

СОДЕРЖАНИЕ

Гитер Б.А., Гречко Е.А., Колосов В.А., Мироненко К.В., Пилька М.Э., Самбунова Е.Н., Слука Н.А., Тикунова И.Н., Ткаченко Т.Х., Федорченко А.В., Фомичев П.Ю. Основные направления исследований географии мирового хозяйства	3
--	---

Теория и методология

Савоскул М.С. Территориальные системы международных миграций населения	11
Хорошев А.В. Ландшафтно-геохимические основания планирования экологического каркаса агроландшафта (на примере среднетаежного ландшафта в Архангельской области)	19

География и экология

Корбут В.В. Природный комплекс, «зеленые острова» и экологический каркас мегаполиса Москвы на основе орнитологического подхода	28
Дикарева Т.В., Румянцев В.Ю. Картографический анализ распространения растений-аллергенов в России	34

Методы географических исследований

Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Индекс экономического развития регионов Российской Федерации	41
Стариков Н.А. Типология стран мира по особенностям продовольственной ситуации	48
Фомкина А.А. Межрайонные центры социальной инфраструктуры: новый подход к их выделению (на примере Тверской области)	57
Мысленков С.А., Платонов В.С., Торопов П.А., Шестакова А.А. Моделирование штормового волнения в Баренцевом море	65

Региональные исследования

Бабурин В.Л., Цаплина К.Г. Факторы, лимитирующие экстенсивное развитие Москвы и ее спутников	76
Магрицкий Д.В. Факторы и закономерности многолетних изменений стока воды, взвешенных наносов и теплоты на нижней Лене и Вилые	85
Кондрин А.Т. Штормовые нагоны в районе Беломорской биологической станции МГУ	96

<i>Юбилей</i>	108
-------------------------	-----

<i>Потери науки</i>	109
-------------------------------	-----

Новые книги

Трифорова Т.А. Об атласе природноочаговых болезней	110
--	-----

<i>Указатель статей и материалов, опубликованных в журнале в 2015 г.</i>	111
--	-----

C O N T E N T S

Giter B.A., Grechko E.A., Kolosov V.A., Mironenko K.V., Pilka M.E., Samburova E.N., Sluka N.A., Tikunova I.N., Tkachenko T.Kh., Fedorenko A.V., Fomichev P.Yu. Main Research directions in the world economy geography	3
<i>Theory and methodology</i>	
Savoskul M.S. Territorial systems of the international migrations of population ...	11
Khoroshev A.V. Landscape-geochemical basis of designing the ecological network of agrolandscapes (case study of a middle taiga landscape in the Arkhangelsk oblast)	19
<i>Geography and ecology</i>	
Korbut V.V. Natural complex, “green islands” and the ecological network of the Moscow megalopolis in the context of the ornithological approach	28
Dikareva T.V., Rumyantsev V.Yu. Cartographic analysis of allergenic plants distribution in Russia	34
<i>Methods of geographical studies</i>	
Tikunov V.S., Chereshnya O.Yu. Economic index for the regions of the Russian Federation	41
Starikov N.A. Typology of world countries according to the specific features of food situation	48
Fomkina A.A. Trans-district centers of social infrastructure: a new approach to their identification (case study of the Tver oblast)	57
Myslenkov S.A., Platonov V.S., Toropov P.A., Shestakova A.A. Simulation of storm waves in the Barents Sea	65
<i>Regional studies</i>	
Baburin V.L., Tsaplina K.G. Limiting factors of the extensive growth of Moscow and its satellite towns	76
Magritsky D.V. Factors and trends of the long-term fluctuations of water, sediment and heat run-off in the lower reaches of the Lena River and the Vilyui River.	85
Kondrin A.T. Storm surges in the vicinity of the White Sea Biological Station of the Moscow State University	96
<i>Jubilee</i>	108
<i>Obituary</i>	109
<i>New books</i>	
Trifonova T.A. About the Atlas of natural-focal diseases	110
<i>Index of articles and materials published in the journal in 2015</i>	111

УДК 911.3

Б.А. Гитер¹, Е.А. Гречко², В.А. Колосов³, К.В. Мироненко⁴, М.Э. Пилька⁵, Е.Н. Самбурова⁶,
Н.А. Слукa⁷, И.Н. Тикунова⁸, Т.Х. Ткаченко⁹, А.В. Федорченко¹⁰, П.Ю. Фомичев¹¹

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕОГРАФИИ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Посвящается памяти Н.С. Мироненко

Обобщен исследовательский опыт географии мирового хозяйства как нового направления российской социально-экономической географии, основы которой заложены Н.В. Алисовым. Оценен вклад Н.С. Мироненко в развитие дисциплины; его творческий путь проанализирован с использованием библиометрического метода. Проведена периодизация исследований кафедры географии мирового хозяйства Московского университета, раскрыты их наиболее значимые результаты. Среди фундаментальных разработок выделены концепции цикличности мирохозяйственного развития, мирохозяйственного перехода; обоснование центр-периферического строения глобальной экономики; создание градоцентрической модели пространственной структуры мирового хозяйства. Выявлен ряд ближайших задач, стоящих перед школой географии мирового хозяйства Московского университета имени М.В. Ломоносова.

Ключевые слова: география мирового хозяйства, аналитический обзор, направления научных исследований, актуальные проблемы.

Введение. Успешно преодолев кризисный период 1980–1990-х гг., отечественная социально-экономическая география постепенно выходит на новые исследовательские горизонты. Ускоренное развитие науки выражается в критическом переосмыслении и адаптации к современным условиям результатов, полученных еще в советское время [Лопатников, 2013; Тархов, 2013], а также многих международных наработок [Город..., 2011; Смирнягин, 2011; Maslova, Sluka, 2013]. Динамично формируются принципиально новые направления исследований, включая, например, географию развития, географию инновационных процессов, когнитивную географию и ряд других [Бабурин, 2010; Бабурин, Земцов, 2013; Замятина, 2002, 2009]. На этом общем фоне нельзя не отметить особый вклад в прогресс российской географической школы крупных ученых, в частности, Заслуженного профессора Московского университета Н.С. Мироненко (1941–

2014) – непревзойденного авторитета в области рекреационной и социальной географии, комплексного страноведения, геополитики. Но, пожалуй, особенно важна его роль как генератора идей при становлении в России пионерной научной проблемной области – географии мирового хозяйства.

Зародившийся в 60–70-е гг. XX в., мир-системный подход существенно расширил горизонты изучения социальной макроэволюции. В работах его основоположников – Ф. Броделя, А.Г. Франка, И. Валлерстайна, С. Амина и Дж. Арриги [Amin et al., 2006; Arrighi, Silver, 1999; Braudel, 1973; Frank, Gills, 1993; Wallerstein, 1987] – отмечается, что, по сути, главным элементом мир-системы выступает мировое хозяйство. Познание современных трендов и различного рода трансформаций глобальной экономики на основе адекватной систематизации и аргументированной интерпретации – актуальная и важная теоретическая и прикладная задача, означаю-

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

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* grechko-gmh@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, профессор, зав. кафедрой, докт. геогр. н.; *e-mail:* vladimirkolossov@gmail.com

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, науч. с.; *e-mail:* kenimzury@yandex.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, аспирант; *e-mail:* martinpilka92@gmail.com

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, доцент, канд. геогр. н.; *e-mail:* esamburova@yandex.ru

⁷ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, профессор, докт. геогр. н.; *e-mail:* gwe@geogr.msu.ru

⁸ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* intikunova@yandex.ru

⁹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, доцент, канд. геогр. н.; *e-mail:* maryasha_t@mail.ru

¹⁰ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, доцент, канд. геогр. н.; *e-mail:* alidrisi@mail.ru

¹¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, доцент, канд. геогр. н.; *e-mail:* fomit@mail.ru

щая консолидацию усилий в рамках глобальных междисциплинарных исследований. В русле этого генерального вектора должны решаться и конкретно-научные задачи монодисциплинарных исследований. Для экономико-географов одновременно и «заповедным полем», и одной из традиционных ключевых задач является изучение движущих сил и конкретных сдвигов в отраслевой и пространственной структуре мирового хозяйства, тем более, что последняя, отличаясь в целом существенно более высоким по сравнению с другими видами структур уровнем инерционности развития [Маергойз, 1986], на этапе глобализации показывает существенно ускорившуюся динамику изменений.

Коллектив кафедры географии мирового хозяйства географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова посвятил решению этих задач последние 25 лет. Несмотря на достигнутые результаты, исследовательская тема чрезвычайно широка, а многие рассматриваемые проблемы далеко неоднозначны, многоаспектны, постоянно модифицируются, трудны в конкретизации и верификации. Более того, дополнительную остроту в изучение тематики приносит, с одной стороны, вступление мира в турбулентное состояние и перманентное нарастание в современных условиях непредсказуемости развития глобальной геоэкономической обстановки, а с другой – задача формирования команды профессионалов-единомышленников. Иными словами, возникла своего рода точка бифуркации направленности мирохозяйственных исследований. Наступил момент, когда, как и в любом исследовании, следует оценить проделанное, а затем выявить генеральные направления развития и концептуально определить новые «точки роста».

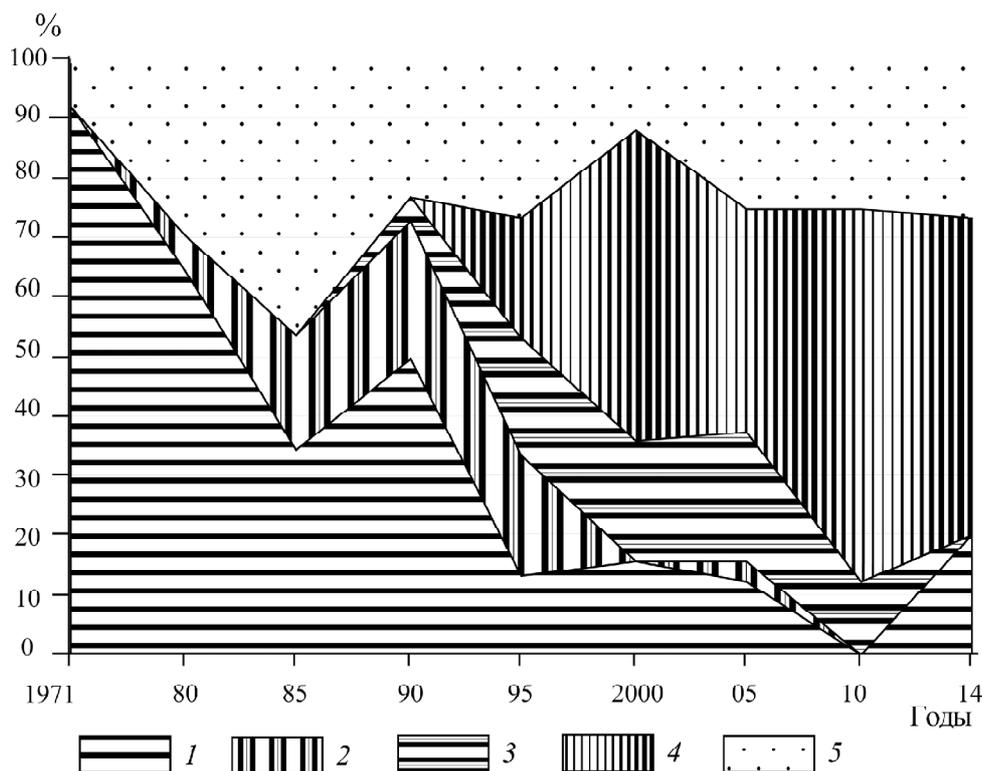
Материалы и методы исследований. География мирового хозяйства как часть общественной географии при всей ее экономической и социальной значимости представляет собой сферу знаний, пока мало и слабо освоенную как российскими, так, впрочем, и зарубежными географами. Научный поиск в этой области до сих пор характеризуется определенной фрагментарностью при очень широком диапазоне рассматриваемых проблем. Фундаментальную основу исследований в области географии мирового хозяйства составляют труды ведущих зарубежных авторов, включая апологетов мир-системного подхода, а также отечественных теоретиков глобальной экономики, мирового хозяйства, специалистов во многих смежных с социально-экономической географией дисциплинах, сюда же входят и аналитические разработки таких международных организаций, как ООН и Всемирный банк. Немалую роль в формировании идейного ядра этого направления сыграли работы классиков отечественной социально-экономической географии – Н.В. Алисова, И.М. Маергойза, Н.С. Мироненко. Конкретной информационной базой исследования послужили научные труды коллектива кафедры географии мирового хозяйства. Работа строится с применением преимущественно общенаучных методов, таких, как анализ и синтез. Для изучения творческого насле-

дия профессора Н.С. Мироненко и созданного задела использован библиометрический подход.

Результаты исследований и их обсуждение. *Основы географии мирового хозяйства как новой научной дисциплины заложены профессором Н.В. Алисовым, а фундаментальный характер исследования получили под руководством профессора Н.С. Мироненко*, в развитии научных интересов которого, согласно библиометрическому анализу [Сайт..., 2015], можно выделить несколько этапов (рисунков). Первый этап – с 1971 г. до начала 1980-х гг. – однозначно можно назвать рекреационно-географическим, хотя на протяжении этого периода у Н.С. Мироненко нарастал интерес к познанию и иных областей социальной и экономической географии, что отразилось в росте значимости раздела «Прочие направления» в структуре публикаций. Второй этап – в рамках 1980-х гг. – ознаменовался дополнением рекреационно-географического блока исследований страноведческим. Третий этап (первая половина 1990-х гг.), с одной стороны, судя по сокращению общего числа публикаций, сложный, переломный, а с другой – поисковый, наиболее разнообразный по тематике статей. В это время выходили в свет новые работы Н.С. Мироненко и по рекреационной географии, и по страноведению; появились первые исследования в области геополитики и географии мирового хозяйства. С конца 1990-х гг. в его творчестве начался новый этап – «эра глобалистики», интерес к исследованиям в сфере геополитики и географии глобальной экономики постепенно вытеснил и перекрыл все прочие. На эту проблематику в структуре публикаций приходится уже до 4/5 всех материалов. Условный пятый этап научных исследований – со второй половины 2000-х гг. – характеризуется постепенным затуханием интереса к геополитике. В этот период до 2/3 всех публикаций посвящено исключительно географии мирового хозяйства [Слука, Ткаченко, 2015].

Важно отметить, что практически все этапы научного творчества Н.С. Мироненко закреплены фундаментальными трудами. При этом он всегда подводил некую черту исследованиям учебными изданиями, отражающими связь университетской науки и образования, нацеленность на передачу накопленных знаний новым поколениям. Так, первый этап завершился изданием в 1981 г. учебного пособия «Рекреационная география» (в соавторстве с И.Т. Твердохлебовым), в котором «заложены научные основы миграционной рекреации, исследуются факторы формирования этой новой отрасли хозяйства и специфика ее территориальной организации» [Мироненко, Твердохлебов, 1981, с. 2]. Эта работа отличается интегративным характером, поскольку в ней впервые была сделана попытка обобщить понятийный аппарат рекреационной географии и проанализировать методологические вопросы этой науки [Продолжаем..., 2011]. Она остается настольной книгой обучающихся во многих вузах по специальностям, связанным с туризмом и отдыхом.

