uchyonnykh «Sostav atmosfery. Atmosfernaya elektrichestvo. Klimaticheskiye protsessy» [Extreme values of the minor air gases' surface content and conditions of their observations. Proceedings of the 15th All-Russian scientific school-conference of young scientists «Atmospheric Structure. Atmospheric Electricity. Climatic Process»], Borok, 2011, pp. 56–57 (in Russian).

Received 30.12.2015

Accepted 28.04.2016

УДК 581.524.3

В.М. Феодоритов¹, А.В. Шарапова², Т.В. Королева³, П.П. Кречетов⁴

СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНАХ ПАДЕНИЯ СТУПЕНЕЙ РАКЕТ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

Рассмотрена структура растительного покрова полупустынных ландшафтов в районах падения первых ступеней ракет-носителей «Союз» на юго-западе Карагандинской области в Республике Казахстан. Определена степень воздействия ракетно-космической деятельности по сравнению с традиционными типами антропогенной трансформации аридных экосистем (выпас, пожары). На примере разновозрастных мест падения ступеней ракет на основании фитоценологических, структурных и ценопопуляционных показателей сообщества разделены по степени их деградации. Осуществлена оценка уязвимости различных экосистем к воздействию ракетно-космической деятельности. В 10 местах падения боковых блоков первых ступеней ракет выделены 4 комплекса растительных ассоциаций: балхашско-караганово-белоземельно-полынный, сарептско-ковыльно-белоземельно-полынный, песчано-рогачево-белоземельно-полынный и шерстисто-климакоптерово-белоземельно-полынный. Они представляют различные группы ассоциаций, объединенные ландшафтной позицией и степенью хозяйственной трансформации.

Влияние ракетно-космической деятельности представлено механическим, химическим и пирогенным воздействием на экосистемы. В целом оно носит локальный характер. Только пирогенное воздействие в местах падения ступеней ракет в отдельных случаях может привести к масштабным нарушениям растительности. С увеличением возраста места падения повышается значимость качественных показателей фитоценоза (соотношение эколого-ценотических групп растений, возрастная структура доминантов) для определения степени его деградации. Сообщества с наибольшей степенью деградации, как правило, формируются в местах падения двигателей и на сгоревших площадях и в большинстве случаев занимают площадь не более 100 м² (для одного места падения). Наиболее уязвимы к техногенному воздействию в местах падения ступеней ракет сообщества балхашско-караганово-белоземельно-полынного комплекса. В них из-за медленного роста кустарников *Caragana balchaschensis* и *Salsola arbuscula* восстановительные сукцессии могут идти более 20 лет. Сообщества песчано-рогачево-белоземельно-полынного и шерстисто-климакоптерово-белоземельно-полынного комплексов, имеющие однородный флористический состав и простую структуру, восстанавливаются после нагрузки в местах падения ступеней ракет менее чем за 5 лет.

Ключевые слова: ракетно-космическая деятельность, районы падения ступеней ракет-носителей, аридные ландшафты, трансформация растительности, деградация, уязвимость.

Введение. Изучение антропогенного влияния на пустынные и полупустынные ландшафты представляется крайне важным в ключе современных проблем распространения опустынивания и деградации земель в аридных регионах. Анализ особенностей влияния хозяйственного и техногенного воздействия на разные типы пустынных экосистем необходим для организации рационального природопользования в регионе. В Центральном Казахстане влияние ракетно-космической деятельности в районах падения ступеней ракет-носителей – один из значимых видов антропогенного воздействия на ландшафты наряду с традиционным видом хозяйственных нагрузок – пастбищной дигрессией и ее следствиями (ускоренная эрозия и дефляция почв, пожары). Ежегодно с космодрома Байконур осуществляется 10–12 запусков ракет-носителей

(РН) «Союз» и 8–10 запусков РН «Протон». Для приема отработавших первых ступеней ракет наиболее часто используются районы падения, расположенные в Улытауском районе Карагандинской области. Их общая площадь для ступеней РН «Союз» составляет 2104 км², для РН «Протон» – 1664 км².

Масштаб и степень экологических последствий от техногенного воздействия ракетно-космической деятельности (РКД) в пустынных ландшафтах обусловлены ландшафтными условиями мест падения, особенностями погодных условий в момент падения и эвакуации фрагментов, сезоном года, а также особенностями приземления и разрушения конструкции ступени. В среднем общая площадь проявления воздействия составляет 3000 м² от падения первой ступени РН «Союз» и 6200 м² от РН «Протон».

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, лаборатория экологической безопасности, инженер; e-mail: biogeodvijenie@yandex.ru

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

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, лаборатория экологической безопасности, заведующий лабораторией, канд. геогр. н.; e-mail: korolevat@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, доцент, канд. биол. н.; e-mail: krechetov@mail.ru

Изменения характеристик растительности служат индикатором влияния антропогенного воздействия, основные типы которого в исследуемом регионе представлены выпасом и пожарами [Булахтина, Шагайпов, 2011]. В результате неумеренного выпаса происходит выпадение из сообщества поедаемых видов (дерновинных злаков и полыней), их замена на мелкие злаки и однолетники (*Ceratocarpus arenarius*, *Alyssum desertorum*, *Climacoptera lanata*), упрощение структуры и снижение общего проективного покрытия фитоценоза [Воронцова, 1992; Шамсутдинов, Шамсутдинов, 2010]. На аридных территориях пожары случаются почти во всех типах сообществ [Кречетов и др., 2011; Рябцов, 2010]. Наиболее подвержены возгоранию злаковые и полынные ассоциации, а также их комплексы. В сообществах ассоциаций, восстановившихся на месте выгоревших, изменяются состав и структура травостоя. При длительном периоде воздействия высокой температуры и отсутствии осадков пожар полностью уничтожает все ксерофитные полукустарнички и полукустарники, а также старые растения дерновинных злаков, у которых почки роста расположены над землей [Танфильев, 1936]. На горях в первые годы возобновляются только молодые особи многолетних злаков и разнотравья, а также однолетники. Ракетно-космическая деятельность в местах падения ступеней представляет собой специфическую форму антропогенного воздействия, влияющего на ландшафты совместно с перевыпасом и пожарами.

Цель исследования – оценка состояния растительности на разновозрастных местах падения ступеней ракет. Решались следующие задачи: установление природных и антропогенных факторов, определяющих степень трансформации растительности; характеристика пространственной структуры растительности в местах падения; оценка степени деградации сообществ на основе показателей их состояния; определение уязвимости растительных сообществ к техногенному воздействию по характеру возобновления растительности.

Материалы и методы исследований. Исследование основано на данных, собранных в мае 2014 г. в 10 разновозрастных (2006–2014) местах падения первых ступеней ракет-носителей «Союз», расположенных в разных ландшафтах с разной исходной антропогенной трансформацией сообществ. На каждом месте падения растительность описывалась на 2 площадках: на фоне (в фитоценозах, которые не нарушены воздействием РКД) и в сообществах, испытавших техногенное воздействие от падения ступени. В ходе полевых исследований составлено 20 геоботанических описаний на площадках размером 100 м².

Для определения структуры и характера нарушений растительности на каждом месте падения выделены и описаны типы фитоценозов. Для отображения пространственной структуры растительного покрова применялся метод дешифрирования крупномасштабных аэрофотоснимков (1:1000) мест

падения ступеней. На основе ранее выполненных работ [Экологический..., 2011] и с учетом полевых материалов при проведении исследований в других районах падения ступеней ракет в Центральном Казахстане предложен принцип деления сообществ по степени их деградации, в основе которого лежит набор следующих показателей, характеризующих структурно-функциональные особенности экосистем [Неронов, 2007; Дубинин и др., 2010]:

- ценопопуляционные (жизненность доминантов; возрастной спектр ценопопуляции коренных доминантов);

- фитоценоотические (соотношение экологических групп и жизненных форм растений; проективное покрытие (ПП) сорных и пионерных видов (% от общего ПП));

- структурные (общее проективное покрытие; средняя высота травостоя; морфометрические показатели доминантов).

По этим показателям выделены 4 степени деградации сообществ (слабо-, средне-, сильно- и очень сильно деградированные) (табл. 1). Каждую ассоциацию относили к конкретной степени деградации в том случае, когда критерии хотя бы одного из показателей удовлетворяли этой степени деградации (табл. 1). По мере увеличения возраста места падения значимость ценопопуляционных и фитоценоотических показателей возрастает по сравнению со структурными (количественными), так как с ходом сукцессии меняется видовой и возрастной состав сообщества [Воронцова, 1992]. Оценка характера протекания восстановительных сукцессий на разновозрастных местах падений, занятых разными комплексами растительности, выполнена путем сравнения показателей фоновой и нарушенной (место падения) площадок (рисунок).

Результаты исследований и их обсуждение. Территория исследований находится в Улутауском районе (Карагандинская область) в юго-западных отрогах Казахского мелкосопочника и представляет собой возвышенную волнистую равнину, сильно изрезанную долинами мелких временных водотоков (притоки р. Кумола). Климат умеренный континентальный, с годовым количеством осадков 150–200 мм, максимум которых приходится на май. Территория расположена в пределах подзоны северных пустынь и относится к Центрально-Северотуранской ботанико-географической подпровинции Ирано-Туранских пустынь [Рачковская, Сафронова, 1992]. Комплексность почвенно-растительного покрова проявляется в сочетании на небольших участках дерновинно-злаковых и полынно-солянковых сообществ на бурых пустынно-степных почвах. На автоморфных позициях преобладают сообщества из ковыля сарептского (*Stipa sareptana*), полыни белоземельной (*Artemisia terra-albae*) с участием ксерофильных кустарников караганы балхашской (*Caragana balchaschensis*) и лебеды седой (*Atriplex cana*). Для засоленных почв в нижних частях долин и на надпойменных террасах характерны сообщества ежовника солончакового (*Anabasis salsa*), нанофитона

Таблица 1

Критерии состояния фитоценозов и шкала степени их деградации под воздействием РКД

Степень деградации фитоценозов	Показатели состояния фитоценозов				
	жизненность коренных доминантов	возрастной спектр ценопопуляций коренных доминантов	соотношение жизненных форм растений в сообществе	ПП сорных и рудеральных видов, % от общего ПП	Общее ПП растительности, % от исходного
Слабая (экологическое благополучие)	хорошая	нормальный возрастной спектр	абсолютное преобладание травянистых, кустарничковых и кустарниковых многолетников	<20	>90
Умеренная	слабая угнетенность	нарушение возрастного спектра, до 20% особей погибают	снижение доли многолетников, появление сорных однолетников	20–40	70–90
Сильная	сильная угнетенность	регрессивный тип возрастного спектра (преобладание старых особей), до 50% особей погибают	переход сорных однолетников на позиции содоминантов	40–70	50–70
Очень сильная	коренные доминанты отсутствуют	полное уничтожение ценопопуляции	абсолютное преобладание сорных и пионерных однолетников	>70	<50

ежового (*Nanophyton erinaceum*) и других сочно-тебелных солянок [Ботаническая..., 2003].

На вершинах сопков по берегам р. Кумола формируются кустарниковые группировки из караганы балхашской, практически не затронутые антропогенным воздействием в течение нескольких десятков лет. Большинство ландшафтов на изучаемой территории вторичные, измененные в результате хозяйственной деятельности. На многих территориях наблюдается неумеренный выпас скота, ведущий к нарушению почвенно-растительного покрова. Из-за пастбищной дигрессии из травостоя выпадают типичные виды, которые заменяются однолетниками (*Eremopyrum orientale*, *Poa bulbosa*, *Ceratocarpus arenarius*, *Alyssum desertorum*), что способствует повышению степени пожарной опасности в сообществах.

На основании полевых исследований и дешифрирования космических снимков DigitalGlobe 2014 определено, что более 50% площади в пределах исследованных районов падения ступеней ракет заняты пирогенно-трансформированными песчано-рогачево-белоземельно-полынными (*Ceratocarpus arenarius* – *Artemisia terra-albae*) и сарептско-ковыльными фитоценозами с молодым возрастным спектром популяций доминантов. Устойчивость этих сообществ к воздействию огня подтверждается данными других исследователей [Булахтина, Шагайпов, 2011; Максимова, Неронов, 2013].

Техногенное воздействие на ландшафты в местах падения первой ступени РН «Союз» подразде-

ляется на 3 основных вида: механическое повреждение растений и турбированность почвенных горизонтов; пирогенное – сгорание надземных частей растений, а также почек роста; химическое – повреждение от пролитых остатков компонентов ракетного топлива (керосина и перекиси водорода) на почву и растительность. В зависимости от характера приземления ступени ракеты эти виды воздействий проявляются в разной степени, чем определяются масштаб и степень трансформации растительности.

Загрязнение почвы и растений компонентами топлива и продуктами их сгорания всегда носит локальный характер и, как правило, приурочено к местам падения топливных баков [Дымова, 2009]. Сразу после падения ступени химическое воздействие проявляется в некрозах надземных органов растений, а через несколько лет после падения его уже невозможно диагностировать.

Площадь пирогенного воздействия при возгорании или взрыве топлива на местах падения отработавших ступеней, в случае способствующих пожарам метеоусловий и наличия горючего растительного материала, может достигать нескольких десятков и даже сотен тысяч квадратных метров.

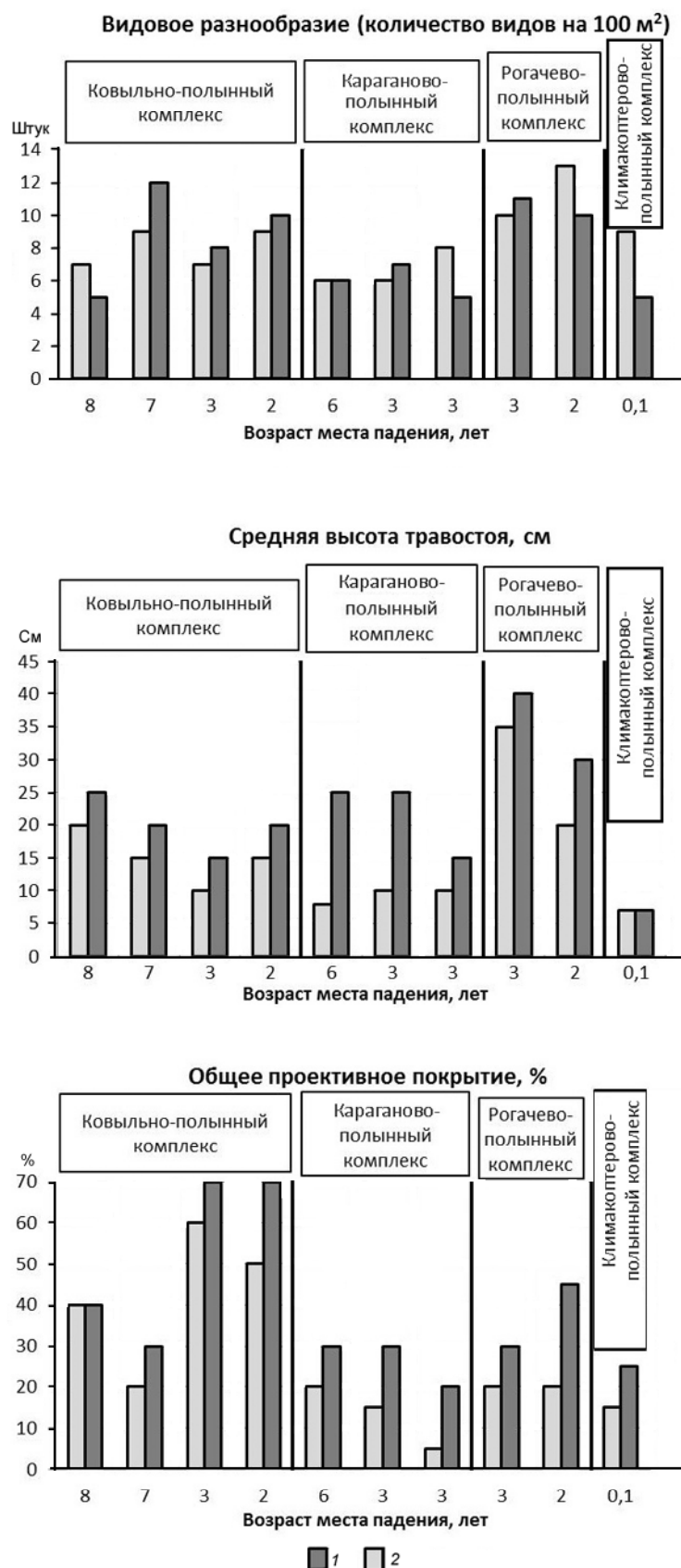
Наибольший ущерб растительным сообществам наблюдается при механическом воздействии, возникающем в результате падения двигателей ступени, однако площадь таких нарушений редко превышает 50 м². Площадь и степень механических повреждений, нанесенных компонентам экосистем, увеличиваются при эвакуации фрагментов ступени

с места падения из-за проезда тяжелой техники, участвующей в эвакуации. Интенсивность механических воздействий на экосистемы возрастает весной после снеготаяния, когда при проезде техники не только ломаются надземные части растений, но и образуются глубокие автомобильные колеи в рыхлом переувлажненном грунте. Обычно площадь такого воздействия не превышает 3000 м² [Дымова, 2009]. Зимой, в условиях промерзания грунта и повсеместного распространения снежного покрова, повреждаются только крупные многолетние полукустарники семейств маревых и бобовых с ломкими ветвями (*Caragana balchaschensis*, *Atriplex cana*, *Eurotia ceratoides*, *Kalidium caspicum*, *Salsola arbuscula*). Площадь нарушенных экосистем сильно увеличивается в случае приземления ступени со взрывом и сильным разбросом фрагментов. По характеру нарушений растительности на старых местах падения точно устанавливается только механическое воздействие в центральном месте удара (по турбированности почвы в месте падения наиболее тяжелых элементов ступени – двигательных установок). Наличие химического или пирогенного воздействия на старовозрастных местах падения выявляется только по косвенным признакам (обгорелые куртины растений).

Растительные сообщества обладают разной чувствительностью к техногенному воздействию, и, соответственно, ущерб от падения и эвакуации фрагментов ступени ракеты (при условии одинакового характера падения и сезона года, а также возраста места падения) различается. Так, полынно-кустарниковые пустыни, развитые на вершинах сопок и гряд в местах выхода скального основания, значительно более чувствительны к антропогенным нарушениям, чем разреженные группировки однолетников, распространенные на склонах водоразделов и в долинах саев.

В местах падения ступеней выделены 4 комплекса растительных ассоциаций (табл. 2), под которыми понимается совокупность сообществ, объединенных эдификаторами, положением в пределах конкретной ландшафтной позиции, имеющих одинаковую степень исходной (не связанной с РКД) антропогенной трансформации. Выделенные ассоциации представляют эдафические варианты растительности, различающиеся по видовой структуре, которая определяется степенью увлажнения экотопа и особенностям почв.

Балхашско-караганово-белоземельно-полынный комплекс (*Caragana balchaschensis*–*Artemisia terra-albae*)



Показатели состояния фитоценозов нарушенных и фоновых участков на разновозрастных местах падения первых ступеней РН «Союз»: 1 – фон; 2 – место падения

Indicators of the state of plant communities on disturbed and background sites within the different-age disposal areas of the «Soyuz» launcher-vehicle first stages: 1 – background; 2 – crash site

Т а б л и ц а 2

Структура растительности на местах падения первых ступеней РН «Союз» (2014 г.)

Комплекс	Ассоциация
Балхашско-караганово-белоземельно-попынный	Караганово-попынная
	Нанофитоново-попынная
	Попынная
Сарептско-ковыльно-белоземельно-попынный	Ковыльно-попынная
	Ковыльно-попынная (с терескеном)
	Попынная
	Попынно-нанофитоновая
	Попынно-эфедрово-ковыльная
	Лебедово-попынная
	Лебедово-ковыльно-попынная
Песчано-рогачево-белоземельно-попынный	Рогачево-попынная
	Мортуково-рогачевая
	Ковыльная
	Мертвопокровная (с ферулой и ревенем)
	Клоповниково-гультемирово-ковыльная
Шерстисто-климакоптерово-белоземельно-попынный	Климакоптеровая (с ревенем)
	Климакоптерово-попынная (с ревенем)
	Бассиево-колосняковая

занимает водоразделы р. Кумола, вершины гряд и сопок в местах выхода скального основания на поверхность. В этом ландшафте характерны мало-развитые, сильнокаменистые бурые полупустынные почвы. В сообществах помимо полыни преобладают многолетние ксерофитные полукустарники (*Caragana balchaschensis*, *Kalidium caspicum*, *Salsola arbuscula*), крайне восприимчивые к техногенной нагрузке. Фоновая антропогенная нагрузка на территории практически отсутствует.

Оценка состояния растительности комплекса на 3 местах падения выявила сильную степень деградации сообществ в пределах центрального места удара ступени на площади 20–100 м². В этой зоне, где присутствует механическое воздействие от удара, отмечается значительное снижение общего проективного покрытия (на 30–65% по сравнению с фоном) и средней высоты травостоя (на 30–70%) (рисунки). В фитоценозах отсутствуют молодые особи, не возобновляются коренные доминанты (кустарники). Растительность представлена сообществами начальной стадии сукцессии – пионерными группировками солянки холмовой (*Salsola collina*). После выпадения караганы – основного эдификатора фитоценоза – из-за низкой скорости роста кустарников для полного восстановления сообществ этого комплекса, вероятно, требуется несколько десятилетий.

Сарептско-ковыльно-белоземельно-попынный комплекс (*Stipa sareptana*–*Artemisia terraealbae*) наиболее распространен в исследуемых районах падения. Он занимает плоские и слабонаклонные поверхности водоразделов на участках без скальных гряд с бурыми полупустынными, местами слабокаменистыми почвами. В сообществах

преобладают многолетние полукустарнички и плотнотравянистые злаки, устойчивые к выпасу [Дубинин и др., 2010]. Полное уничтожение фитоценозов этого комплекса огнем с выжиганием почек роста многолетников, судя по возрастной структуре доминантов, не происходило, по крайней мере в течение последних 20 лет. В пределах распространения техногенного воздействия от РКД отмечено снижение общего проективного покрытия и средней высоты травостоя (на 20–30% по сравнению с фоном) (рисунки). Сильно деградированные фитоценозы с угнетенным состоянием коренных доминантов и преобладанием сорного разнотравья (в том числе однолетников) занимают площадь до 200 м² в пределах центрального места удара ступени и в зоне вероятного пирогенного воздействия от падения ступени. Чередувание доминантов и быстрый рост молодых особей в полынно-ковыльных фитоценозах позволяет им довольно быстро восстанавливаться после сильных техногенных нагрузок, иногда минуя стадию однолетников.

Песчано-рогачево-белоземельно-попынный комплекс (*Ceratocarpus arenarius*–*Artemisia terraealbae*) занимает плоские поверхности водоразделов с бурыми полупустынными почвами. В нем преимущественно представлены фитоценозы, сформированные под постоянным воздействием пожаров, устойчивые к выгоранию (с быстрым восстановлением доминантов), или фрагментарные группировки, близкие к пирогенным пустошам. Сообщества комплекса представляют собой производные от ковыльно-попынных ассоциаций. В пустынях пожары, повторяющиеся из года в год, обеспечивают высокую изменчивость сообществ, когда доминирующие виды (*Stipa sareptana*, *Ceratocarpus arenarius*,

Artemisia terra-albae) чередуются, сменяя один другой, раз в несколько лет [Рябцов, 2010]. Многолетние полукустарнички и травы в связи с этим имеют молодой состав ценопопуляций. Фоновый доминант – рогач песчаный.

Шерстисто-климакоптерово-белоземельно-полынный комплекс (Climacoptera lanata–Artemisia terra-albae) занимает вершинные поверхности и верхние части склонов гор Бестобе с бурыми полупустынными почвами. Сообщества комплекса сформированы под влиянием повышенной нагрузки от выпаса скота и представляют собой одну из стадий пастбищной дигрессии ковыльно-полынных пустынь. В видовом составе большую долю составляют сорные однолетние виды, представляющие эксплерентную стратегию выживания (быстро занимающие нарушенные местообитания). В отдельных сообществах они доминируют (климакоптера шерстистая). При многолетней пастбищной нагрузке и влиянии пожаров большинство компонентов рогачево-полынного и климакоптерово-полынного комплексов изначально имеет более высокую степень антропогенной нарушенности, чем коренные сообщества. Для сообществ этих двух комплексов в местах падения ступеней ракет выделена очень сильная степень деградации на площади до 1400 м². В нарушенных сообществах в зоне техногенного воздействия от удара ступени общее покрытие и средняя высота травостоя меньше по сравнению с фоном, однако видовое разнообразие выше за счет появления в них сорных однолетников (рисунок). В результате наложения механической нагрузки от падения и эвакуации фрагментов ступеней на уже существующую нарушенность формируются фрагментарные группировки однолетников. Сообщества рогача песчаного, мортука восточного и климакоптеры шерстистой восстанавливаются на их месте в течение нескольких лет.

Для сообществ балхашско-караганово-белоземельно-полынного комплекса по мере увеличения возраста места падения отмечено увеличение отношения общего проективного покрытия травостоя нарушенного фитоценоза к фоновому показателю (от 0,25 для 3-летнего до 0,67 для 6-летнего), что характеризует ход восстановительных сукцессий.

Выводы:

– для территорий районов падения первых ступеней ракет-носителей «Союз» и «Протон» в Центральном Казахстане характерна комплексность почвенно-растительного покрова, сформированная

ландшафтными особенностями территории и длительным влиянием антропогенной нагрузки. Традиционная нагрузка в виде выпаса скота и сезонных пожаров привела к трансформации значительной части коренных пустынных сообществ во вторичные бедные и низкопродуктивные группировки однолетников;

– в целом воздействие от падения и эвакуации фрагментов ступеней носит локальный характер и не приводит к масштабным нарушениям растительности в пределах рассмотренных районов падения;

– количественные показатели фитоценоза (снижение площади общего проективного покрытия, изменение средней высоты травостоя) можно использовать для определения степени деградации сообществ в местах падения любого возраста. Для нарушенных сообществ в местах падения старше 3 лет наиболее значимыми становятся качественные показатели фитоценоза: возрастная структура и жизнеспособность коренных доминантов, а также соотношение эколого-ценотических групп и жизненных форм растений в сообществе;

– существенная смена структуры и флористического состава (деградация) коренных сообществ (ковыльно-полынных и караганово-полынных) происходит на небольших площадях в местах падения ступеней ракет в силу локальности воздействия. Наиболее деградированные сообщества распространены в местах падения двигателей на площади менее 100 м²;

– в местах падения ступеней ракет из четырех выделенных комплексов растительных ассоциаций наиболее уязвимы к механическому и пирогенному воздействию сообщества балхашско-караганово-белоземельно-полынного комплекса, в которых в силу литолого-эдафических условий и особенностей роста коренных доминантов восстановительные сукцессии идут медленнее (более 20 лет);

– наименее уязвимы к техногенной нагрузке сообщества песчано-рогачево-белоземельно-полынного и шерстисто-климакоптерово-белоземельно-полынного комплексов, функционирующих в условиях постоянного антропогенного воздействия выпаса и пожаров. В этих сообществах из-за однородного флористического состава и простой структуры, а также из-за устойчивости однолетних доминантов к нагрузке от воздействия ракетно-космической деятельности на местах падения ступеней ракет восстановление растительности происходит довольно быстро – в течение 2–5 лет.

Благодарности. Исследование (анализ и обработка данных) выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-27-00083).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). СПб., 2003. 424 с.

Булахтина Г.К., Шагайнов М.М. Восстановительные сукцессии растительности на полупустынных естественных пастбищах, подвергнутых пирогенному воздействию // Изв.

Нижеволжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 4(24). С. 1–5.

Воронцова Л.И. Фитоценоз. Оценка состояния и устойчивости экосистем. М.: ВНИИ природа, 1992. С. 72–76.

Дубинин М.Ю., Луцкина А.А., Раделов Ф.К. Оценка современной динамики пожаров в аридных экосистемах по материалам космической съемки (на примере Черных Земель) // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16, № 3. С. 5–16.

Дымова Т.В. Критерии устойчивости фитоценозов под влиянием антропогенных воздействий // Естественные науки. Астрахань: Изд-во Астраханского ун-та, 2009. № 2. С. 20–26.

Кречетов П.П., Неронов В.В., Королева Т.В., Черникова О.В. Трансформация почвенно-растительного покрова на местах падения первых ступеней ракет-носителей // Аридные экосистемы. 2011. Т. 17, № 1. С. 55–64.

Максимова В.Ф., Неронов В.В. Антропогенные факторы и динамика растительности Черных Земель Калмыкии во второй половине XX в. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 2. С. 78–83.

Неронов В.В. Оценка состояния фитоценозов на территориях, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности // Экологическое сопровождение ракетно-космической

деятельности: Мат-лы науч.-практ. конф. М.: ЦЭНКИ-МГУ, 2007. С. 31–42.

Рачковская Е.И., Сафронова И.Н. Новая карта ботанико-географического районирования Казахстана и Средней Азии в пределах пустынной области // Географическое картографирование. СПб., 1992. С. 33–49.

Рябцов С.Н. Формирование степного биогеоценоза под воздействием пирогенного фактора // Безопасность в техносфере. № 1. М.: Науч.-изд. центр ИНФРА-М, 2010. С. 17–19.

Танфильев В.Г. Опыты по выжиганию старой сухой травы в условиях степной зоны // Сов. ботаника. 1936. № 6. С. 82–88.

Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З. Учение Н.Т. Гечаевой о пустынных пастбищах // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16, № 2. С. 11–29.

Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы / Под ред. Н.С. Касимова, О.А. Шпигуна. М.: Рестарт, 2011. С. 198–204.

Поступила в редакцию 08.10.2015

Принята к публикации 28.04.2016

V.M. Feodoritov¹, A.V. Sharapova²,
T. V. Koroleva³, P.P. Krechetov⁴

STATE OF VEGETATION IN THE DISPOSAL AREAS OF ROCKET STAGES (CENTRAL KAZAKHSTAN)

The structure of vegetation of semi-desert landscapes in the disposal areas of the «Soyuz» launcher-vehicle first stages in the south-west of the Karaganda region (Republic of Kazakhstan) is considered. The degree of the rocket-space activity impact was compared with traditional types of the anthropogenic transformation of arid ecosystems, i.e. grazing and fires. Plant communities in disposal areas of different ages were classified according to the degree of degradation on the basis of phytocenotic, structural and cenopopulation indicators. The vulnerability of different ecosystems to the rocket-space activity impact was evaluated. Four complexes of associations were identified in ten disposal areas of first rocket stages side blocks, namely *Caragana-Artemisia*, *Stipa-Artemisia*, *Ceratocarpus-Artemisia*, and *Climacoptera-Artemisia*. They represent various groups of associations, united by their position in landscape and the degree of agricultural transformation.

The influence of rocket-space activity includes mechanical, chemical and pyrogenic impact on ecosystems. In general, it is of local character. It is only pyrogenic impact in disposal areas of rocket stages that in some cases could produce major disturbances of vegetation. The qualitative indicators of phytocenosis (the ratio of ecological-coenotic groups of plants and the age structure of the dominants) gain in importance for the degree of degradation assessment with the increasing age of the rocket stages disposal areas. Usually communities with the highest degree of degradation are forming in the main engines disposal areas and within the burned areas. In most cases, such communities occupy less than 100 m² (for one disposal area). Communities of *Caragana-Artemisia* complex are the most vulnerable to the technogenic impact in the disposal areas of rocket stages. Because of the slow growth of *Caragana balchaschensis* and *Salsola arbuscula* shrubs the restorative successions could take more than 20 years there. Communities of *Ceratocarpus-Artemisia* and *Climacoptera-Artemisia* complexes, which have homogenous floristic composition and simple structure, could restore in the disposal areas of rocket stages in less than 5 years after the impact.

Key words: space-rocket activity, disposal areas of rocket stages, arid landscapes, transformation of vegetation, degradation, vulnerability.

Acknowledgements. The study (data analysis and processing) was financially supported by the Russian Scientific Foundation (project N 14-27-00083).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Laboratory of Environmental Safety, Engineer; e-mail: biogeodvijenie@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Laboratory of Environmental Safety, Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: avsharapova@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Laboratory of Environmental Safety, Head of the Laboratory, PhD. in Geography; e-mail: korolevat@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Associate Professor, PhD. in Biology; e-mail: krechetov@mail.ru

REFERENCES

- Botanicheskaja geografiya Kazakhstana i Srednej Azii (v predelakh pustynnoj oblasti) [Botanical geography of Kazakhstan and Middle Asia (within desert region)], Rachkovskaja E.I., Volkova E.A., Hramcov V.N. (red.), SPb., 2003, 424 p. (in Russian).
- Bulahtina G.K., Shagaipov M.M.* Vosstanovitel'nye sukcesii rastitel'nosti na polupustynnyh estestvennyh pastbishhah, podvergnutyh pirogennomu vozdejstviyu [The spontaneous successions of vegetation on semi-desert natural pastures subjected to pyrogenic impact], *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2011, no 4(24), pp. 1–5 (in Russian).
- Dubinin M.Ju., Lushhechina A.A., Radelof F.K.* Ocenka sovremennoj dinamiki pozharov v aridnyh jekosistemah po materialam kosmicheskoy s'emki (na primere Chernyh Zemel') [An evaluation of the present dynamics of fires in arid ecosystems using satellite imagery data (on the example of the Black Lands)], *Aridnye jekosistemy*, 2010. Vol. 16, no 3, pp. 5–16 (in Russian).
- Dymova T.V.* Kriterii ustojchivosti fitocenozov pod vlijaniem antropogennyh vozdejstvij [Stability criteria of phytocenoses under the influence of anthropogenic impacts], *Estestvennye nauki, Astrahan': Izd-vo Astrahanskogo un-ta*, 2009, no 2, pp. 20–26 (in Russian).
- Jekologicheskij monitoring raketno-kosmicheskoy dejatel'nosti. Principy i metody [Ecological monitoring of space-rocket activity], pod red. N.S. Kasimova, O.A. Shpiguna, Moscow, Restart, 2011, pp. 198–204 (in Russian).
- Krechetov P.P., Neronov V.V., Koroleva T.V., Chernicova O.V.* Transformaciya pochvenno-rastitelnogo pokrova na mestah padenya pervyh stupenej vaket-nositeley [Transformations of soil-vegetation cover in the places of fall of the boosters' first stages], *Arid Ecosystems*, 2011, Vol. 17, no 1, pp. 55–64 (in Russian).
- Maksimova V.F., Neronov V.V.* Antropogennye faktory i dinamika rastitel'nosti Chernyh Zemel' Kalmykii vo vtoroj polovine XX v. [Anthropogenic factors and vegetation dynamics of the Black Lands of Kalmykia during the second half of the twentieth century], *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya 5, Geografija*, 2013, no 2, pp. 78–83 (in Russian).
- Neronov V.V.* Ocenka sostojanija fitocenozov na territorijah, podverzhennyh vozdejstviyu raketno-kosmicheskoy dejatel'nosti [Assessment of plant communities in the territories subjected to the space-rocket activity influence], *Jekologicheskoe soprovozhdenie raketno-kosmicheskoy dejatel'nosti: Sbornik statej (materialy nauchno-prakticheskoy konferencii)*, Moscow, CENKI-MGU, 2007, pp. 31–42 (in Russian).
- Rachkovskaja E.I., Safronova I.N.* Novaja karta botaniko-geograficheskogo rajonirovanija Kazakhstana i Srednej Azii v predelakh pustynnoj oblasti [New map of botanical-geographical zoning of Kazakhstan and Central Asia within desert region], *Geograficheskoe kartografirovanie*, SPb., 1992, pp. 33–49 (in Russian).
- Rjabcov S.N.* Formirovanie stepnogo biogeocenoza pod vozdejstviem pirogennogo faktora [Formation of steppe ecosystem under the influence of pyrogenic factor], *Bezopasnost' v tehnosfere*, Moscow, Nauchno-izdatel'skij centr INFRA-M, 2010, no 1, pp. 17–19 (in Russian).
- Shamsutdinov Z.Sh., Shamsutdinov N.Z.* Uchenie N.T. Nechaevoj o pustynnyh pastbishhah [N.T. Nechaeva doctrine about the desert pastures], *Aridnye jekosistemy*, 2010. Vol. 16, no 2, pp. 11–29 (in Russian).
- Tanfil'ev V.G.* Opyty po vyzhiganiju staroj suhoj travy v uslovijah stepnoj zony [Experiments on the burning of old dry grass in the conditions of the steppe zone], *Sov. Botanika*, 1936, no 6, pp. 82–88 (in Russian).
- Voroncova L.I.* Fitocenozy [Phytocenosis], *Ocenka sostojanija i ustojchivosti jekosistem*, Moscow, VNIi priroda, 1992, pp. 72–76 (in Russian).

Received 08.10.2015

Accepted 28.04.2016

УДК 911.2:574.9

О.С. Адищева¹, С.М. Малхазова², Д.С. Орлов³**РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА В РОССИИ**

Лихорадка Западного Нила (ЛЗН) – опасная для человека природноочаговая инфекционная болезнь. Для России инфекция новая, первые случаи заболевания людей зарегистрированы в 1997 г. Нозоареал ЛЗН постоянно расширяется, к настоящему времени болезнь отмечена в 20 субъектах РФ. Представлены данные о заболеваемости ЛЗН в России с момента первой регистрации. Построены карты, отражающие распространение и динамику болезни по субъектам РФ. Выявлены особенности распространения ЛЗН на территории России в связи с климатическими условиями. Представлен потенциальный нозоареал инфекции.

Ключевые слова: лихорадка Западного Нила, природноочаговые болезни, медико-географическое картографирование, ГИС.

Введение. Многочисленные природноочаговые болезни, возбудители которых обитают в природных ландшафтах, представляют серьезную опасность для здоровья человека. В последние десятилетия усиливающаяся антропогенная деятельность (хозяйственное освоение новых регионов, застройка территорий вокруг городов, увеличение рекреационного прессинга) привела к значительному усилению контактов населения с природными очагами и созданию эпидемиологических предпосылок для распространения таких болезней. Подтверждаются предположения о наличии природных очагов болезней, возбудители которых сами по себе существовали в природных экосистемах уже достаточно давно и активизировались в настоящее время благодаря сложившейся ситуации [Медико-географический..., 2015]. Этим обусловлены периодически регистрируемые вспышки заболеваемости известными природноочаговыми болезнями и появление новых и возвращающихся инфекционных нозоформ – так называемых эмерджентных болезней, недавно возникших среди населения либо существовавших ранее, число случаев заболевания которыми существенно увеличилось, либо распространившихся в новом для них географическом районе [Morse, 1996]. В конце XX в. описаны следующие высококонтагиозные вирусные геморрагические лихорадки: Марбурга (1967), Ласса (1969), Эбола (1976). В 2014–2015 гг. началось массовое распространение лихорадки Зика, хотя этот вирус был открыт в 1947 г., в течение последующих 60 лет до начала эпидемии было описано только 15 случаев в Африке и Юго-Восточной Азии. Для России особым явлением стала эпидемическая активность в конце XX в. ранее неизвестного в стране опасного заболевания – лихорадки Западного Нила [Медико-географический..., 2015].

Лихорадка Западного Нила (ЛЗН) – природноочаговая летне-осенняя арбовирусная (передающая-

ся кровососущими членистоногими) инфекция, которая протекает у человека в виде острого лихорадочного заболевания с симптомами общей интоксикации, головными и мышечными болями, часто с развитием менингита и менингоэнцефалита. Вирус Западного Нила (ВЗН) относится к флавивирусам семейства Flaviviridae, род Flavivirus и принадлежит к антигенному комплексу японского энцефалита, включающего также возбудителей энцефалита Сент-Луис, желтой лихорадки, лихорадки денге и др., всего более 15 нозоформ [Львов и др., 2004]. В соответствии с классификацией патогенных для человека микроорганизмов ВЗН относится к II группе патогенности. В мире до сих пор не разработаны вакцины и средства этиотропного (направленного на конкретное заболевание) лечения лихорадки Западного Нила для человека, в то время как вакцины для лошадей и опытные вакцины для домашних и экзотических животных уже созданы [Gray, Webb, 2014; World..., 2016].

Источником инфекции и главным резервуаром вируса в природе являются птицы. К настоящему времени известно о выделении вируса из 326 видов птиц, экологически вирус наиболее тесно связан с птицами водного и околоводного комплексов (чомги, бакланы, лысухи, цапли, кулики, чайки и крачки) [Nasci, 2013]. Птицы играют для арбовирусов ведущую роль не только в сохранении возбудителей в природных очагах, но и в их переносе на огромные расстояния [Львов и др., 1989]. Штаммы ВЗН неоднократно выделяли также от диких и домашних животных (мышевидных грызунов, зайцев, кроликов, енотов, медведей и лошадей, коров, верблюдов, кошек) [Gray, Webb, 2014].

Основные переносчики возбудителя инфекции – комары. Более 60 видов отряда двукрылых (Diptera, сем. Culicidae) могут быть потенциальными переносчиками ЛЗН [Gray, Webb, 2014], в России – 15 ви-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, аспирантка; e-mail: wolff93@ya.ru

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

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, науч. с.; e-mail: orlovds@list.ru

дов [Федорова, 2007]. В умеренных широтах в основном это представители таких родов, как *Culex*, *Anopheles*, *Aedes*.

Заражение человека чаще всего происходит в результате укусов инфицированными комарами. В редких случаях получить вирус можно при контакте с кровью и тканями больных животных, вдыхании зараженного воздуха, трансплантации органов, переливании крови и грудном вскармливании [World..., 2016].

Впервые вирус выделили в 1937 г. в Уганде, и долгое время болезнь ассоциировали только с тропическими широтами. Однако в конце XX в. лихорадка стала распространяться по всем континентам, вызывая крупные вспышки (Румыния, 1996 г.; Чехия, 1997 г.; Италия, 1998 г.; Израиль, 1999 г.; США, 1999 г.). В России болезнь впервые была зарегистрирована в 1997 г., первая крупная вспышка произошла в 1999 г., когда заболели более 400 человек, за 15 лет инфекция распространилась по всему югу страны [Путинцева и др., 2010].

Проблема появления и распространения арбовирусов актуальна в нашей стране вследствие ее огромного ландшафтного разнообразия, создающего благоприятные условия для укоренения сочленов различных паразитарных систем. Миграционные пути птиц, гнездящихся на обширных пространствах России и зимующих в южных странах, определяют возможность заноса ряда вирусов с мест зимовок с дальнейшим формированием сезонных или стойких природных очагов [Львов и др., 1989].

Цель работы – обобщение информации о распространении ЛЗН в России, построение карт, отражающих пространственно-временные особенности проявления заболевания по субъектам РФ, выявление основных климатических факторов, способствующих образованию очагов болезни, представление потенциального нозоареала этой опасной природно-очаговой инфекции.

Материалы и методы исследований. В основу работы положены материалы о заболеваемости и распространении лихорадки Западного Нила по субъектам Российской Федерации. Использованы статистические данные из ежегодных отчетов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) и ФКУЗ «Противочумный центр Роспотребнадзора» г. Москва за 1997–2015 гг. Дополнительная информация получена из литературных источников и специализированных сайтов.

Все статистические данные сведены в таблицы, а затем с помощью методов математической статистики проведена их обработка и построены графики, отражающие ежегодную и среднесрочную заболеваемость населения за рассматриваемый период.

Картографирование выбрано в качестве основного метода, так как тематические нозогеографические карты дают наглядную картину распределения и продвижения болезни, помогают выявить закономерности распределения природных очагов и

выявить их взаимосвязи с естественными и хозяйственно измененными ландшафтами для создания эпидемиологических прогнозов и проведения научно обоснованных профилактических мероприятий [Вершинский, 1964; Малхазова, 2001, 2012]. Серия картосхем по заболеваемости ЛЗН в России выполнена на основе созданной базы данных при помощи специализированных программ MapInfo vers. 11.0 и QGIS 2.12.3 «Lyon». Для выявления особенностей распространения ЛЗН в РФ в зависимости от природных условий и прогноза возможного дальнейшего распространения болезни проведен сравнительно-географический анализ составленной серии карт с тематическими картами, в первую очередь с климатическими [Атлас СССР, 1983; Национальный атлас России, 2007].

Результаты исследований и их обсуждение. В России регистрация ЛЗН началась в 1997 г., когда в Астраханской области заболели 8 человек. Именно здесь в 1964 г. впервые был выделен вирус Западного Нила (ВЗН) из клещей [Львов, Ильичев, 1979]. К 2000 г. лихорадка отмечена также в Волгоградской и Ростовской областях. В 2010 г. болезнь «перешагнула» за Урал, в Челябинскую область. К 2013 г. лихорадка зарегистрирована в 15 регионах России, в том числе в Сибири (Новосибирская и Омская области), а в 2015 г. – в центре европейской территории России (Калужская область) (рис. 1).

К настоящему времени случаи болезни отмечены в 20 регионах (Астраханская, Белгородская, Волгоградская, Воронежская, Калужская, Курская, Липецкая, Новосибирская, Омская, Ростовская, Самарская, Саратовская, Тамбовская, Ульяновская и Челябинская области, Краснодарский и Ставропольский края, Республики Адыгея, Калмыкия и Татарстан). Как видно на картосхеме (рис. 1), менее чем за 20 лет значительно расширился нозоарел ЛЗН, особенно в южных регионах России. В первую очередь это бассейн Волги (Астраханская и Волгоградская области), где проживает большая часть заболевших (рис. 2). Здесь обитает множество птиц, как местных, так и перелетных, которые могут поддерживать существование возбудителя в природных очагах и заносить новые штаммы. Эпидемиологическое значение имеет также высокая численность комаров и клещей в регионе [Львов и др., 1989].

Всего за 1997–2015 гг. в России зарегистрировано 2310 случаев заболевания лихорадкой Западного Нила. Наиболее крупные вспышки были в 1999 (475 человек), 2010 (479 человек), 2012 (444 человек) и в 2013 г. (180 человек). Относительно благополучными по заболеваемости ЛЗН с момента появления болезни в России можно считать 1997–1998 гг. и 2008–2009 гг., когда ежегодно регистрировалось менее 10 заболеваний (рис. 3).

Оценивая заболеваемость населения за 1997–2015 гг. (рис. 4), отметим, что относительно высокая заболеваемость (более 1,0 случая на 100 000 человек) зарегистрирована только в Астраханской и Волгоградской областях; средняя заболеваемость

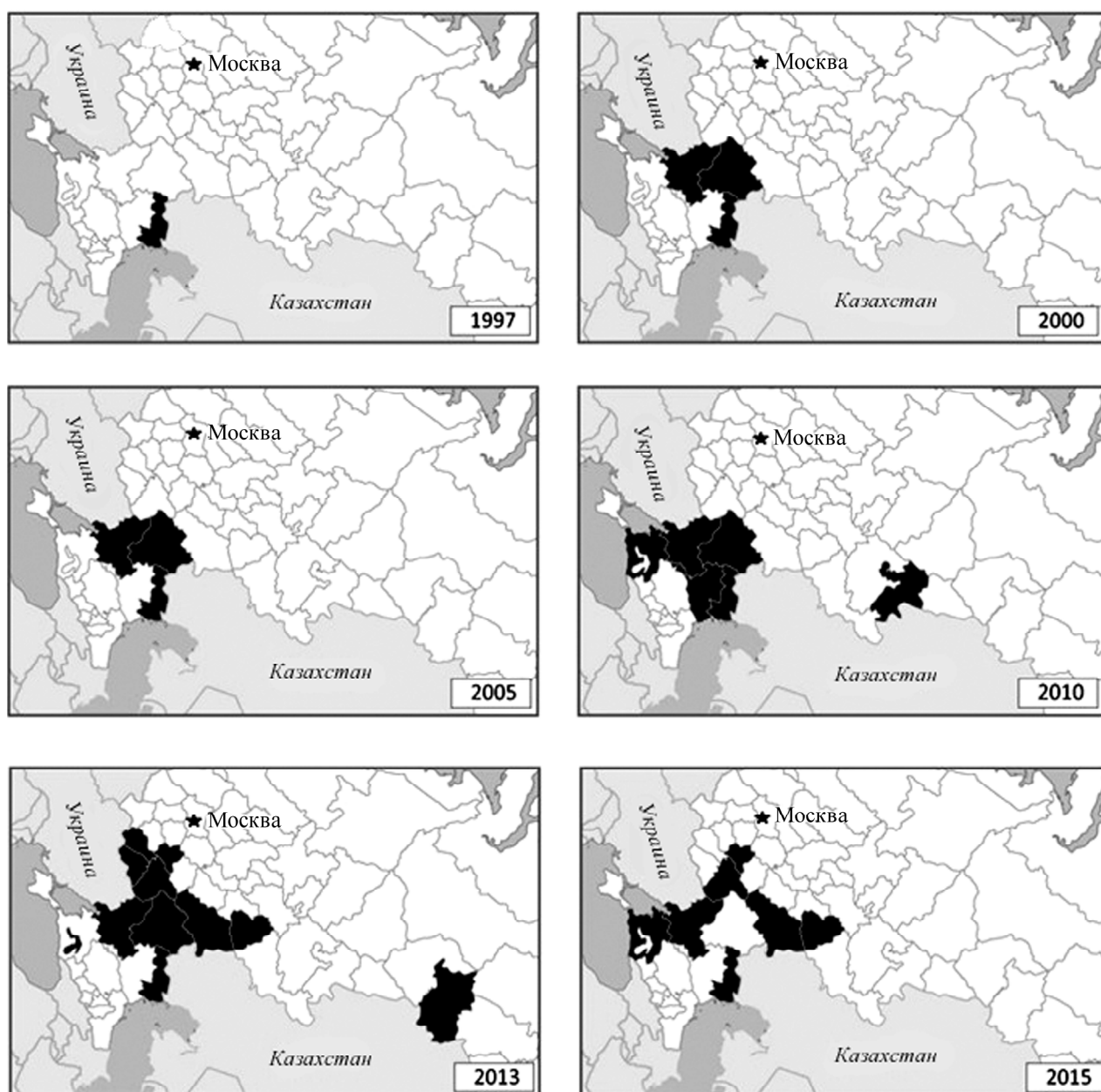


Рис. 1. Распространение ЛЗН на территории России (1997–2015)

Fig. 1. Distribution of WNF in Russia (1997–2015)

(0,1–1,0 случая на 100 000 человек) – в Воронежской, Липецкой, Ростовской и Саратовской областях. В остальных субъектах РФ отмечена низкая (0,01–0,1 случая на 100 000 человек) (Белгородская, Самарская и Ульяновская области, Краснодарский край, Республики Адыгея и Калмыкия) и очень низкая (менее 0,01 случая на 100 000 человек) заболеваемость (Калужская, Курская, Новосибирская, Омская, Тамбовская и Челябинская области, Ставропольский край и Республика Татарстан).

Число лет регистрации лихорадки в субъектах РФ позволяет судить о степени ее укоренения на территории (рис. 4). Практически постоянно с момента появления болезнь регистрируется в Астраханской, Волгоградской и Ростовской областях. По 3–5 случаев начиная с 1997 г. отмечено в Белгородской, Воронежской, Липецкой, Самарской, Саратов-

ской, Ульяновской, Челябинской областях, Краснодарском крае и Республике Калмыкия, 1–2 раза за рассматриваемый период случаи ЛЗН регистрировались в Калужской, Курской, Новосибирской, Омской, Тамбовской областях, Республиках Адыгея и Татарстан, Ставропольском крае.

Анализ литературных и картографических материалов показывает [Медико-географический..., 2015], что возможность распространения ЛЗН определяется наличием условий, необходимых для развития вируса в комарах. Основной лимитирующий фактор – климатические характеристики [Львов, Ильичев, 1979; Львов и др., 1989].

Северная граница распространения ряда арбовирусных инфекций, передаваемых комарами, включая ЛЗН, обусловлена среднемесячной температурой июля $>16^{\circ}\text{C}$. Эта граница определяет минималь-

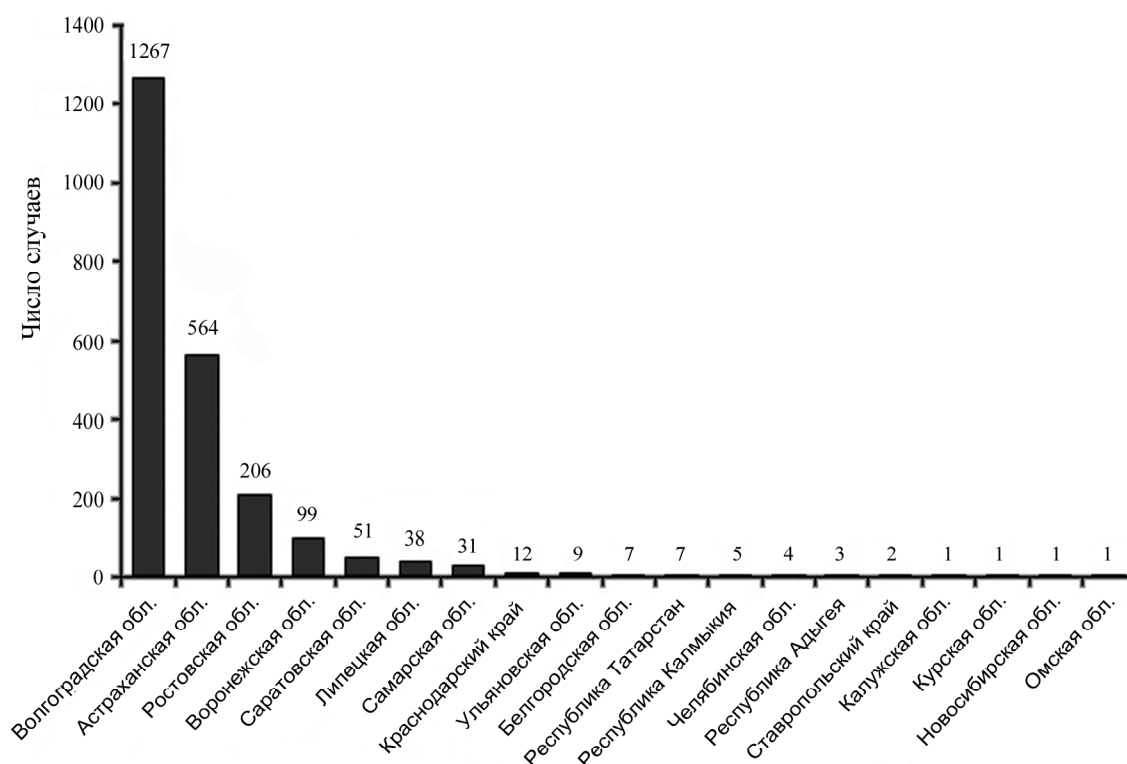


Рис. 2. Число случаев ЛЗН по субъектам РФ (1997–2015)

Fig. 2. Number of WNF cases in Russia by regions (1997–2015)

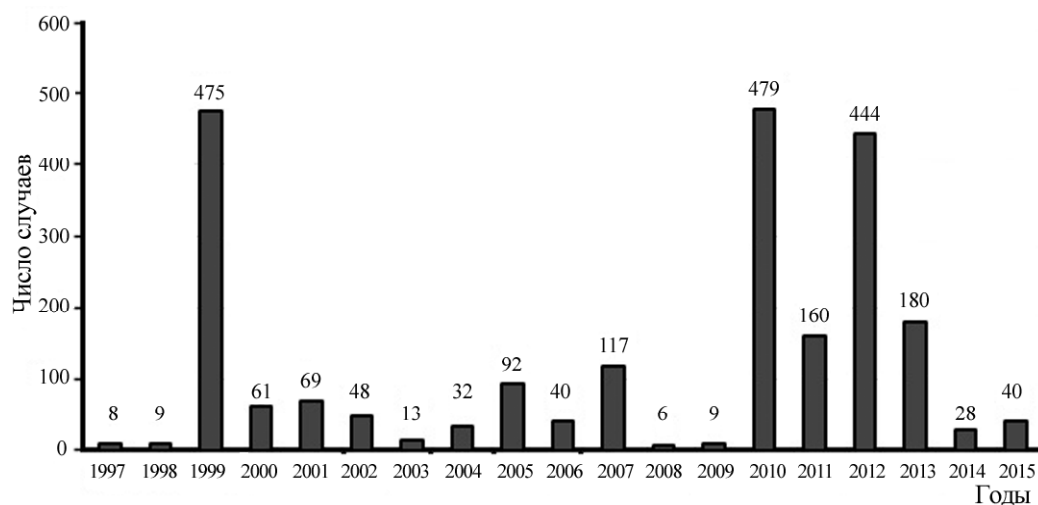


Рис. 3. Число случаев ЛЗН в России (1997–2015)

Fig. 3. Number of WNF cases in Russia by years (1997–2015)

но достаточные условия для существования этой группы болезней. В условиях континентального климата продолжительность периода с температурой выше 10°C должна быть не менее 135 дней; в морском климате ареал лимитирует сумма значений эффективной температуры выше 10°C , которая должна быть не менее 2000°C .

Сведения об экологических особенностях очагов заболевания дали необходимые параметры для выделения потенциально опасных территорий с вероятностью существования ЛЗН (рис. 5). Анализ построенных карт позволяет сделать ряд выводов. Прежде всего отметим, что все очаги, где наблюдались заболевания людей, находятся в пределах по-

тенциального нозоареала. Как видно из составленной картосхемы, на территории с континентальным типом климата [Национальный..., 2007] условия для функционирования очагов и распространения ЛЗН среди населения весьма благоприятны: сюда входит 61 регион европейской части России и юга Сибири. При этом потенциальные возможности для расширения нозоареала еще полностью не исчерпаны.