Второй этап ознаменовался выходом в свет в 1993 г. учебного пособия «Методика страновед-



Изменение тематической структуры публикаций Н.С. Мироненко по пятилетним периодам, 1971–2014 гг. Составлено по [Сайт..., 2015]: 1 – рекреационная география и туризм, 2 – страноведение, 3 – геополитика и политическая география, 4 – география мирового хозяйства, 5 – прочие направления

Changes in the thematic structure of N.S.Mironenko’s publications, 1971–2014 (by five-year periods). Source [Website..., 2015]: 1 – recreational geography and tourism, 2 – regional geography, 3 – geopolitics and political geography, 4 – geography of the world economy, 5 – other

ческого исследования» (в соавторстве с С.С. Каринским и Н.А. Слуккой), годом позже отмеченного премией Д.Н. Анучина. В его основе, как указывал в предисловии сам Н.С. Мироненко, лежат методические разработки И.М. Маергойза, который особое внимание уделял формированию представлений о территориальной структуре хозяйства страны как предмета экономико-географического страноведения. Основная идея, которой подчинены все темы книги, состоит в раскрытии пространственной организации (структуры) страны в результате взаимодействия ее территориальных элементов общественного и природного характера [Методика..., 1993, с. 3].

Определенные итоги третьего–четвертого этапов творческой деятельности Н.С. Мироненко зафиксированы в неоднократно переиздававшемся учебнике для вузов «Геополитика и политическая география», подготовленном в соавторстве с В.А. Колосовым [Колосов, Мироненко, 2001]. Во многих рецензиях на это издание, например, С.Н. Раковского, отмечено, что это очень своевременная и крупная научная работа [Раковский, 2001]. В разделе «Геополитика. Модели и процессы формирования геополитического пространства мира» Н.С. Мироненко развивает подход, который он назвал геополитикой взаимодействия, а не конфронтации, он касается большинства главных актуальных проблем мировой политики и экономики, предлагает ряд новых или по-новому сформулированных геополитических сценариев, принципиаль-

ных положений мирового развития в конце XX в. При этом концепции, модели, теоретические построения и обобщения подкреплены тщательно подобранными фактами, что в сумме вывело на новый уровень систематизацию и периодизацию развития геополитической мысли. Самостоятельное значение имеет создание обобщенной картины геополитического положения России.

Последний этап увенчался изданием в 2006 г. книги «Введение в географию мирового хозяйства. Международное разделение труда», основанной на многолетнем опыте чтения Н.С. Мироненко одноименного курса лекций, а в 2012 г. вышел в свет учебник «География мирового хозяйства», подготовленный коллективом кафедры под общей редакцией и при участии Н.С. Мироненко в написании важнейших разделов [Мироненко, 2006; География..., 2012]. Эти работы служат проводниками в теоретических, методических, отраслевых и пространственных проблемах мирового хозяйства на основе развития международного разделения труда в условиях процессов интернационализации и глобализации.

С творчеством Н.С. Мироненко тесно связаны периодизация и наработки отечественной школы географии мирового хозяйства Московского университета. Первый этап замыкается рамками 1990-х гг., это, по-сути, поисковый этап, в нем лидирующую роль занимал профессор Н.В. Алисов, который в программной статье

четко сформулировал объект, предмет и основные задачи географического исследования мирового хозяйства [Алисов, 1999].

География мирового хозяйства наряду с общей, отраслевой и региональной является составной частью экономической, социальной и политической географии. Все они в разной степени взаимосвязаны между собой и ставят целью всестороннее исследование пространственной организации хозяйства. Это обуславливает необходимость выявления особенностей его формирования и структурных различий и изменений на разных этапах исторического развития. Однако география мирового хозяйства имеет свою методологию и методику изучения пространственных объектов и структур, отличающих ее от других направлений географии. Ее основная цель – пространственный анализ составляющих глобальную экономику отраслей и входящих в них производств. Она ставит своей задачей выявление воздействия географических условий, социально-экономических предпосылок и технико-экономических факторов развития производства и других видов деятельности (в настоящее время чаще всего организационных) на формирование современной и будущей географии. Второй важнейшей задачей географии мирового хозяйства остается всесторонний пространственный анализ разветвленной и всеохватывающей системы разнообразных потоков товаров, финансовых ресурсов, международных услуг. Эти потоки отражают суть процессов международной специализации стран и регионов. Географическое исследование межстрановых и межрегиональных хозяйственных связей способно раскрыть пространственные особенности интернационализации и глобализации мировой экономики.

Первый этап завершился выпуском двух кафедральных сборников. В первом из них – «География мирового хозяйства» [1997] – на базе идей А. Франка, Ф. Броделя, Н.Д. Кондратьева, А.Дж. Тойнби, Й. Шумпетера, И. Валлерстайна и других, раскрывается ряд фундаментальных вопросов: генезис и эволюция мирового хозяйства, механизм функционирования мирохозяйственной системы. Однако основное внимание уделяется отдельным факторам и нюансам развития некоторых отраслей и сфер мирового хозяйства. Его логично дополняет второй коллективный труд «Пространственные структуры мирового хозяйства» [1999], квинтэссенция которого заключается в стремительном росте роли географии мирового хозяйства как науки в связи с тем, что сегодня нельзя говорить о полноценном общественном развитии в отрыве от мирового хозяйства, а также с обоснованием его трехярусной центр-периферической структуры. Большое внимание уделяется исследованию пространственных экономических отношений между субъектами (странами, фирмами) мировой экономической системы, таким явлениям, как транснационализация и глобализация.

Период начала 2000-х гг. очень плодотворен, он ознаменовался ростом популярности направ-

ления и реализацией инновационных идей. На волне теоретизации и концептуального обоснования мирового пространственного развития сотрудниками кафедры подробно разработаны и, что особенно важно, внедрены в учебный процесс многие новые положения:

- концепция цикличности мирохозяйственного развития в качестве основы для понимания сдвигов в пространственных структурах мироустройства. Дана современная трактовка международного разделения труда как основы пространственного развития мирового хозяйства. Исходя из реально происходящих процессов в сфере мировых обменов сформулировано представление о двух видах международного разделения труда – собственно международном (ему соответствует поле связей между странами) и транснациональном (ему соответствует поле связей между транснациональными фирмами с их внутренними системами информации, доминирующей глобальной или региональной стратегией);

- выявлены пространственные интегральные отношения в мировом хозяйстве с помощью не только центр-периферического подхода, но и регионально-типологического анализа мировой системы, в частности, в рамках теории модернизации и постмодернизации. Созданы основы градоцентрической модели пространственной структуры мирового хозяйства, отводящей мировым (глобальным) городам роль важнейших акторов в системе мирового хозяйства [Слука, 2005];

- изучены взаимодействия мирохозяйственных и глобальных геополитических процессов. Введено понятие «геополитическая динамика» в смене мировых порядков. За основу взята идея известного американского социолога И. Валлерстайна о взаимосвязи основных геополитических (гегемонистских) циклов с кондратьевскими циклами мировой экономики;

- в связи с устареванием понятийно-концептуального аппарата общественной географии, во многом утратившего свою роль в объяснении современных угроз и конфликтов и связанных с ними процессов, особенно на мировом уровне, обоснована идея необходимости пересмотра сложившейся в отечественной географии системы научных принципов и понятий в рамках новой области исследования – географической конфликтологии (геоконфликтологии), основанной на смене познавательных моделей и развитии исследований на стыке наук. На базе анализа отечественного и зарубежного опыта геоконфликтологических исследований и изучения значительного объема фактических материалов разработана логическая структурная модель новой области исследования, определено содержание и сформулированы основные научные принципы геоконфликтологии [Проблемы..., 2004];

- предложено расширить подход к изучению современных инноваций и их роли в развитии мирового хозяйства и его пространственных структур. Как указывал Н.С. Мироненко, технократический подход к инновациям, не учитывающий социально-культурную и психологическую среду зарождения и

распространения нетрадиционных идей, уступает место комплексному подходу, при котором глубинные технологические изменения рассматриваются в контексте фундаментальных социо-культурных трансформаций [География..., 2000]. Таким образом, этот подход к исследованию инноваций – не только технический или технологический, по Кондратьеву определяющий ход экономического развития, но и общественный;

– изучено такое многомерное понятие, как конкурентоспособность национальных экономик в мировом хозяйстве, под которой понимается реализация экономических, научно-технических, производственных, организационно-управленческих, маркетинговых и других возможностей в товарах, успешно противостоящих зарубежным аналогам как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Эти возможности географически дифференцированы и являются характерными особенностями той или иной территории. Конкурентоспособность страны – это и эффективность системы государственного и общественно-политического устройства, способность государства обеспечить безопасность и устойчивость развития национальной экономики. В основе конкурентоспособности страны лежит конкурентоспособное общество, т.е. в итоге все сводится к качеству «человеческого капитала» [Конкурентоспособность..., 2002];

– раскрыты общественно-географические проблемы освоения пространства и ресурсов Мирового океана [Общественно-географические..., 2008], подготовлена программа дальнейших его экономико-географических исследований, фокус которых смещен в сторону «океанического» мышления, чему способствует концепция континентально-океанической дихотомии. Потребности мирового хозяйства будут все в большей степени удовлетворяться за счет использования пространства и ресурсов Мирового океана, в результате чего океан может стать либо сферой сотрудничества, либо ареной противостояния государств и транснациональных образований. При этом конкуренция за надежный доступ к источникам сырья и энергоресурсам Мирового океана во многом определяет тенденции и сдвиги в международном разделении труда.

В завершение второго этапа все перечисленные методологические, концептуальные и методические подходы применены в учебнике «География мирового хозяйства» [2012]. В нем последовательно отражена логика формирования глобального хозяйства, превращения мира в единое экономическое целое – от теоретического обоснования до характеристики глобализирующихся отдельных отраслей хозяйства – промышленности, сельского хозяйства, финансовой сферы. Особое внимание уделено исследованию новейших производств и энергетического комплекса. Именно эти две сферы в первую очередь

определяют сегодня расстановку экономических сил в мировом хозяйстве, основные сложившиеся пропорции в нем и будущие сдвиги. Не менее важно изучение мировой финансовой системы, которая выступает флагманом глобализации, но в то же время при ее несбалансированном развитии способна выступать мощным фактором дестабилизации не только национальных, но и мировой экономики.

В целом в результате работ сотрудников кафедры сложилась система знаний о географии мирового хозяйства, представленной подходом от общего к частному и воплощенной во многих авторских и коллективных произведениях. Научные статьи и идеи взаимосвязаны и, как правило, расширяют и углубляют идеи предыдущих работ. Поставленный перед коллективом кафедры в свое время Н.С. Мироненко широкий спектр задач, многие из которых решаются и по сей день, сформировал своеобразные точки роста и в исследованиях, и в карьере многих сотрудников, аспирантов и студентов. Ценность многих материалов заключается еще и в том, что, несмотря на существенные изменения в мире за последние десятилетия, они остаются актуальными и в значительной степени отражают как многообразие процессов в мировом хозяйстве, так и вектор их географических исследований.

Третий этап (начиная с 2014 г.), или перспективный этап развития отечественной школы географии мирового хозяйства, тесно связан с решением ряда актуальных задач. Важнейший по значимости пласт задач сопряжен с предметным, углубленным и многоуровневым изучением, с одной стороны, процессов, структуры и функций глобальной экономики, характера и перспектив мирохозяйственного перехода, а с другой – с исследованием свойств, параметризации и строения экономического пространства мира, в том числе с использованием возможностей полимасштабного анализа и опорой на изучение сетеузловых структур.

Остро стоит вопрос совершенствования понятийно-терминологического аппарата – уточнения содержания, адаптации и модернизации существующих понятий и терминов, а также о выработке новых, наиболее точно отражающих исследовательскую специфику и содержание географии мирового хозяйства. Одна из ближайших и принципиальных задач в этом плане – формулирование унифицированной и общепринятой его дефиниции. Самостоятельное значение, с одной стороны, сохраняют многие предыдущие задачи, включая, например, налаживание организации сбора, систематизации и первичного анализа информации¹², модернизацию представлений об участии в международном разделении труда крупных национальных экономик, особенно стран-гигантов и т.п., а с другой – генерацию поисковых направлений. В частности, особая весо-

¹² Известно, что существует немало источников данных о глобальной экономике. Однако далеко не все они отличаются полнотой и сопоставимостью данных, в том числе приводимых на разные даты; многие из них грешат закрытостью или ограниченностью, существенно запаздывают с публикацией по времени. Более того, информация, предоставляемая многими международными организациями (ООН, Всемирный банк и др.), часто оказывается малоприменимой для целей не только географии мирового хозяйства, но и в целом для экономических и географических исследований.

мость ТНК в мирохозяйственном развитии диктует необходимость создания нового научно-исследовательского и образовательного направления – корпоративной географии. Ее главный пространственный объект анализа – не традиционные для социально-экономической географии страны и регионы, в которых складываются основополагающие отраслевые, территориальные и организационные структуры хозяйства мира, а многоцикличный рисунок взаимодействия территориально-отраслевых структур ТНК в глобальном масштабе [Родионова, Слука, 2014]. И таких поисковых тем открывается очень много.