На территории РФ с морским типом климата [Национальный..., 2007] потенциально опасными считаются всего четыре региона Дальнего Востока (Амурская область, Еврейская автономная область, Приморский и Хабаровский края). Природные условия здесь вполне благоприятны, но заболевания

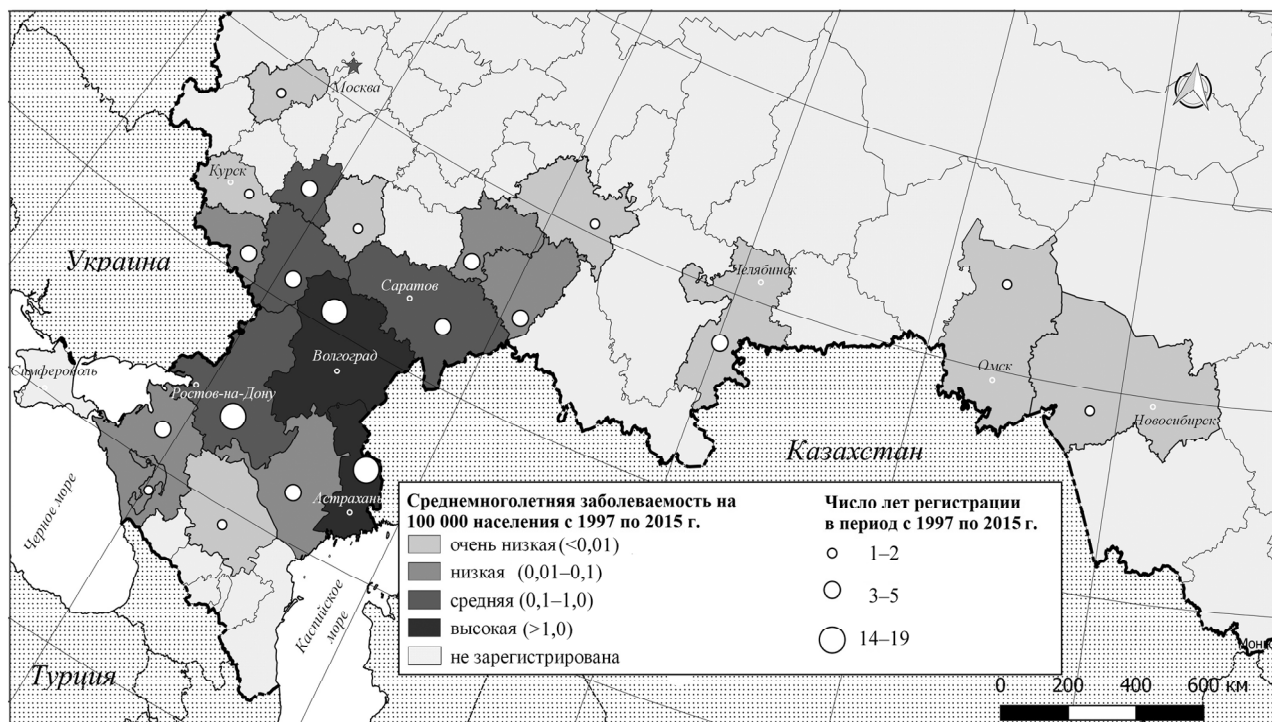


Рис. 4. Заболеваемость ЛЗН в России (1997–2015)

Fig. 4. WNF morbidity in Russia (1997–2015)

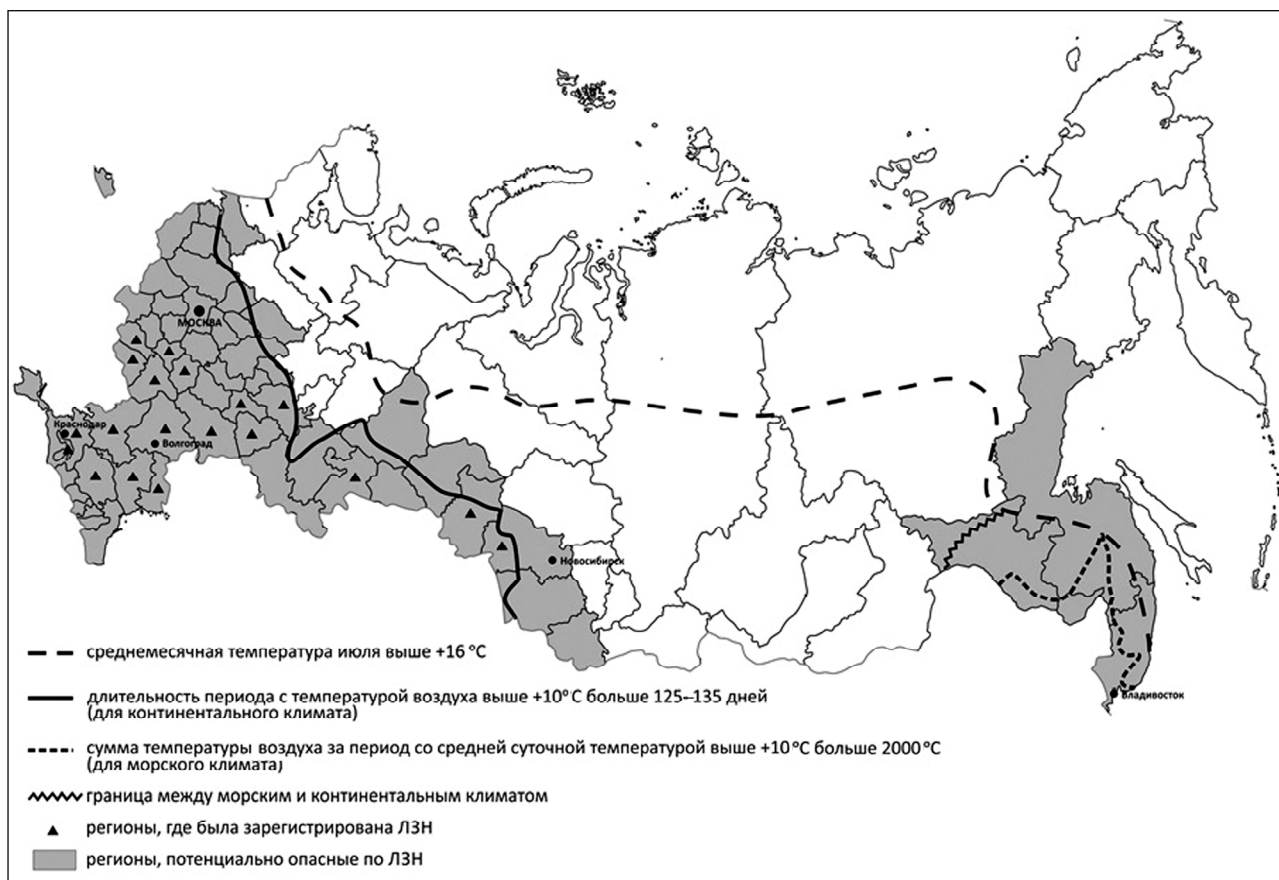


Рис. 5. Потенциальный нозоареал ЛЗН на территории РФ

Fig. 5. Potential nosoarea of WNF in Russia

людей ЛЗН не зарегистрированы. Вероятно, это связано с тем, что место ЛЗН на Дальнем Востоке занимает другой птичий флавивирус – японский энцефалит, либо это объясняется неудовлетворительным состоянием диагностики ЛЗН в данном регионе [Путинцева и др., 2010].

Потенциальный нозоареал ЛЗН в России включает более 60 регионов. При потеплении климата существует возможность продвижения заболевания на север, вплоть до северной границы возможного распространения арбовирусов.

Выводы:

- появление в конце XX в. в России лихорадки Западного Нила – ранее неизвестного в стране опасного природноочагового заболевания – представляется серьезную эпидемическую проблему;
- заболевание быстро продвигается по территории России, охватывая все новые регионы – 20 субъектов РФ к 2015 г.;
- основные природные очаги расположены в южных регионах России, в первую очередь в бас-

сейне Волги, где проживает большая часть заболевших. Здесь обитает множество птиц, как местных, так и перелетных, которые могут поддерживать существование возбудителя и заносить новые штаммы; высока численность комаров и клещей;

– больше всего заболевших ЛЗН в России за 1997–2015 гг. зарегистрировано в Астраханской и Волгоградской областях (564 и 1267 случаев соответственно). Здесь же инфекция наблюдалась максимальное число лет за рассматриваемый период;

– в зону потенциальной опасности по ЛЗН, где имеются благоприятные климатические условия для передачи возбудителя, входят более 60 субъектов РФ, которые представляют две изолированные группы – юг европейской части РФ и юг Дальнего Востока;

– выявленные пространственно-временные особенности распространения лихорадки Западного Нила в России могут быть использованы при составлении прогнозов и планировании профилактических мероприятий.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта РГО-РФФИ (проект № 15/2015).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас СССР / Под ред. Н.А. Гвоздецкого. М.: ГУГК, 1983. 258 с.

Вершинский Б.В. Картографирование природноочаговых болезней в связи с изучением их географии в СССР // Медицинская география. Итоги. Перспективы. Иркутск, 1964. С. 62–98.

Львов Д.К., Ильичев В.Д. Миграции птиц и перенос возбудителей инфекции. М.: Наука, 1979. 270 с.

Львов Д.К., Клименко С.М., Гайдамович С.Я. Арбовирусы и арбовирусные инфекции. М.: Медицина, 1989. 336 с.

Львов Д.К., Писарев В.Б., Петров В.А., Григорьева Н.В. Лихорадка Западного Нила: по материалам вспышек в Волгоградской области в 1999–2002 гг. Волгоград: Издатель, 2004. 72 с.

Малхазова С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз. М.: Научный мир, 2001. 239 с.

Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни» / Под ред. С.М. Малхазовой. М., 2015. 208 с.

Национальный атлас России. Т. 2. Природа. Экология. М.: Роскартография, 2007. 495 с.

Путинцева Е.В., Липницкий А.В., Алексеев В.В. Распространение лихорадки Западного Нила в мире и Российской Федерации в 2010 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2010. Вып. 107. С. 38–41.

Федорова М.В. Комары (Diptera, Culicidae) – переносчики вируса лихорадки Западного Нила на территории России // РЭТ-инфо. 2007. № 1. С. 11–15.

Gray T.J., Webb C.E. A review of the epidemiological and clinical aspects of West Nile virus // Int. J. Gen. Med. 2014. T. 7. P. 193–203.

Morse S.S. Factors in Emergence of Infectious Diseases // Emerg. Inf. Dis. 1996. P. 7–15.

Nasci R.S. West Nile Virus in the United States: Guidelines for surveillance, prevention, and control. Colorado: Center for Disease Control, 2013. 69 p.

World Health Organization (Интернет-сайт Всемирной организации здравоохранения). URL: <http://www.who.int> (дата обращения: 12.03.2016).

Поступила в редакцию 14.04.2016
Принята к публикации 28.04.2016

O.S. Adishcheva¹, S.M. Malkhazova²,
D.S. Orlov³

WEST NILE FEVER IN RUSSIA

West Nile Fever (WNF) is a dangerous natural focal infectious disease. WNF was recently introduced to the Russian Federation where first human cases were registered in 1997. The nosoarea of WNF constantly expands and at the moment human cases have been noted in 20 administrative regions of the Russian Federation. The paper gives complete information on WNF morbidity in Russia since it was firstly

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, post-graduate student; e-mail: wolff93@ya.ru

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

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Scientific Researcher; e-mail: orlovds@list.ru

registered. The maps showing the distribution and dynamics of the disease in the regions of Russia were compiled. The main geographical features of the WNF distribution in Russia depending on the climatic conditions are revealed. The potential nosoarea of the disease is given as well.

Key words: West Nile Fever, natural focal diseases, medical-geographical mapping, GIS.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Geographical Society – Russian Foundation for Basic Research (project N 15/2015).

REFERENCES

- Atlas SSSR [Atlas of USSR], Moscow, GUGK, 1983, 258 p. (in Russian).
- Fedorova M.V.* Komari (Diptera, Culicidae) – perenoschiki virusa lihoradki Zapadnogo Nila na territorii Rossii [Mosquitos (Diptera, Culicidae) – vectors of West Nile virus in Russia], RET-info, 2007, no 1, pp. 11–15 (in Russian).
- Gray T.J., Webb C.E.* A review of the epidemiological and clinical aspects of West Nile virus // Int. J. Gen. Med. 2014. T. 7. P. 193–203.
- Lvov D.K., Ilichev V.D.* Migratsii ptiz i perenos vzbuditeley infektsii [Birds migrations and transport of infectious causative agents], Moscow, Nauka, 1979, 270 p. (in Russian).
- Lvov D.K., Klimenko S.M., Gaydamovich S.Ya.* Arbovirusy i arbovirusnye infektsii [Arboviruses and arbovirus infections], Moscow, Medizina, 1989, 336 p. (in Russian).
- Lvov D.K., Pisarev V.B., Petrov V.A., Grigoryeva N.V.* Lihoradka Zapadnogo Nila: po materialam vspishek v Volgogradskoy oblasti v 1999–2002 gg. [West Nile fever: on outbreaks materials in Volgograd region in 1999–2002], Volgograd, Izdatel, 2004, 72 p. (in Russian).
- Malkhazova S.M.* Medico-geograficheskiy analiz territoriy: kartografirovaniye, ozenka, prognoz [Medico-geographical analysis of territories: mapping, evaluation, forecast], Moscow, Nauchniy mir, 2001, 239 p. (in Russian).
- Medico-geograficheskiy atlas Rossii «Prirodnookhagovye bolezni» [Medico-geographical atlas of Russia «Natural focal diseases»], pod. red. S.M. Malkhazovoy, Moscow, Geograficheskiy fakultet MGU, 2015, 208 p. (in Russian).
- Morse S.S.* Factors in Emergence of Infectious Diseases // Emerg. Inf. Dis. 1996. P. 7–15.
- Nasci R.S.* West Nile Virus in the United States: Guidelines for surveillance, prevention, and control. Colorado: Center for Disease Control, 2013, 69 p.
- Natsionalniy atlas Rossii [National atlas of Russia], T. 2, Priroda. Ekologiya, Moscow, Roskartografiya, 2007, 153 p. (in Russian).
- Putintzeva E.V., Lipnitskiy A.V., Alekseev V.V.* Rasprostraneniye lihoradki Zapadnogo Nila v mire i Rossiyskoy Federatsii v 2010 g. [Distribution of West Nile fever in the World and in Russia in 2010], Problemi osobo opasnykh infektsiy, 2010, vip. 107, pp. 38–41 (in Russian).
- Vershinsky B.V.* Kartografirovaniye prirodnookhagovykh bolezney v svyazi s izucheniye ih geografii v SSSR [Mapping of natural focal diseases relative to distribution in USSR], Meditsinskaya geografiya. Itogi. Perspektivi, Irkutsk, 1964, pp. 62–98 (in Russian).
- World Health Organization. URL: <http://www.who.int> (Accessed: 12.03.2016).

Received 14.04.2016

Accepted 28.04.2016

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК: 911.3:312

В.А. Лазаренко¹ПРИТОК МИГРАНТОВ ИЗ СТРАН БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ
В РЕГИОНЫ РОССИИ

После распада Советского Союза в исследованиях отечественных ученых появился новый объект изучения – международные миграции между Россией и странами ближнего зарубежья. Ретроспективный обзор миграционных связей постсоветской России и стран ближнего зарубежья позволяет выявить субъекты РФ, которые наиболее привлекательны для мигрантов из постсоветских стран.

Представлены результаты исследования миграционных потоков в Россию из стран ближнего зарубежья в период с 1992 по 2010 г. Гипотеза исследования основана на синтетической теории международной миграции, где предполагается, что после перехода к рыночной экономике мигранты перемещаются не в самые развитые или соседние страны и регионы, а в те, с которыми налажены тесные коммуникации.

Для проверки гипотезы рассчитаны значения коэффициента интенсивности миграционных связей России и стран ближнего зарубежья и коэффициента миграционного прироста регионов России за счет стран ближнего зарубежья. Расчеты показывают, что хотя фактор приграничности играет значительную роль, он не всегда является определяющим при выборе мигрантами места жительства в России.

Ключевые слова: миграция, ближнее зарубежье, коэффициент интенсивности миграционных связей, синтетическая теория международной миграции.

Введение. После распада СССР на постсоветском пространстве проявился феномен «миграции на месте» – в одночасье десятки миллионов человек оказались гражданами разных стран. Среднегодовой приток мигрантов в начале 1990-х годов был таким же, как и в 1970–1980-х гг. (около 900 тыс. чел. в год [Зайончковская, 2011]), но Россия была не готова к такому числу прибывающих мигрантов, так как миграционная политика только начинала формироваться.

За постсоветский период (с 1992 по 2013 г.) российское гражданство получили почти 8 млн человек, значительная часть из них – выходцы из стран нового зарубежья [Официальный..., ФМС России, 2015]. В 1990-е гг. между РФ и странами бывшего СССР преобладали перемещения репатриационного и вынужденного характера. К началу нового тысячелетия между Россией и странами нового зарубежья увеличился поток мигрантов, переезжающих по экономическим причинам – в дополнение к вынужденной миграции появилась трудовая миграция населения. Проблема трансформации миграционных связей России и стран нового зарубежья в постсоветский период рассмотрена в работах Л.Л. Рыбаковского, В.А. Ионцева, Л.Б. Карачуриной, С.В. Рязанцева и других экономистов, социологов, демографов и географов России и стран ближнего зарубежья. В.А. Ионцев [Ионцев и др., 2014] выделяет несколько исторических этапов «внешней» миграции между Россией и странами ближнего и дальнего зарубежья начиная с XVIII в., сгруппировав эти

этапы в три периода. Исторический обзор миграционных связей России и ближнего зарубежья также приведен в работе [Рыбаковский и др., 2009], где авторы сделали акцент на значительной трансформации миграционных связей этих стран после распада СССР.

Анализ миграционного обмена между Россией и странами СНГ и Балтии выполнен в работе [Карачурина, 2012]. Некоторые авторы из стран СНГ и Балтии исследовали миграционный обмен отдельной постсоветской страны с другими странами, включая Россию [Садовская, 2014; Шахотько, 2011; Мошняга, 2011].

Коэффициент интенсивности миграционных связей (КИМС), который использован автором, разработан и введен отечественным демографом Л.Л. Рыбаковским [Рыбаковский, 1973]. Коэффициент применяется для определения интенсивности притока мигрантов из одной территории в другую, а также для сопоставления миграционных связей между территориями. В частности, его использовал Н.В. Мкртчян для расчета изменений межрайонных миграционных связей в России [Мкртчян, 1997], а анализ интенсивности миграционных связей между Россией и союзными республиками за 1969–1997 гг. – Л.Б. Карачурина [Карачурина, 1999].

Ретроспективный обзор миграционных связей постсоветской России и стран ближнего зарубежья позволяет выявить субъекты РФ, которые были наиболее привлекательны для мигрантов из разных по-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, аспирант; e-mail: lasarenko91@mail.ru

стсоветских стран, и составлять прогнозы о расселении мигрантов из ближнего зарубежья внутри страны.

Проанализированы миграционные отношения между Россией и странами ближнего зарубежья через призму положений синтетической теории международной миграции [Массей, 2002]. Синтетическая теория миграции представляет собой синтез нескольких теорий миграций, сочетающих экономический, социологический, географический и другие подходы. Согласно одному из положений теории после того как происходит переход к рыночной экономике, мигранты перемещаются не в самые развитые или соседние страны и регионы, а в те, с которыми налажены тесные коммуникации. Поэтому автором статьи сделано предположение о том, что в постсоветский период жители новых независимых республик, пытающиеся адаптироваться к изменившимся условиям жизни путем миграции, переезжают не только в приграничные районы России, а именно в те, с которыми установлены определенные взаимоотношения – экономические, политические, социальные и культурные.

Цель исследования – определение региональных особенностей процессов возвратной миграции из стран ближнего зарубежья в Россию и выявление наиболее аттрактивных регионов России для мигрантов из нового зарубежья.

Материалы и методы исследования. Используются данные Федеральной службы государственной статистики, представленные на официальном сайте ведомства [Официальный..., 2015]. Для вычисления миграционных связей России и других стран использована следующая методика расчета. Изначально выделены страны, миграционный приток из которых был наиболее высок в постсоветские годы; к ним относятся 14 новых независимых государств (миграция из дальнего зарубежья не учитывалась, как и внутрироссийские миграционные движения).

Временные рамки анализа охватывают промежуток времени с 1992 г., когда после распада СССР и образования новых независимых государств возрос поток стрессовых мигрантов в Россию, до 2010 г., когда Федеральная служба государственной статистики перестала публично представлять информацию о внешней миграции в Россию по субъектам РФ. Этот интервал разделен на 3 периода по количественным и качественным характеристикам миграционного потока: 1992–1997, 1998–2003, 2004–2010 гг.

При анализе показателей использованы два коэффициента: коэффициент интенсивности миграционных связей по прибытию (КИМС) (1) и коэффициент миграционного (механического) прироста (2).

КИМС по прибытию из района i в район j рассчитывается следующим образом:

$$K_{ij} = \frac{V_{ij}}{d_i} = \frac{M_{ij}}{\sum_{i=1}^m M_{ij}} : \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} = \frac{M_{ij} \sum_{i=1}^m S_i}{S_i \sum_{i=1}^m M_{ij}}, \quad (1)$$

где K_{ij} – коэффициент интенсивности межрайонных миграционных связей i -го района выхода с j -м районом вселения (КИМС по прибытию); V_{ij} – доля i -го района выхода в общем числе прибывающего населения в j -й район вселения; d_i – удельный вес i -го района выхода в суммарной численности населения всех районов; S_i – численность населения района выхода мигрантов; M_{ij} – число мигрантов, прибывших из i -го района выхода в j -й район вселения; $\sum_{i=1}^m M_{ij}$ – общая численность прибывших в район j из всех районов, с которыми район j поддерживает миграционные связи; $\sum_{i=1}^m S_{ij}$ – общая численность населения районов выхода, с которыми район j поддерживает миграционные связи; m – число всех районов выхода [Рыбаковский, 2003].

КИМС разработан и введен Л.Л. Рыбаковским [Рыбаковский, 1969; Рыбаковский, 1973] и используется для определения интенсивности притока мигрантов из одной территории в другую, а также для сопоставления миграционных взаимоотношений между территориями. Для расчета коэффициента взяты показатели среднегодового населения стран ближнего зарубежья (БЗ) за каждый из указанных выше периодов, а также общий миграционный поток в субъекты РФ из этих стран за каждый период. Коэффициент рассчитывался путем деления доли страны БЗ в миграционном потоке в субъект РФ на удельный вес страны БЗ в общей численности населения всех стран БЗ.

Значения КИМС приведены в классификации Л.Л. Рыбаковского, который выделяет 5 групп: незначительные связи (КИМС < 0,39), заметные связи (0,40–0,79), средние связи (0,80–1,24), повышенные (1,24–2,50) и высокие (> 2,5). Автором статьи добавлена еще одна группа значений «очень высокие связи» (> 10).

Коэффициент миграционного прироста рассчитывался по следующей формуле:

$$K_{мп} = \frac{П - В}{\bar{S}} \cdot 1000, \quad (2)$$

где $K_{мп}$ – коэффициент миграционного прироста; $П$ – число прибытий; $В$ – число выбытий; $\bar{S}$ – среднегодовая численность населения территории [Рыбаковский, 2005].

Результаты исследований и их обсуждение.
Миграционные связи субъектов РФ и Белоруссии, Украины и Молдавии. Доля Белоруссии, Украины и Молдавии (первый макрорегион) в общем миграционном обмене России со странами БЗ за весь рассматриваемый промежуток времени составляла около 14%. По абсолютному сальдо миграции с первым макрорегионом в 1992–1997 гг. лидируют приграничные с ним субъекты, однако затем вектор миграции из макрорегиона сдвинулся в сторону центра (в первый период самый высокий показатель у Москвы и Московской области) и Сибири (в третий период – Тюменская область). По-

ток из Белоруссии был минимальный или отрицательный (Краснодарский край и Ростовская область на втором этапе). При подсчете сальдо мигрантов из первого макрорегиона на 1000 населения Белгородская область – лидер во все периоды, затем следуют приграничные субъекты или близкие к границам макрорегиона. При анализе сальдо мигрантов из первого макрорегиона можно сделать вывод, что приграничные субъекты аккумулировали большую часть населения, но при смене характера миграции аттрактивными становятся регионы с потенциально большим количеством мест приложения труда.

Наиболее тесные отношения со всей Россией были у Молдавии; по классификации Л.Л. Рыбаковского они характеризуются как средние, а в последнем исследуемом отрезке времени – как повышенные. У Украины и Белоруссии коммуникации с Россией были ниже и относятся к группе заметных связей. Значительное число всех субъектов РФ слабо связано с Белоруссией и Украиной, больше субъектов имеет сильные контакты с Молдавией, причем в третий период почти половина всех субъектов РФ характеризуется высокоинтенсивными связями с Молдавией.

Самые сильные взаимоотношения у Белоруссии с приграничными субъектами РФ (Смоленская, Брянская и Псковская области), Европейским Севером (Мурманская и Архангельская области, Республики Карелия и Коми) и Дальним Востоком (Амурская, Сахалинская, Камчатская области и Хабаровский край).

В 1998–2003 гг. Белоруссия была связана с Россией теснее, чем в первый и в третий периоды. У упомянутых выше наиболее коммуницирующих с

Белоруссией субъектов РФ именно на втором этапе связь стала выше (кроме Карелии и Чукотского АО).

У Молдавии более тесные контакты с субъектами РФ, чем у Белоруссии и Украины, число интенсивно связанных с Молдавией субъектов РФ значительно выше, чем с Белоруссией и Украиной. В 1992–1997 гг. наиболее тесно связаны с Молдавией были Архангельская, Костромская и Тюменская области, Коми и Якутия, в 1998–2003 гг. – Брянская, Московская, Ивановская и Тюменская области и Еврейская АО. В 2004–2010 гг. – Брянская, Московская, Калужская области, Санкт-Петербург и Москва, т.е. постепенно интенсивность отношений с восточными регионами снижалась и повышалась коммуникация с субъектами Центра.

Наиболее тесные отношения у Украины были с Европейским Севером и Дальним Востоком, причем гораздо более тесные, чем с соседями 1-го и 2-го порядка (рис. 1), здесь не произошла кардинальная трансформация миграционных потоков со временем, как в случае с Молдавией, но сохранялась стабильность. Самые тесные контакты у Украины с Чукотским АО, Магаданской, Камчатской и Мурманской областями, Коми и Якутией. В третий период немного ослабилось сообщение с Камчаткой и Якутией и усилилась связь с приграничной Белгородской областью.

Анализ миграционных связей населения субъектов РФ и Белоруссии, Украины и Молдавии показал, что приграничье – не единственный фактор, влияющий на миграционные передвижения населения этих стран. Приграничные субъекты 1-го и 2-го по-

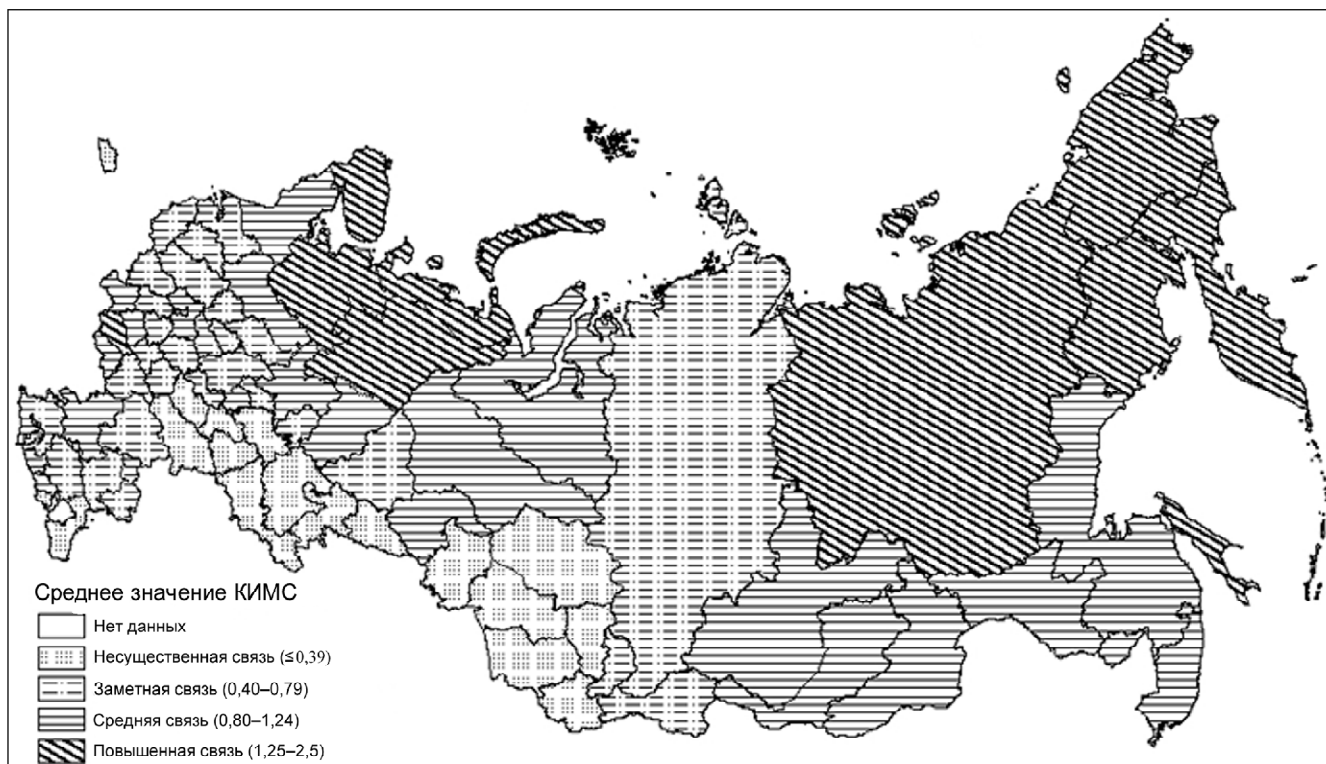


Рис. 1. Интенсивность миграционных связей регионов РФ и Украины в 1992–2010 гг. (значения КИМС по прибытию)

Fig. 1. The intensity of migration ties between the regions of the Russian Federation and Ukraine in 1992–2010

рядков лидируют только в первый из рассматриваемых периодов, если подсчитывать число мигрантов в абсолютном отношении, а также при подсчете коэффициента миграционного прироста на 1000 человек. При более детальном анализе (КИМС) выявлено, что влияние фактора приграничья не так высоко.

Миграционные связи субъектов РФ и республик Балтии. Доля этих республик (второй макрорегион) в общем миграционном обмене России со странами БЗ была минимальной, за все постсоветские годы она в среднем составила 3,7%, значительно уменьшившись с 5,9% за первый период до 0,5% в третий. По абсолютному притоку мигрантов из Латвии, Литвы и Эстонии в первый период лидировали приграничные субъекты РФ (Псковская, Калининградская, Ленинградская области), а также Санкт-Петербург и Тверская область. В последующие два периода на первые места вышли Москва и Московская область, приграничные субъекты также сохраняли лидерство.