Выводы:

– не подлежит сомнению, что одно из завоеваний отечественной общественной географии в последнее время – создание географии мирового хозяйства как нового направления исследований в нашей стране; особый вклад в его формирование внесли классики советской и российской социально-экономической географии – Заслуженные профессора Московского университета Н.В. Алисов и Н.С. Мироненко;

– к настоящему времени четко сформулированы объект, предмет, главная цель и основные задачи географии мирового хозяйства, которая имеет

свои методологию и методику изучения пространственных объектов и структур, отличающих ее от других направлений географии;

– выполнено немало изысканий в этой области, как теоретических, так и конкретных. К числу первых можно отнести концепции цикличности мирохозяйственного развития в их пространственном преломлении, мирохозяйственного перехода, теснейшей взаимосвязи мирохозяйственного и геополитического взаимодействия, центр-периферийного характера строения глобальной экономики, а также градоцентрическую концепцию территориальной организации мирового хозяйства. В число вторых входят такие фундаментальные вопросы, как роль современных инноваций в развитии мирового хозяйства и его пространственных структур, конкурентоспособность национальных экономик в мировом хозяйстве, общественно-географические проблемы освоения пространства и ресурсов Мирового океана и многие другие. Исследования позволили не только существенно расширить и углубить географические представления о мировом хозяйстве, но и выявить ряд наиболее актуальных исследовательских проблем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алисов Н.В. Цели, задачи, проблемы географии мирового хозяйства // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1999. № 2. С. 3–8.
- Бабурин В.Л. Инновационные циклы в Российской экономике. Изд. 4-е, испр. и доп. М.: КРАСАНД, 2010. 216 с.
- Бабурин В.Л., Змицов С.П. География инновационных процессов в России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 5. С. 25–32.
- География инновационной сферы мирового хозяйства / Под ред. Н.С. Мироненко. М.: Пресс-Соло, 2000. 384 с.
- География мирового хозяйства / Под ред. Н.С. Мироненко. М.; Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 271 с.
- География мирового хозяйства: Учебник / Под ред. Н.С. Мироненко. М.: Трэвел Медиа Интернэшнл, 2012. 352 с.
- Город в контексте глобальных процессов / Под ред. И.И. Абылгазиева, И.В. Ильина, Н.А. Слуки. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2011. 448 с.
- Замятина Н.Ю. Когнитивная география: предмет и основные понятия // Вопр. экономической и политической географии зарубежных стран. Вып. 18. М.; Смоленск: Ойкумена, 2009. С. 57–69.
- Замятина Н.Ю. Когнитивно-пространственные сочетания как предмет географических исследований // Изв. РАН. Сер. геогр. 2002. № 5. С. 32–37.
- Колосов В.А., Мироненко Н.С. Геополитика и политическая география: Учебник. М.: Аспект Пресс, 2001. 479 с.
- Конкурентоспособность в системе мирового хозяйства: пространственный анализ / Под ред. Н.С. Мироненко. М.: Пресс-Соло, 2002. 472 с.
- Лопатицкий Д.Л. Экологический переход // Региональные исследования. 2013. № 3. С. 4–8.
- Маергойз И.М. Территориальная структура хозяйства. Новосибирск: Наука, 1986. 171 с.
- Методика страноведческого исследования: Учеб. пособие / Под ред. Н.С. Мироненко. М.: Изд-во МГУ, 1993. 152 с.
- Мироненко Н.С. Введение в географию мирового хозяйства. Международное разделение труда: Учеб. пособие. М.: Аспект Пресс, 2006. 309 с.
- Мироненко Н.С., Твердохлебов И.Т. Рекреационная география. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 208 с.
- Общественно-географические проблемы освоения пространства и ресурсов Мирового океана. М.: Аспект Пресс, 2008. 192 с.
- Проблемы геоконфликтологии. В 2 т. / Под ред. Н.С. Мироненко. М.: Пресс-Соло, 2004.
- Продолжаем начатое... / Под ред. Н.В. Багрова. Симферополь: ТНУ имени В.И. Вернадского, 2011. 120 с.
- Пространственные структуры мирового хозяйства / Под ред. Н.С. Мироненко. М.: Пресс-Соло, 1999. 420 с.
- Раковский С.Н. Геополитика для географов // География. 2001. № 33.
- Родионова И.А., Слука Н.А. О корпоративной географии // Социально-экономическая география: теория, методология и практика преподавания: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. М.: Экон-Информ, 2014. С. 54–58.
- Сайт «Интеллектуальная система тематического исследования научно-технической информации (ИСТИНА) МГУ имени М.В. Ломоносова». URL: <http://istina.msu.ru/> (дата обращения: 07.02.2015).
- Слука Н.А. Градоцентрическая модель мирового хозяйства. М.: Пресс-Соло, 2005. 168 с.
- Слука Н.А., Ткаченко Т.Х. Познание общественного пространства: от рекреации к мировому развитию // Региональные исследования. 2015. № 1. С. 160–168.
- Смирнягин Л.В. Мегарегионы как новая форма территориальной организации общества // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 1. С. 9–15.
- Тархов С.А. Социально-экономическая география: ее сущность, предмет изучения и методы // Региональные исследования. 2013. № 3. С. 9–13.
- Amin S., Arrighi G., Frank A.G., Wallerstein I. Transforming the revolution: Social movements and the World-System. Delhi: Aakar, 2006.
- Arrighi G., Silver B.J. Chaos and governance in the modern world system. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1999.

Braudel F. Capitalism and material life, 1400–1800. N.Y.: Harper and Row, 1973.

Frank A.G., Gills B.K. The world system: Five hundred years of five thousand? L.: Routledge, 1993.

Maslova I.E., Sluka N.A. Integration of Greater Moscow into the system of global city-regions // Regions and their socio-economic

growth / Ed. by C. Madry. Poznan: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 2013. P. 137–153.

Wallerstein I. World-systems analysis. Social theory today. California, Stanford: Stanford University Press, 1987.

Поступила в редакцию 14.10.2015

Принята к публикации 28.10.2015

**B.A. Giter¹, E.A. Grechko², V.A. Kolosov³, K.V. Mironenko⁴, M.E. Pilka⁵,
E.N. Samburova⁶, N.A. Sluka⁷, I.N. Tikunova⁸, T.Kh. Tkachenko⁹,
A.V. Fedorchenko¹⁰, P.Yu. Fomichev¹¹**

MAIN RESEARCH DIRECTIONS IN THE WORLD ECONOMY GEOGRAPHY

The experience of research in the field of geography of world economy as a new line in the Russian social and economic geography founded in the early 1990-s by N.V. Alisov is summarized. The contribution of N.S. Mironenko to the development of this branch of science is evaluated using the bibliometric approach to describe his creative career. Main stages of research by the MSU Department of Geography of World Economy are identified and the principal scientific results are discussed, such as the idea of cycles in the world economic and spatial development and that of the world economic transition; the rationale for the center-periphery structure of the global economy; urban centric model of the spatial pattern of world economy. A number of immediate tasks facing the MSU scientific school of geography of world economy are identified.

Key words: geography of world economy, analytical review, areas of research, current issues, Moscow University.

REFERENCES

Alisov N.V. Zeli, zadachi, problemi geografii mirovogo hozyaistva [Goals, objectives, problems of the world economy geography], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya, 1999, no. 2, pp. 3–8 (in Russian).

Amin S., Arrighi G., Frank A.G., Wallerstein I. Transforming the revolution: Social movements and the World-System. Delhi: Aakar, 2006.

Arrighi G., Silver B.J. Chaos and governance in the modern world system. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1999.

Baburin V.L. Innovacionnye cikly v rossiiskoi ekonomike [Innovation cycles in Russian economy], Moscow: KRASAND, 2010, 216 p. (in Russian).

Baburin V.L., Zemcov S.P. Geografiya innovacionnyh processov v Rossii [Geography of innovation processes in Russia], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya, 2013, no 5, pp. 25–32 (in Russian).

Braudel F. Capitalism and material life, 1400–1800. N.Y.: Harper and Row, 1973.

Frank A.G., Gills B.K. The world system: Five hundred years of five thousand? L.: Routledge, 1993.

Geografiya innovacionnoi sfery mirovogo hozyaistva [Geography of the world economy innovative sphere], Ed. by N.S. Mironenko, Moscow: Press-Solo, 2000, 384 p. (in Russian).

Geografiya mirovogo hozyaistva [The geography of world economy], Ed. by N.S. Mironenko, Moscow; Smolensk: Isdatelstvo Smolenskogo Universiteta, 1997, 271 p. (in Russian).

Geografiya mirovogo hozyaistva: uchebnik dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenii [The geography of world economy: textbook for higher school students], Ed. by N.S. Mironenko, Moscow: Travel Media International, 2012, 352 p. (in Russian).

Gorod v kontekste globalnyh processov [The city in the context of global processes], Ed. by I.I. Abylgaziev, I.V. Ilyin, N.A. Sluka,

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of the World Economy, Engineer; *e-mail:* milaffa@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of the World Economy, Senior Researcher Scientist, PhD. in Geography; *e-mail:* grechko-gmh@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography World Economy, Professor, Head of the Department, D.Sc. in Geography; *e-mail:* vladimirkolosov@gmail.com

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Research Scientist; *e-mail:* kenimzury@yandex.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Post-Graduate Student; *e-mail:* martinpilka92@gmail.com

⁶ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Associate Professor, PhD. in Geography; *e-mail:* esamburova@yandex.ru

⁷ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Professor, D.Sc. in Geography; *e-mail:* gwe@geogr.msu.ru

⁸ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Research Scientist, PhD. in Geography; *e-mail:* intikunova@yandex.ru

⁹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Associate Professor, PhD. in Geography; *e-mail:* maryasha_t@mail.ru

¹⁰ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Associate Professor, PhD. in Geography; *e-mail:* alidrisi@mail.ru

¹¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Associate Professor, PhD. in Geography; *e-mail:* fomit@mail.ru

Moscow: Isdatelstvo Moskovskogo Universiteta, 2011, 448 p. (in Russian).

Koloso V.A., Mironenko N.S. Geopolitika i politicheskaya geografiya: uchebnik dlia studentov vysshih uchebnyh zavedenii [The geopolitics and the political geography: textbook for higher school students], Moscow: Aspekt Press, 2001, 479 p. (in Russian).

Konkurentosposobnost v sisteme mirovogo hozyaistva: prostranstvennyi analiz [Competitiveness in the world economy system: spatial analyses], Ed. by N.S. Mironenko, Moscow: Press-Solo, 2001, 472 p. (in Russian).

Lopamnikoff D.L. Ecologicheskii perehod [Ecological transition], Regionalniye issledovaniya, 2013, no 3, pp. 4–8 (in Russian).

Maergoiz I.M. Territorialnaya struktura hozyaistva [Territorial structure of the economy], Novosibirsk: Nauka, 1986, 171 p. (in Russian).

Maslova I.E., Sluka N.A. Integration of Greater Moscow into the system of global city-regions // Regions and their socio-economic growth / Ed. by C. Madry. Poznan: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 2013. P. 137–153.

Metodika stranovedcheskogo issledovaniya: uchebnoie posobie [Research methods in regional geography: textbook], Ed. by N.S. Mironenko, Moscow: Isdatelstvo Moskovskogo Universiteta, 1993, 152 p. (in Russian).

Mironenko N.S. Vvedeniye v geografiyu mirovogo hozyaistva. Mezhdunarodnoe rasdelenie truda. [Introduction to world economy geography. International labor division], Uchebnoye posobiye dlya VUS-ov, Moscow: Aspect-Press, 2006, 309 p. (in Russian).

Mironenko N.S., Tverdohlebov I.T. Rekreacionnaya geografiya [Recreational geography], Moscow: Isdatelstvo Moskovskogo Universiteta, 1981, 208 p. (in Russian).

Obshchestvenno-geograficheskiye problemy osvoyeniya prostranstva i resursov mirovogo okeana [Socio-geographic problems of the World Ocean space and resources development], Ed. by N.S. Mironenko, Moscow: Aspekt-Press, 2008, 192 p. (in Russian).

Problemy geokonfliktologii [Problems of geoconflictology], Ed. by N.S. Mironenko. Vol. 1–2, Moscow: Press-Solo, 2004 (in Russian).

Prodolzhayem nachatoye... [Proceeding the research...], Ed. by N.V. Bagrov, Simferopol: Tavricheskiy Nazionalnyi Universitet imeni V.I. Vernadskogo, 2011, 120 p. (in Russian).

Prostranstvennyye struktury mirovogo hozyaistva [Spatial structures of the world economy], Ed. by N.S. Mironenko, Moscow: Press-Solo, 1999, 420 p. (in Russian).

Rakovskiy S.N. Geopolitika dlya geografov [Geopolitics for geographers], Geografiya, 2001, no 33 (in Russian).

Rodionova I.A., Sluka N.A. O korporativnoi geografii [Corporate geography], Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferenii «Sozialno-ekonomicheskaya geografiya: teoriya, metodologiya i praktika prepodavaniya», Moscow: Econ-Inform, 2014, pp. 54–58 (in Russian).

Site «Intellektualnaya Sistema Tematicheskogo Issledovaniya Nauchno-tehnicheskoi Informacii (ISTINA) MGU imeni M.V. Lomonosova» [website «Intelligent System of Case Studies of Scientific and Technical Information» (ISTINA) of the Moscow State University named after M.V. Lomonosov], URL: <http://istina.msu.ru/> (Accessed: 07.02.2015) (in Russian).

Sluka N.A. Gradocentricheskaya model mirovogo hozyaistva [The cities' centrifugal potential in the world economy model], Moscow: Press-Solo, 2005, 168 p. (in Russian).

Sluka N.A., Tkachenko T.H. Poznanie obshchestvennogo prostranstva: ot rekreacii k mirovomu rasvitiyu (pamyati professora N.S. Mironenko) [Knowledge of public space: from recreation to world development (in memory of professor N.S. Mironenko)], Regionalniye issledovaniya, 2015, no 1, pp. 160–168 (in Russian).

Smirnyagin L.V. Megaregiony kak novaya forma territorialnoi organizacii obshchestva [Megaregions as a new form of the territorial organization of society], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya, 2011, no 1, pp. 9–15 (in Russian).

Tarhov S.A. Socialno-ekonomicheskaya geografiya: sushchnost, predmet isucheniya i metody [Human geography: its nature, subject and methodology], Regionalniye issledovaniya, 2013, no 3, pp. 9–13 (in Russian).

Wallerstein I. World-systems analysis. Social theory today. Stanford, California: Stanford University Press, 1987.

Zamyatina N.Yu. Kognitivnaya geografiya: predmet i osnovnye ponyatiya [The cognitive geography: its subject and basic terms], Voprosy ekonomicheskoi i politicheskoi geografii zarubezhnyh stran, Vyp.18, Moscow; Smolensk: Oikumena, 2009, pp. 57–69 (in Russian).

Zamyatina N.Yu. Kognitivno-prostranstvennyye sochetaniya kak predmet geograficheskoy issledovaniya [Cognitive-spatial combinations as a subject of geographical research], Izvestiya Rossijskoi Akademii Nauk, seriya geograficheskaya, 2002, no 5, pp. 32–37 (in Russian).

Received 14.10.2015

Accepted 28.10.2015

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 314.74

М.С. Савоскул¹

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ МИГРАЦИЙ НАСЕЛЕНИЯ

Представлена авторская концепция территориальных миграционных систем на примере изучения международных миграций населения. Эта концепция, с одной стороны, объясняет закономерности в международном обмене России со странами дальнего зарубежья, а с другой – ее можно применять при составлении прогнозов международных миграций.

Использованы данные Росстата и Министерства внутренних дел Германии, ряд выводов исследования основан на анализе данных об этнической структуре населения регионов России, полученных по итогам переписей населения России (1989, 2002, 2010 гг.). Результаты исследования получены по итогам полевых работ автора в России и Германии в 2002–2012 гг.

Миграционный процесс и миграционные связи стран целесообразно рассматривать с точки зрения как акторов миграционного процесса, так и территорий, отдающих и принимающих мигрантов. Происходит методологическое объединение двух традиций в исследовании миграций населения. Территориальная миграционная система (ТМС) – группа территорий (стран или регионов), вовлеченных в миграционный обмен посредством устойчивых в течение длительного времени миграционных потоков, формируемых конкретными территориальными общностями населения стран или регионов, – в результате совокупности множества социально-экономических и политических факторов. ТМС объединяет не всю совокупность территориальной общности людей, проживающих в регионах выхода мигрантов, а определенные социально-территориальные группы населения.

Для России с ее существенной региональной дифференциацией важно, что в международные ТМС оказываются включены не страны как отдельные точки, а отдельные регионы внутри страны. Это новое утверждение в теориях международной миграции населения, которые обычно не рассматривают другие иерархические уровни (помимо уровня стран). Также в статье рассмотрены особенности формирования и развития ТМС.

Ключевые слова: международные миграции населения, теория социально-экономической географии, территориальные системы, трансграничные миграции.

Введение. Масштабы потоков международных миграций населения, а также экономическое, демографическое и социальное влияние миграций как на страны выхода мигрантов, так и на страны, принимающие мигрантов, во второй половине XX в. постоянно росли и в настоящее время стали настолько значимы, что требуют нового переосмысления со стороны наук, изучающих это явление.

Мигранты могут одновременно проявлять социальную активность и участвовать в жизни двух стран. Подобный относительно новый феномен междустранового существования международных мигрантов получил в англоязычной литературе название «transnational migration», а социальные общности мигрантов, включенных в постоянную коммуникацию с мигрантами, обычно называют «transnational spaces»².

В современной отечественной социальной и экономической географии не уделяется достаточное внимание обобщению теорий международной миграции населения и теоретическим обоснова-

ниям пространственно-временных аспектов миграции, несмотря на активное включение России после 1991 г. в систему международных миграционных потоков. История международных миграций в XX в. и современная система учета мигрантов дают возможности для теоретических обобщений.

Представлена концепция территориальных миграционных систем на примере изучения международных миграций. Использование этой концепции, с одной стороны, объясняет закономерности в международном обмене России со странами дальнего зарубежья, а с другой – ее можно применять при составлении прогнозов международных миграций. Прогнозирование масштабов и направлений международных миграций – одна из самых сложных задач при изучении миграции населения, поскольку миграционные потоки, в отличие от демографической ситуации, очень мобильны и быстро реагируют на изменение экономической, политической и экологической ситуации.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: savoskul@yandex.ru

² В отечественной литературе этот термин не получил пока однозначного перевода, автор предлагает использовать понятие «трансграничные социальные пространства» или «межстрановые социальные пространства».

Материалы и методы исследований. Используются данные Росстата и Министерства внутренних дел Германии о числе международных мигрантов в 1993–2013 гг. Ряд выводов исследования основан на анализе данных об этнической структуре населения регионов России, полученных по итогам переписей населения России (1989, 2002, 2010 гг.).

Часть результатов исследования получена по итогам полевых работ автора, проводившихся в России (Алтайский край, Омская область, Саратовская область) и в Германии (Бавария, Берлин, Гессен, Северный Рейн–Вестфалия) в 2002–2012 гг. Полевые исследования включали полуструктурированные интервью с экспертами в области миграционной политики, с российскими немцами в России, мигрантами из стран СНГ в Германии (всего более 120 интервью).

Среди теорий миграции населения рассмотрим направление, которое ближе всего к пространственным аспектам и взято в качестве основного в концепции территориальных миграционных систем, предложенной автором.

Системный подход в миграционных исследованиях, особенно при изучении международных миграций населения, достаточно популярен среди исследователей. Одна из наиболее значимых теорий – теория мировых систем И. Валлерстайна [Wallerstein, 1984]. Теория рассматривает международные миграции с точки зрения неравномерности международного развития. Разница в уровне развития стран формирует устойчивые миграционные потоки, направленные из менее развитых в экономическом отношении стран в более развитые. Этот подход в миграционных исследованиях часто называют центр-периферийной моделью, так как миграционные потоки направлены из мировой периферии в экономические центры мира [Castles и др., 2009; Han, 2006; Wallerstein, 1984]. В концепции мировых систем международная миграция рассматривается не с точки зрения национальных экономик, ее связывают со структурой и развитием мирового рынка, расширяющегося с XVI в. Таким образом, миграции рассматриваются с точки зрения проникновения капитализма в периферийные регионы, где формируется мобильное население.

В зарубежной социальной географии изучение миграционных систем стало популярным в 1980–1990-е гг. Исследователи Дж. Т. Фаусет, Ф. Арнольд, Д. Массей [Fawcett и др., 1987; Massey, 1998] пишут, что миграционная система состоит из двух или более стран, которые обмениваются мигрантами. Основной акцент делается на крупных региональных миграционных системах, таких, как Западно-Африканская, юг Латинской Америки, южная часть Тихого океана. Но миграционную систему могут составлять страны, расположенные на значительном удалении, например, страны Карибского бассейна и Западная Европа, Северная Америка или страны Северной и Западной Африки и Франция. Отдельные страны могут быть частью нескольких миграционных систем.

Отличительная черта концепции миграционных систем заключается в том, что она объединяет как страны отдающие мигрантов, так и страны, принимающие мигрантов, с точки зрения всех возможных связей. Эти миграционные связи могут выражаться в межстрановых миграционных потоках, в культурном обмене, а также в формировании семейных и социальных сетей между странами, образующими миграционную систему.

В работе [Portes и др., 2006] появление миграционных систем объясняется историческими связями между странами, входящими в систему. Это могут быть колониальные, торговые, исторические, политические и культурные связи между странами.

Базовые принципы теории миграционных систем состоят в утверждении, что миграционные потоки можно рассматривать как результат взаимодействия макро- и микроструктур. Под макроструктурами понимаются крупномасштабные институциональные факторы, микроструктуры составляют социальные сети и социальные практики, образуемые мигрантами. Эти два уровня связаны между собой различными механизмами, которые определяют как мезоструктуры.

Макроструктуры миграционной системы включают в себя межгосударственные отношения, принципы действия мирового рынка, институциональные структуры и юридические практики государств, входящих в миграционную систему, в отношении мигрантов и миграционной политики. Этот подход можно назвать историко-институциональным подходом в изучении миграции и миграционных систем. По мнению его сторонников, развитие производства, распределения и обмена в пределах все более и более интегрированной мировой экономики с XVI в. стало одним из определяющих факторов миграций населения. Также важную роль играют международные отношения, деятельность государств и международных организаций [Böhning, 1984; Castles и др., 2009; Dohse, 1981; Hollifield, 2000].

Микроструктуры миграционной системы представляют неформальные социальные сети, формируемые самими мигрантами в ходе адаптации к миграционному процессу. В 1960-х гг. для этого явления использовали концепцию миграционных цепей (chain migration) [Price, 1963]. Современные исследователи подчеркивают роль культурного капитала (информация о стране миграции, возможности организации переезда, поиск работы, адаптация в новом социальном окружении) на первых стадиях миграционного процесса. Неформальные сети мигрантов обеспечивают жизненно важные ресурсы для отдельных мигрантов и их групп, сети можно изучать с точки зрения социального капитала – понятие, предложенное П. Бурдьё. Под социальным капиталом он понимает персональные отношения мигрантов, семейные и групповые структуры (паттерны), дружеские связи и связи внутри сообществ, взаимную материальную, моральную и социальную поддержку.

Ключевая единица для анализа процесса миграции с точки зрения микроструктур в теории миг-

рациональных систем так же, как в новой экономической теории трудовой миграции, рассмотренной выше, – не отдельный мигрант, а семья и домохозяйство. Эмпирические исследования показывают, что решение о миграции принимают не отдельные люди, а семьи. Включение домохозяйств, а не отдельных индивидов, в процесс принятия решения о миграции, например, активизировало процесс феминизации миграции из стран Азии, поскольку конъюнктура на рынке труда позволяла легче найти работу молодым женщинам, и они с большей долей вероятности высылали заработанные деньги на родину [Castles и др., 2009]. Семьи облегчают процесс миграции, а часто делают его возможным. Неформальные сети мигрантов способствуют формированию инфраструктуры мигрантов в принимающем государстве.

Мезоструктуры миграционной системы – промежуточный элемент между макроструктурами и микроструктурами, они относительно недавно привлекли внимание исследователей. Определенные социальные акторы, группы или институции играют роль посредников между мигрантами и политическими и экономическими институтами. «Индустрия миграции» образуется через посредничество различных организаций по поиску работы и оформлению документов для миграции, адвокатов, агентов, контрабандистов и других посредников [Harris, 1996]. Роль посредников в миграционном процессе неоднозначна. Отдельные акторы или организации, выступающие в роли посредников, могут оказывать помощь мигрантам или, наоборот, эксплуатировать их, что зависит от масштабов миграции, ее легального или нелегального характера и т.д.

Макро-, микро- и мезоструктуры тесным образом переплетены в миграционной системе, и провести четкие границы между ними сложно.

В отечественной науке наиболее известны работы И.В. Ивахнюк [2008], посвященные анализу миграционных систем. Она предлагает следующее определение понятия: миграционная система – «группа стран, связанных между собой относительно масштабными и устойчивыми миграционными потоками, которые являются результатом исторических, культурных, экономических, демографических и политических факторов и приводят к структурным трансформациям в странах выезда и въезда мигрантов, воспроизводящим направление миграционных потоков и придающим этим потокам устойчивость». И.В. Ивахнюк рассматривает миграционную систему с точки зрения ее макро-, микро- и мезоструктур, применяя в основном историко-институциональный подход к анализу миграционных систем. В ее работе обосновано существование Евразийской миграционной системы, объединяющей миграционные процессы на постсоветском пространстве, а также детально проанализированы крупнейшие мировые миграционные системы: Североамериканская, Европейская, Азиатско-Тихоокеанская, Ближневосточная, Южноамериканская.

Новое понятие, о котором пишет И.В. Ивахнюк, с точки зрения теории миграционных систем – понятие миграционной взаимозависимости стран, образующих миграционную систему. Суть миграционной взаимозависимости в том, что международная трудовая миграция становится фактором, существенно меняющим отношения между странами импортерами и экспортерами трудовых ресурсов. Через механизм трудовой миграции происходит перераспределение ресурсов развития, без которых ни те, ни другие страны не могут обойтись. Они оказываются в отношениях взаимозависимости, что вызывает необходимость поиска взаимовыгодных решений, развития партнерства и интеграции [Ивахнюк, 2008].

С точки зрения менее развитых в экономическом отношении стран миграционная зависимость проявляется в возможности доступа к рынкам труда других государств, что сокращает безработицу на их рынках труда и дает дополнительные экономические ресурсы для развития страны через денежные переводы мигрантов. Со стороны более развитых стран зависимость обусловлена демографической ситуацией, нежеланием граждан этих стран занимать низкоквалифицированные и менее оплачиваемые рабочие места в сфере услуг, строительстве и т.д.

Результаты исследований и их обсуждение. Территориальные миграционные системы. Автор предлагает концепцию территориальных миграционных систем (ТМС), которая уточняет и дополняет теорию миграционных систем на примере анализа миграционных связей России со странами дальнего зарубежья, в частности, на основе миграционного обмена между Россией и Германией.

Миграционный процесс и миграционные связи стран целесообразно рассматривать с точки зрения как акторов миграционного процесса, так и территорий, отдающих и принимающих мигрантов. Таким образом, происходит методологическое объединение двух традиций в исследовании миграций населения.

Первая традиция помещает в центр миграционных исследований мигранта – участника миграционного процесса, что характерно для социологических, этнологических, исторических работ по миграциям населения, и чаще основана на нестатистических (качественных) методах исследования (традиции чикагской школы).

Вторая традиция изучения миграции населения делает акцент на структурных характеристиках населения стран и регионов, участвующих в миграционном процессе. Такой подход базируется на количественном анализе статистических данных, использовании математических методов анализа и ближе экономическим и политическим наукам.

Для комплексного анализа миграционных потоков с учетом двух методологических подходов в социальной и экономической географии предложено использовать понятие «территориальная миграционная система». Миграционные связи стран форми-

руются не абстрактными миграционными потоками, а миграционными потоками, состоящими из определенных территориальных общностей населения, связанных между собой социальными отношениями.

Автор предлагает следующее определение территориальной миграционной системы (ТМС): группа территорий (стран или регионов), вовлеченных в миграционный обмен посредством устойчивых в течение длительного времени миграционных потоков, формируемых конкретными территориальными общностями населения стран или регионов, в результате совокупности множества социально-экономических и политических факторов.

Эмпирические исследования, послужившие материалом для подобного высказывания, показывают, что для одних типов стран или регионов преобладающим может быть поток этнической миграции, для других – учебная миграция, для третьих – сезонная трудовая миграция и т.д. В таком случае у одних территориальных общностей населения шанс стать мигрантами выше, чем у других. ТМС объединяет не всю совокупность территориальной общности людей, проживающих в этих регионах, а определенные социально-территориальные группы населения. В миграционные связи подобных территориальных систем включены не все жители региона или страны, а определенные социальные или этнические группы, как показывает анализ социальных сетей мигрантов. В сфере социальных связей мигрантов чаще оказываются мигранты, знакомые между собой по региону выхода или стране выхода. Наиболее четко это подтверждается при анализе этнических миграций на примере социальных сетей российских немцев и высококвалифицированных мигрантов из стран бывшего СССР в Германию [Савоскул, 2009, 2010].

Это определение отличается от других акцентом на структурной неоднородности потоков международных мигрантов и на разном вкладе различных территорий в международную миграцию соответственно.

Для России с ее существенной региональной дифференциацией важно, что в международные ТМС оказываются включены не страны как отдельные точки, а отдельные регионы внутри страны. Это также новое утверждение в теориях международной миграции населения, которые обычно не рассматривают другие иерархические уровни (помимо уровня стран).

Можно говорить о миграционном потенциале региона, который определяется структурными характеристиками населения региона (соотношением городского и сельского населения, половозрастной структурой населения, уровнем образования, уровнем дохода, этнической структурой). Миграционный потенциал региона определяет принадлежность к той или иной международной миграционной системе.

Анализ динамики объемов внешних миграций населения для ряда стран показывает, что существует определенная цикличность в миграционном обмене стран с другими странами в целом, а также цикличность в миграционном обмене между двумя странами. На примере Германии (рис. 1) прослеживаются рост масштабов и цикличность внешних миграций страны. С 1953 по 2004 г. можно определить два миграционных цикла, когда в течение почти 20 лет (с 1953 по 1972 г., за исключением 1968 г.) продолжался рост сальдо миграции, затем наблюдается спад миграционного прироста Германии до середины 1980-х гг., когда начался следующий миграционный цикл.