При ранжировании субъектов по сальдо миграции в расчете на 1000 человек населения, соседи 1-го и 2-го порядка также остаются в верху рейтинга, а экономически развитые субъекты, которые лидировали по абсолютному сальдо (например, Москва и Московская область), смещаются значительно ниже. Подсчеты интенсивности связей стран Прибалтики и России (КИМС по прибытию) показывают, что эти страны не сильно общались с Россией. В среднем за все постсоветские годы контакты с Литвой незначительные, а с Латвией и Эстонией – средние. Со временем контакты России и стран Балтики стали сильно ослабевать. Рассматривая отношения субъектов РФ с этим макрорегионом, можно сказать, что довольно большой процент всех субъектов РФ имел с ним пониженную интенсивность связей. Доля субъектов РФ, тесно контактирующих с Балтией, постепенно уменьшалась. Наибольшая доля очень сильно коммуницирующих субъектов РФ была с Эстонией (16% в первый период), но снизилась до 2% в третьем периоде. Меньше всего связана с Россией Литва (КИМС=0,30), в первый период почти все, а во втором и третьем периодах абсолютно все субъекты РФ имели с Литвой связи пониженной интенсивности.

Наиболее сильные контакты у Латвии в основном с соседями 1-го и 2-го порядков – с Псковской, Новгородской, Калининградской, Ленинградской, а также Архангельской областями, Санкт-Петербургом и Карелией. Лидерство Псковской области сохранялось во все периоды, причем в 1992–1997 гг. значение КИМС с Псковской областью очень высокое (13,5). За все рассматриваемое время не произошло кардинальных изменений в списке субъектов с высокими сообщениями с Латвией – наиболее тесно с ней связаны субъекты РФ 1-го и 2-го порядков.

Литва с Российской Федерацией не граничит, однако наиболее тесные связи были с субъектами РФ, расположенными близко к стране. Сильнее всего взаимодействует с Литвой Калининградская об-

ласть. Только у нее КИМС>2,5 в первый период, остальные субъекты РФ слабо коммуницируют со страной, значениями КИМС >1 в первый период характеризуются только Смоленская, Псковская, Курганская и Ленинградская области. В остальные периоды контакты субъектов РФ с Литвой еще меньше; тесно связаны с ней Калининградская, Псковская, Смоленская, Ленинградская, Архангельская области и Санкт-Петербург (рис. 2). Среди лидеров по сообщению с Литвой выделяется Курганская область в 1992–1997 гг. (4-е место, КИМС=0,93), что объясняется сравнительно большим притоком мигрантов из Литвы в Курганскую область в первые постсоветские годы, например в 1993 г. в Курганскую область из Литвы прибыло около 1000 человек; Литва заняла 2-е место (после Казахстана) по притоку в область. Похожих по силе контактов с такими отдаленными субъектами РФ нет ни у Эстонии, ни у Латвии.

Примерно схожая ситуация сформировалась с Эстонией. Очень высокое значение КИМС с Эстонией у соседей 1-го и 2-го порядков: у Псковской (14,7), Ленинградской, Новгородской, Смоленской областей, Карелии и Санкт-Петербурга. В пятерку регионов с высокими контактами в первый период вошли Тверская область (КИМС=5), которая тесно связана и с Латвией (КИМС=2,8).

Анализ миграционных связей России и республик Прибалтики показал, что в целом этот макрорегион слабо связан со страной. Подсчеты сальдо миграции, а также значения коэффициента интенсивности миграционных связей показывают, что наиболее тесно общались с макрорегионом соседи 1-го и 2-го порядков. Исключение составляют лишь 3 субъекта РФ, имеющие заметные связи с Литвой, но находящиеся на значительном расстоянии от страны – Курганская и Оренбургская области и Бурятия.

Миграционные связи субъектов РФ и республик Закавказья. Доля республик Закавказья (Азербайджан, Армения и Грузия) в общем миграционном обмене России со странами БЗ была примерно равной во все периоды. За все постсоветское время в среднем их доля составляла около 1/5 всего миграционного сальдо (19,4%). По миграционному сальдо России со странами Закавказья (3-й макрорегион) лидерами всегда оставалась примерно одна и та же группа субъектов РФ. В первые годы это были соседи 2-го и 3-го порядков – Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область, а также Волгоградская область и Москва. С 1998 г. в пятерку «топов» входят Московская область и Республика Северная Осетия-Алания (произошел очень высокий приток мигрантов в Северную Осетию из Грузии).

По значениям коэффициента миграционного прироста на 1000 человек населения на 1-е место выходит Республика Северная Осетия-Алания, для которой этот коэффициент был максимальный за все время исследований. Кроме того, самые высокие показатели у Адыгеи, а во 2-м периоде – у Карелии. В 3-м периоде в первую пятерку вошли Тверская и

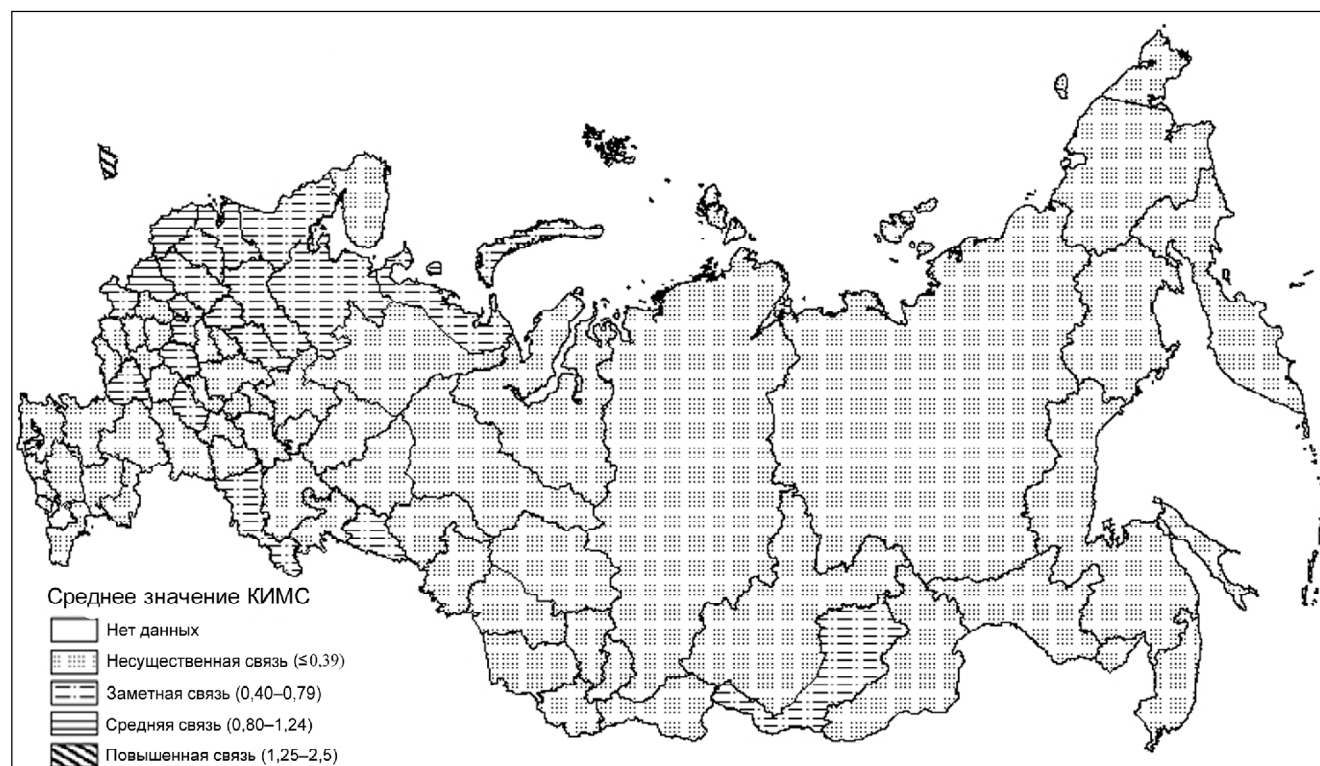


Рис. 2. Интенсивность миграционных связей регионов РФ и Литвы в 1992–2010 гг. (значения КИМС по прибытию)

Fig. 2. The intensity of migration ties between the regions of the Russian Federation and Lithuania in 1992–2010

Калужская области. Подсчеты КИМС для стран Закавказья и России показывают, что этот макро-регион интенсивнее взаимодействует с Россией, чем первый и второй макрорегионы.

Во время первого периода интенсивность контактов России была средней с Азербайджаном и повышенной с Арменией и Грузией, во время второго периода связь России с Азербайджаном и Грузией несколько понизилась, но возросли коммуникации с Арменией. На третьем этапе резко возросла теснота сообщений с Арменией (но изменилась география связей), а также с Азербайджаном, немного интенсивнее, чем за прошлый период.

Азербайджан все годы после распада СССР был наиболее тесно связан с единственным граничащим с ним субъектом РФ – Дагестаном. Значения КИМС по прибытию из Азербайджана в Дагестан все годы были выше 5. В 1992–1997 гг. в пятерку интенсивно связанных с Азербайджаном субъектов (кроме Дагестана) входили также соседи 2-го и 3-го порядков – Ставропольский край, Астраханская область, Кабардино-Балкария. Тесно взаимодействует с Азербайджаном Москва, связи с которой относились к группе повышенных (КИМС=2,02). В 1998–2003 гг. лидерами были тоже соседи 1–3-го порядков и Москва. Кроме того, в эти годы среди лидеров появилась Еврейская АО (КИМС=1,2). В 2004–2010 гг. география интенсивности контактов субъектов РФ и Азербайджана изменилась – за Дагестаном и Астраханской областью следуют Архангельская область (КИМС=3,5), Еврейская АО (3,1), Республика Коми (2,8), Нижегородская (2,4) и Мурманская области (2,4).

Армения теснее всего связана со Ставропольским краем, причем значения КИМС увеличились с 3,8 в первый период до 17,8 в третий. В первом и втором периодах были усиленные контакты с Москвой и югом европейской части России (Ставропольский край, Ростовская и Волгоградская области, Карачаево-Черкессия, Адыгея и Калмыкия). В третьем периоде значения КИМС с указанными субъектами повысились, как и связи с субъектами ЦФО (Ярославская, Курская, Тамбовская области), а также с Нижегородской, Читинской, Кемеровской областями и др.

Очень тесные взаимоотношения у Грузии с одним из соседей 1-го порядка – Северной Осетией (от 18,4 в первом периоде до 24,5 в третьем) (рис. 3), причем география интенсивности связей со временем практически не менялась. В группу с самыми тесными отношениями все годы входят одни и те же регионы: соседи 1-го, 2-го и 3-го порядков (упомянутая Северная Осетия, Карачаево-Черкессия, Адыгея, Краснодарский и Ставропольский края), а также Москва.

Анализ миграционных связей России с республиками Закавказья показывает, что этот макро-регион сильно взаимодействует с субъектами РФ, в основном именно с соседями 1–3-го порядков. Однако можно сказать, что кроме юга России с Закавказьем тесно связаны субъекты Центральной России (Москва и Московская область, Калужская область), а также субъекты Европейского Севера. Это подтверждается как значениями коэффициента миграционного сальдо на 1000 человек населения, так и значениями КИМС. Кроме того, сохраняются очень тесные взаимоотношения между Грузией и

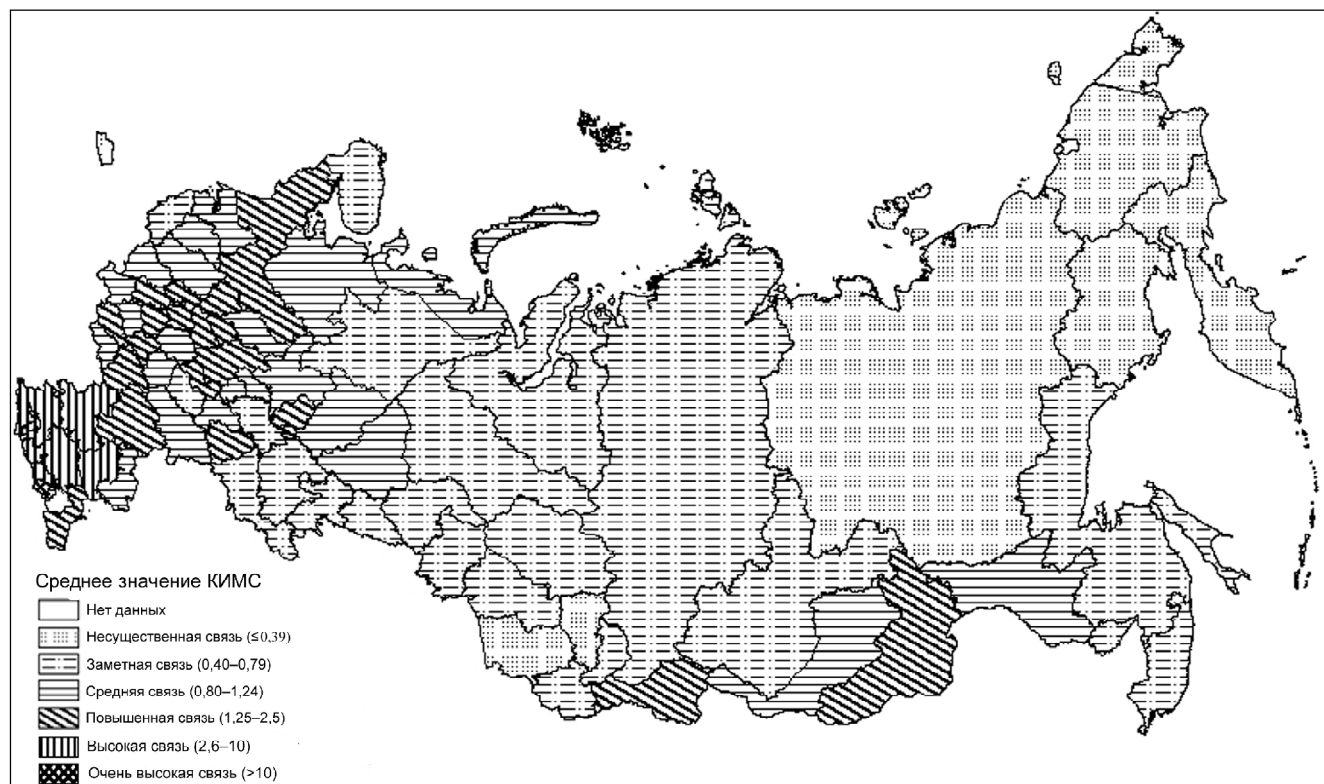


Рис. 3. Интенсивность миграционных связей регионов РФ и Грузии в 1992–2010 гг. (значения КИМС по прибытию)

Fig. 3. The intensity of migration ties between the regions of the Russian Federation and Georgia in 1992–2010

Северной Осетией, хотя это не единственный субъект, граничащий со страной.

Миграционные связи субъектов РФ и республик Центральной Азии. Приток населения в Россию из стран Центральной Азии (Казахстана, Киргизии, Таджикистана, Туркмении и Узбекистана) был значительно выше, чем из остальных макрорегионов. Миграционный прирост населения России за счет этих стран (4-й макрорегион) в период 1992–2010 гг. составлял 5,7 млн человек, т.е. 63% всего миграционного сальдо РФ за счет стран ближнего зарубежья.

Приток из Казахстана, единственной граничащей с Россией страной Центральной Азии, составлял около 1/2 (49,9%) всего притока, причем доля во втором периоде составляла 61,5%. При подсчете сальдо миграции на 1000 человек населения выявлено, что в лидерах оказались субъекты РФ, расположенные на значительном расстоянии от макрорегиона. К ним относятся Калининградская, Белгородская и Калужская области, а также Ямало-Ненецкий АО. Кроме того, при расчете коэффициента за весь постсоветский период установлено, что наиболее высокий показатель у Калининградской области. Значения КИМС показывают, что наиболее тесная коммуникация из всех стран БЗ у России была с Казахстаном (2,49, т.е. повышенная связь).

Затем следует Киргизия (КИМС=1,71, заметная связь, т.е. 3-е место из всех постсоветских республик). Остальные страны (Таджикистан, Туркмения и Узбекистан) менее тесно, но тоже сильно общаются с Россией. Самые тесные отношения у

Казахстана были почти со всеми приграничными субъектами РФ, а также с Ингушетией и Чечней (третий период, но ранее статистика по Чечне не велась) (рис. 4). В пятерку с самыми тесными связями входят уже упомянутая Ингушетия (1-е место во всех трех периодах, КИМС>7), а также Омская область (КИМС>6 за весь постсоветский период), Алтайский край, Курганская область и Алтай (у этих субъектов КИМС>5 за весь постсоветский период). Чечня в третьем периоде занимает 2-е место после Ингушетии (КИМС=7,76).

В первый период у Киргизии самые тесные связи были с Хакасией, Липецкой, Орловской и Воронежской областями и Алтайским краем. Во втором периоде среди прошлых лидеров осталась только Хакасия, самыми тесными стали взаимоотношения с Тывой, Кемеровской и Читинской областями, а также с Якутией. В третьем периоде субъекты Сибирского (Тыва, Хакасия, Бурятия и Иркутская область) и Дальневосточного округов (Якутия) доминируют по контактам с Киргизией (значения КИМС в третьем периоде у указанных субъектов варьируют от 6 до 15).

У Таджикистана одинаковые по интенсивности связи с одними и теми же субъектами в первые два периода (в пятерку с самыми тесными миграционными отношениями входят Татарстан, Пензенская и Ульяновская области, Башкирия, Мордовия). Однако в третьем периоде среди лидеров оказались другие субъекты РФ – Читинская область, Чувашия, Сахалинская, Оренбургская и Кемеровская области.

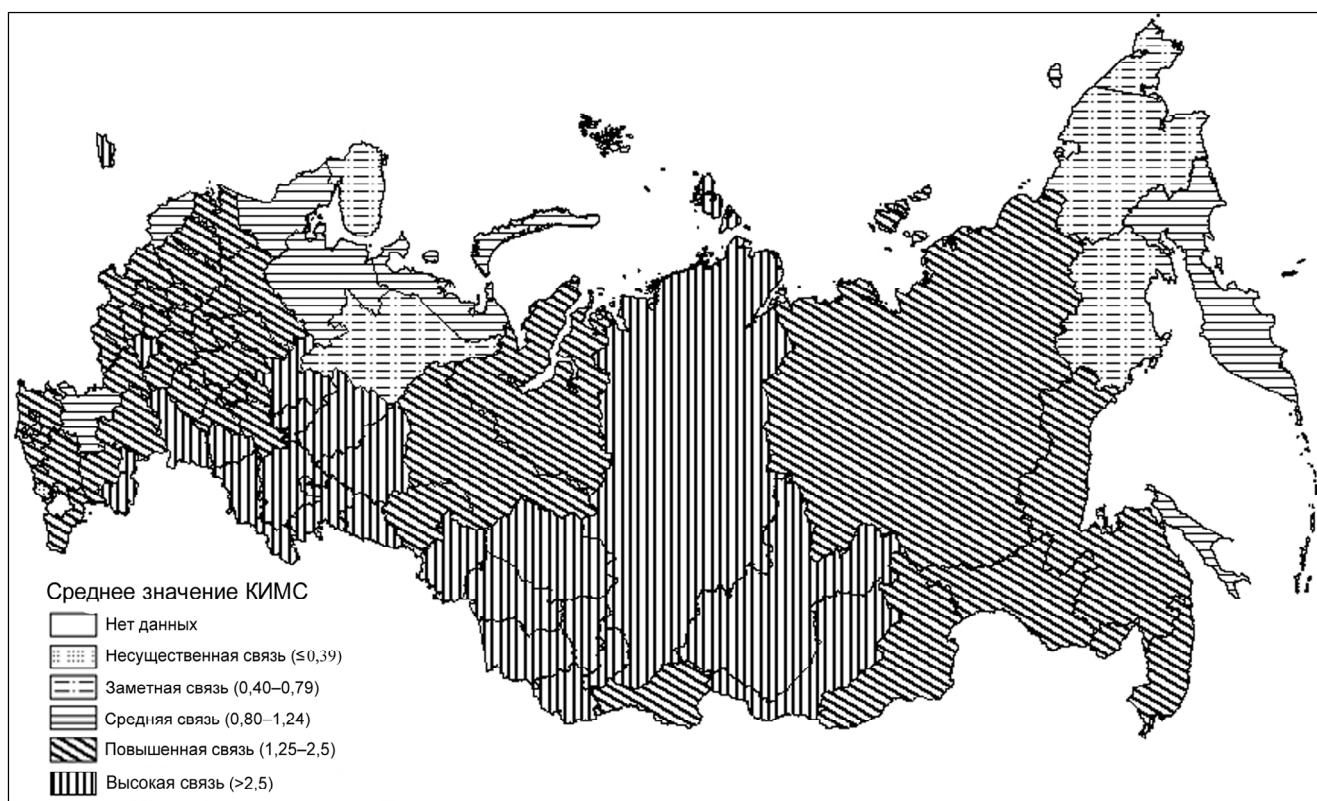


Рис. 4. Интенсивность миграционных связей регионов РФ и Казахстана в 1992–2010 гг. (значения КИМС по прибытию)

Fig. 4. The intensity of migration ties between the regions of the Russian Federation and Kazakhstan in 1992–2010

У Туркмении во все периоды наиболее сильные связи с двумя субъектами РФ – Дагестаном и Адыгеей. Остальные лидеры каждый период менялись – в первый период это были Кабардино-Балкария, Мордовия и Башкирия, во второй – Калужская, Пензенская и Тамбовская области, в третий – Владимирская, Тульская и Смоленская области, т.е. вектор связи сменился на Центральную Россию.

Узбекистан все периоды имеет стабильные интенсивные связи с субъектами Приволжского федерального округа: Татарстаном и Башкирией, Ульяновской, Пензенской, Оренбургской и Самарской областями.

Выводы:

– фактор приграничности играет значительную роль, но он не всегда является определяющим при выборе мигрантами места жительства в России. Наиболее характерные примеры – Казахстан, Ук-

раина, Белоруссия, Грузия и Узбекистан. Например, за весь постсоветский период Казахстан был наиболее тесно связан не с приграничными субъектами РФ (хотя их значение в миграционном обмене с Казахстаном нельзя приуменьшать), а с Ингушетией. Тесные контакты налажены между Украиной и субъектами Дальнего Востока. У Белоруссии в постсоветский период тесная связь была с Дальним Востоком, а также с Европейским Севером России.

– подтвердилось предположение, основанное на теории Д. Массея, – после перехода от плана к рынку, жители новых независимых республик, пытающиеся адаптироваться к новым условиям жизни с помощью миграции, переезжают не только в приграничные районы России, но и в те регионы, с которыми установлены определенные связи – экономические, политические, социальные и культурные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зайончковская Ж.А. Ретроспективные особенности учета миграций в различных переписях населения СССР и России // Миграции и пространственная мобильность в сельско-городском континууме России в XX веке: управляемость, адаптивность и стратегии преодоления. Ставрополь: СТИ, 2011. С. 59–71.

Ионцев В.А., Воробьева О.Д., Кожевникова Н.И. и др. Миграционные процессы в России / Под ред. В.В. Локосова и Л.Л. Рыбаковского. М.: Экон-информ, 2014. 383 с.

Карачурина Л.Б. Географический анализ интенсивности миграционных связей России и ее регионов с республиками

ближнего зарубежья (1969–1997 гг.): Автореф. канд. дисс. М., 1999.

Карачурина Л.Б. Постоянная миграция между Россией и странами СНГ и Балтии // Демоскоп Weekly. 2012. № 535–536. URL: http://demoscope.ru/weekly/2012/0535/analit05.php#_FNR_1 (дата обращения: 08.02.2015).

Массей Д. Синтетическая теория международной миграции // Мир в зеркале международной миграции. Международная миграция населения: Россия и современный мир. 2002. Вып. 10. 219 с.

Мкртчян Н.В. Изменение межрайонных миграционных связей в современной России и ее регионах: Автореф. канд. дисс. М., 1997.

Мошняга В.Г. Молдова в контексте современных миграций // Международная миграция населения на постсоветском пространстве: двадцать лет удач, ошибок и надежд // Международная миграция населения: Россия и современный мир. 2011. № 25. С. 74–89.

Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: www.gks.ru (дата обращения: 15.01.2015).

Рыбаковский Л.Л. Проблемы формирования народонаселения Дальнего Востока. Хабаровск: Сиб. отд. АН СССР, 1969. 200 с.

Рыбаковский Л.Л. Региональный анализ миграций. М.: Статистика, 1973. 159 с.

Рыбаковский Л.Л. Миграция населения (вопросы теории). М.: ИСПИ РАН, 2003. 238 с.

Рыбаковский Л.Л. Практическая демография. М: ЦСП, 2005. 280 с.

Рыбаковский Л.Л., Карпова Ю.Ю., Емельянова А.А. и др. Трансформация миграционных процессов на постсоветском пространстве / Под ред. Л.Л. Рыбаковского. М.: Academia, 2009. 431 с.

Садовская Е.Ю. Казахстан в системе международных трудовых миграций // Демоскоп Weekly. 2014. № 583–584. URL: http://demoscope.ru/weekly/2014/0583/tema02.php#_FN_3 (дата обращения: 08.02.2015).

Шахотько Л.П. Международные миграционные процессы и миграционная политика на территории Беларуси: Международная миграция населения на постсоветском пространстве: двадцать лет удач, ошибок и надежд // Международная миграция населения: Россия и современный мир. 2011. Вып. 25. С. 55–57.

Поступила в редакцию 27.10.2015

Принята к публикации 28.04.2016

V.A. Lazarenko¹

INFLOW OF MIGRANTS FROM THE FORMER USSR COUNTRIES TO THE REGIONS OF RUSSIA

After the collapse of USSR a new object of study appeared for the scientists. It is the international migration between Russia and the former USSR countries. The retrospective review of migration relations of the post-Soviet Russia and these countries shows the regions which are most attractive for migrants. Such analysis helps to make forecasts about the resettlement of new migrants.

The article presents the results of studying the migration flows from the neighboring countries to Russia in the period of 1992 to 2010. The hypothesis of the study is based on the synthetic theory of international migration which assumes that after transition to the market economy the international migrants move to the countries and regions with already available close communications.

To test the hypothesis, we calculated the intensity of migration ties between Russia and CIS countries and the migration gain in the regions of Russia due to the inflow from the neighboring countries. Our calculations show that despite the significance of the borderline factor it does not always determine the choice of the place of residence in Russia.

Key words: migration, neighboring countries, coefficient of the intensity of migration ties, synthetic theory of international migration.

REFERENCES

Ioncev V.A., Vorob'eva O.D., Kozhevnikova N.I. i dr. Migracionnye processy v Rossii [Migration processes in Russia], Pod red. V.V. Lokosova, L.L. Rybakovskogo, Moscow, Jekoninform, 2014, 383 p. (in Russian).

Karachurina L.B. Geograficheskij analiz intensivnosti migracionnyh svyazej Rossii i ee regionov s respublikami Blizhnego zarubezh'ja (1969 – 1997 gg.) [Geographical analysis of the intensity of migration ties between Russia and its regions with the republics of the near abroad (1969–1997)], Avtoref. kand. diss., Moscow, 1999 (in Russian).

Karachurina L.B. Postojannaja migracija mezhdu Rossiej i stranami SNG i Baltii [Permanent migration between Russia and CIS countries and Baltic States], Demoskop Weekly, 2012, no 535–536. URL: http://demoscope.ru/weekly/2012/0535/analit05.php#_FNR_1 (Accessed: 08.02.2015) (in Russian).

Massej D. Sinteticheskaja teorija mezhdunarodnoj migracii [A synthetic theory of international migration], Mir v zerkale mezhdunarodnoj migracii: Nauchnaja serija: Mezhdunarodnaja migracija naselenija: Rossija i sovremennij mir, Moscow, 2002, no 10, 219 p. (in Russian).

Mkrтчjan N.V. Izmenenie mezhrajonnyh migracionnyh svyazej v sovremennoj Rossii i ee regionah [The change in inter-district migration ties in modern Russia and its regions.], Avtoref. kand. diss., Moscow, 1997 (in Russian).

Moshnjaga V.G. Moldova v kontekste sovremennyh migracij [Moldova in the context of contemporary migrations], Mezhdunarodnaja migracija naselenija na postsovetском prostranstve: dvadcat' let udach, oshibok i nadezhd. Mezhdunarodnaja migracija naselenija: Rossija i sovremennij mir, 2011, Moscow, no 25, pp. 74–89 (in Russian).

Rybakovskij L.L. Problemy formirovanija narodonaselenija Dal'nego Vostoka [Problems of formation of population of the Far East], Habarovsk: Akademija Nauk SSSR, Sibirskoe otdelenie, 1969, 200 p. (in Russian).

Rybakovskij L.L. Regional'nyj analiz migracij [Regional analysis of migration], Moscow, Statistika, 1973, 159 p. (in Russian).

Rybakovskij L.L. Migracija naselenija (voprosy teorii) [Migration of population (theory)], Moscow, ISPI Rossijskaja Akademija Nauk, 2003, 238 p. (in Russian).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, post-graduate student; e-mail: lasarenko91@mail.ru

Rybakovskij L.L. Prakticheskaja demografija [Practical demographics], Moscow, CSP, 2005, 280 p. (in Russian).