Более ярко миграционные циклы проявляются в миграционном обмене Германии с отдельными

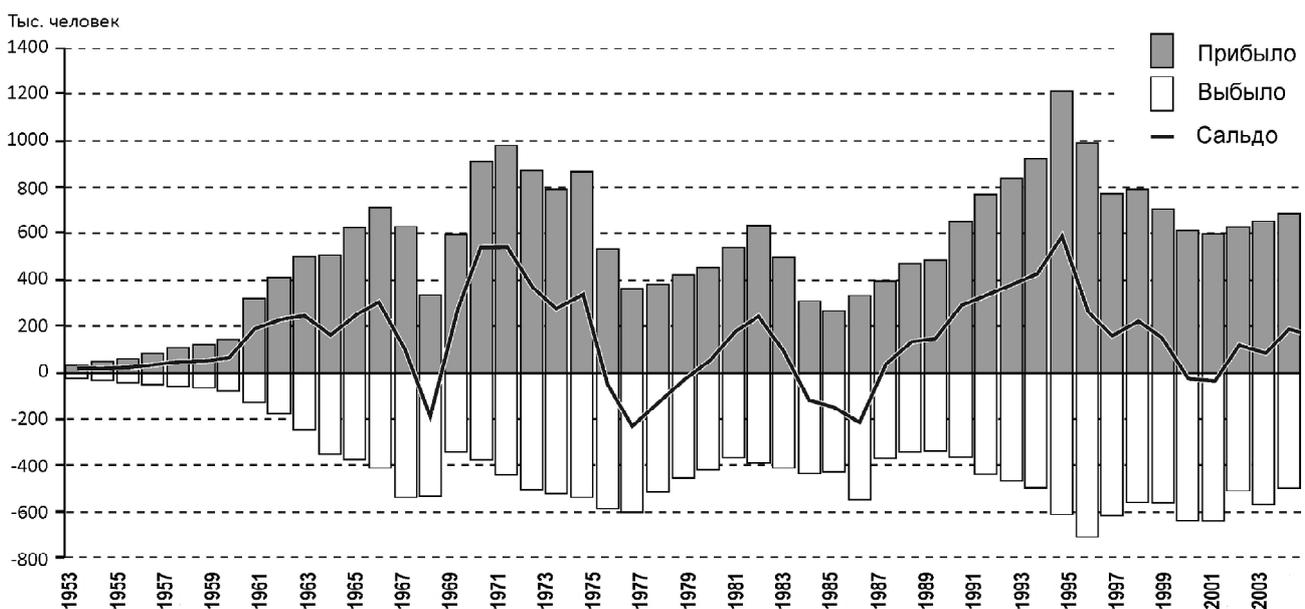


Рис. 1. Въезд и выезд иностранных граждан в/из ФРГ в 1953–2004 гг., тыс. человек. Построен по данным официального сайта министерства внутренних дел ФРГ [URL..., 2015]

Fig. 1. Migration of foreign citizens to/from Germany in 1953–2004, ths. persons. Source: [URL..., 2015]

странами – Турцией, странами бывшей Югославии. На рис. 2 видно, что на определенном этапе происходит стабилизация миграционного обмена между странами.

ния, характерно преобладание притягивающих факторов миграции. Происходит увеличение масштабов миграционных потоков. Продолжительность первого этапа различна и может колебаться от не-

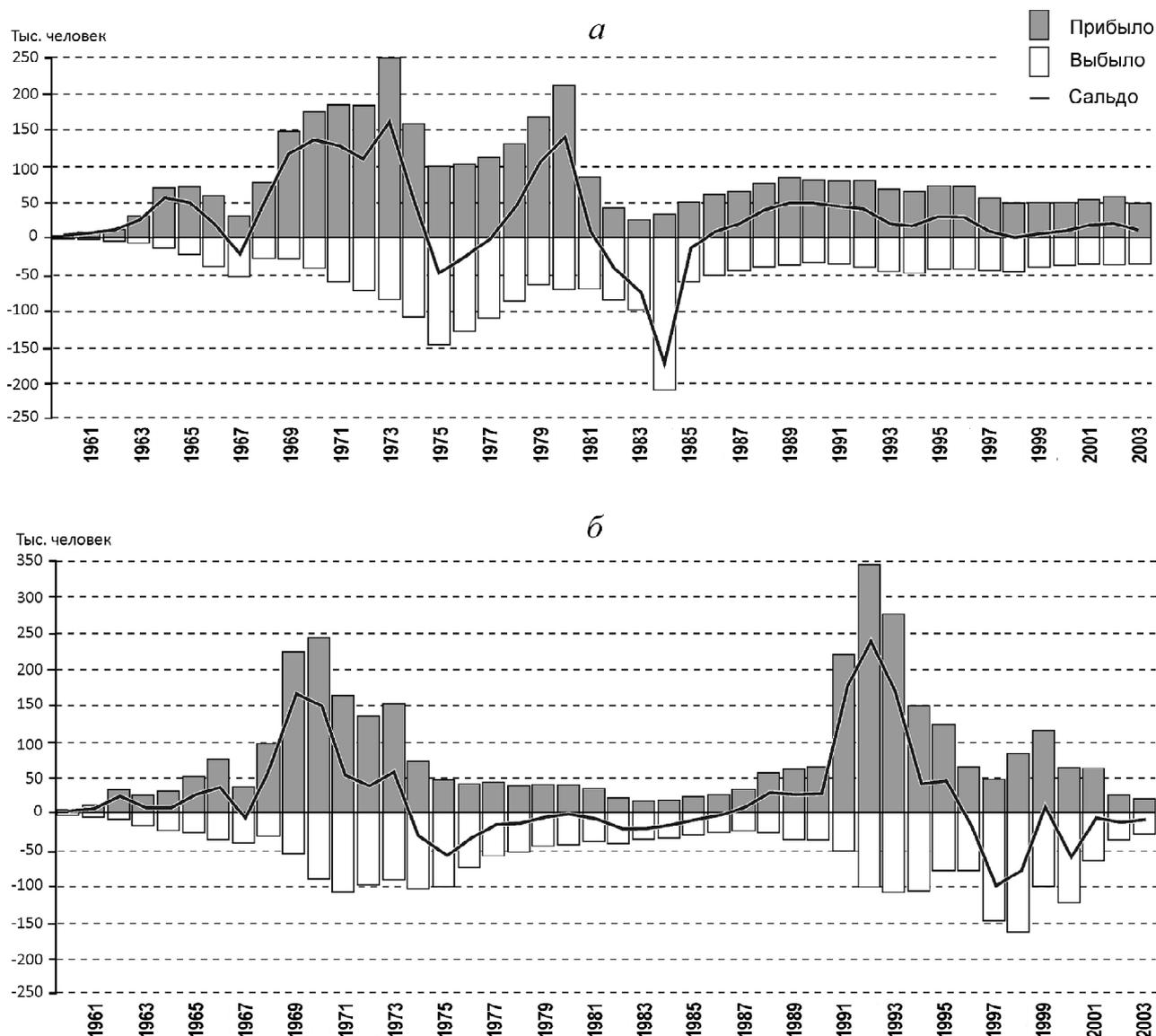


Рис. 2. Въезд и выезд жителей Турции в/из ФРГ (а) и въезд и выезд граждан Югославии (стран бывшей Югославии) в/из ФРГ (б) в 1960–2003 гг., тыс. человек. Построен по данным официального сайта министерства внутренних дел ФРГ [URL..., 2015]

Fig. 2. Migration of Turkey citizens (a) and the citizens of Yugoslavia (the countries of former Yugoslavia) to/from Germany in 1960–2003, ths. persons. Source: [URL..., 2015]

Территориальные миграционные системы имеют определенные закономерности развития во времени и в пространстве. Влияние миграционных процессов на регионы или страны выхода и привлечение мигрантов проявляется неоднозначно и постоянно меняется. Рассмотрим общие закономерности формирования и развития ТМС (рис. 3).

Первый этап развития территориальной миграционной системы (ТМС) характеризуется формированием экономических, демографических, социальных и политических предпосылок для активизации потока мигрантов. На этом этапе, помимо вынужденных и принудительных миграций населе-

скольких лет до нескольких десятков лет. Миграционная политика принимающих стран на этом этапе направлена на активное привлечение мигрантов.

Второй этап развития ТМС проявляется в стабилизации масштабов и некотором снижении размеров миграционных потоков. Но при этом для региона входа мигрантов сальдо миграции в миграционном обмене с регионами выхода мигрантов остается положительным, т.е. миграционный приток в несколько раз превышает в разы миграционный отток. Продолжительность этого этапа функционирования ТМС также может быть различной. Анализ внешних миграций Германии и России во второй

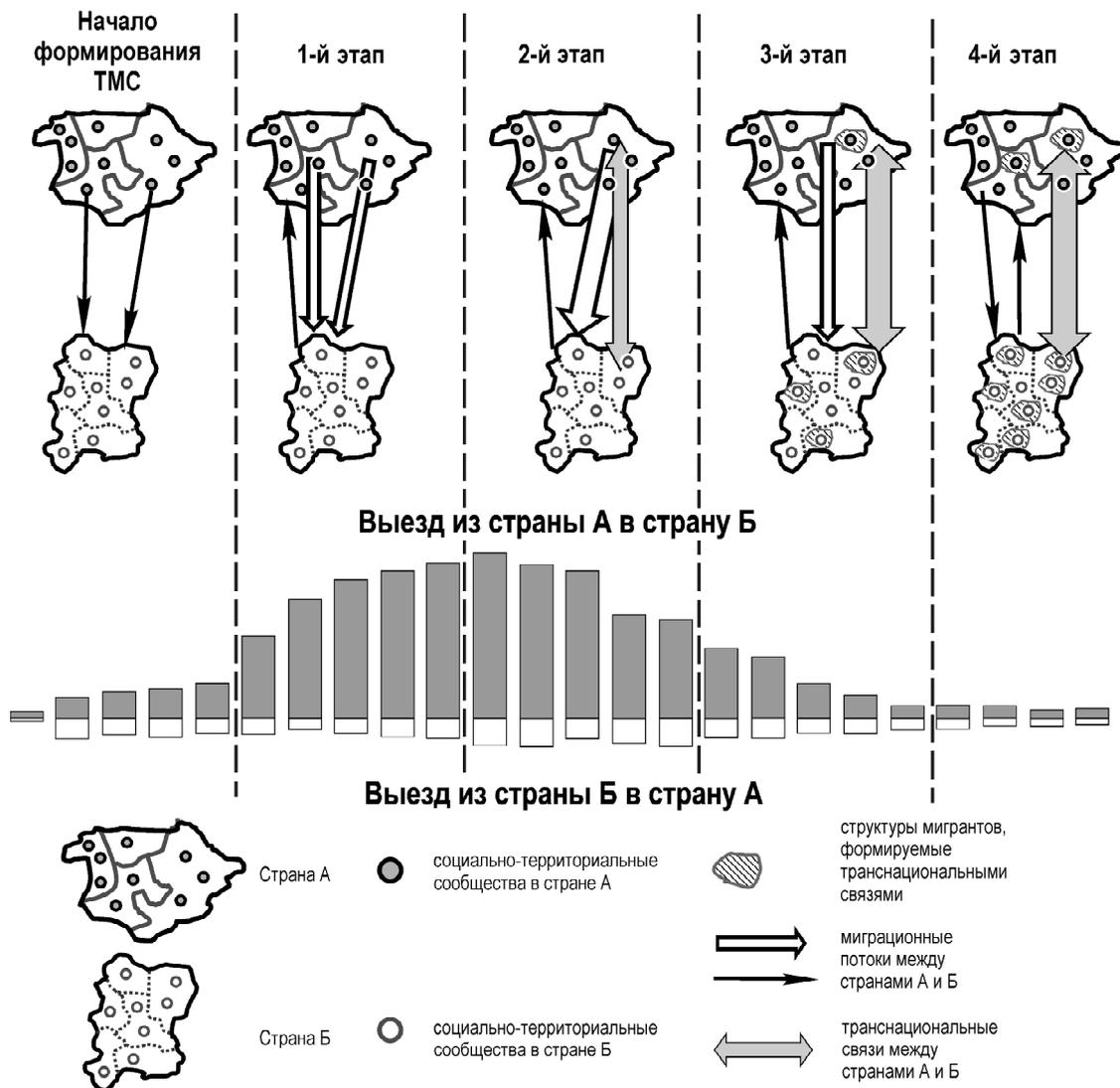


Рис. 3. Схема формирования и развития ТМС. Составлена автором

Fig. 3. Formation and development of a territorial migration system

половине XX в. показывает, что продолжительность второго этапа развития ТМС превышает продолжительность первого.

Миграционная политика принимающих стран на этом этапе трансформируется в зависимости от последствий первого этапа развития ТМС, она может быть направлена на принятие мер, поощряющих миграцию, например, облегченный въезд в страну родственников мигрантов, облегченное получение мигрантами гражданства принимающей страны. Также могут применяться механизмы миграционной политики, ограничивающие миграцию, или меры селективной миграционной политики, например, привлечение в страну только определенных категорий мигрантов (высококвалифицированных специалистов и т.д.).

Влияние миграции на этом этапе отмечается как в странах, принимающих мигрантов, так и в странах, отдающих мигрантов. Проявляется это влияние может по-разному. На территориях выхода мигрантов из-за массового оттока населения может существенно трансформироваться демографичес-

кая структура населения, сокращаться число и изменяться качество трудовых ресурсов в стране-доноре мигрантов. В странах, принимающих мигрантов, формируются различные структуры мигрантов, мигранты начинают принимать активное участие в экономической, политической, культурной жизни страны.

Третий этап развития ТМС характеризуется снижением масштаба миграционных потоков. Сальдо миграции на территориях, входящих в ТМС, приближается к нулю. Миграционный обмен между странами уравнивается, возможна некоторая возвратная миграция из стран и регионов, ранее принимавших мигрантов.

Меры миграционной политики чаще всего инерционные, они продолжают тенденции предыдущего этапа, миграционные потоки уже не такие масштабные, как на предыдущем этапе развития ТМС.

Страны-доноры мигрантов на этом этапе адаптируются к демографическим и экономическим негативным последствиям эмиграции. Для них более значимыми становятся позитивные экономические

последствия миграционного оттока населения. Активные трансграничные социальные связи мигрантов проявляются в формировании трансграничных сообществ (денежные переводы мигрантов, транспортная инфраструктура).

Территории входа мигрантов в зависимости от социальной, экономической, политической ситуации на третьем этапе функционирования ТМС могут ощущать как позитивные, так и негативные социальные последствия. Возможна успешная интеграция мигрантов в принимающее сообщество. На определенном этапе происходит культурная ассимиляция мигрантов, и иммиграционный полюс ТМС затухает.

В условиях глобализации и развития коммуникаций третий этап характеризуется, как сказано выше, активными трансграничными связями мигрантов со странами и регионами выхода. Ранее этот этап характеризовался исключительно сохранением культурных традиций стран и регионов выхода и формированием различных вариантов этнических кварталов и т.д.

Четвертый этап развития ТМС. В постиндустриальном обществе с развитием глобализации и коммуникационных технологий меняется характер миграционного процесса. На этом этапе формируются трансграничные сообщества мигрантов. Процесс адаптации мигрантов к социально-экономическим и природным условиям новых для них стран сопровождается активным формированием социальных связей с регионами выхода мигрантов, что при современном уровне развития коммуникационных технологий доступно практически всем мигрантам и их близким в регионах выхода, что подтверждено эмпирическими исследованиями, проведенными автором в Германии и в регионах выхода эмигрантов в нее в России (Омская область, Алтайский край) [Савоскул, 2009, 2010].

Трансграничные связи активно влияют на процесс приспособления мигрантов к жизни на новом месте и на социально-экономическое развитие территории, принимающей мигрантов. Влияние проявляется двояко, с одной стороны, через постоянное общение мигрантов с территориальными сообществами регионов выхода, чего не наблюдалось ранее в ходе миграционного процесса, с другой – путем создания мигрантами различных социальных, экономических и политических структур. Подобные структуры позволяют мигрантам реализовать материальные и духовные потребности, которые они не могут реализовать без них. Это могут быть рестораны этнической кухни, медицинские услуги, юридические услуги, услуги по трудоустройству и т.д.

Прохождение четвертого этапа развития ТМС зависит от структурных характеристик мигрантов, размеров миграционного потока в страну, продолжительности проживания мигрантов на новой территории, миграционной политики государства, характера миграции (международная миграция и т.д.).

По мере увеличения продолжительности проживания мигрантов на новом месте, даже в совре-

менных условиях при широком развитии коммуникаций, контакты с регионами выхода несколько снижаются, но при этом может усиливаться или сохраняться использование мигрантами социальных структур, образованных самими мигрантами на принимающей территории. Наиболее активен этот процесс в случае значительной миграции.

Часть структур мигрантов в дальнейшем может оказаться невостребованной, например, второе поколение мигрантов уже может не использовать часть подобных структур, а их число может снижаться. Изучение автором процесса интеграции российских немцев в Германии показывает, что в значительной части случаев даже через 20 лет после эмиграции и в случае успешной интеграции на новой территории мигранты продолжают поддерживать регулярные контакты со страной выхода или использовать русскоязычные структуры мигрантов, созданные в Германии. В ряде случаев этими структурами пользуется и второе поколение мигрантов, хотя интенсивность поддержки трансграничных связей и структур мигрантов в новой стране проживания уже ниже.

Выводы:

– концепция территориальных миграционных систем рассматривает процесс международных миграций населения как сложное явление, имеющее региональное, социальное и временное измерение, обладающее определенными закономерностями развития;

– международные миграции населения носят циклический характер. Это показано на примере миграционного обмена Германии с рядом стран, что подтверждают статистические данные о международной миграции других стран Западной Европы, а также России;

– нарастание объемов миграционных потоков и их снижение объясняются наличием пространственных, социокультурных, историко-генетических факторов, приводящих к формированию территориальных миграционных систем (ТМС), в которые вовлечены определенные территориальные общности населения;

– миграционный процесс целесообразно рассматривать не только как перемещение мигранта из одного населенного пункта в другой, а как расширение пространства деятельности мигрантов. Миграционное пространство обретает новое содержание;

– фактором, меняющим содержание миграционного процесса, становится развитие транспорта и современных технологий связи, что сокращает «экономическое» и «ментальное» расстояния между родиной мигрантов и страной их проживания;

– функционирование территориальной миграционной системы укладывается в четыре этапа: формирование предпосылок возникновения ТМС; рост масштабов ТМС и достижение пика числа мигрантов ТМС; снижение масштаба миграционных потоков и начало формирования трансграничных структур мигрантов; формирование стабильно действующих трансграничных сообществ мигрантов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ивахнюк И.В.* Формирование и функционирование Евразийской миграционной системы: Автореф. докт. дисс. М., 2008.
- Савоскул М.С.* Особенности адаптации российских немцев в Вестфалии // Региональные исследования. 2009. № 4–5. С. 61–74.
- Савоскул М.С.* Трансграничные связи этнических мигрантов (на примере российских немцев в Германии) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2010. № 1. С. 78–83.
- Böhning W.R.* Studies in International Labour Migration. L.: Macmillan; N.Y.: St Martin's Press, 1984.
- Castles S., Miller M.J.* The Age of Migration. 4th ed. L.: Palgrave Macmillan, 2009. P. 26–27.
- Dohse K.* Ausländische Arbeiter and Bürgerliche Staat. Konstein / Taunus: Hain, 1981.
- Fawcett J.T., Arnold F.* Explaining Diversity: Asia and Pacific Immigration Systems // In: Pacific Bridges: New Immigration from Asia to the Pacific Islands., N.Y.: Center for Migration Studies, 1987.
- Han P.* Theorien zur internationalen Migration. Stuttgart: Lucius and Lucius, 2006.
- Harris N.* The New Untouchables: Immigration and the New World Worker. Harmondsworth: Penguin, 1996.
- Hollifield J.F.* The politics of international migration: how can we «bring the state back in»? // Migration Theory: Talking across Disciplines. N.Y., L.: Routledge, 2000. P. 137–185.
- Massey S.D.* International Migration. Prospects and Policies in a Global Market. Oxford, 1998.
- Portes A., Rumbaut R.G.* Immigrant America: a Portrait. 3th ed. Berkeley CA: University of California Press, 2006.
- Price C.* Southern Europeans in Australia. Melbourne: Oxford University Press, 1963.
- Wallerstein I.* The Politics of the World Economy: The States, the Movements, and the Civilisations. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- URL: <http://www.bmi.bund.de> (дата обращения 10.09.2015)

Поступила в редакцию 20.10.2015

Принята к публикации 28.10.2015

M.S. Savoskul¹

**TERRITORIAL SYSTEMS OF THE INTERNATIONAL MIGRATIONS
OF POPULATION**

A concept of territorial migration systems (TMS) is presented which considers the international migrations of population as a complex phenomenon of particular regional, social and temporal dimensions with specific trends of development. Theoretical approaches to migration systems analysis are reviewed. The analysis of migrations between Russia and Germany made it possible to identify the trends of TMS formation and evolution. Principal stages of TMS development are discussed, as well as the process of migrants' integration in the age of globalization.

Key words: international migration systems, integration of migrants, migration theor

REFERENCES

- Böhning W.R.* Studies in International Labour Migration. L.: Macmillan; N.Y.: St Martin's Press, 1984.
- Castles S., Miller M.J.* The Age of Migration. 4th ed. L.: Palgrave Macmillan, 2009. P. 26–27.
- Dohse K.* Ausländische Arbeiter and Bürgerliche Staat. Konstein / Taunus: Hain, 1981.
- Fawcett J.T., Arnold F.* Explaining Diversity: Asia and Pacific Immigration Systems // Pacific Bridges: New Immigration from Asia to the Pacific Islands., N.Y.: Center for Migration Studies, 1987.
- Han P.* Theorien zur internationalen Migration. Stuttgart: Lucius and Lucius, 2006.
- Harris N.* The New Untouchables: Immigration and the New World Worker. Harmondsworth: Penguin, 1996.
- Hollifield J.F.* The politics of international migration: how can we «bring the state back in»? // Migration Theory: Talking across Disciplines. N.Y., L.: Routledge, 2000. P. 137–185.
- Ivahnuk I.V.* Formirvanie i funkcionirovanie Evrazijskoy migracionnoi sistemi [Formation and development of Eurasian migration system], Aftoreferat dissertazii na soiskanie uchenoi stepeni doktora ekonomicheskikh nauk, Moscow, 2008 (in Russian).
- Massey S.D.* International Migration. Prospects and Policies in a Global Market. Oxford, 1998.
- Portes A., Rumbaut R.G.* Immigrant America: a Portrait. 3th ed. Berkeley CA: University of California Press, 2006.
- Price C.* Southern Europeans in Australia. Melbourne: Oxford University Press, 1963.
- Savoskul M.S.* Osobennosti adaptazii rossiiskih nemzev v Vestfalii [Adaptation of Russian Germans in Westphalia], Regionalnie issledovanija, 2009, no 4–5, pp. 61–74 (in Russian).
- Savoskul M.S.* Transgranichnie svjazi etnicheskikh migrantov (na primere rossiiskih nemzev v Germanii) [Transnational links of Ethnic Migrants (example of Russian Germans in Germany)], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya, 2010, no 1, pp. 78–83 (in Russian).
- Wallerstein I.* The Politics of the World Economy: The States, the Movements, and the Civilisations. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- URL: <http://www.bmi.bund.de> (Accessed: 10.09.2015).

Received 20.10.2015

Accepted 28.10.2015

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

УДК 911.52(470.11)

А.В. Хорошев¹

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА АГРОЛАНДШАФТА (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕТАЕЖНОГО ЛАНДШАФТА В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

Буферные зоны в агроландшафте должны изолировать нежелательные или избыточные потоки вещества от уязвимых объектов, что позволяет рассматривать их как обязательную составляющую экологического каркаса. Для распахиваемой части среднетаежного ландшафта на юге Архангельской области проверена гипотеза о том, что при некоторых пространственных соотношениях звеньев катены и некоторой критической ширине буферной полосы загрязняющее влияние латеральных потоков вещества с пашни не проявляется в аккумулятивных звеньях катены. Установлены закономерности пространственного распределения и миграции химических элементов в агроландшафте в таежной зоне.

Обосновано размещение буферных элементов экологического каркаса для защиты водоемов и пойм от химического загрязнения с учетом разных видов ландшафтного соседства. Наличие делювиальных шлейфов у подножий коренных склонов способствует осаждению значительной части вещества, механически смываемого с распахиваемых коренных склонов. У подножий склонов террас необходимо поддержание эффективного биогеохимического барьера, создаваемого крупнотравными лугами с доминированием таволги вязолистной. Необходимость усиления экологического каркаса возникает также для лощин с крутым падением и повышенной глубиной вреза в коренной распахиваемый склон.

Ключевые слова: агроландшафт, экологический каркас, миграция, геохимический барьер, буферная зона, ландшафтное соседство.

Введение. Буферные зоны считаются классическим объектом ландшафтной экологии и ландшафтного планирования, демонстрирующим важность пространственной структуры ландшафта для регулирования потоков вещества и энергии [Паулюквичус, 1989; Колбовский, 2008; Ryszkowski et al., 1999; Turner et al., 2001]. При планировании экологического каркаса традиционными приоритетами считаются обеспечение миграции животных среди хозяйственных угодий и охрана вод. При очаговом сельскохозяйственном освоении таежных территорий с высокой лесистостью вторая цель часто оказывается актуальнее, чем первая. Буферные зоны в агроландшафте должны изолировать нежелательные или избыточные потоки вещества (иногда потоки звуков, запахов) от уязвимых природных или хозяйственных объектов, что позволяет рассматривать их как обязательную составляющую экологического каркаса. В науке о ландшафте приоритетный интерес вызывает влияние пространственной структуры на перенос вещества с внутрипочвенным и поверхностным стоком [Opp, 1991; Ryszkowski et al., 1999; Wickham et al., 2005].

Не решена и проблема количественной оценки эффективности буферных зон в перехвате элементов минерального питания [Baker et al., 2006]. Пока не существует строгой модели оценки потенциала буферных элементов ландшафта [Weller et al., 2006]. Разрабатываются метрики буферной полосы, которые должны быть основаны на трех основных кон-

цепциях: а) геохимической связности между источниками воздействия и водоемом в катене, б) емкости буферной полосы, в) возможности перенести результаты оценок катенарного уровня на уровень бассейна (агрегирования) [Baker et al., 2006]. Первая и вторая из перечисленных концепций могут опираться на представление о геохимических барьерах, исходящее из множественности вариантов ландшафтного соседства. Связность определяется почвенно-геохимическими и геоморфологическими условиями, в которых поллютанты преодолевают расстояние от мест выноса до уязвимых объектов. Емкость буферной полосы в первом приближении определяется ее шириной, в связи с чем возникает задача определить ее минимальное значение, при котором перехватывается основной объем поллютантов. Очень важна и способность почв и фитоценоза в пределах буферной полосы задержать или трансформировать часть вещества на геохимическом барьере, что может зависеть от геохимической контрастности [Касимов, Геннадиев, 2008]. Для агрегирования информации о связности и емкости буферных зон до уровня бассейна необходимо оценить, какая доля площади бассейна приходится на каждый тип ландшафтного соседства в катене.

В таежной зоне задача восполнения недостающих звеньев экологического каркаса или увеличения их емкости как буферных элементов сводится в основном к корректировке границ сельскохозяйственных угодий, содействию естественному возоб-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: avkh1970@yandex.ru

новлению зонального растительного покрова или к лесопосадкам. В этих случаях неизбежны финансовые и трудовые издержки. Поэтому должны быть определены необходимый минимум буферных элементов и допустимые варианты их соседства с сельскохозяйственными угодьями. Задача исследований – выявить условия реализации буферной роли луговых сообществ и почв на пути миграции вещества с распахиваемых коренных склонов к водотокам. В качестве основной экологической ценности рассматривается сохранение фоновых значений концентрации химических элементов в почвах и растениях пойм, а также в водотоках.

В статье рассмотрены только вопросы состояния пойменных урочищ. Основной вопрос заключается в следующем: способствуют ли фитоценозы и почвы трансаккумулятивных элементарных ландшафтов (ЭЛ) осаждению антропогенных потоков твердого и растворенного вещества на механических, физико-химических, биогеохимических барьерах при разных вариантах соседства распахиваемых элементарных ландшафтов (ЭЛ) и пойм, а если да, то при какой ширине буферной полосы наиболее эффективно осаждение?

Проверялась гипотеза о том, что при некоторых пространственных соотношениях звеньев катены и некоторой критической ширине буферной полосы загрязняющее влияние латеральных потоков вещества с пашни перестает проявляться в аккумулятивных звеньях катены. Цель исследований – сформулировать основания для ландшафтно-планировочных решений по изменению структуры землепользования, расположению и параметрам защитных нераспахиваемых буферных полос. Подход основан на допущении того, что площадные соотношения и взаиморасположение угодий – фактор формирования эмерджентных эффектов – одного из ключевых предметов исследования ландшафтоведения. В рассматриваемом случае эмерджентный эффект возникает в результате геохимической связи в катене и проявляется в степени соответствия подчиненных ЭЛ фоновым параметрам.