Rybakovskij L.L., Karpova Ju.Ju., Emel'janova A.A. i dr. Transformacija migracionnyh processov na postsovetском prostranstve [Transformation of migration processes in the post-Soviet space], pod red. L.L. Rybakovskogo, Moscow, Academia, 2009, 431 p. (in Russian).

Sadovskaja E.Ju. Kazahstan v sisteme mezhdunarodnyh trudovyh migracij [Kazakhstan in the system of international labour migration], Demoskop Weekly, 2014, no 583–584. URL: http://demoscope.ru/weekly/2014/0583/tema02.php#_FN_3 (Accessed: 08.02.2015) (in Russian).

Shahot'ko L.P. Mezhdunarodnye migracionnye processy i migracionnaja politika na territorii Belarusi [International

migration processes and migration policy in Belarus], Mezhdunarodnaja migracija naselenija na postsovetском prostranstve: dvadcat' let udach, oshibok i nadezhd: Mezhdunarodnaja migracija naselenija: Rossiya i sovremennyy mir, 2011, no 25, pp. 55–57 (in Russian).

Zajonchkovskaja Zh.A. Retrospektivnye osobennosti ucheta migracij v razlichnyh perepisjah naselenija SSSR i Rossii [Retrospective accounting of migration in different census of the USSR and Russia], Migracii i prostranstvennaja mobil'nost' v sel'sko-gorodskom kontinue Rossii v XX veke: upravljaemost', adaptivnost' i strategii preodolenija: sbornik trudov nauchnoj konferencii, Stavropol', STI, 2011, pp. 59–71 (in Russian).

Received 27.10.2015

Accepted 28.04.2016

УДК 910.3; 911.7

А.Б. Себенцов¹, В.А. Колосов², М.В. Зотова³

ТУРИЗМ И ПРИГРАНИЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

До 1991 г. Калининградская область была закрыта для иностранцев (в основном из-за дислокации здесь баз Балтийского флота и других воинских соединений), ее не было на всех международных туристических картах. Отсутствие непосредственной границы с основной территорией России не создавало заметных трудностей области, включенной в состав РСФСР после Второй мировой войны. В 1991 г., после обретения независимости странами Балтии (Эстония, Латвия, Литва) и Белоруссией, Калининградская область физически отделена от остальной части России, а с 2004 г. она оказалась окружена государствами-членами ЕС (Польшей и Литвой). Такая эксклавность создает значительные проблемы для региона. В связи с этим роль и характер развития туризма рассматриваются как зеркало основных особенностей и проблем развития региона, таких, как расширение приграничного сотрудничества и социальная интеграция. Определена роль приграничного сотрудничества Калининградской области с соседними странами в развитии въездного туризма.

Ключевые слова: туризм, Калининградская область, эксклав, приграничное сотрудничество, Балтийский регион.

Введение. Особенности туризма на пограничных территориях и влияния государственных границ на туризм привлекают в последние годы значительное внимание отечественных и зарубежных географов и других исследователей [Александрова, Ступина, 2014; Timothy, 2002; Wieskowski, 2010]. Пограничные территории часто отличаются высоким туристическим потенциалом, так как многие из них мало затронуты человеческой деятельностью и сохраняют слаборазрушенные привлекательные ландшафты, богаты достопримечательностями и памятниками, связанными с важными событиями прошлого.

Границы представляют собой барьер и одновременно фильтр для туризма, как и для других сфер деятельности, в частности, из-за визового режима и его селективного применения для разных категорий лиц. Они значительно меняют пространственную конфигурацию потоков вследствие разного рода запретов и иных мер безопасности, неравномерности размещения пограничных переходов и т.п.

Одного только высокого туристического потенциала приграничья недостаточно для развития туристической индустрии. Как и в других районах, необходима адекватная инфраструктура – транспортная сеть, система маркетинга, информации и размещения, соответствующая сфера услуг. В пограничье у туристов должна быть достаточно сильная мотивация для преодоления сложностей пересечения границы – для них территория по другую сторону государственного рубежа должна иметь положительный имидж и яркий бренд, продвигаемый местными властями с помощью специальной маркетинговой политики, включающей обычно различные фестивали, церемонии и международные мероприятия. Людей

привлекает «инаковость» противоположной стороны, ее «экзотика», резкий разрыв в социально-экономическом пространстве. Типичные формы приграничного туризма – поездки в соседнюю страну за покупками и услугами, в том числе медицинскими, для проведения досуга и посещения специальных мероприятий.

Граница, особенно между территориями, принадлежащими к различным политическим регионам и сильно отличающимся культурам, в том числе по религии, языку, образу жизни, или между странами, находящимися в остром конфликте, сама по себе может быть объектом показа («граница как театр») [Amilhat-Szary, 2012]. Так, на границе демилитаризованной зоны, разделяющей КНДР и Республику Корея, туристы могут наблюдать огневые точки и центры управления на противоположной стороне, они знакомятся с выставкой о повседневной жизни на Севере и посещают один из обнаруженных в конце 1970-х гг. туннелей, позволявших северокорейской стороне перебросить тысячи солдат и внезапно атаковать расположенный недалеко Сеул. Кипрские власти устроили на границе с непризнанной Турецкой Республикой Северного Кипра вблизи г. Фамагуста специальную экспозицию, посвященную вводу турецких войск на остров в 1974 г., оккупации ее северной части и вытеснению оттуда греков. Здесь можно наблюдать выселенный турецкими войсками многоэтажный квартал-призрак Вароша с бывшими гостиницами и жилыми домами, здесь преследуется еще и идеологическая цель, так как у посетителя формируется представление о греческой общине как жертве агрессии.

Привлекательными объектами туризма могут быть и бывшие государственные рубежи, так назы-

¹ Институт географии РАН, лаборатория геополитических исследований, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: asebentsov@gmail.com

² Институт географии РАН, лаборатория геополитических исследований, заведующий лабораторией, докт. геогр. н.; e-mail: vladimirkolossov@gmail.com

³ Институт географии РАН, лаборатория геополитических исследований, науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: zotovam@bk.ru

ваемые фантомные границы, которые в результате изменения политической карты полностью или частично потеряли свой статус, но проявляются в культурном ландшафте, экономических и политических различиях (например, в электральных) между соседними территориями и поныне [Hirschhausen B. von et al., 2015]. К наиболее известным фантомным границам можно отнести Берлинскую стену – около знаменитого в прошлом пропускного пункта Чарли между Восточным и Западным Берлином организована экспозиция и восстановлены некоторые элементы городского ландшафта эпохи холодной войны. Другим примером может служить историко-культурный комплекс «Линия Сталина» в Белоруссии – один из грандиозных фортификационных комплексов в полосе укрепленных районов на границе СССР до 1939 г.

Использование туристического потенциала приграничных территорий или государственной границы зависит от изменения ее функций. Открытость границы, смягчение ее барьерных функций, естественно, способствует лучшей реализации возможностей для туризма. Наивысшее ее проявление – формирование единого туристического пространства в случаях, когда туристические зоны примыкают к границе с обеих сторон и развиваются согласованно.

Индустрию туризма практически все эксперты считают ключевым сектором экономики Калининградской области, который мог бы стать одной из ее точек роста. Его развитие имеет особое значение в условиях эксклавного положения региона. Пути его развития – предмет непрекращающихся дискуссий [Винокуров, 2007; Клемешев, 2009; Рожков-Юрьевский, 2013; Себенцов, Зотова, 2013]. Особое внимание уделялось влиянию экономико-географического положения на социально-экономическое развитие региона в условиях евразийской интеграции, вступления в ВТО, существенных изменений в режиме функционирования Калининградской особой экономической зоны (ОЭЗ), кризисных явлений в российской экономике [Гимбицкий и др., 2014; Федоров, 2013; Федоров и др., 2013; Гареев, Елисеева, 2014]. Комплексное решение проблем эксклавного региона, в том числе развития туризма, возможно только с учетом баланса общероссийских, региональных и международных интересов. Приграничное сотрудничество в этой системе координат можно рассматривать как необходимое условие нормального развития региона и его экономики [Драгилева и др., 2005; Корнеевец, Кропинова, 2010; Кропинова, 2010].

Нашей целью было определить роль приграничного сотрудничества в развитии въездного туризма в условиях эксклавного положения Калининградской области.

Материалы и методы исследования. Исследование основано на материалах двух экспедиций в Калининградскую область (2012, 2014), в ходе которых проведена серия интервью с представителями бизнеса (в том числе туристического), экспертного сообщества, региональных и местных администраций, таможенных служб, религиозных и некоммер-

ческих организаций. В результате собрана обширная эмпирическая база, которая позволила проанализировать взгляды разных субъектов деятельности и комплексно оценить проблемы и перспективы развития туристической отрасли в Калининградской области. Кроме того, информационной основой статьи стали региональные стратегии и программы приграничного сотрудничества, ведомственная статистика, мониторинги туристических потоков и опросы, предоставленные Министерством по туризму Калининградской области, Калининградским туристским информационным центром и Агентством по международным и межрегиональным связям.

Результаты исследований и их обсуждение. Как для российского, так и для иностранного туриста посещение Калининградской области связано с пересечением государственной границы. Пересекать границы приходится и самим калининградцам. Процесс эксклавизации региона происходил постепенно, позволяя местной экономике и жителям адаптироваться к нему. В 1990-е гг. негативное влияние границ на развитие туризма было минимальным, поскольку свобода передвижения российских граждан практически не изменилась. Введение Литвой визового режима для граждан России и других стран СНГ тогда не стало серьезным препятствием для посещения региона. Для иностранных граждан, наоборот, регион стал открытым для посещения; для граждан Польши был введен безвизовый режим.

В 2000-е гг., особенно после вступления Польши и Литвы в ЕС, а затем и в Шенгенскую зону, эксклавизация стала сказываться на передвижении как российских, так и иностранных граждан. Если ранее жители Калининградской области могли посещать Польшу и Литву без визы по национальным паспортам, то в 2003 г. от них уже стали требовать визу. Для поездок в Россию по железной дороге и автомобильным транспортом были введены специальные транзитные документы. С 2005 г. для сухопутного транзита в Россию необходим загранпаспорт. С 2007 г. визы для посещения калининградцами соседних стран стали платными. Однако в 2012 г. вступило в силу Соглашение между Россией и Польшей о малом пограничном передвижении (МПП), которое облегчило взаимные посещения для жителей Калининградской области и соседних польских регионов.

По данным Министерства по туризму Калининградской области, число туристов, посетивших эксклав, выросло за постсоветский период в 1,5 раза (с 400 тыс. в конце 1980-х гг. до 600 тыс. человек в 2014 г.) [Ведомственная..., 2015]. Основной прирост общего числа туристов обеспечили российские граждане, доля которых выросла с 68,3% в 1997 г. до 93,7% в 2014 г. (рис. 1). При этом почти половину потока составили жители Москвы (27,9%) и Санкт-Петербурга (22,7%). Как и в советское время, для российских туристов основные цели посещения Калининградской области – лечебно-оздоровительный (48%) и культурно-познавательный туризм (28%) [там же].

После официального открытия области для иностранцев в 1991 г. первыми посещать регион начали так называемые ностальгические туристы – граждане Германии, родившиеся на территории бывшей Восточной Пруссии. В конце 1990-х–начале 2000-х гг. к ним добавились их дети и внуки, а также любознательные немцы, интересующиеся своей историей. «Ностальгический туризм» – общий феномен для всего российско-польского и некоторых участков российско-литовского пограничья, где граждане Германии составляют значительную часть потока туристов.

Иностранцы, в отличие от российских туристов, посещают Калининградскую область преимущественно с культурно-познавательными (46%) и деловыми целями (35%). Кроме граждан Германии, доля которых среди иностранных туристов сохраняется на уровне 60–70% в течение всего постсоветского периода, иностранные граждане прибывают в регион из Литвы и Польши, но их доля не так велика (в среднем 3–5% из каждой страны). Однако жители сопредельных регионов Литвы и Польши, регулярно приезжающие в Калининградскую область за покупками, с личными или деловыми целями, составляют значительный потенциал для увеличения числа иностранных туристов в области.

Местное приграничное передвижение как ресурс для развития въездного туризма. В 2014 г. через все пункты пропуска на территорию Калининградской области прибыли 2205 тыс. человек, что на 40% больше, чем в 2012 г. (рис. 2). При этом 3/4 (1738 тыс. человек) иностранцев въехали через пун-

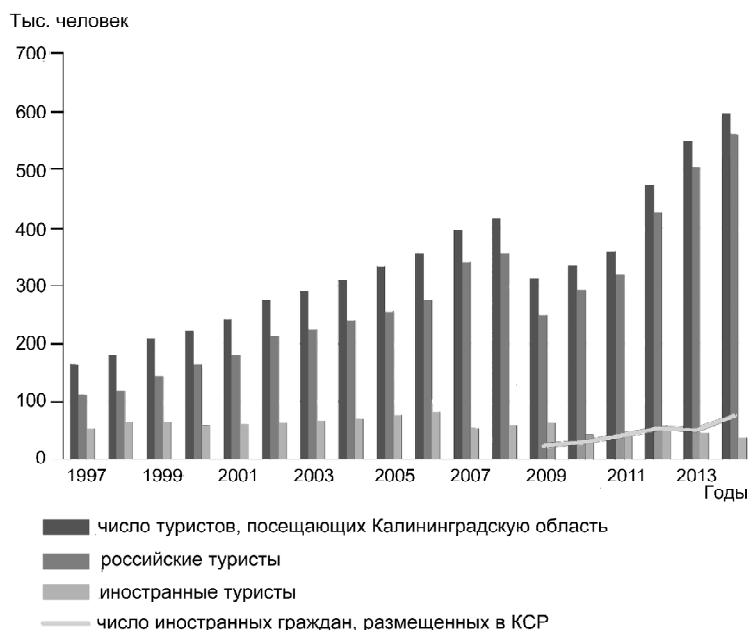


Рис. 1. Число туристов, посещающих Калининградскую область, человек, по [Аналитический..., 2015]

Fig. 1. Structure of inbound tourism flows in the Kaliningrad region, 1997–2014. Source: [UFMS, 2015]

кты пропуска на российско-польской границе. По данным Центрального статистического управления Польши, 88% пересечений на российско-польской границе в 2013 г. обеспечили именно польские граждане, которые в 50% случаев использовали карточки местного приграничного передвижения [Tourism..., 2015a, в]. Декларируемые гражданами Польши цели вполне позволяют квалифицировать их поездки в качестве туристских: 92,1% пересекают границу для покупок, 5,5% – с туристическими, 1,2% – с частными целями, 0,6% – по делам бизнеса. При этом продолжительность поездок 97% иностранцев не превышает один день [Аналитический..., 2015].

Эта категория иностранцев попадает под определение «посетитель»⁴, совершающий туристскую поездку, хотя и очень короткую [Статистика..., 2014]. В среднем один такой посетитель в 2013 г. расходовал за поездку около 260 злотых (приблизительно 2600 руб.), из которых 88% уходило на покупку топлива. Почти 96% поляков ездят за покупками на расстояние не более 30 км от границы, а значит, не доезжают до Калининграда, ограничиваясь посещением ближайшей бензозаправки. Следовательно, даже постоянно посещающие Калининградскую область жители соседних воеводств Польши не интересуются регионом как

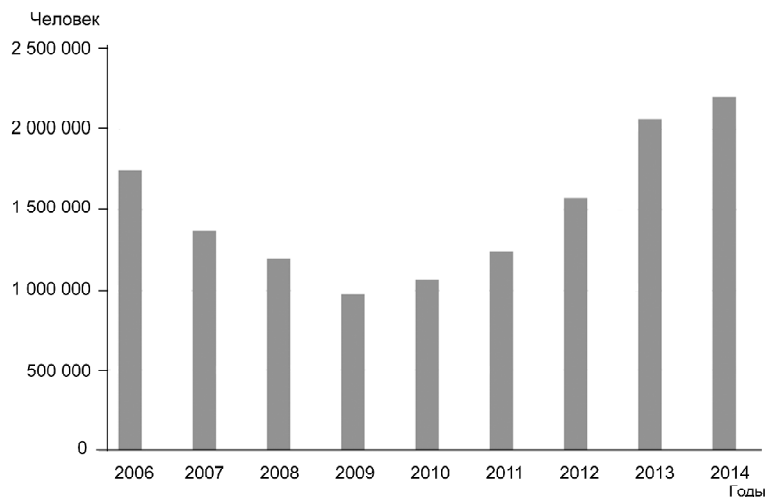


Рис. 2. Число въехавших в Калининградскую область через все пункты пропуска, человек, по [Аналитический..., 2015]

Fig. 2. The number of arrivals in the Kaliningrad region through border checkpoints, 2006–2014. Source: [UFMS, 2015]

⁴ Согласно одному из распространенных определений, туризм – система акторов, социальных практик и территорий, затронутых на различных этапах рекреационной деятельности, связанной с перемещением и временным нахождением людей в местности, не являющейся ареной их повседневной жизни [Knafou, Stock, 2003].

потенциальным местом для экскурсионного туризма или отдыха. По мнению Т. Оманьски, руководителя Польского культурного центра в Калининграде, главная причина отсутствия интереса поляков к Калининградской области – недостаток информации об интересных событиях в регионе, а также негативные стереотипы, которые по-прежнему сильны даже у жителей приграничных регионов. Проведенный лабораторией геополитических исследований ИГ РАН в 2013 г. опрос 675 студентов Балтийского федерального университета имени И. Канта (Калининград), Гданьского (Польша) и Клайпедского (Литва) университетов показал, что, несмотря на режим МПП, 88% литовских и 68% польских студентов никогда не бывали в России, тогда как подавляющее большинство их российских сверстников как минимум один раз посетили соседние страны. У 28% польских студентов Калининград ассоциируется с «бедностью», «низким уровнем жизни», «теневой экономикой», «контрабандой», «водкой», «мафией», и т.п. Только у 5% респондентов ассоциации были безусловно положительными, а у 68% – нейтральными [Себенцов, Зотова, 2013; Колосов, Вендина, 2014].

Для привлечения туристов из соседних польских воеводств необходимо наладить качественную систему информирования о событиях (концертах, фестивалях, распродажах и пр.), происходящих в регионе. Большим подспорьем могло бы стать изучение польского опыта по привлечению калининградских туристов. Сегодня практически каждый калининградец может найти информацию об актуальных коммерческих предложениях по отдыху и шопингу в соседних воеводствах Польши, собранную в один каталог. К нему часто прилагается карточка, позволяющая получить скидки во всех ресторанах, магазинах и отелях, предоставивших в каталоге свою информацию. Эти каталоги распространяются по почтовым ящикам, во многих магазинах, на заправках, в туристских информационных центрах и на пунктах пропуска. Частью системы информирования могла бы стать также специальная сертификация заведений на предмет готовности к приему туристов из Польши (или других стран).

Туризм как приоритет регионального развития и приграничного сотрудничества. Уже с начала 1990-х гг. туризм назван одним из приоритетов регионального развития и международного сотрудничества области. Однако в сфере туризма в 1990-е гг. оно было крайне ограничено и осуществлялось преимущественно в рамках российско-польского (1992) и российско-литовского советов

(1999). В конце 1990-х–начале 2000-х гг. с участием Калининградской области сформировано 5 еврорегионов, которые стали площадками для разработки и обсуждения многочисленных проектов, в том числе в сфере туризма. Для некоторых еврорегионов (Лына-Лава и Шешупе) туризм стал единственным направлением их крайне скромной деятельности.

Туризм сохранил приоритетное значение в Стратегиях развития области (2003, 2012) и программах приграничного сотрудничества, которые становятся основным инструментом взаимодействия между Калининградской областью и соседними регионами (рис. 3). Работа над этими программными документами шла параллельно, что позволяет выделить несколько этапов сотрудничества в сфере туризма.

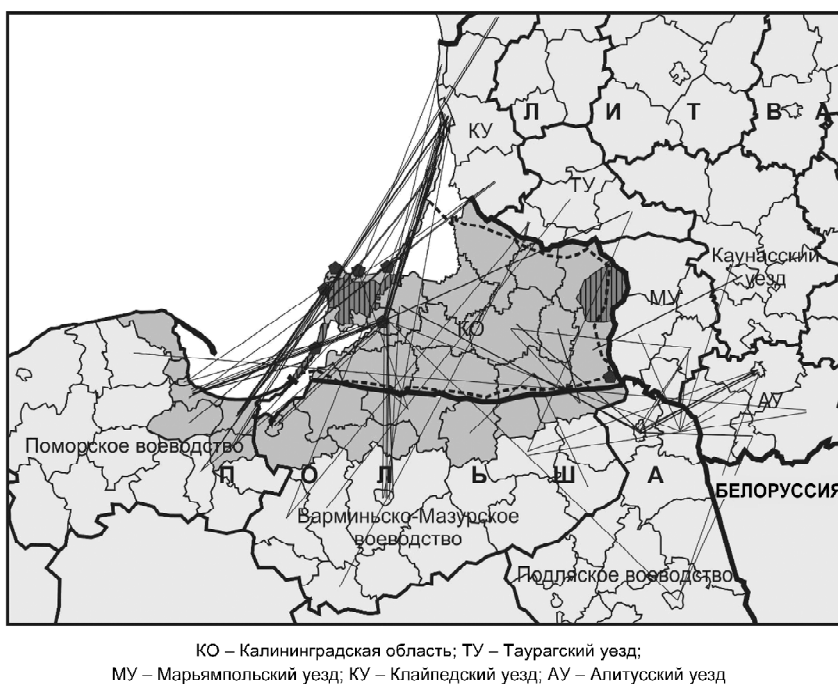


Рис. 3. Приграничное сотрудничество и развитие туризма в Калининградском пограничье. Построен по расчетам авторов

Fig. 3. Cross-border cooperation and tourism development in the Kaliningrad borderland. Source: Authors' compilation

Первый этап (2003–2006) был связан с подготовкой первой Программы приграничного сотрудничества Литвы, Польши и России (2004–2006 гг.) по линии INTERREG/TACIS и разработкой новых стратегических документов, напрямую связанных с развитием туризма [Государственная..., 2005; Стратегия..., 2003].

Хотя расширение ЕС привело к усилению барьерных функций границ Калининградской области, региональная стратегия и программа приграничного сотрудничества пронизаны идеей формирования общего туристско-рекреационного пространства. Туризму был посвящен один из разделов программы (14 проектов), цель которого – «развитие индустрии приграничного туризма и отдыха, модернизация инфраструктуры, сохранение объектов культу-

ры приграничного значения» [Čiupaila et al., 2006]. Многие проекты апеллируют к общему историческому прошлому пограничья («По следам замков в регионе Балтийского моря – возрождение и продвижение объектов»), к общему культурному пространству («Развитие общего культурного пространства в еврорегионе Неман», «Сохранение культурного наследия Восточной Пруссии и укрепление региональной идентичности» и др.). В других проектах акцентируется внимание на возможностях совместного использования трансграничных экосистем – Висленского и Куршского заливов, многочисленных рек и озер («Открытие водного туристического маршрута в Куршском заливе: Клайпеда – Калининград»).

В областной программе развития туризма (2003–2007) также ставилась задача «формирования единого туристско-рекреационного пространства» и подчеркивалось, что общее прусское наследие способно привлечь большое число туристов, однако требует значительных средств на реставрацию памятников той эпохи. Однако гораздо большее внимание было уделено продвижению региона в качестве «Янтарного края». При этом традиции добычи, обработки и исторические маршруты транспортировки янтаря рассматривались как «специфический элемент историко-культурного наследия» [Государственная..., 2005]. Предлагалось запустить такие проекты, как торгово-ремесленная Янтарная улица в Калининграде, международные маршруты (Большое, Среднее и Малое Янтарное кольцо) по отдельным сегментам так называемого Великого Янтарного пути. Эти маршруты, помимо населенных пунктов Калининградской области, должны были включать приграничные города соседних стран.

Второй этап (2007–2013) характеризовался постепенным изменением приоритетов в развитии туризма. Принятая в 2007 г. новая Областная целевая программа уже не концентрируется на разработке особого калининградского бренда. В документах отсутствует упоминание о «Янтарном крае», а в среднесрочной перспективе флагманскими проектами для привлечения отечественных и иностранных туристов должны были стать созданная в 2007 г. ОЭЗ туристско-рекреационного типа «Куршская коса» и анонсированный в 2009 г. проект игровой зоны «Янтарная» [Целевая..., 2007]. Создание же единого туристско-рекреационного пространства рассматривалось уже как отдаленная перспектива, что, вероятно, связано с очередным витком усиления барьерных функций границ с Польшей и Литвой.

В 2007 г. Калининградская область была включена в новую программу приграничного сотрудничества Литва–Польша–Россия (2007–2013), где были учтены уроки предыдущего программного периода. Так, вместо сложного финансирования из различных фондов и европейских программ (INTERREG, TACIS, PHARE) была создана единая для всех участников финансовая система с одина-

ковым набором правил и процедур – Европейский инструмент соседства и партнерства (ENPI); снижен порог софинансирования для заявителей проектов, появилось больше возможностей для адаптации приоритетов, предложенных Европейской комиссией, к реальным потребностям территорий. Учитывая финансовый вклад российской стороны в бюджет программы, участие Калининградской области стало более равноправным.

Туризм стал одним из ключевых направлений сотрудничества (16 проектов из 60). Особый акцент был сделан на совместном создании, подготовке и разработке технико-экономического обоснования приграничных туристских продуктов, совместной деятельности по их продвижению и др. [Программа..., 2008]. Такой подход полностью соответствовал существовавшей на тот момент стратегии развития.

Важным шагом к созданию совместного туристического продукта стало развитие сети туристско-информационных центров в приграничье для продвижения информационных материалов и коммерческих предложений для туристов. Они были созданы в Советске и Калининграде.

Одновременно с разработкой совместных туристических маршрутов проводилась реставрация их ключевых объектов или создание новых (памятник королеве Луизе в Советске, строительство променада и причала в Янтарном). Многие приграничные проекты носили «зеркальный» характер, т.е. партнеры использовали опыт друг друга для повышения своего туристического потенциала, модернизации туристической инфраструктуры. Именно в рамках такого типа проектов шла реконструкция городских парков в Светлом и Мальборке (Польша), в Калининграде и Юрбаке (Литва). По такому же принципу шло создание веревочных парков в приграничных городах Озерск и Элк (Польша), реконструкция историко-археологического музея в Эльблонге и музея «Фридландские ворота» в Калининграде.

На третьем этапе (с 2014 г.), несмотря на неблагоприятный внешний фон, Калининградская область и соседние регионы Литвы и Польши приняли активное участие в разработке новых программ приграничного сотрудничества на 2014–2020 гг. В новом программном периоде сотрудничество решено развивать в двустороннем формате – Россия–Польша и Россия–Литва. Как и в прошлые годы, участники программы, используя предложенные Европейской комиссией приоритеты, могут выбрать и адаптировать те из них, которые в наибольшей мере соответствуют их взаимным интересам.

Проекты программ показывают, что туризм остается приоритетом приграничного сотрудничества, в том числе в рамках двустороннего формата. В польско-российской программе основной акцент сделан на развитие трансграничного туризма, создание сети сотрудничества субъектов туристического бизнеса, совместное развитие и продвижение существующих туристических центров [Kozak et al.,

2013]. В литовско-российской программе усилия будут сконцентрированы на совместном продвижении местной культуры и сохранении общего исторического и природного наследия [Lithuania – Russia, 2014]. Таким образом, в этих программах нашла развитие идея трансграничного туристско-рекреационного пространства.

В региональных стратегических документах, разработанных в области в 2012–2013 гг., напротив, отсутствует даже упоминание о создании общего с соседними регионами Польши и Литвы туристического продукта. Бренд «Кенигсберг – столица Восточной Пруссии» выпал из государственной программы развития туризма, несмотря на внимание, уделяемое реставрации объектов культурного наследия. Основа успешного продвижения региона на туристическом рынке, видимо, состоит в создании ярко выраженного центра притяжения, вокруг «якорных» проектов, к которым относят строящийся океанариум, тематические парки, игорные зоны [Стратегия..., 2012]. Так, для позиционирования калининградского туристического продукта предлагается концепция «Россия в Европе», а для привлечения и российских, и иностранных туристов – концепция «Европейская Россия» и связанный с ней якорный проект в виде тематического парка международного значения. В стратегии вновь появляется концепция позиционирования региона в качестве «янтарного края», которая предполагает реализацию трех якорных проектов – «Янтарное сердце России», «Янтарное кольцо России» и «От косы до косы». Один из немногих проектов, который так или иначе апеллирует к прусскому наследию и построению трансграничного туристско-рекреационного пространства, – проект «Старый город», подразумевающий воссоздание части исторической застройки центра Калининграда.

Таким образом, программы приграничного сотрудничества продвигают общие элементы туристского потенциала – культурное наследие Восточной Пруссии. Областные концепции, напротив, развивают в первую очередь те подходы к позиционированию регионального туристического продукта, которые отличают Калининградскую область от соседних регионов общего приграничья трех стран. С одной стороны, это кажется странным, поскольку бренд «Восточная Пруссия» можно считать сложившимся. С другой стороны, отсутствие упоминания об этом бренде в официальной стратегии, вероятно, связано с перманентными фобиями, связанными с возможными проявлениями сепаратизма на «западном форпосте» страны. Некоторые местные эксперты, принимающие активное участие в приграничном сотрудничестве, также разделяют эти опасения. В Калининградской области сложилось особое сообщество, изолированное от остальной территории России в силу эксклавности региона и сформированное преимущественно из приезжих и их потомков, они с детства растут в ином культурном ландшафте, окруженные памятниками культуры, которые мало связаны с историей их страны. Относитель-

ная изоляция и погруженность в другую среду со временем могут привести к изменению идентичности калининградцев. Если учитывать такую возможность, то концепция «Россия в Европе» звучит значительно безопаснее, чем концепция «Русского Запада» или «Европейской России», которые изначально подчеркивают «особость» и «инаковость» региона.