Материалы и методы исследований. Материалы получены в подробно исследованном среднеэтажном ландшафте на юге Устьянского района Архангельской области [Емельянова и др., 2001; Горбунова, Гаврилова, 2002; Хорошев и др., 2008; Авессаломова и др., 2013]. В наиболее густо расчлененной части структурно-моренно-эрозионного ландшафта хорошая дренированность и близость богатых карбонатами коренных мергелей пермского возраста обусловили наличие относительно плодородных серогумусовых и дерново-подзолистых почв. Распахиваемые более 700 лет поля приурочены к краевым частям плоских междуречий, коренным склонам долины р. Заячья и ее притоков, цокольным террасам. На террасы наложены делювиальные шлейфы, сформировавшиеся в результате намыва с эродируемых склонов материала мало мощной среднесуглинистой морены, перекрывающего ее песчано-суглинистого чехла и коры выветри-

вания подстилающих мергелей. Ширина шлейфов варьирует от 80 до 300 м. Участие материала карбонатной московской морены и мергелей в латеральных потоках способствует расширению ареала нетипичной для тайги слабощелочной реакции в почвах (за исключением кислых песчаных почв террас).

Использованы данные около 300 комплексных ландшафтных описаний, охватывающих восточную половину распаханной части бассейна р. Заячья выше устья р. Межница (25,7 км²). Большинство из них выполнено в пределах 36 катен с охватом всех звеньев от автономных водораздельных до суперкавалльных ЭЛ. Каждое звено полевых катен обеспечено аналогами в фоновых залесенных и залежных (необрабатываемых 15–20 лет) условиях. Полевые катены характеризуют все варианты пространственных соотношений ЭЛ: крутые и покатые коренные склоны разной длины; наложенные на террасы делювиальные шлейфы разной длины (далее террасовые шлейфы, ТШ); плоские цокольные террасы и их склоны; делювиальные шлейфы у подножий склонов террас (далее пойменные шлейфы, ПШ); тыловые швы и основные поверхности пойм.

Для почвенных горизонтов определено содержание обменных катионов (в хлоридно-аммиачной вытяжке методом ИСП-МС на приборе «Agilent ICP-MS 7500», обменный водород (потенциометрическое титрование), общий азот (по Кьельдалю титриметрическим методом), подвижный калий и фосфор (по Кирсанову, пламенно-фотометрическим и фотометрическим методами соответственно), валовое содержание микроэлементов (полуколичественный спектральный анализ, ПКСА), рН водный, содержание $C_{орг}$ (по Тюрину). Методом ПКСА определено также валовое содержание микроэлементов в листьях таволги вязолистной (*Filipendula ulmaria*). Крупнотравные луга с доминированием этого вида господствуют практически во всех ЭЛ, расположенных гипсометрически ниже распаханых полей, – на склонах террас, пойменных шлейфах и поймах.

Сравнение поверхностных гумусированных горизонтов почв под березово-елово-сосновыми лесами (60–80 лет) и под пашней позволило выявить ассоциацию элементов, содержание которых меняется при распашке. Определена повторяемость случаев повышенной концентрации каждого элемента в каждом звене 36 катен. Повышенное накопление в проксимальном секторе ТШ расценивалось как результат преимущественного механического накопления у подножия крутого эродируемого склона. Накопление на ПШ рассматривалось как свидетельство более активной водной и механической миграции элемента, преодолевающего весь ТШ, или с террасы. Степень вовлечения элементов в биокруговорот оценивалась путем расчета отношения концентрации в листьях таволги и в гумусовых горизонтах (растительно-почвенный коэффициент, РПК).

Результаты исследований и их обсуждение. Особенность территории состоит в наличии двухчленных песчано-суглинистых отложений, в которых

развиваются подзолистые почвы с вложенным альфегумусовым подзолом [Гаврилова, Горбунова, 2002]. В почвах склонов долин, подстилаемых на небольшой глубине пермскими мергелями, подзолистый процесс несколько ослаблен, усиливается значение гумусонакопления. Поверхностные (до 15 см) горизонты лесных дерново-подзолистых почв на коренных склонах имеют кислую реакцию (рН 4,7–5,5), супесчаный механический состав. По сравнению с пахотными почвами аналогичных урочищ они обогащены $N_{\text{общ}}$ (на склонах в среднем 0,10%), подвижным К, обменными Н и Al, валовыми Mn, Bi, Mo, Zr. Сведение лесов и распашка склонов способствуют смыву маломощного песчано-супесчаного чехла. За счет запахивания моренных суглинков и мергелей пахотные горизонты на коренных склонах приобретают легкосуглинистый состав.

чительное уменьшение средней концентрации на поймах (90 мг/кг) и ПШ (49 мг/кг), что свойственно также Cr, Pb, Sn, Ga. Это позволяет предположить ограниченную дальность миграции с распахиваемых склонов и осадение в пределах ТШ на механическом и щелочном (рН 6,7–7,9) барьерах. Другая группа элементов способна к более дальней миграции и в большинстве катен максимальных значений концентрации достигает в более низких звеньях катены – на ПШ. Ее составляют $N_{\text{общ}}$ (0,09%), обменный Ca (10–13 ммоль/100 г), валовые Zn, Ag, Be, W, Nb; вторичные максимумы после ТШ могут иметь также Ba, V, Y.

Для того чтобы оценить, в какой степени элементы, достигающие ПШ, могут осаждаться в неподвижных формах или вовлекаться в биологический круговорот, проанализированы разновидности

Таблица 1

Валовое содержание микроэлементов в гумусовых легкосуглинистых горизонтах почв фоновых и распаханых катен (мг/кг)

Точка	Li	Ba	Cr	V	Ni	Co	Cu	Zn	Be	Ga	Sc	Y	Yb	B
Фоновый залесенный трансэлювиальный элементарный ландшафт														
1334	30	200	60	80	20	10	30	50	0	10	5	8	1	40
Распаханный трансэлювиальный элементарный ландшафт														
1371	60	500	100	150	40	20	40	100	3	15	15	20	2	50
1381	60	500	100	200	40	15	50	100	3	20	10	20	3	60
Фоновый залесенный трансаккумулятивный элементарный ландшафт (проксимальный сектор)														
1344	40	400	100	100	30	15	30	80	1	15	8	20	2	50
Распаханный трансаккумулятивный элементарный ландшафт (проксимальный сектор)														
1372	60	600	100	200	40	20	30	100	2	15	10	15	2	50

В этих горизонтах заметно больше значения рН (7,0–8,6), концентрация обменного Ca (15–20 ммоль/100 г) и Mg (5–7 ммоль/100 г), валовых Li, Ba, Cr, V, Ni, Co, Cu, Zn, Be, Ga, Sc, Y, Yb, B, чем в супесчаных горизонтах фоновых почв под лесами (рис. 1, а; табл. 1). С внесением удобрений связано обогащение пахотных почв подвижным P (на склонах в среднем 208 мг/кг), K (295 мг/кг), Ba, Cr, V, Ni, Cu, Zn, B. Перечисленная ассоциация элементов, смываемых с распаханых склонов, вовлекается в антропогенные потоки, нежелательные для сохранения фонового состояния пойм и водотоков. Связь склоновых ЭЛ с поймами и водотоками определяется морфометрическими и геохимическими свойствами ЭЛ, расположенных ниже по катене. По встречаемости максимумов содержания элементов для каждого звена катены выявлены группировки элементов по распределению зон концентрации в подчиненных звеньях катен (рис. 1, а).

Группу элементов, которые в большинстве катен имеют максимум содержания на ТШ в среднесуглинистых агродерновых почвах, составляют подвижный P (в среднем 321 мг/кг), валовые Ba, Cr, Co, Pb, Sn, V, Ga, Y (рис. 1, а). Для P зафиксировано зна-

щелочно-кислотной обстановки и значения РПК для таволги вязолистной. Сравнивались ПШ, расположенные у подножий террас двух разновидностей – перекрытых делювиальными шлейфами на всю ширину (как правило, 100–250 м в долинах притоков Заячьей) и перекрытых лишь на часть ширины. При соседстве ПШ с крутым склоном узкой террасы (до 100–150 м), на всю ширину перекрытой распаханым делювиальным шлейфом, связь склонов и пойм высокая. В среднесуглинистой серогумусовой почве ПШ среда слабощелочная (рН 7,1–7,5). При высоком (существенно выше регионального среднего) содержании в гумусовом горизонте Sr, Ba, Ni, Zn, W значения РПК ниже, чем в кислых почвах (табл. 2). Это свидетельствует о преобладании механической миграции, накоплении в малоподвижных формах и небольшом риске вовлечения в водную миграцию.

B, Li, V на фоне высокого содержания в почве, напротив, более активно вовлекаются таволгой в биокруговорот, чем в кислых почвах (табл. 2), что следует рассматривать как признак значимости не только механической, но и водной миграции. Эти же элементы, а также Mo и Ag характеризуются высо-

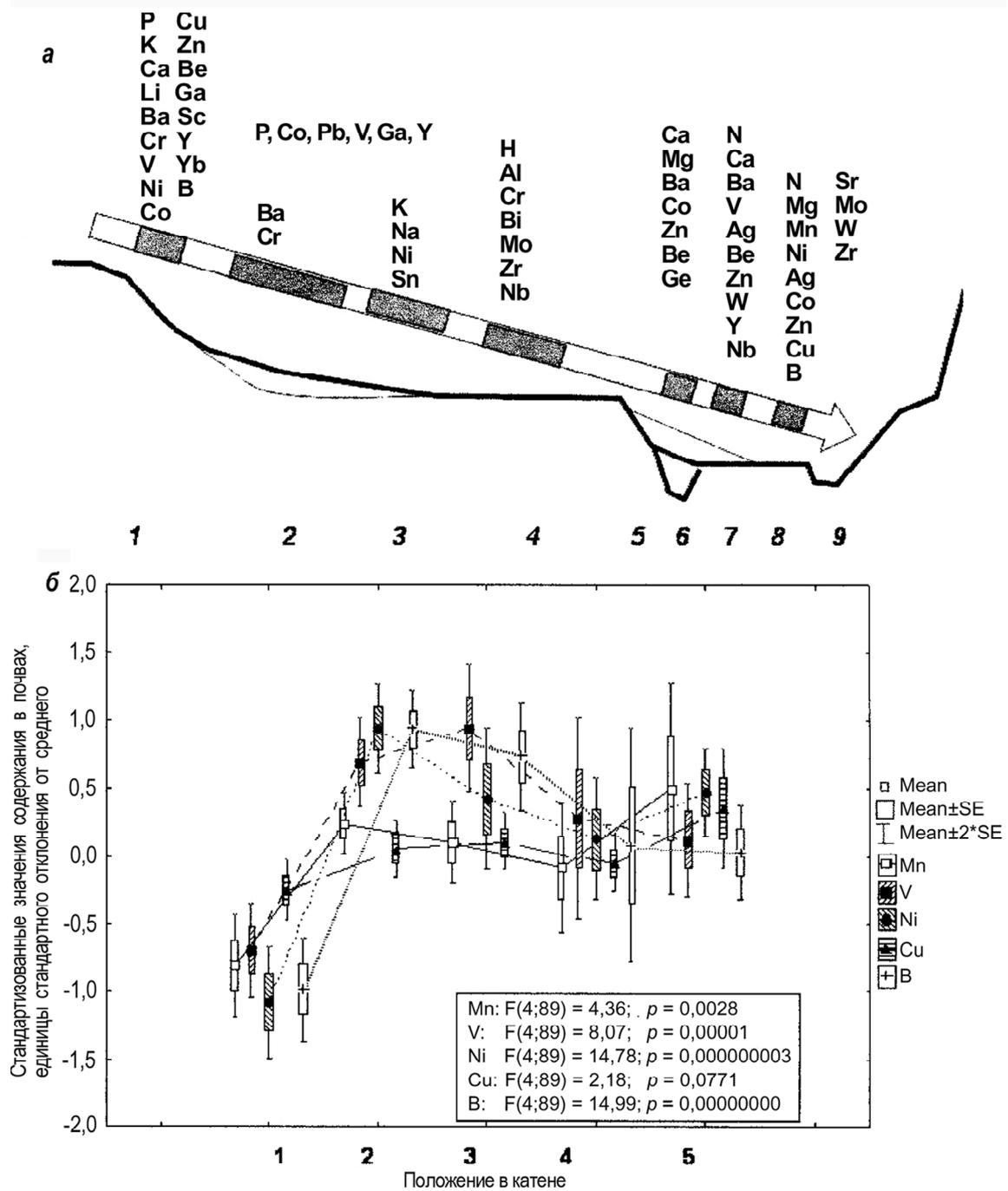


Рис. 1. Латеральная дифференциация содержания химических элементов (формы – см. в тексте) в гумусовых горизонтах почв:
 а – распределение максимумов концентрации химических элементов в обобщенной катене: 1 – коренной склон; 2 – проксимальный сектор делювиального шлейфа, наложенного на террасу; 3 – дистальный сектор делювиального шлейфа, наложенного на террасу; 4 – терраса; 5 – склон террасы; 6 – тыловой шов поймы; 7 – делювиальный шлейф, наложенный на пойму; 8 – пойма; 9 – донные отложения;
 б – дифференциация содержания микроэлементов (Mn, V, Ni, Cu, B) в элементарных ландшафтах по данным 36 катен (единицы стандартного отклонения). Урочища: 1 – автономные – водораздельные поверхности; 2 – трансэлювиальные – коренные склоны; 3 – трансаккумулятивные – делювиальные шлейфы, наложенные на террасы; 4 – трансаккумулятивные – делювиальные шлейфы, наложенные на поймы; 5 – супераквальные – поймы.
 F – значение критерия Фишера, p – уровень значимости, Mean – среднее, SE – стандартная ошибка

Fig. 1. Lateral differentiation of chemical elements concentrations (forms are explained in the text) in the humus horizons of soils:
 а – distribution of maximum concentrations of chemical elements within a generalized catena: 1 – valley slope; 2 – proximal sector of a delivial fan superimposed over the terrace; 3 – distant sector of a delivial fan superimposed over the terrace; 4 – terrace; 5 – terrace slope; 6 – inner margin of the floodplain; 7 – delivial fan superimposed over the floodplain; 8 – floodplain; 9 – bottom sediments;
 б – spatial differentiation of trace elements concentrations (Mn, V, Ni, Cu, B) in elementary landscapes basing on the data for 36 catenas (standard deviation units). Landscape units (urochishches): 1 – autonomous – interfluvial areas; 2 – trans-eluvial – valley slopes; 3 – trans-accumulative – delivial fans superimposed over the terrace; 4 – trans-accumulative – delivial fans superimposed over the floodplain; 5 – super-aqual – floodplain.
 F – Fisher criteria value, p – significance level, Mean – average value, SE – standard error

ким РПК на шлейфе в месте разгрузки на пойму грунтовых вод (рН 6,86), что подтверждает их участие в миграции в слабощелочных водах. Следовательно, для В, Li, V, Mo, Ag биогеохимический барьер таволговых лугов значим, но высокая подвижность в слабощелочной среде не исключает возможности продолжения миграции этих элементов за пределы шлейфа, т.е. на поймы.