И областные стратегические документы, и программы приграничного сотрудничества указывают на многие барьеры, препятствующие реализации значительного туристско-рекреационного потенциала области: транспортная доступность, визовые проблемы, языковой барьер, слабое развитие малого бизнеса, административные трудности и др. Многие из этих барьеров, хотя и характерны для всех субъектов РФ, в Калининградской области приобретают особые черты в силу ее приграничного и эксклавного положения. Так, 80% участников программ INTERREG/TACIS (2004–2006) и ENPI (2007–2014) указали, что основное ограничение совместного решения проблем в экономической, социально-культурной и институциональной сферах – режим границы [Kozak et al., 2013]. Пограничные барьеры служат также основным препятствием для формирования единого туристско-рекреационного пространства.

Для предоставления дополнительных возможностей туристам, желающим посетить Калининградскую область, представительство МИД в Калининграде в качестве эксперимента начало выдавать с 1 февраля 2002 г. краткосрочные 72-часовые визы, которые вклеиваются в паспорт туриста непосредственно в момент пересечения границы. Граждане стран Шенгенской зоны, а также Великобритании и Японии имеют возможность получить визу в одном из трех консульских пунктов, расположенных на границе, – в Мамоново, аэропорту Храброво и Багратионовске. Получение подобной визы формально связано с необходимостью покупки туристического продукта у одной из 6 аккредитованных турфирм. В реальности турфирмы предлагают купить хотя бы страховку, которая вместе с визой обходится в 65 долл. США. Чаще всего услугой «виза на границе» пользуются граждане Германии, Франции, Великобритании, скандинавских стран и Польши.

По словам сотрудников представительства МИД в Калининграде, этой возможностью пользуются от 500 до 1500 иностранных туристов в год, поэтому консульские пункты работают только по звонку из аккредитованных турфирм. В связи с небольшим спросом на такую услугу и негативным фоном вокруг новых правил оформления шенгенских виз для россиян МИД принял решение прекратить эксперимент с 1 января 2015 г. Однако по просьбе правительства региона эксперимент был продлен до 31 декабря 2016 г. Одна из причин непопулярности услуги «виза на границе» – небольшой период ее действия. Кроме того, визу можно получить только в рабочие дни и строго с 9:00 до 18:00. В случае отмены или задержки рейса турист рискует надолго застрять в транзитной зоне аэропорта.

Необходимо расширить практику выдачи виз на границе и срок их действия, так как известно, что иностранные граждане предпочитают приезжать в Калининградскую область на срок не менее 10 дней.

Выводы:

– успешное развитие Калининградской области во многом зависит от успешного международного, в том числе приграничного, сотрудничества. При этом туризм – одна из немногих сфер, где негативные стороны географического положения – «тотальная пограничность» и изолированность от основной территории страны – могут стать мощным стимулом развития. Эксклавное положение создает условия для радикального ослабления визового режима, что должно положительно сказаться на привлечении иностранных туристов;

– трансграничные туристические маршруты и историко-культурное наследие Восточной Пруссии, продвигаемые в программах приграничного сотруд-

ничества, могут сыграть важную роль для привлечения иностранных туристов. Ослабление визового режима и развитие приграничного сотрудничества в сфере туризма будут способствовать формированию общего для приграничья трех стран туристического продукта. Еще одним трансграничным брендом может стать проект «Всемирный путь янтаря», потенциальные туристские маршруты которого также охватывают приграничные территории соседних стран. Другие региональные бренды («Россия в Европе» и «Европейская Россия») имеют меньше шансов стать предметом приграничного сотрудничества. Оно не может снять все барьеры, препятствующие развитию туризма, но позволяет решить комплекс проблем, связанный с режимом границы и ее обустройством, совместным использованием трансграничных экосистем, регулированием хозяйственной деятельности в сфере туризма в приграничной полосе.

Благодарности. Исследование выполнено в Институте географии РАН за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-18-03621 «Российское пограничье: вызовы соседства»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова А.Ю., Ступина О.Г. Туристское регионоведение: влияние региональной интеграции на туристский рынок. М.: Кнорус М, 2014.

Аналитический обзор миграционной ситуации и деятельности УФМС России по Калининградской области за 2014 г. Калининград: УФМС РФ по Калининградской области, 2015.

Ведомственная статистика Министерства по туризму Калининградской области, Калининград, 2015.

Винокуров Е.Ю. Теория анклавов. Калининград, 2007.

Гареев Т. Р., Елисеева Н. А. Модель товарных потоков эксклавного региона: в поисках ренты «переходного периода» особой экономической зоны // Балтийский регион. 2014. № 1. С. 72–90.

Гимбицкий К.К., Кузнецова А.Л., Федоров Г.М. Развитие экономики Калининградской области: этапы реструктуризации // Балтийский регион. 2014. № 1. С. 56–71.

Государственная программа развития туризма и рекреации в Калининградской области на 2002–2006 гг. Калининград: Администрация Калининградской области, 2005.

Дражилова И.И., Корнеевец В.С., Кропинова Е.Г. Международное сотрудничество и развитие туризма в Калининградской области // Регион сотрудничества. 2005. № 1. С. 11–19.

Клемешев А.П. Российский эксклав на Балтике: эволюция эксклавности и поиск путей ее преодоления // Балтийский регион. 2009. № 2. С. 102–115.

Колосов В.А., Вендина О.И. Геополитическое видение мира, идентичность и образы друг друга в представлениях молодых жителей Калининграда, Гданьска и Клайпеды // Балтийский регион. 2014. № 4. С. 7–30.

Кропинова Е.Г. Международная кооперация в сфере туризма и формирование трансграничных туристских регионов на Балтике // Вестн. БФУ имени И. Канта. 2010. № 1. С. 113–119.

Корнеевец В.С., Кропинова Е.Г. Программа приграничного сотрудничества «Литва–Польша–Россия» на 2007–2013 гг. в формировании трансграничного туристского региона Юго-Восточной Балтики и обеспечении устойчивого развития территории // Балтийский регион. 2010. № 7. С. 152–156.

Программа приграничного сотрудничества «Литва–Польша–Россия» на 2007–2013 гг. Варшава, 2008. 69 с.

Рожков-Юрьевский Ю.Д. Политико-географические особенности развития Калининградской области как эксклавного региона России: Автореф. канд. дисс. Калининград, 2013.

Себенцов А.Б., Зотова М.В. Потенциал ЭГП Калининградской области: ограничения и перспективы реализации // Балтийский регион. 2013. № 4(18). С. 113–131.

Статистика туризма / Под ред. А.Ю. Александровой. М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. 464 с.

Стратегия социально-экономического развития Калининградской области как региона сотрудничества на период до 2010 г. Калининград: Администрация Калининградской области, 2003. 72 с.

Стратегия социально-экономического развития Калининградской области на долгосрочную перспективу. Калининград: Администрация Калининградской области, 2012. 189 с.

Федоров Г.М. Общие и специфические факторы развития экономики российского эксклава: Социально-экономическая география // Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2013. № 2. С. 195–204.

Федоров Г.М., Зверев Ю.М., Корнеевец В.С. Россия на Балтике: 1990–2012 гг. Калининград: Изд-во БФУ имени И. Канта, 2013. 252 с.

Целевая программа Калининградской области «Развитие Калининградской области как туристического центра на 2007–2014 гг.». Калининград: Администрация Калининградской области, 2007.

Amilhat-Szary A.-L. Border art and the politics of art display // J. Borderlands Stud. 2012. Vol. 27(2). P. 213–228.

Čiupaila R., Hetman K., Gurova S. et al. Triple jump. Projects of Lithuania, Poland and Kaliningrad Region of Russian Federation Neighbourhood Programme. 2006. 208 p. URL: http://ec.europa.eu/regional_policy/archive/country/commu/docoutils/interregiia_triplejump.pdf (дата обращения: 25.09.2015).

Hirschhausen von B., Grandits H., Kraft C. et al. Phantomgrenzen. Räume und Akteure in der Zeit neu denken. Berlin: Wallstein, 2015.

Knafou R., Stock M. Tourisme // Dictionnaire de la Géographie. Paris; Berlin, 2003. P. 931–933.

Kozak M., Pioszaj A., Rok J., Smękowski M. Centre of European and local studies «EUROREG». Warsaw: Warsaw University, 2013.

Lithuania – Russia Cross-Border Cooperation Programme 2014–2020. Vilnius, 2014. 63 p.

Timothy D.J. Tourism and political boundaries. L.; N.Y.: Routledge Advances in Tourism, 2002.

Tourism in 2014. Warsaw: Central Statistical Office, 2015a. 254 p.

Tourism in Lithuania. 2014. Vilnius: Statistical Department of Lithuania, 2015b. 124 p.

Wieskowski M. Tourism development in the borderlands of Poland // *Geographia Polonica*. 2010. Vol. 83, N 2. P. 67–81.

Поступила в редакцию 08.02.2016

Принята к публикации 28.04.2016

A.B. Sebentsov¹, V.A. Kolossov², M.V. Zotova³

TOURISM AND CROSS-BORDER COOPERATION IN THE KALININGRAD REGION

Until 1991, the Kaliningrad Oblast (region) was a contiguous part of the Soviet Union. It was inaccessible for foreigners (largely because of the Baltic naval fleet bases and other military contingents staying there), and therefore featured on no international touristic maps. Incorporated into the Russian Soviet Federative Socialist Republic (RSFSR) as a part of the westward expansion of the USSR into former Eastern Prussia at the end of the World War II, the region lacks contiguity with the rest of Russia, but it was then of less concern. Indeed, it was a part of the western bastion of the Soviet Union protecting the 'Hero city' of Leningrad. In 1990–91 with (re-) establishment of independence of the Baltic States (Estonia, Latvia and Lithuania), and of Belarus as well, the Kaliningrad region became physically separated from the rest of Russia. Since 2004 the region has been surrounded by member states of the European Union (Poland and Lithuania). Such 'exclavity' results in serious problems for economic development, social integration and political relations. The role and nature of (international) tourism can be seen as a barometer for a number of these geopolitically-related issues.

Key words: tourism, Kaliningrad region, exclave, cross-border cooperation, Baltic Sea Region.

Acknowledgements. The study was realized in the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences and was supported by the grant of Russian Science Foundation (project N 4-18-03621 «Russian Borderland: Challenges of Neighbourhood»).

REFERENCES

Aleksandrova A.Ju., Stupina O.G. Turistskoe regionovedenie: vlijanie regional'noj integracii na turistskij rynek [Tourist studies: the impact of regional integration on tourism market], Moscow, Knorus M, 2014 (in Russian).

Amilhat-Szary A.-L. Border art and the politics of art display // J. Borderlands Studies. 2012. Vol. 27(2). P. 213–228.

Analiticheskij obzor migracionnoj situacii i dejatel'nosti UFMS Rossii po Kaliningradskoj oblasti za 2014 god [Analytical report about migration situation and activity of UFMS of Russia in Kaliningrad Oblast' for realization state migration policy in region in 2014], Kaliningrad: UFMS RF po Kaliningradskoj oblasti, 2015 (in Russian).

Celevaja Programma Kaliningradskoj oblasti «Razvitie Kaliningradskoj oblasti kak turistskogo centra na 2007–2014» [Target-oriented Program of Kaliningrad Oblast': Development of Kaliningrad Oblast' as touristic centre during 2007–2014], Kaliningrad: Administracija Kaliningradskoj oblasti, 2007 (in Russian).

Čiupaila R., Hetman K., Gurova S. et al. Triple jump. Projects of Lithuania, Poland and Kaliningrad Region of Russian Federation Neighbourhood Programme. 2006. 208 c. URL: http://ec.europa.eu/regional_policy/archive/country/commu/docoutils/interregiia_tripletjump.pdf (Accessed: 25.09.2015).

Dragileva I.I., Korneev V.S., Kropinova E.G. Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo i razvitie turizma v Kaliningradskoj oblasti [International cooperation and the development of tourism in the

Kaliningrad region], Region sotrudnichestva, 2005, no 1, pp. 11–19 (in Russian).

Fedorov G.M. Obshhie i specificheskie faktory razvitiya jekonomiki rossijskogo jeksklava [General and specific factors of economic development of the Russian exclave], Social'no-jekonomicheskaja geografija, Vestnik Associacii rossijskih geografov-obshhestvovedov, 2013, no 2, pp. 195–204 (in Russian).

Fedorov G.M., Zverev Ju.M., Korneev V.S. Rossiya na Baltike: 1990–2012 [Russia on Baltic: 1990–2012 Years], Kaliningrad: Izd-vo BFU imeni I. Kanta, 2013. 252 p. (in Russian).

Gareev T.R., Eliseeva N.A. Model' tovarnyh potokov jeksklavnogo regiona: v poiskah renty «perehodnogo perioda» osoboj jekonomicheskoy zony [Commodity flow model for an exclave region: rent-seeking in the 'transitional period' of the special economic zone], Baltijskij region, 2014, no 1, pp. 72–90 (in Russian).

Gimbickij K.K., Kuznecova A.L., Fedorov G.M. Razvitie ekonomiki Kaliningradskoj oblasti: etapy restruktizacii [The development of Kaliningrad regional economy: a new stage of restructuring], Baltijskij region, 2014, no 1, pp. 56–71 (in Russian).

Gosudarstvennaja programma razvitiya turizma i rekreacii v Kaliningradskoj oblasti na 2002–2006 gg. [State Program for development of tourism and recreation in the Kaliningrad Region for the period of 2002–2006], Kaliningrad, Administracija Kaliningradskoj oblasti, 2005 (in Russian).

¹ Institute of Geography RAS, Laboratory of Geopolitical Studies, Senior Research Scientist, PhD. in Geography; e-mail: asebentsov@gmail.com

² Institute of Geography RAS, Laboratory of Geopolitical Studies, Head of the Laboratory, D.Sc. in Geography; e-mail: vladimirkolossov@gmail.com

³ Institute of Geography RAS, Laboratory of Geopolitical Studies, Research Scientist, PhD. in Geography; e-mail: zotovam@bk.ru

Hirschhausen von B., Grandits H., Kraft C. et al. Phantomgrenzen. Räume und Akteure in der Zeit neu denken. Berlin: Wallstein, 2015.

Klemeshev A.P. Rossijskij jeksklav na Baltike: jevoljucija jeksklavnosti i poisk putej ee preodolenija [Russian exclave on the Baltic Sea: evolution of exclavity and ways to overcome it], Baltijskij region, 2009, no 2, pp. 102–115 (in Russian).

Kolosov V.A., Vendina O.I. Geopoliticheskoe videnie mira, identichnost' i obrazy drug druga v predstavlenijah molodyh zhitelej Kaliningrada, Gdan'ska i Klajpedy [The geopolitical vision of the world, the identity images of each other in the views of young residents of Kaliningrad, Gdansk and Klaipeda], Baltijskij region, 2014, no 4, pp. 7–30 (in Russian).

Korneev V.S., Kropinova E.G. Programma prigranichnogo sotrudnichestva «Litva–Pol'sha–Rossija na 2007–2013 gody v formirovanii transgranichnogo turistskogo regiona Jugo-Vostochnoj Baltiki i obespechenii ustojchivogo razvitija territorii [The 'Lithuania–Poland–Russia' neighbourhood program in the framework of the formation of the cross-border tourism region in the South–Eastern Baltic and the promotion of the sustainable development of the territory], Baltijskij region, 2010, no 7, pp. 152–156 (in Russian).

Kozak M., Pioszaj A., Rok J., Smętkowski M. Experts' report on European Neighbourhood Instrument Programme «Poland–Russia» in period 2014–2020. Centre of European and Local Studies «EUROREG». Warsaw: Warsaw University, 2013. 122 p.

Knafou R., Stock M. Tourisme // Dictionaire de la Geographie. Paris; Berlin, 2003. P. 931–933.

Kropinova E.G. Mezhdunarodnaja kooperacija v sfere turizma i formirovanie transgranichnyh turistskih regionov na Baltike [International cooperation in the field of tourism and formation of cross-border tourist regions in the Baltic Sea area], Vestnik BFU imeni I. Kanta, 2010, no 1, pp. 113–119 (in Russian).

Lithuania – Russia Cross-Border Cooperation Programme 2014–2020. Vilnius, 2014. 63 p.

Programma prigranichnogo sotrudnichestva «Litva–Pol'sha–Rossija» na 2007–2013 gg. [Lithuania–Russia Cross-Border cooperation programme 2007–2013], Varshava, 2008. 69 p. (in Russian).

Rozhkov-Jur'evskij Yu.D. Politiko-geograficheskie osobennosti razvitija Kaliningradskoj oblasti kak jeksklavnogo regiona Rossii [Political and geographical features of development of Kaliningrad Region as exclave region], avtoref. diss. kand. geogr. nauk, Kaliningrad, 2013 (in Russian).

Sebensov A.B., Zotova M.V. Potencial EGP Kaliningradskoj oblasti: ogranichenija i perspektivy realizacii [Geography and economy of the Kaliningrad region: limitation and prospects of development], Baltijskij region, 2013, no 4(18), pp. 113–131 (in Russian).

Statistika turizma [Tourism statistics], pod. red. A.Yu. Aleksandrova, Moscow, Federal'noe agentstvo po turizmu, 2014. 464 p. (in Russian).

Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitija Kaliningradskoj oblasti kak regiona sotrudnichestva na period do 2010 g. [Strategies of socioeconomic development of the Kaliningrad Region as the cooperation area for the period until 2010], Kaliningrad, Administracija Kaliningradskoj oblasti, 2003. 72 p. (in Russian).

Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitija Kaliningradskoj oblasti na dolgosrochnuju perspektivu [Strategy of social and economic development of Kaliningrad Oblast' for long-range outlook], Kaliningrad, Administracija Kaliningradskoj oblasti, 2012. 189 p. (in Russian).

Timothy D.J. Tourism and political boundaries. L.; N.Y.: Routledge Advances in Tourism, 2002.

Tourism in 2014. Warsaw: Central Statistical Office, 2015. 254 p.

Tourism in Lithuania. 2014. Vilnius: Statistical Department of Lithuania, 2015. 124 p.

Vedomstvennaja statistika Ministerstva po turizmu Kaliningradskoj oblasti [Statistical Database of Ministry of Tourism of Kaliningrad Region], Kaliningrad, 2015 (in Russian).

Vinokurov E.Yu. Teorija anklavov [Theory of Exclaves], Kaliningrad, 2007 (in Russian).

Wieskowski M. Tourism development in the borderlands of Poland // Geographia Polonica. 2010. Vol. 83, N 2. P. 67–81.

Received 08.02.2016

Accepted 28.04.2016

УДК 551

Н.М. Писарчук¹, Е.Ю. Новенко², Д.Н. Козлов³, П.М. Шилов⁴

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ ЗАБОЛАЧИВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Представлены результаты исследования взаимосвязи между изменением климата в среднем и позднем голоцене и развитием ельника сфагново-черничного (*Piceetum myrtilloso-sphagnosum*) – типичной геосистемы для подзоны южной тайги на Восточно-Европейской равнине. На основе данных спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования торфяных отложений восстановлена история смен лесообразующих пород деревьев на ключевом участке и оценена интенсивность процессов заболачивания.

Исследования показали, что в среднем и позднем голоцене на месте современного ельника сфагново-черничного произрастал елово-широколиственный лес (7000–2900 кален. л. н.), а затем широколиственно-еловый (2900–800 кален. л. н.). Несмотря на значительные колебания температуры и количества осадков во вторую половину голоцена, эти сообщества долгое время сохранялись на изучаемой территории. Процесс заболачивания лесного массива и начало формирования сфагнового ельника относится к рубежу ~800 кален. л. н. и, возможно, связан с увлажнением и похолоданием климата в течение Малого ледникового периода. Скорость накопления торфа в небольшой депрессии рельефа на ключевом участке в ельнике сфагново-черничном изменялась в пределах 0,08–0,14 мм/год в течение среднего и позднего голоцена. Резкое увеличение скорости вертикального роста торфа установлено для последних 500 лет, когда скорость торфонакопления возросла в 5 раз и составила 0,44 мм/год. Это можно объяснить климатическими причинами, и ожидаемые изменения климата текущего столетия, возможно, будут способствовать дальнейшему развитию процесса болотообразования.

Ключевые слова: голоцен, спорово-пыльцевой анализ, скорость торфонакопления, ельник сфагново-черничный, Центрально-Лесной государственный заповедник.

Введение. Ретроспективный анализ взаимосвязи климатических изменений, динамики и функционирования лесных и болотных геосистем – одна из актуальных научных проблем, связанных с выявлением некоторых механизмов глобальных климатических изменений, а именно роли торфяных болот и заболоченных лесов в качестве резервного источника углерода в регуляции биогеохимических процессов [Вомперский и др., 1999; Минаева и др., 2008; Вомперский, 2009; Инишева и др., 2013]. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Climate Change, 2013], начиная с конца XIX в. средняя температура на Земле поднялась почти на 1 °C. Принято считать, что эти изменения связаны прежде всего с воздействием антропогенных факторов, приводящих к увеличению содержания парниковых газов в атмосфере. Очевидно, что исследования скорости заболачивания лесных геосистем в среднем и позднем голоцене, включающем периоды как похолодания, так и потепления, необходимы для надежных оценок естественных стоков и источников углерода.

Несмотря на исследования, посвященные процессам болотообразования в различных регионах

[Вомперский, 2009; Инишева и др., 2013; Елина, 2010; Паромов, 2014; Лапшина, 1995], в большинстве работ рассматриваются крупные болотные системы, в то время как развитие небольших лесных болот и заболоченных лесов остается малоизученным. Однако заболоченные леса в силу своего широкого распространения представляют собой важную составляющую резервуара органического углерода биосферы [Уткин и др., 2001; Минаева и др., 2008].

В качестве модельной территории для исследований роли климатического фактора в развитии заболоченных лесов был выбран Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник (ЦЛГПБЗ), расположенный на юге Валдайской возвышенности. Природный комплекс заповедника типичен для южно-таежной подзоны и является эталоном для обширной области моренного рельефа центральной части Восточно-Европейской равнины. Здесь сохранился уникальный для бореальных лесов Европы исторически сложившийся комплекс южно-таежных ельников [Факторы..., 1983]. Вследствие слаборасчлененного рельефа и особен-

¹ Белорусский государственный университет, географический факультет, кафедра физической географии мира и образовательных технологий, препод.; e-mail: pisarchuk@bsu.by

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

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: daniilkozlov@gmail.com

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, студент; e-mail: pavelshilovv@yandex.ru

ностей гидротермического режима территории заболоченные леса здесь широко распространены.

Исследованы взаимосвязи между изменением климата в среднем и позднем голоцене (реконструированного при помощи спорово-пыльцевого анализа) и развитием ельника сфагново-черничного, история смен лесообразующих пород деревьев и процессов заболачивания. Ельник сфагново-черничный – типичная геосистема для подзоны южной тайги Восточно-Европейской равнины, в связи с этим исследования на локальном уровне имеют региональное значение для анализа изменений растительности и скорости торфонакопления на обширных территориях.

Материалы и методы исследований. Заповедник расположен в центре европейской части страны, в юго-западной части Валдайской возвышенности (Тверская область, Нелидовский район), в пределах главного (Каспийско-Балтийского) водораздела Восточно-Европейской равнины (рис. 1).

чьев и рек. Производные леса из березы пушистой, осины и ольхи серой занимают около 43% всей территории [Шапошников, 1988]. В почвенном покрове присутствуют подзолистые, болотно-подзолистые и дерново-подзолистые почвы.

Исследования проведены в ельнике сфагново-черничном, расположенном в ядре заповедника на склоне моренной гряды в пределах выположенного ступенеобразного участка шириной около 600 м. Мощность торфа в пределах изученного участка варьирует от 20 до 85 см (рис. 1).

Топографическая съемка ключевого участка исследований с детальными промерами глубины торфяной залежи выполнена в ходе полевых работ в 2013 г. На основе этих материалов составлена карта мощности торфа (рис. 1). Отбор образцов на спорово-пыльцевой анализ, определение зольности торфа и радиоуглеродное датирование выполнен во время полевых работ 2014 г. из шурфа (точка ЕСЧ1, рис. 1), заложенного на одном из наиболее глубоких

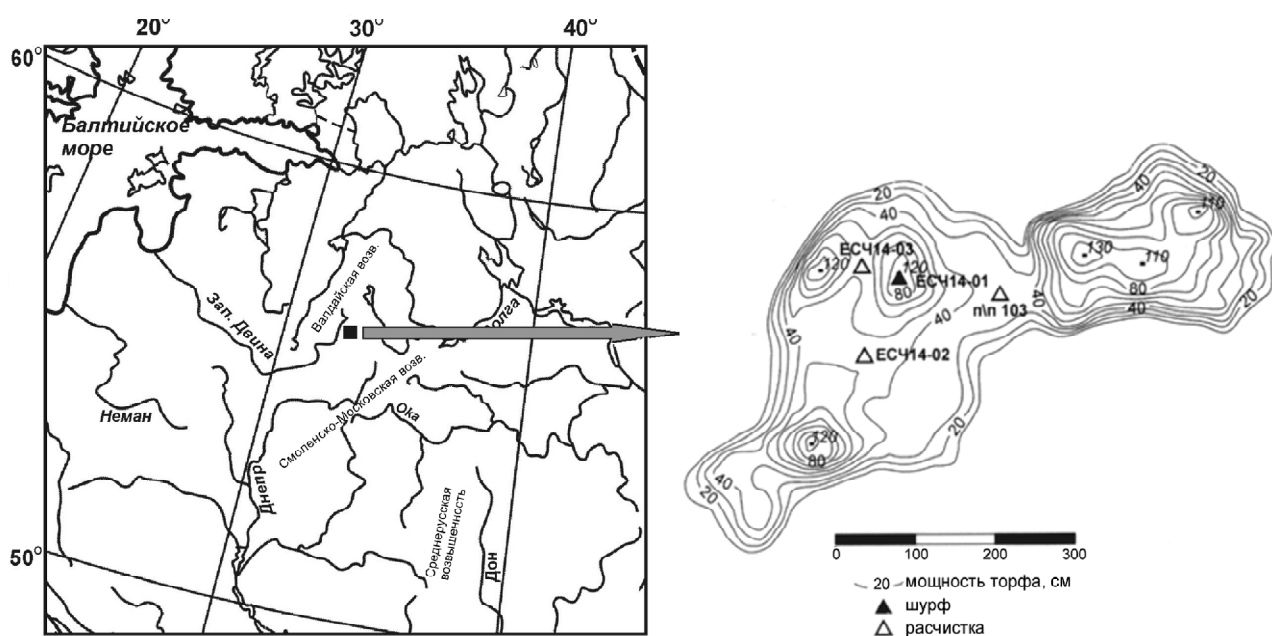


Рис. 1. Положение изучаемой территории и мощность торфяной залежи на ключевом участке

Fig. 1. Location of the study area. Thickness of peat within the sample plot

Рельеф заповедника – слабовсхолмленная водораздельная равнина со сглаженными формами рельефа и абсолютными отметками высоты 240–270 м над уровнем моря. Территория заповедника находится в области умеренно континентального климата. Средняя многолетняя температура в январе составляет $-9,0^{\circ}\text{C}$, в июле $+17^{\circ}\text{C}$, среднегодовая температура $+4,0^{\circ}\text{C}$, количество осадков 700 мм/год (по данным метеостанции в пос. Заповедный [Гидрометцентр..., 2015]).

В структуре растительного покрова ЦЛГПБЗ доминирующее положение занимают еловые леса, представленные целостным, относительно ненарушенным массивом (40%). Коренные формации представлены также сосновыми лесами сфагновой классификационной группы (10%), и черноольховыми лесами (1%), приуроченными к логам, долинам ру-

участков торфяной залежи. Для оценки скорости линейного прироста торфа изучены дополнительные небольшие шурфы в пределах ельника сфагново-черничного (точки ЕСЧ2 и 3, рис. 1) и отобраны образцы для определения возраста подошвы торфяных отложений.

Датированы образцы в радиоуглеродной лаборатории Института географии РАН. Для ельника сфагново-черничного получено 8 радиоуглеродных датировок (таблица). Калибровка радиоуглеродных дат проведена с использованием калибровочной кривой IntCal13 [Reimer et al., 2013]. Для калибровки образцов с высокой активностью, отобранных из верхних горизонтов торфа, применена программа CaliBomb [Hua et al., 2013]. Модель роста отложений (рис. 2) и расчеты скорости накопления торфа выполнены при помощи программы Bchron [Parnell et al., 2008].

Образцы для анализа зольности торфа отобраны из шурфа с интервалом 5 см. Зольность определена методом сухого озоления при температуре 450 °С. Для спорово-пыльцевого анализа торфяной залежи отобран монолит мощностью 90 см. Образцы на спорово-пыльцевой анализ отобраны через 1 см. Лабораторная обработка проведена по стандартной методике в Институте географии РАН [Гричук, 1940]. Обработку данных и построение спорово-пыльцевой диаграммы (рис. 3) выполнили с помощью программ TILIA и TILIA-Graph [Grimm, 1990].

Результаты исследований и их обсуждение. Детальное исследование мощности торфа в ельнике сфагново-черничном показало, что в рельефе кровли минерального дна торфяной залежи хорошо выражены 3 депрессии шириной 70–100 м и глубиной до 100 см. Эти понижения могут быть связаны с исходной морфоскульптурой рельефа подстилающих пород или иметь эрозионное происхождение. Депрессии перехватывают сток со склона моренной гряды, что в совокупности с небольшими уклонами поверхности определяет развитие заболачивания. Как показывает радиоуглеродная датировка подошвы торфа в одной из таких депрессий, выбранной нами для детального изучения, заболачивание рассматриваемого участка началось 6620±100 кален. л. н. (календарных лет назад). В конце атлантического периода и суббореальном периоде голоцена скорость торфонакопления составляла 0,10–0,14 мм/год. В начале субатлантического периода (после 2900 кален. л. н.) скорость торфонакопления понизилась до 0,08 мм/год. Полученные оценки значительно ниже средних значений торфонакопления в голоцене для южной тайги европейской территории России и Карелии [Вомперский

Радиоуглеродные датировки в разрезах в ельнике сфагново-черничном

Лабораторный номер, ИГ РАН	Глубина, см	Датируемые отложения	¹⁴ C возраст, лет назад	Калиброванный возраст, календарных лет назад
Расчетка ЕСЧ1				
4721	8–9	торф	125,07±2,63% современная активность	cal AD 1955 (вероятность 1.000)
4722	24–25	торф	440±60	447 (371–523)
4723	44–45	торф	2830±70	2965 (2871–3059)
4724	59–60	торф	3690±70	4037 (3938–4136)
4726	84–85	гиттия	5810±80	6616 (6520–6712)
Расчетка ЕСЧ2				
4727	24–25	торф	990±60	890 (822–955)
Расчетка ЕСЧ3				
4728	14–15	торф	134±2,91% современная активность	–
4729	34–35	торф	1030±60	940 (860–1019)
Постоянная пробная площадь 103 в ельнике сфагново-черничном				
4590	38–40	торф	1680±70	1600 (1527–1677)

и др., 1999; Инишева и др., 2013], где скорость вертикального прироста составляла 0,55–0,85 мм/год.

Расчеты показали, что в течение последних 500 лет скорость торфонакопления на рассматриваемом нами участке возросла до 0,44 мм/год. Время формирования верхнего горизонта слабо разложившегося торфа (глубина 0–9 см) составляет около 60 лет, однако из-за присутствия в верхних нескольких сантиметрах большого количества неразложившихся растительных остатков оценка скорости накопления торфа в этом горизонте завышена.

Датирование подошвы торфяного слоя в дополнительных расчетках показало, что на протяжении долгого периода (примерно с 6600 до 900 кален. л. н.) лесной массив не был заболочен, и накопление торфа локализовалось только в небольших по площади

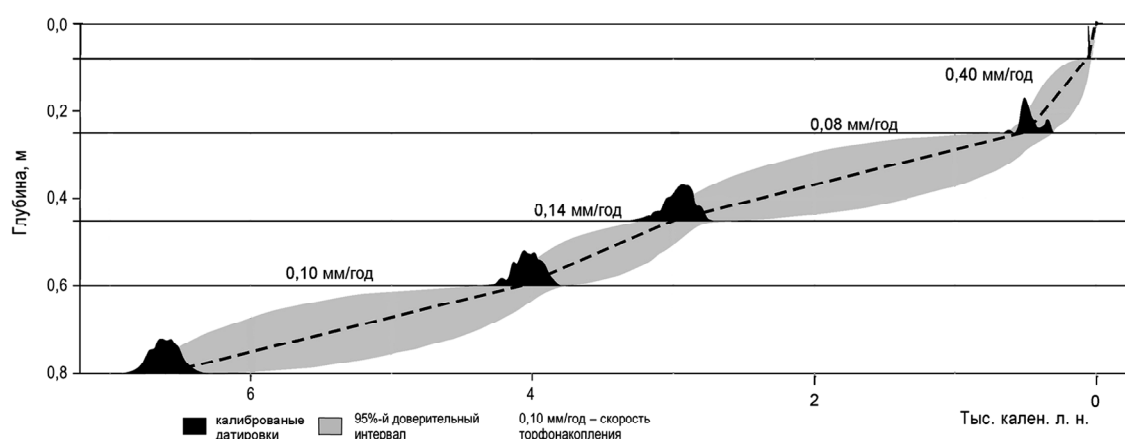
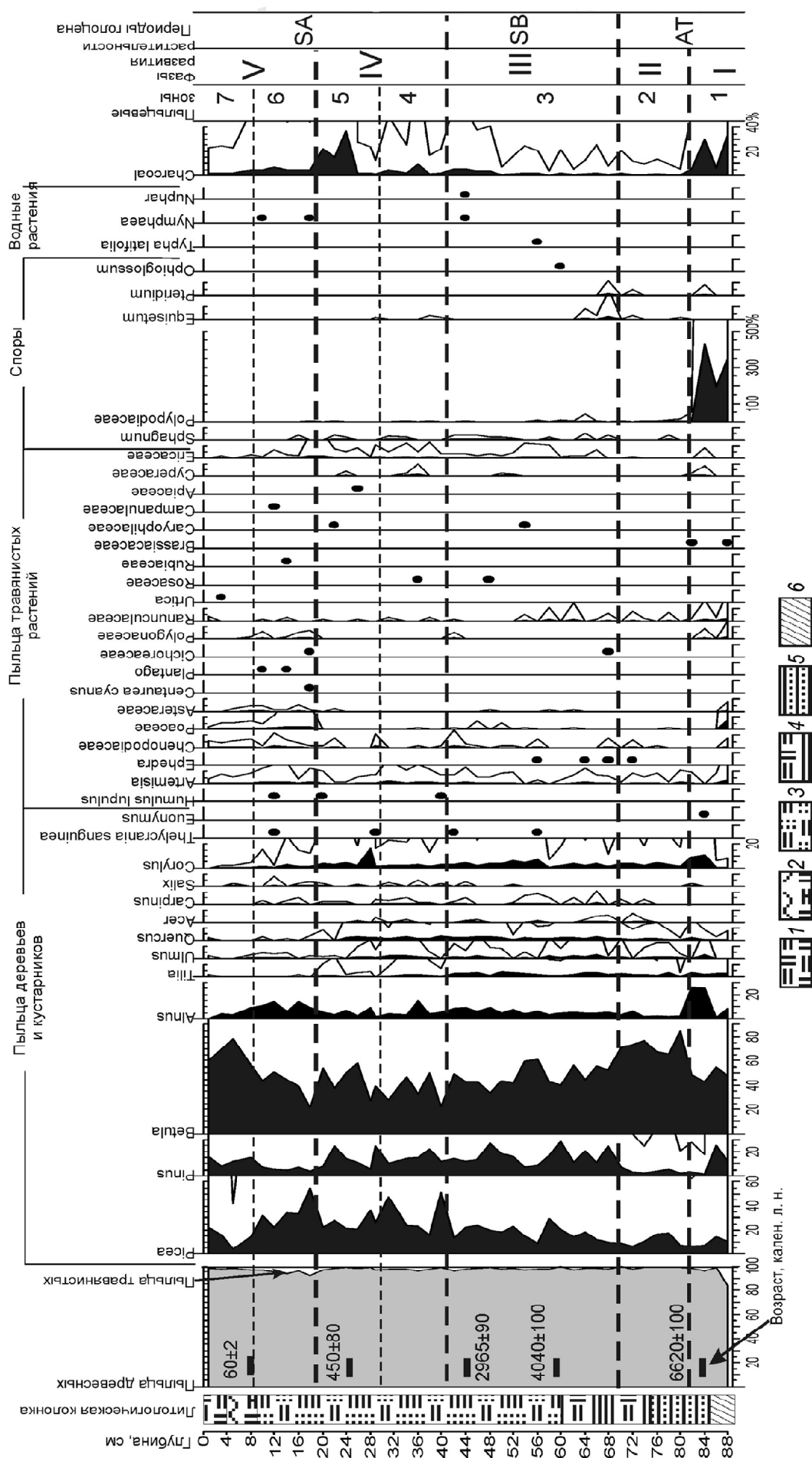


Рис. 2. Модель роста отложений для изученного разреза

Fig.2. Age-depth model for the studied peat section



понижениях рельефа. Датировка основания горизонта торфа на глубине 40 см (1600 ± 90 кален. л. н.) указывает на увеличение скорости вертикального роста торфа до 0,25 см/год и расширение площади заболоченного леса. Определения возраста начала накопления торфа в расчистках на неглубоких «перемычках» между понижениями рельефа показали, что формирование заболоченного ельника как единого массива началось около 900 кален. л. н.

Рассматриваемая торфяная залежь характеризуется высоким содержанием органического вещества (рис. 4). Зольность постепенно понижается от 7% в основании разреза до 3% в его средней части – в интервале глубины 45–25 см (3000–500 кален. л. н.). В верхней части разреза (20–5 см, последние 400 лет) зафиксировано увеличение зольности торфа до 6,6%, что может быть связано с интенсивным поступлением минеральных частиц в торф.

При анализе и интерпретации палинологических данных важен размер территории, с которой пыльца и споры поступают в изучаемые отложения. Моделирование релевантной области поступления пыльцы («relevant source area of pollen») в озеро или болото, проведенное группой исследователей в лесной области в Финляндии, Южной Швеции и Прибалтике [Broström et al., 2008], показало, что в водоеме небольших размеров (<1 га) основное количество пыльцы поступает с территории, имеющей радиус 1,5–2,5 км. Таким образом, спорово-пыльцевые спектры, сформировавшиеся в небольшом заболоченном понижении под кронами деревьев, отражают преимущественно локальную растительность и содержат информацию об истории лесного массива, непосредственно окружающего это понижение. Результаты специальных методических исследований, выполненных Е.Ю. Новенко с соавторами [Но-

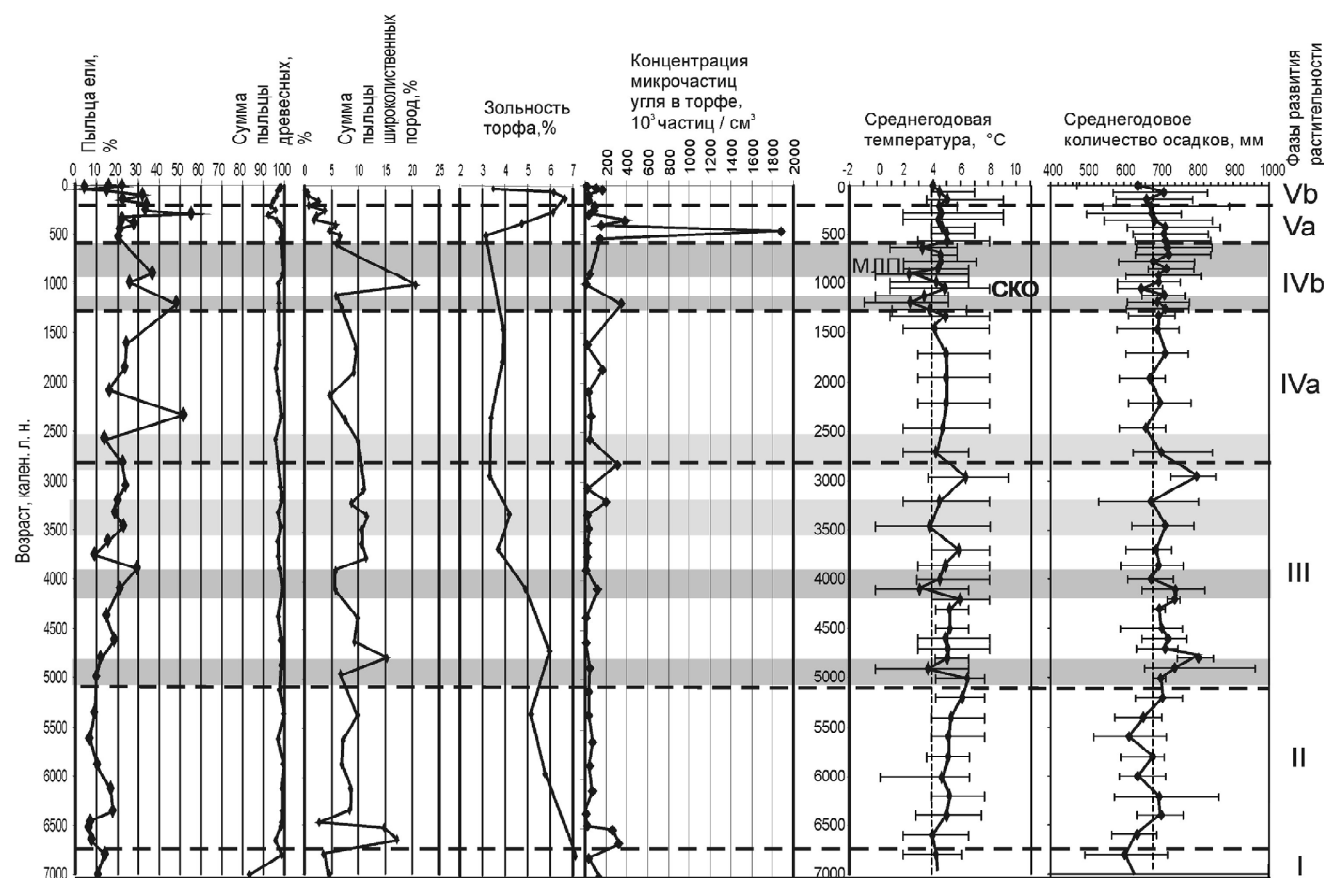


Рис. 4. Сопоставление результатов спорово-пыльцевого анализа, определений зольности торфа в изученном разрезе и климатических реконструкций для территории ЦЛГПБЗ. Серым отмечены интервалы похолодания климата

Fig. 4. Comparison of the results of pollen analysis and ignition loss values of peat from the studied peat section with climatic reconstructions for the territory of CFSNBR. Gray color indicates the periods of climate cooling

Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза ельника сфагново-черничного: 1 – торф плохоразложившийся, светло-коричневый; 2 – торф среднеразложившийся, с включением многочисленных корней, коричневый; 3 – торф хорошо разложившийся, темно-коричневый до черного; 4 – торф хорошо разложившийся, коричневый; 5 – торф оглиненный, плотный, черный; 6 – суглинок средний, коричневый

Fig. 3. Pollen diagram of peat section in the studied spruce forest: 1 – peat, unhumified, light brown; 2 – peat, moderately humified with a lot of roots, brown; 3 – peat, well humified, dark brown to black; 4 – peat, well humified, brown; 5 – peat with clay, dense, black; 6 – silt with clay, brown

венко и др., 2011] по изучению соотношения состава спорово-пыльцевых спектров ЦЛГПБЗ и окружающей растительности, основанные на данных изучения 60 поверхностных проб из разных местобитаний, позволяющие надежно реконструировать различные типы лесов заповедника.

Согласно полученным результатам в спорово-пыльцевых спектрах изученного разреза преобладают пыльца деревьев и кустарников (98–95%), ведущие компоненты представлены пылью березы, ели, сосны и ольхи. Пыльца широколиственных пород (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*, *Acer*, *Carpinus*) и лещины присутствует в небольшом количестве (3–5%), но в верхней части разреза (20–0 см) их содержание сокращается вплоть до полного выпадения из спектров.

Группа трав немногочисленна. Отмечена пыльца *Poaceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ranunculaceae*, *Ericaceae* и некоторых других широко распространенных семейств. В спектрах выявлены споры сем. *Polypodiaceae*, а также споры *Sphagnum*, *Equisetum*, *Pteridium*. Максимального обилия споры папоротников сем. *Polypodiaceae* достигают в образцах из нижней части разреза (88–82 см), где их содержание превышает 300% по отношению к сумме пыльцы древесных и травянистых растений. В спорово-пыльцевой диаграмме разреза на основании изменений в составе спектров выделено 7 пыльцевых зон, соответствующих основным фазам развития растительности (рис. 3).

Определение концентрации микрочастиц угля в торфе позволило выявить интервалы, отражающие увеличение их поступления в торфяную залежь, что служит косвенным признаком частоты пожаров на окружающей территории. Увеличение концентрации углистых частиц до $300\text{--}400 \cdot 10^3$ частиц/см³ отмечено на глубине 82–88 см (6700–6600 кален. л. н.), 44–46 см (3000–2800 кален. л. н.), 34–31 см (1200–500 кален. л. н.). Резкий и высокий пик концентрации микрочастиц угля зафиксирован на глубине 24–22 см (450–400 кален. л. н.), когда их содержание возросло до $2000 \cdot 10^3$ частиц/см³.

Для сопоставления полученных данных с климатическими условиями территории исследованного заповедника в голоцене (рис. 4) использованы палеоклиматические реконструкции, выполненные методом «лучших аналогов» по палинологическим данным разреза болота Старосельский мох [Новенко и др., 2014], расположенного в охранной зоне заповедника на расстоянии около 5 км от изученного разреза.

Полученные данные позволяют рассмотреть историю смен растительных сообществ на ключевом участке, развитие процесса заболачивания и их связь с климатическими изменениями начиная с 7000 кален. л. н. (поздняя фаза атлантического периода голоцена). В период 6700–6600 кален. л. н. в условиях более теплого и сухого климата, чем современный, на ключевом участке, который в настоящее время занят ельником сфагново-черничным, были распространены смешанные хвойно-широколиственные папоротниковые леса с участием ольхи и лещины (пыльцевая зона 1, рис. 3). Потепление

климата и увеличение количества осадков ~6600 кален. л. н. послужило импульсом для начала процесса заболачивания наиболее пониженных элементов рельефа. В период 6600–5360 кален. л. н. значения среднегодовой температуры составляли 5–6 °С, что на 1–2 °С выше современных значений. Количество осадков изменялось от 600 до 700 мм/год. На окружающей территории в этот временной интервал произрастали смешанные хвойно-широколиственные леса с большим участием березы (пыльцевая зона 2, рис. 3).

Несмотря на подавляющее процентное содержание пыльцы березы в спектре, на основе данных изучения современных поверхностных проб с территории заповедника можно предположить значительное участие в древостое ели и широколиственных пород. Характерной чертой для рецентных спорово-пыльцевых спектров всех типов ельников была заниженная доля пыльцы ели (*Picea*, в среднем 15–18%), хотя содержание ее в древостое достигает 90% и более [Новенко и др., 2011]. Доля пыльцы таких таксонов, как сосна, береза и ольха – ветроопыляемых растений с высокой пыльцевой продуктивностью, в спектрах практически всегда завышена по отношению к незначительному участию этих пород в составе окружающей растительности. Содержание пыльцы широколиственных пород в современных спектрах существенно занижено по отношению к их участию в лесных насаждениях. Однако в спорово-пыльцевых спектрах ельников неморальных доля широколиственных пород всегда выше (до 2–3%), чем в остальных типах ельников (<1%), что может служить диагностическим признаком этих ельников для интерпретации спектров. Таким образом, присутствие пыльцы широколиственных пород в ископаемых спектрах в пределах 10–15% может свидетельствовать об их существенной роли в лесных массивах.

Климатические условия в суббореальный период голоцена характеризовались высокой изменчивостью. Выделяется несколько фаз похолоданий, когда среднегодовая температура была близка к современным значениям или немного ниже (5100–4700, 4100–3900, 3500–3300 кален. л. н.), и фаз потеплений, когда среднегодовая температура была на 1 °С выше, чем в настоящее время (4700–4100, 3900–3500, 3300–2900 кален. л. н.). На рассматриваемой территории по-прежнему сохранялись хвойно-широколиственные леса (пыльцевая зона 3, рис. 3, 4). Количество осадков изменялось от 700 до 800 мм/год при потеплении климата. Спорово-пыльцевые спектры, соответствующие фазам потепления, отличаются увеличением доли пыльцы широколиственных пород (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*), появляется пыльца граба (единично). Для спектров, сформировавшихся в фазы похолоданий, характерно увеличение процентного содержания пыльцы ели (30–50%).

В целом для всего периода отмечена тенденция к повышению участия пыльцы ели в спектрах, что, очевидно, отражает увеличение численности популяции ели на территории Восточно-Европейской равнины в суббореале, это отмечено в много-

численных разрезах [Хотинский, 1977; Величко и др., 2001; Novenko et al., 2009]. В небольших депрессиях рельефа на ключевом участке продолжалось накопление торфа, хотя скорость торфонакопления оставалась относительно низкой. Снижение интенсивности болотообразования в суббореальном периоде и скорости роста торфа отмечено в болотах Западной Сибири и Севера европейской части России на основании большого фактического материала [Инишева, Березина, 2013]. Очевидно, снижение скорости торфонакопления на рассматриваемом ключевом участке было проявлением макрорегиональных климатических изменений. Появление в спектрах пыльцы водных растений (*Typha latifolia*, *Nymphaeae*, *Nuphar*), осок, а также спор *Sphagnum* указывает на то, что в понижении рельефа, где расположен изученный нами разрез, существовал небольшой мелкий водоем, который в некоторые периоды пересыхал и развивался как низинное болото.

В начале субатлантического периода (~2900 кален. л. н.) температура и количество осадков снизились до современных значений, затем в период 2500–1600 кален. л. н. значения среднегодовой температуры немного возросли (до 4,5–5 °C), количество осадков было близко к 700 мм/год. В лесных сообществах увеличилось участие ели (пыльцевая зона 4, рис. 3, 4) – отмечается пик содержания ее пыльцы в спектрах (до 55%), а также увеличилась доля пыльцы ольхи (до 20%). Скорость накопления торфа снизилась, и как показывают определения зольности, увеличилось содержание органического вещества в торфе. Формируется горизонт хорошо разложившегося низинного торфа, благоприятные условия для его накопления могли сложиться в относительно теплый и сухой летний период, когда возрастает интенсивность разложения растительных остатков. Начиная с 1600 кален. л. н. скорость накопления торфа начала повышаться до 0,25 см/год, стал развиваться процесс расширения площади болот за пределы локальных понижений рельефа.

Согласно палеоклиматическим реконструкциям в поздней фазе суббореального периода голоцена выделяются два существенных похолодания, когда среднегодовая температура снизилась до 2 °C, что сопровождалось увеличением количества осадков (1200–1100 и 800–400 кален. л. н.). Более позднее похолодание можно сопоставить с понижением температуры, которое включало в себя малый ледниковый период, временные рамки которого оцениваются 1400–1700 гг. н.э. [Mann et al., 2009]. Разделявшее их потепление и сокращение увлажнения можно сопоставить со временем Средневекового климатического оптимума. В холодные фазы в древостоях увеличивалось количество ели, при потеплении широколиственные породы восстанавливали свои позиции. В спорово-пыльцевых спектрах отложений, сформировавшихся во время потепления, содержание пыльцы широколиственных пород и лещины максимально за весь рассматриваемый период (до 20%, пыльцевая зона 5).

Рост увлажнения климата при похолодании после 800 кален. л. н. и уменьшение испарения, возможно, способствовали развитию процесса заболачивания лесных геосистем. Как показывают радиоуглеродные датировки образцов из подошвы торфяных отложений на участках, разделяющих понижения рельефа, начало формирования единого заболоченного лесного массива относится ко времени ~800 кален. л. н. Участие широколиственных пород стало снижаться, а роль ели возросла (пыльцевая зона 6, рис. 3, 4). На месте широколиственно-елового леса начал формироваться заболоченный ельник.

В позднем голоцене в спорово-пыльцевых спектрах на Восточно-Европейской равнине повсеместно стали проявляться признаки антропогенной трансформации растительности. Но территория заповедника, удаленная от крупных рек и торговых путей, долгое время оставалась не затронутой хозяйственной деятельностью. Резкое увеличение (на порядок) концентрации микрочастиц угля в торфе, имеющем возраст ~450–400 лет, уменьшение доли ели и широколиственных пород и возрастание роли березы указывают на нарушения растительности, связанные, возможно, с подсекой и расчисткой площадей под пашню. Состав и соотношения компонентов спорово-пыльцевых спектров свидетельствуют, что такие изменения не затрагивали ключевой участок, но происходили в его окрестностях.

Коренные изменения растительности, связанные с антропогенным фактором, произошли на территории заповедника ~300 кален. л. н. (пыльцевая зона 6). В спектрах продолжалось сокращение участия ели, пыльца широколиственных пород полностью исчезла из спорово-пыльцевых спектров. Доля пыльцы трав возросла, увеличилось флористическое разнообразие представителей этой группы. Увеличилась доля пыльцы *Poaceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae*. Отмечена пыльца растений – антропогенных индикаторов – *Centaurea cyanus*, *Plantago*, *Cichoreaceae*, *Rubiaceae*. Растительный покров заповедника, возможно, приобрел черты мозаичности, когда наряду с коренными еловыми лесами были распространены вторичные березовые древостои, луга и сельскохозяйственные угодья. Заметное увеличение зольности торфа в изученном разрезе может свидетельствовать об увеличении поступления минеральных частиц в результате нарушения почвенного покрова.

Наибольшие изменения скорости накопления торфа на ключевом участке относятся ко времени последних 500–450 лет, что соответствует периоду существенной активизации процессов болотообразования в Северной Евразии в целом [Климанов, Сирин, 1997]. Согласно полученным данным скорость торфонакопления в ельнике сфагново-черничном в ЦЛГПБЗ возросла в 5 раз (до 0,44 мм/год), начал развиваться процесс площадного заболачивания лесных массивов заповедника. Полученные ранее радиоуглеродные датировки для основания горизонта торфа в торфянисто-глеевых почвах в двух точках в ельниках сфагновых в заповедном

ядре ЦЛГПБЗ, расположенных на пологих склонах моренной гряды, свидетельствуют о переходе суходольных ельников в сфагновые около 300 л. н. [Динамика..., 2011]. В первой точке образец, взятый на глубине 10–12 см, имеет возраст 270 ± 60 ^{14}C л. н./ 310 ± 120 кален. л. н. (ИГ РАН 3538). Во второй точке подошва торфяного горизонта расположена на глубине 11–13 см и имеет датировку 310 ± 70 ^{14}C л. н./ 380 ± 70 кален. л. н. (ИГ РАН 3539). Радиоуглеродные датировки нижних слоев торфяно-глеевых почв в ЦЛГПБЗ, приведенные в работе М.Ю. Минаевой с соавторами [2008], также свидетельствуют об очень активном процессе заболачивания лесных экосистем заповедника в историческое время.

Возможно, увлажнение климата, а затем и рост теплообеспеченности при выходе климатической системы из малого ледникового периода, создали благоприятные условия для торфонакопления. И, как показывают полученные данные, потепление в XX в. также стимулировало этот процесс.

Выводы:

– в среднем и позднем голоцене на месте современного ельника сфагново-черничного произрастал

елово-широколиственный лес (7000–2900 кален. л. н.), а затем широколиственно-еловый (2900–800 кален. л. н.). Несмотря на значительные колебания температуры и количества осадков во вторую половину голоцена, эти сообщества долгое время сохранялись на изучаемой территории. Процесс заболачивания лесного массива, а также начало формирования сфагнового ельника относится к рубежу ~800 кален. л. н., что, возможно, связано с увлажнением и похолоданием климата. Очевидно, эволюция рассмотренного нами лесного массива отражает региональные закономерности развития подобных лесных сообществ;

– скорость накопления торфа в небольшой депрессии рельефа изменялась в пределах 0,08–0,14 мм/год. Резкое увеличение скорости вертикального роста торфа установлено для последних 500 лет, когда скорость торфонакопления возросла в 5 раз и составила 0,44 мм/год. Увеличение скорости накопления торфа можно объяснить климатическими причинами, и ожидаемые изменения климата текущего столетия, возможно, будут способствовать дальнейшему развитию процесса болотообразования.

Благодарности. Исследования выполнены за счет гранта РФФИ (проекты № 15-35-50720, 14-05-00568).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Величко А.А., Кременецкий К.В., Негеданк Й. и др. Позднечетвертичная история окружающей среды северо-восточной области Европы (Костромское Заволжье) по данным комплексного изучения осадков Галичского озера // Изв. РАН. Сер. геогр. 2011. № 3. С. 42–54.

Вомперский С.Э. Влияние современного климата на болотообразование и гидролесомелиорацию // Структура и функции лесов Европейской России. М.: ТНИ КМК, 2009. С. 31–51.

Вомперский С.Э., Цыганова О.П., Ковалев А.Г. и др. Заболенность территории России как фактор связывания атмосферного углерода // Глобальные изменения природной среды и климата. М.: РАН, 1999. С. 124–145.

Гидрометцентр России [Электронный ресурс] / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. М., 2015. URL: <http://www.meteoinfo.ru>. (дата обращения: 30.11.2015).

Гричук В.П. Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пылевого анализа // Проблемы физической географии. 1940. Вып. 8. С. 53–58.

Динамика лесных экосистем юга Валдайской возвышенности в позднем плейстоцене и голоцене / Под ред. Е.Ю. Новенко. М.: ГЕОС, 2011. 112 с.

Елина Г.А., Токарев П.Н. Закономерности аккумуляции органики и углерода в болотных экосистемах Карелии // Тр. КарНЦ РАН. 2010. № 1. С. 34–51.

Инишева Л.И., Березина Н.А. Возникновение и развитие процесса заболачивания на Западно-Сибирской равнине // Вестн. Томского гос. ун-та. 2013. № 366. С. 172–179.

Инишева Л.И., Кобак К.И., Турчинович И.Е. Развитие процесса заболачивания и скорость аккумуляции углерода в болотных экосистемах России // География и природные ресурсы. 2013. № 3. С. 60–68.

Климанов В.А., Сирин А.А. Динамика торфонакопления болотами Северной Евразии за последние 3000 лет // Докл. РАН. 1997. Т. 354, № 5. С. 683–686.

Лапина Е.Д. К экологической оценке современного состояния и истории развития речных пойм // Сибирский экол. журн. 1995. № 4. С. 297–304.

Минаева Т.Ю., Трофимов С.Я., Чичагова О.А. и др. Накопление углерода в почвах лесных и болотных экосистем южного Валдая в голоцене // Изв. РАН. Сер. биол. 2008. № 5. С. 607–616.

Новенко Е.Ю., Зюганова И.С., Ольчев А.В. Применение метода палеоаналогов для прогноза динамики растительности при изменениях климата // Докл. РАН. Т. 457, № 1. С. 117–121.

Новенко Е.Ю., Носова М.Б., Красноруцкая К.В. Особенности поверхностных спорово-пыльцевых спектров южной тайги Восточно-Европейской равнины // Изв. ТулГУ. Сер. Естеств. науки. 2011. Вып. 2. С. 345–354.

Паромов С.В., Савичев О.Г. Гидрологические аспекты образования болот в таежной зоне Западной Сибири // Изв. Томского политехн. ун-та. 2014. Т. 324, № 1. С. 154–161.

Уткин А.И., Замолодчиков Д.Г., Честных О.В. и др. Леса России как резервуар органического углерода биосферы // Лесоведение. 2001. № 5. С. 8–23.

Факторы регуляции экосистем еловых лесов / Под ред. В.Г. Карпова. Л.: Наука, 1983. 318 с.

Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 197 с.

Шапошников Е.С. Ассоциации еловых лесов Центрально-лесного заповедника: Автореф. дисс. Л.: БИН им. Комарова, 1988.

Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

Broström A., Nielsen A.B., Gaillard M.-J. et al. Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation: a review // Veget. Hist. Archaeobot. 2008. Vol. 17. P. 461–478.

Grimm E.C. TILIA and TILIA. GRAPH.PC spreadsheet and graphics software for pollen data INQUA, Working Group on Data-Handling Methods // Newsletter. 1990. Vol. 4. P. 5–7.

Hua Q., Barbetti M., Rakowski A.Z. Atmospheric radiocarbon for the period 1950–2010 // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, N 4. P. 2059–2072.

Mann M.E., Zhang Z., Rutherford S. et al. Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval climate anomaly // Science. 2009. Vol. 326. P. 1256–1260.

Novenko E.Yu., Volkova E.M., Nosova M.B., Zupanova I.S. Late Glacial and Holocene landscape dynamics in the southern taiga zone of East European Plain according to pollen and macrofossil records

from the Central Forest State Reserve (Valdai Hills, Russia) // Quatern. Intern. 2009. Vol. 207. P. 93–103.

Parnell A.C., Haslett J., Allen J.R.M. et al. A flexible approach to assessing synchronicity of past events using Bayesian reconstructions of sedimentation history // Quat. Sci. Rev. 2008. Vol. 27. P. 1872–1885.

Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration Curves, 0–50,000 Years cal BP // Radiocarbon. 2013. Vol. 55. P. 1869–1887.

Поступила в редакцию 21.01.2016

Принята к публикации 28.04.2016

N.M. Pisarchuk¹, E.Yu. Novenko²,

D.N. Kozlov³, P.M. Shilov⁴

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES ON FOREST ECOSYSTEMS AND PEATLAND DEVELOPMENT IN THE CENTRAL FOREST STATE RESERVE

The paper presents the results of studies on the relationship between the Middle and Late Holocene climate changes and the evolution of spruce forests (*Piceetum myrtilloso-sphagnosum*), the typical geosystem of the southern taiga subzone within the East European plain. The history of successions of forest-forming tree species within a sample plot and the intensity of paludification processes were traced basing on the pollen analysis and radiocarbon dating. The data obtained showed that the areas of present-day spruce forests, were covered by broadleaf-spruce forests with significant share of broadleaf tree species (7000–2900 cal. yr. BP) and broadleaf-spruce forests with high abundance of spruce (2900–800 cal. yr. BP). Despite significant fluctuations of temperature and precipitation in the second half of the Holocene, the broadleaf-coniferous forests continued their existence in the study area for a long time.

The process of paludification and development of the *Sphagnum* spruce forest started about 800 cal. yr. BP as a result of climate moistening and cooling during the Little Ice Age. During the Middle and Late Holocene the peat accumulation rate in a small depression within the sample plot varied between 0.08–0.14 mm/year. A sharp increase in peat vertical growth was registered for the last 500 years, when the rate of peat accumulation increased 5 times up to 0.44 mm/year. The increase in peat accumulation rate could be attributed to climatic causes, so the recent climate changes will perhaps contribute to further peatland growth.

Key words: Holocene, pollen analysis, peat accumulation rate, spruce forest, the Central Forest State Reserve

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects NN 15-35-50720, 14-05-00568).

REFERENCES

Broström A., Nielsen A.B., Gaillard M.-J. et al. Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation: a review // Veget. Hist. Archaeobot. 2008. Vol. 17. P. 461–478.

Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

Dinamika lesnyh jekosistem juga Valdajskoj vozvysennosti v pozdnem plejstocene i golocene [The dynamics of the forest ecosystems of the south of the Valdai Hills in the late Pleistocene and Holocene], Ed. E.Yu. Novenko, Moscow: GEOS, 2011, 112 p. (in Russian).

Elina G.A., Tokarev P.N. Zakonomernosti akumuljaccii organiki i ugleroda v bolotnyh jekosistemah Karelii [Laws of the accumulation of organic matter and carbon in wetland ecosystems of Karelia], Trudy Karel'skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk, 2010, no 1, pp. 34–51 (in Russian).

Faktory reguljaccii jekosistem elovyh lesov [Factors regulating ecosystems of spruce forests], Pod. red. V.G. Karpova, Leningrad: Nauka, 1983, 318 p. (in Russian).

Hua Q., Barbetti M., Rakowski A.Z. Atmospheric radiocarbon for the period 1950–2010 // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, N 4. P. 2059–2072.

Hydrometeorological centre of Russia [Electronic resource]: Federal Service for Hydrometeorology and Environmental

¹ Belarusian State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography of the World and Educational Technologies, Lecturer; e-mail: pisarchuk@bsu.by

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

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: daniilkozlov@gmail.com

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, student; e-mail: pavelshilovv@yandex.ru

Monitoring. Moscow, 2015. ULR: <http://wmc.meteoinfo.ru/> (Accesses: 30.11.2015) (in Russian).

Grichuk V.P. Metodika obrabotki osadochnykh porod bednykh organicheskimi ostatkami, dlja celej pyl'cevogo analiza [Methods of treatment of sediments poor in organic remains, for pollen analysis], Problemy fizicheskoy geografii, 1940, vyp. 8, pp 53–58 (in Russian).

Grimm E.C. TILIA and TILIA. GRAPH.PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA, Working Group on Data-Handling Methods // Newsletter. 1990. Vol. 4. P. 5–7.

Inisheva L.I., Berezina N.A. Vozniknovenie i razvitie processa zabolachivaniya na Zapadno-Sibirskoy ravnine [The emergence and development of water-logging in the West Siberian Plain], Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2013, no 366, pp. 172–179 (in Russian).

Inisheva L.I., Kobak K.I., Turchinovich I.E. Razvitie processa zabolachivaniya i skorost' akkumulatsii ugleroda v bolotnykh jekosistemah Rossii [The development process of waterlogging and rate of accumulation of carbon in wetland ecosystems Russia], Geografija i prirodnye resursy, 2013, no 3, pp. 60–68 (in Russian).

Khotinsky N.A. Golotsen Severnoj Evrazii [Holocene Northern Eurasia], Moscow: Nauka, 1977, 197 p. (in Russian).

Klimanov V.A., Sirin A.A. Dinamika torfonakopleniya bolotami Severnoj Evrazii za poslednie 3000 let [Dynamics of peat accumulation swamps of Northern Eurasia for the past 3,000 years], Doklady Akademii Nauk, 1997, t. 354, no 5, pp. 683–686 (in Russian).

Lapshina E.D. K ekologicheskoy ocenke sovremennogo sostojaniya i istorii razvitiya rechnykh pojm [By the environmental assessment of the current state and the history of the river floodplains], Sibirskij jekologicheskij zhurnal, 1995, no 4, pp. 297–304 (in Russian).

Mann M.E., Zhang Z., Rutherford S. et al. Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval climate anomaly // Science. 2009. Vol. 326. P. 1256–1260.

Minayeva T.Yu., Trofimov S.Ya., Dorofeyeva E.I. et al. Carbon accumulation in soils of forest and bog ecosystems of southern Valdai in the Holocene // Biol. Bull. 2008. T. 35, N 5. P. 524–532.

Novenko E.Ju., Nosova M.B., Krasnorutskaya K.V. Osobennosti poverhnostnykh sporovo-pyl'cevykh spektrov juzhnoj tajgi Vostochno-Evropejskoj ravniny [Features of surface pollen spectra of the southern taiga of East European Plain], Izvestija TulGU. Ser. Estestvennye nauki, 2011. Vol. 2, pp. 345–354 (in Russian).

Novenko E.Ju., Zjuganova I.S., Oltechev A.V. Primenenie metoda paleoanalogov dlja prognoza dinamiki rastitel'nosti pri izmenenijah

klimate [Application of paleoanalogues for the prediction of the dynamics of vegetation under climate change], Doklady Akademii nauk, 2014, t. 457, no 1, pp. 117–121 (in Russian).

Novenko E.Yu., Volkova E.M., Nosova M.B., Zuganova I.S. Late Glacial and Holocene landscape dynamics in the southern taiga zone of East European Plain according to pollen and macrofossil records from the Central Forest State Reserve (Valdai Hills, Russia) // Quaternary Intern. 2009. Vol. 207. P. 93–103.

Parnell A.C., Haslett J., Allen J.R.M. et al. A flexible approach to assessing synchronicity of past events using Bayesian reconstructions of sedimentation history // Quat. Sci. Rev. 2008. Vol. 27. P. 1872–1885.

Paromov S.V., Savichev O.G. Hidrologicheskie aspekty obrazovaniya bolot v tajozhnoj zone Zapadnoj Sibiri [Hydrological aspects of the formation of bogs in the taiga zone of Western Siberia], Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2014, t. 324, no 1, pp. 154–161 (in Russian).

Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0–50,000 Years cal BP // Radiocarbon. 2013. Vol. 55. P. 1869–1887.

Shaposhnikov E.S. Associatsii elovykh lesov Central'no-Lesnogo zapovednika [Association spruce forest Central Forest Reserve], Avtoref. kand. diss., Leningrad: BIN im. Komarova, 1988 (in Russian).

Utkin A.I., Zamolodchikov D.G., Chestnykh O.V. et al. Lesa Rossii kak rezervuar organicheskogo ugleroda biosfery [Russian forests as a reservoir of organic carbon of the biosphere], Lesovedenie, 2001, no 5, pp. 8–23 (in Russian).

Velichko A.A., Kremenetsky K.V., Negedank Y. et al. Pozdnechetvertichnaya istiriya okruzhayushey sredy severo-vostochnoy oblasti Evropy (Kostromskoe Zavolzhie) po dannym kompleksnogo izucheniya osadkov Galichskogo ozera [Late Quaternary environmental history northeastern region of Europe (Trans-Volga Kostroma), according to a comprehensive study of the lake sediments Galich], Izvestija RAN, ser. geogr., 2011, no 3, pp. 42–54 (in Russian).

Vomperskiy S.Je. Vliyanie sovremennogo klimata na bolotoobrazovanie i gidrosomeliyatsiju [The impact of the current climate on the bog and reclamation], Struktura i funktsii lesov Evropejskoj Rossii, Moscow, 2009, pp. 31–51 (in Russian).

Vomperskiy S.Je., Tsyganova O.P., Kovalev A.G. et al. Zabolochennost' territorii Rossii kak faktor svyazyvaniya atmosfernogo ugleroda [Wetlands Russia as a factor in binding atmospheric carbon], Global'nye izmeneniya prirodnoj sredy i klimata, Moscow, 1999, pp. 124–145 (in Russian).

Received 21.01.2016

Accepted 28.04.2016

ХРОНИКА

**В ДИССЕРТАЦИОННЫХ СОВЕТАХ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА В 2015 г.****Диссертационный совет по экономической, социальной,
политической и рекреационной географии**

На соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.24 «Экономическая, социальная политическая и рекреационная география» защищено 6 диссертаций: Ф.Ю. Банников «Кластеры как новая форма территориальной организации химической промышленности Германии»; А.В. Голяшев «Товарная специализация штатов США в межрегиональном обмене»; А.Ф. Имангалин «Разме-

шение и территориальная доступность рыночных услуг в крупных городах»; А.В. Калиниченко «Природное население Юго-Западного Крыма как основа развития экотуризма (с применением геоинформационных технологий)»; Е.В. Карлова «Территориальная идентичность населения в Центральной России»; Р.Ф. Темиргалеев «Трансформация территориальной структуры городских агломераций США в 1990–2010 гг».

А.А. Агирречу

Физико-географический диссертационный совет

В 2015 г. защищено 4 диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук, из них три по специальности 25.00.23 «физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов» и одна – по специальности 25.00.36 «Геоэкология (науки о Земле)»: М.А. Смирнова «Почвенные катены карстовых воронок» (25.00.23), Д.В. Власов «Гео-

химия тяжелых металлов и металлоидов в ландшафтах Восточного округа Москвы» (25.00.23), Т.И. Харитоновна «Инволюция постмелиорированных ландшафтов Центральной Мещеры» (25.00.23), А.Д. Никанорова «Ландшафтно-геоэкологическое обоснование оптимизации водопользования в орошаемом земледелии Ферганской долины» (25.00.36).

И.А. Горбунова

**Диссертационный совет по геоморфологии и эволюционной географии,
гляциологии и криологии Земли, картографии**

На заседаниях диссертационного совета Д 501.001.61 всего защищено 6 диссертаций. На соискание ученой степени доктора географических наук защищена диссертация А.В. Паниным «Флювиальное рельефообразование на равнинах умеренного пояса Евразии в позднем плейстоцене–голоцене».

На соискание ученой степени кандидата географических наук защищено 5 диссертаций: Ю.М. Блинова «Роль геоморфологических памятников России в рекреационной деятельности», М.Ю. Грищенко

«Методика дешифрирования тепловых космических снимков для картографирования природных и антропогенных территорий», М.Н. Конфектов «Картография типов застройки Подмосковья по космическим снимкам», Т.С. Хайбрахманов «Картографическая база данных для обеспечения эколого-геохимических исследований городской территории», Э.В. Сомов «Геоинформационное картографирование обеспеченности населения общественным транспортом на примере г. Москвы».

А.Л. Шныпарков

Гидрометеорологический диссертационный совет

На заседаниях гидрометеорологического диссертационного совета Д 501.001.68 в 2015 г. защищено 4 диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук: по специальности 25.00.27 – О.Н. Ериной на тему «Режим растворенного кислорода в стратифицированных водохранилищах Москворецкой системы водоснабжения г. Москвы» и П.А. Беяковой на тему «Па-

водковый сток российских рек Черноморского побережья Кавказа»; по специальности 25.00.30 – И.В. Железновой на тему «Отклик в системе океан–атмосфера на каноническое Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модокки» и И.А. Корневой на тему «Современные климатические изменения нижней тропосферы и деятельного слоя почвы в Московском регионе».

В.С. Савенко

ЮБИЛЕИ

80-ЛЕТНИЕ ГЕННАДИЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА САФЬЯНОВА

20 июня 2016 г. исполнилось 80 лет Заслуженному профессору МГУ, доктору географических наук Геннадию Александровичу Сафьянову, руководившему кафедрой геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ в течение 20 лет (1990–2010).

Г.А. Сафьянов окончил с отличием географический факультет МГУ (1958) и после 3 лет работы в Гипроречтранс поступил в аспирантуру географического факультета, в 1965 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Типы абразии и некоторые общие черты абразионного процесса». С этого времени его научные интересы тесно связаны с изучением морских берегов.

Важной проблеме береговой геоморфологии посвящена его докторская диссертация «Подводные каньоны – их динамика и взаимодействие с береговой зоной» (1976), в которой он обосновал созданную им концепцию взаимодействия береговой зоны и подводных каньонов, расчленяющих подводную окраину материков. Эта концепция развивалась и совершенствовалась им и в последующие годы. Важнейший теоретический и практически значимый элемент этой концепции – подтверждение перемещения наносов береговой зоны в подводные каньоны и их безвозвратной потери на большой глубине, что вызывает ухудшение состояния соседних морских берегов и сопровождается большим экономическим ущербом.

В последние годы внимание Г.А. Сафьянова привлекают проблемы энергетики рельефообразования на глобальном уровне, процессы дифференциации прибрежных наносов, формирования прибрежно-морских россыпей. Им опубликовано более 220 научных работ, в том числе монографии, учебники и учебные пособия. За тематический цикл работ по проблемам геоморфологии, динамики и геоэкологии береговой зоны океана Г.А. Сафьянов отмечен премией имени Д.Н. Анучина (2000), дважды удостоен государственной стипендии для выдающихся ученых России.

Научные достижения Г.А. Сафьянова внедряются в практику народного хозяйства. Им разработаны критерии оптимизации антропогенного воздействия на береговую зону океана и обоснованы принципы берегоукрепительных мероприятий. Его часто привлекают к экспертизе крупнейших берегоукрепительных проектов в нашей стране (например, схема укрепления Сочинского берегового участка) и за рубежом – на берегах Кубы, Болгарии, Вьетнама, Египта и других стран. В разные годы Г.А. Сафьянов был членом научно-технического совета Госстроя СССР, национальным экспертом по проблемам Каспийского моря Минприроды РФ, членом рабочей группы «Морские берега» Совета РАН по проблемам Мирового океана, членом советов по защите диссертаций при географическом факультете МГУ и в Институте глобального климата и экологии Роскомгидромета.

Г.А. Сафьянов – талантливый популяризатор научных знаний, автор многих публикаций в журнале «Природа», составитель и соавтор уникальной монографии «Мир географии», за которую награжден дипломом I степени на Всесоюзном конкурсе за лучшее произведение научно-популярной литературы.

Г.А. Сафьянов опытный преподаватель – многие годы он читает курсы лекций «Динамика береговой зоны морей», «Геоморфология морских берегов», «Инженерно-геоморфологические исследования» и др. Им прочитана серия лекций для преподавателей и научных сотрудников в Гаванском (Куба) и Ханойском (Вьетнам) университетах. Много внимания Г.А. Сафьянов уделяет подготовке специалистов высшей квалификации, под его руководством защищены 23 кандидатские диссертации, в том числе гражданами Болгарии, Кореи, Вьетнама, Кубы. Трое из его учеников стали докторами наук.

Мы отмечаем большой и весьма плодотворный путь Г.А. Сафьянова в науке и педагогике и поздравляем его с юбилеем.

80-ЛЕТНИЕ ВАЛЕРИЯ МИХАЙЛОВИЧА ЕВСТИГНЕЕВА

1 августа 2016 г. исполнилось 80 лет доктору географических наук, профессору кафедры гидрологии суши Валерию Михайловичу Евстигнееву. Почти 60 лет он проработал в нашем коллективе и заслужил всеобщее уважение своей высочайшей квалификацией, ответственностью, скромностью и отзывчивостью.

За прошедшие годы Валерий Михайлович добился всего, о чем можно мечтать или чем можно гордиться – увлекательные экспедиции и учебные практики, научные достижения и интересные публикации, весь спектр преподавательской деятельности и благодарные ученики, важная обществен-

ная работа и ответственные административные должности, непрекаемый авторитет и признание заслуг.

Мы восхищаемся его мощным интеллектом и энциклопедическими знаниями, высочайшей работоспособностью и ответственностью, исключительной требовательностью к себе и доброжелательным отношением к окружающим. Для многих он служит образцом служения Отечеству, университету, факультету и кафедре.

При своем солидном возрасте и огромном жизненном опыте Валерий Михайлович сохраняет любознательность и увлеченность, стремление жить содержательно и полезно для окружающих.

Поздравляем Валерия Михайловича с днем его рождения, желаем ему дальнейших успехов, хорошего здоровья и отличного настроения.

Редколлегия журнала

ПОТЕРИ НАУКИ

Павел Алексеевич Каплин

5 июня 2016 г. ушел из жизни Павел Алексеевич Каплин – доктор географических наук, профессор, один из организаторов лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, руководивший ею более 40 лет, ведущий геоморфолог и палеогеограф нашей страны и мира, Заслуженный деятель науки Российской Федерации.

П.А. Каплин – выпускник кафедры геоморфологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (1953) и аспирантуры этой же кафедры (1956). Свою научную жизнь Павел Алексеевич связал с изучением геоморфологии и палеогеографии морских берегов, побережий и шельфа. Годы аспирантуры он посвятил вопросам происхождения и развития фиордовых побережий, которые разрабатывал под руководством своего учителя В.П. Зенковича, основателя учения о морских берегах, оказавшего, по признанию П.А. Каплина, наибольшее влияние на формирование его научных взглядов. Результаты исследований на побережьях Чукотки, Корякии, Камчатки, Новой Земли и Мурманского побережья были обобщены Павлом Алексеевичем в кандидатской диссертации (1957) и изданной на ее основе монографии «Фиордовые побережья СССР» (1961).

С 1957 по 1968 г. П.А. Каплин работал в Институте океанологии АН СССР. В эти годы он участвовал в многочисленных экспедициях на побережья Чукотского, Берингова, Охотского, Японского, Белого, Карского, Балтийского, Черного, Азовского и Каспийского морей. В качестве стипендиата ЮНЕСКО в 1965–1966 гг. он изучал берега Франции, Великобритании, Нидерландов, Норвегии, Японии, атлантическое побережье США и Аргентины.

В 1968 г. Павел Алексеевич возглавил созданную по инициативе К.К. Маркова лабораторию новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, которая под его руководством стала самым крупным в стране научным центром по изучению четвертичного периода. В 1970 г. П.А. Каплин защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора географических наук. Изданная в виде монографии «Новейшая история побережий Мирового океана» (1973), она стала событием в научной жизни геоморфологов и палеогеографов и сегодня остается настольной книгой для большинства специалистов. В 1973 г. П.А. Каплину присвоено звание профессора.

В 1970–1980-е гг. Павел Алексеевич руководил геоморфологическими исследованиями побережий во время экспедиций на научно-исследовательских судах (НИС) АН СССР и МГУ «Дмитрий Менделеев», «Каллисто», «Профессор Штокман», «Ака-

демик Петровский» в бассейнах Тихого и Индийского океанов. Итогом этих исследований стали коллективные монографии «География атоллов юго-западной части Тихого океана», «География Сейшельских островов», а также англоязычная монография, обобщающая результаты двухлетних исследований на НИС «Каллисто» в Тихом океане.

В 1990–1993 гг. в качестве научного руководителя П.А. Каплин возглавлял обширный (более 200 исследователей) коллектив по подготовке технико-экономического доклада (ТЭД) по комплексной защите и освоению российских берегов Каспийского моря в условиях подъема его уровня. ТЭД представлен в 16 томах текстовых материалов и 20 тематических картах; выводы и предложения, сделанные в нем, одобрены Правительством РФ и приняты как руководство к действию руководящими органами прикаспийских территорий. Проблема Каспия вошла в программу по окружающей среде ООН, П.А. Каплин был назначен координатором этой программы.

Прикладным вопросам, связанным с береговыми проблемами, Павел Алексеевич уделял значительное внимание на посту председателя рабочей группы «Морские берега» Комиссии по проблемам Мирового океана АН СССР. Он многие годы консультировал берегозащитные организации на Черном, Балтийском и Японском морях. По заданию Госстроя РФ и Комиссии по проблемам Мирового океана П.А. Каплиным с коллегами составлены прогнозные карты развития берегов России как в целом, так и для отдельных регионов, одновременно сделан прогноз будущих изменений на морских берегах, отраженный в монографии «Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее и будущее» (1999), написанной совместно с его учеником А.О. Селивановым.

П.А. Каплин активно участвовал в научно-организационном и учебном процессе. Он читал курсы лекций о происхождении и развитии океана, содержание которых вошло в коллективные монографии «Происхождение и развитие океанов» и «Природа мира: берега». Он был членом ученого совета географического факультета МГУ, диссертационных советов Института географии и Института океанологии РАН. Под его руководством защищено 11 кандидатских диссертаций, 9 его учеников успешно защитили докторские диссертации. П.А. Каплин входил в редколлегии журналов «Океанология» и «Геоморфология».

Научное наследие П.А. Каплина составляет 18 монографий, более 300 статей, в том числе в отечественных и зарубежных энциклопедиях и справочниках. Под его научной редакцией опубликовано более 30 монографий и сборников. Наибольший

вклад он внес в решение следующих научных проблем: история развития океана в четвертичное время; происхождение и развитие шельфа; причины и следствия колебания уровня Мирового океана; динамика морских берегов; возраст, происхождение и классификация океанических островов; воздействие цунами на побережья; развитие морских побережий в условиях глобального повышения уровня океана при воздействии парникового эффекта; методика океанологических исследований. За научные достижения он удостоен премии Президиума АН СССР (1959), премий имени М.В. Ломоносова и Д.Н. Анучина, Почетных дипломов Географического об-

щества, Золотой медали ВДНХ. Высоким научным признанием заслуг П.А. Каплина по изучению океана и его побережий стало присуждение ему международной медали принца Альберта Монакского. В 1973 г. Павлу Алексеевичу присвоено звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Павел Алексеевич был прекрасным руководителем, коллегой и другом, сердечным и доброжелательным человеком, его очень уважали и любили коллеги и ученики.

Светлая память о Павле Алексеевиче сохранится в сердцах его сотрудников и учеников.

Редколлегия журнала

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 5. ГЕОГРАФИЯ»

Журнал «Вестник Московского университета. Серия 5. География» публикует результаты оригинальных исследований в различных областях географической науки, теоретические, методические и обзорные статьи, представляющие интерес для мирового научного сообщества. К публикации также принимаются краткие сообщения (объем до 4 стр. или 4000 знаков с пробелами, до 2 рисунков и до 10 позиций в списке литературы), информация о научных конференциях и событиях, рецензии на книги. Представленные к опубликованию материалы должны соответствовать формальным требованиям журнала, пройти процедуру слепого рецензирования и получить рекомендацию к публикации на заседании редколлегии журнала. Решение о публикации принимается на основе научной значимости и актуальности представленных материалов. Статьи, отклоненные редакционной коллегией, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Комплектность. Представленные в редакцию материалы должны включать направление с места работы (учебы) автора; текст статьи, подписанный всеми авторами; аннотацию статьи и ключевые слова на русском и английском языках; таблицы, рисунки и подписи к ним. Материалы (за исключением направления) представляются в распечатанном виде в двух экземплярах и в электронном виде на двух дисках (рисунки представляются на отдельном диске).

Структура и оформление статьи. На первой странице статьи необходимо указать УДК (печатается над заголовком статьи слева), инициалы и фамилию автора, название статьи. Внизу страницы в виде цифровых сносков для каждого автора указываются место работы, должность, ученая степень, адрес электронной почты. Информация о выполнении работы в рамках программы (проекта), о ее финансовой поддержке указывается в конце статьи. Изложение должно быть ясным, лаконичным и последовательным. Статья должна быть структурирована и включать рубрики: введение; материалы и методы исследований; результаты исследований и их обсуждение; выводы; список литературы.

Текст набирается шрифтом Times New Roman 12 кеглем через 2 интервала, с отступом абзацев 1,25 см. Страницы А4 имеют верхнее и нижнее поля 2 см, 2,5 см слева и 1,5 см справа; с нумерацией вверху страницы. Объем статьи не должен превышать 14–16 страниц (включая список литературы и таблицы) и не более 3–4 рисунков. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

Нумерация формул (сплошная по всей статье) указывается в скобках цифрами (1, 2 и т.д.) с правой стороны. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Список литературы приводится в конце статьи: сначала в соответствии с русским алфавитом, затем – с английским, по тексту статьи даются ссылки в квадратных скобках [Иванов и др., 1985]. Библиографическое описание дается в следующем порядке: фамилии и инициалы авторов, полное название монографии, место издания, издательство, год издания, страницы; для периодических изданий – фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год выпуска, том, номера страниц. Для списка References (рекомендуем пользоваться ресурсом <http://www.translit.ru>) для русскоязычных позиций сделать транслитерацию ФИО авторов и названия работы; в квадратных скобках дать перевод названия на английский язык, транслитерацию выходных данных, в скобках (in Russian). Ссылки на иностранных языках остаются в оригинальном варианте. Пример оформления первой страницы и списка литературы см. на сайте журнала.

Таблицы печатаются на отдельной странице каждая, кегль 12, через 2 интервала. Нумеруются по порядку упоминания их в тексте арабскими цифрами. После номера должно следовать название таблицы. Все графы в таблицах должны иметь заголовки и быть разделены вертикальными линиями.

Иллюстрации предоставляются в 2 экз. распечатки отдельно от текста статьи (на обороте каждой иллюстрации карандашом следует указать номер рисунка и фамилии авторов) и на отдельном CD-диске. На иллюстрациях следует избегать лишней детализации и надписей (надписи рекомендуются заменять цифрами или буквами, разъяснение которых дается в подрисуночных подписях или в тексте). Линии на рисунках должны быть четкими (5–6 pix). Ширина рисунков не должна превышать 180 мм, высота – 240 мм. Шрифт буквенных и цифровых обозначений на рисунке Times New Roman (9–10-й кегль). Рисунки должны быть черно-белыми, рекомендуется применять разные типы штриховки (с размером шага, позволяющим дальнейшее уменьшение). Фото (2 экземпляра) должны быть черно-белыми, контрастными.

Подрисуночные подписи представляются на отдельной странице, кегль 12, через 2 интервала.

Статьи принимаются на географическом факультете в комнате 2108а. Тел. 8-495-939-29-23.

Электронный адрес редколлегии:

<http://geogrmsu.epub.ru>

Плата за публикацию не взимается.