Подобные сочетания ЭЛ свойственны долинам практически всех притоков Заячьей, за исключением самых нижних секторов, врезанных в плоские террасы собственно р. Заячья (рис. 2). И.А. Авессаломовой [2015] показано, что роль биогеохимических барьеров как важных элементов экологического каркаса в тыловых секторах пойм могут также играть крупнотравные луга с преобладанием зонтичных, в меньшей степени осоковые луга. Анализ полного массива данных для почв пойменных шлейфов показал, что содержание Li, Cr, Ni, Co, Zn, Pb, Be, W, V резко падает при удалении от распаханного склона более чем на 130–150 м. Это подсказывает необходимую ширину нераспахиваемой полосы в качестве одной из характеристик ее емкости.

При другом типе соседства – у подножий широких плоских террас и, соответственно, при нарушении связности с коренными распаханнами склонами, почвы на ПШ кислые (рН 4,5–5,2); здесь накапливается иной набор элементов. Судя по активному вовлечению таволгой в биокруговорот Zn, Cu, Ni, Ba при их пониженном валовом содержании в почве и повышенном содержании Mn, эти элементы подвижны и могут проникать с распаханной террасы на поймы (табл. 2). За счет механического приноса в почвах в малоподвижных формах, судя по низким значениям РПК, накапливаются Sn, Zr, W, Ag.

До сих пор речь шла преимущественно о результатах порочного смыва почв. Однако связь распахиваемых склонов и пойм в основном осуществляется по лощинам, глубоко врезанным в коренные склоны и террасы. Лощины делятся на 3 группы, что требует разных подходов при проектировании экологического каркаса.

В первую группу входят лощины, которые заканчиваются пологими конусами выноса, распластанными по тыловой части широких террас Заячьей (рис. 2, А). При малом размере такие лощины обычно распахиывают целиком. На конусах выноса формируется слабощелочная среда (рН~7,5), что сопровождается накоплением подвижного Р (291 мг/кг), К (445 мг/кг), обменных Са, Mg, К, а также Li, V, Ni, Co, Bi, Be, В. Лощины этой группы – наименее опасный канал стока загрязняющих веществ в силу изолированности от рек. При наличии технологических ограничений на изъятие их из пахотных угодий (например, при нежелательном сокращении прогона сельскохозяйственной техники) такие лощины мож-

Таблица 2

Растительно-почвенные коэффициенты для таволги вязолистной в урочищах делювиальных шлейфов, наложенных на поймы р. Межница Заячерецкая

Почва	Li	V	B	Mo	Ag	Sr	Ba	Mn	Zn	Cu	Ni
Слабощелочная	6,0	0,9	6,7	3,3	2,5	2,0	1,6	0,5	3,3	2,0	0,5
Слабощелочная с выходом грунтовых вод	7,5	0,2	10,0	2,5	3,8	1,3	1,0	0,8	3,8	0,7	0,4
Кислая	1,0	0,1	1,0	0,4	1,0	3,0	2,7	8,3	7,5	5,0	4,0

но не включать в экологический каркас, так как их значимость как местообитаний уже утрачена, а роль в переносе загрязняющих веществ незначительна.

Во вторую группу объединены короткие лощины, берущие начало на распаханной цокольной террасе Заячьей. Подвижный фосфор концентрируется в почвах только в верхней водосборной части (454 мг/кг, рН 6,29), на конусе выноса содержание падает до 41 мг/кг при рН 5,25. Концентрация азота, наоборот, монотонно нарастает по мере прохождения через лощину к конусу выноса и пойме от 0,06 до 0,08%, как и Ba, Mn, V, Zn, Pb, Sn, Ga, В. Повышенная подвижность большинства загрязняющих элементов в кислой среде, характерной для таких лощин, заставляет считать их короткими каналами загрязнения пойм. Поэтому экологичный сценарий требует изъятия водосборных понижений из распашки и восстановления лугово-кустарниковых фитоценозов – биогеохимических барьеров (рис. 2, Б) на расстоянии 50–100 м от современного края пашни. Технологически это означает введение контурной вспашки в периферийных секторах террас.

К третьей группе отнесены наиболее крупные лощины, водосбор которых находится на распаханной коренных склонах (рис. 2, В). На их конусах выноса могут накапливаться N, Mg, Ni, Zn, активно вовлекаемые в миграцию в агроландшафте. Порог снижения концентрации ряда элементов в почвах лощин зафиксирован при расстоянии более 250 м до подошвы коренного склона – исключаются высокие значения содержания $N_{\text{общ}}$ ($\leq 0,07\%$), подвижного Р (не более 150 мг/кг), валовых Ni, Co, Cu, Sc, Ga, Y, Yb, В. Буферный сектор такой протяженности выше конуса выноса обеспечивает необходимую емкость биогеохимического и сорбционного барьеров для предотвращения загрязнения пойм. При экологичном сценарии сами лощины нельзя распахиывать. Однако сокращение ширины участков может оказаться неприемлемым для производства. При компромиссном сценарии – при удаленности коренного склона от конуса выноса более чем на 250 м – достаточно изъять из распашки только нижние секторы, врезанные в террасы. Это возможно на левобережье Заячьей, где коренные склоны менее крутые и больше широких террас и длинных лощин. На правобережье большинство притоков имеет узкие крутосклонные долины, лощины более короткие, что увеличивает риск загрязнения вод.

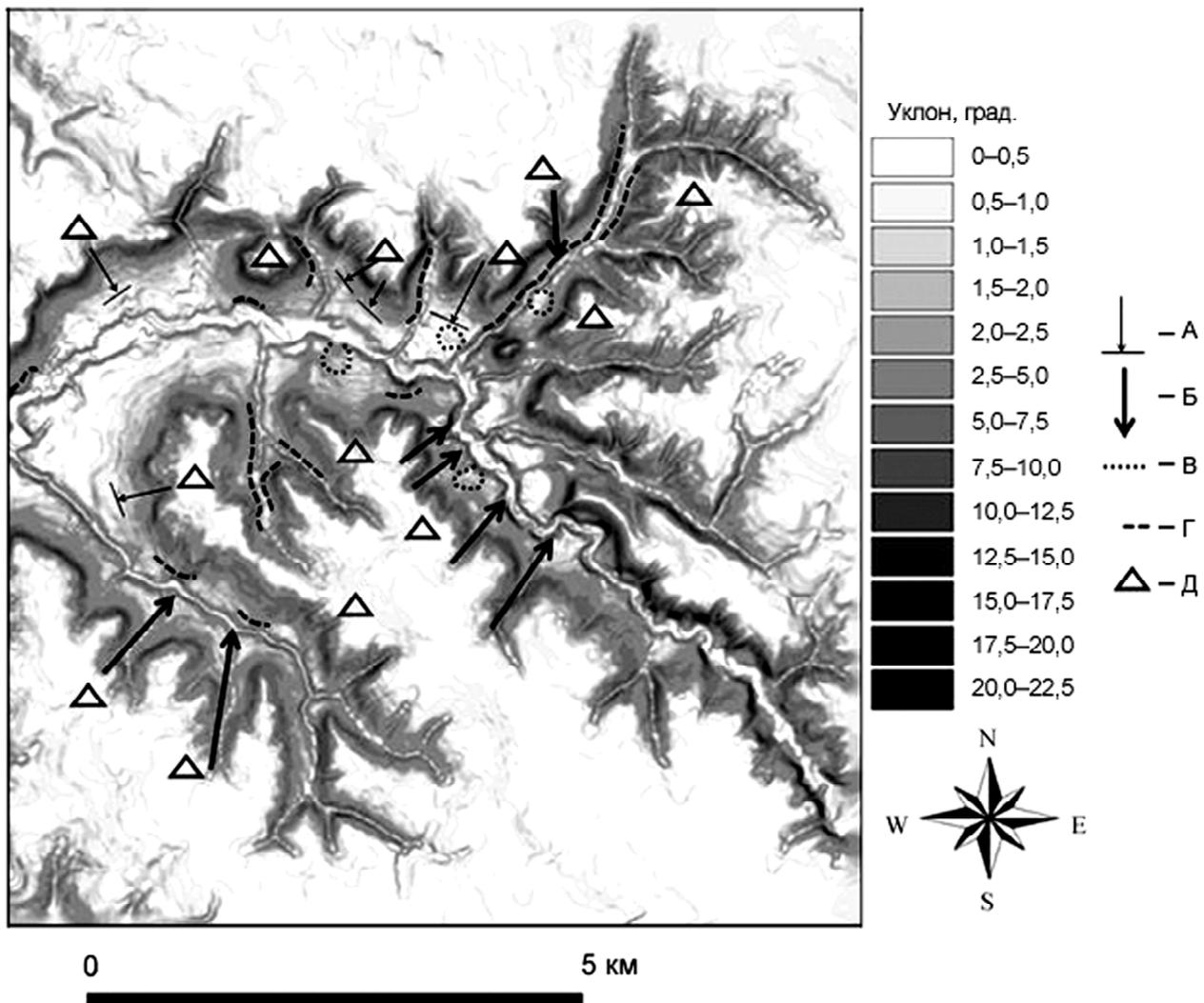


Рис. 2. Ландшафтно-геохимические приоритеты планирования экологического каркаса агроландшафта для защиты водоемов и пойм от химического загрязнения: А – короткие ложины, врезанные в коренные склоны, с конусами выноса, наложенными на террасы, не требующие включения в экологический каркас; Б – длинные ложины, требующие сохранения буферных фитоценозов на расстоянии не менее 250 м выше конуса выноса; В – ареалы водосборных понижений коротких ложины, врезанных в террасы; необходимо восстановление лугово-кустарниковых фитоценозов для перехвата элементов, подвижных в кислой среде; Г – необходимые буферные лугово-кустарниковые полосы в дистальной части делювиальных шлейфов, перекрывающих террасы; Д – автономные элементарные ландшафты полностью распаханых (кроме пойм и склонов террас) катен

Fig. 2. Landscape-geochemical priorities for designing the ecological network in the agrolandscape to protect water bodies and floodplains from the chemical pollution: A – short gullies incised into valley slopes, with alluvial fans superimposed over terraces; the inclusion into the ecological network is not necessary; B – long gullies requiring the protection of buffer phytocenoses at the distance not less than 250 m above the alluvial fan; C – water catchment depressions of short gullies; restoration of meadow and shrub communities is necessary to intercept the elements which gain higher mobility in acid soils; D – essential buffer meadow-shrub belts within the distant sector of deluvial fans superimposed over terraces; E – autonomous elementary landscapes of totally cultivated catenas (outside floodplains and terrace slopes)

Геохимическая обстановка на поймах Заячьей и ее притоков рассматривается как интегральный показатель интенсивности латеральных потоков в бассейнах. Поймы Заячьей, получающие значительную часть питания из залесенной верхней части бассейна, отличаются заметно более кислой реакцией гумусового горизонта почв (рН 6,1–6,8) по сравнению с поймами ее притоков (рН 7,0–7,5), которые расположены ближе к распаханым склонам и террасовым шлейфам, обычно не располагают буферной зоной в виде плоской террасы и имеют высокую долю крутых распаханых склонов в бассейне (15–25%). Ассоциацию элементов, накапливающих-

ся на поймах, составляют $N_{\text{общ}}$ (0,09–0,10%), обменный Mg (2–3 ммоль/100 г), валовые Mn, Ba, Ni, Cu, Zn, W (рис. 1, б). При этом преобладают элементы, подвижные в кислой среде, но отсутствуют В, Li, V, Cr, которые на шлейфах со слабощелочной реакцией задерживаются таволгой на биогеохимическом барьере. При входе в наиболее распаханную часть бассейна в пойменных почвах возрастает содержание Ba, V, Zn, Pb и уменьшается Mo (не связанного с эффектами распашки).

Ключевую роль в задержании вещества в пределах буферных полос на пути миграции к поймам могут выполнять три компонента ландшафта. Во-

первых, фитоценозы способны создавать биогеохимический барьер и механически осаждают вещество. Во-вторых, почвы могут задерживать растворенное вещество на щелочном и сорбционном барьерах. В-третьих, сама морфолитогенная основа ландшафта может создавать механические препятствия на пути миграции в силу резкого уменьшения уклонов при переходе от склонов к делювиальным шлейфам, наложенным на террасы. Для агрегирования информации, полученной на катенах, на уровень бассейна приведем результаты расчетов площадной доли катен, отличающихся по риску загрязнения пойм.

Из распаханной площади рассматриваемого участка бассейна (25,7 км²) 42% приходится на катены с делювиальными шлейфами у подножий коренных склонов, соседствующих с плоскими цокольными террасами, которые прерывают латеральную связь с поймами. Необходимость потенциальных затрат на совершенствование экологического каркаса минимальна. Около 3% распаханной площади бассейна приходится на водосборы лощин, способных быть каналами миграции исключительно с плоских поверхностей террас. Шлейфы в долинах притоков Заячьей могут полностью перекрывать террасы и опираться непосредственно на их бровки. В таких секторах (около 34% распаханной площади) террасовые шлейфы служат не столько барьером, сколько транзитным звеном в миграции вещества до пойм. Наибольшая потребность в экологическом каркасе характерна для водосборов лощин (21% распаханной площади), врезанных в распахиваемый коренной склон, пересекающих террасы и выходящих на поймы.

Угроза, которую могут представлять избыточные потоки химических элементов в агроландшафте, зависит от щелочно-кислотной обстановки в трансаккумулятивных звеньях катен. Если источником вещества служат только цокольные террасы, то, как правило, в почвах пойменных шлейфов формируется кислая среда с возможностью активного вовлечения в биокруговорот Cu, Zn, Ni, Mn. Потен-

циально активный загрязнитель фосфор в подвижных формах почти не достигает пойм. Однако необходимость буферных элементов в водосборных понижениях обусловлена подвижностью азота. Более напряженная ситуация складывается, когда терраса полностью перекрыта делювиальным шлейфом. Делювиальные шлейфы у подножий террас, наложенные на пойму, имеют слабощелочные почвы, что свидетельствует о наличии прочной латеральной связи с коренными склонами и существенном изменении геохимической обстановки по сравнению с зональными условиями. Тогда возникает необходимость в создании буферных элементов ландшафта в дистальной части террасовых шлейфов в виде луговых или лесных полос.

Выводы:

- наличие естественных буферных элементов рельефа – делювиальных шлейфов у подножий коренных склонов – способствует осаждению значительной части вещества, механически смываемого с распахиваемых коренных склонов. Поэтому отрезки пойм, примыкающие к наиболее широким террасам Заячьей и ее притоков, в основном защищены от загрязнения;

- необходимость в создании дополнительных буферных полос возникает в дистальной части шлейфов, полностью перекрывающих узкие террасы, если их ширина не превышает 150 м. Сохранение или создание луговых или лесных полос позволит сократить поступление поллютантов на поймы. У подножий склонов террас требуется поддержание эффективного биогеохимического барьера, создаваемого крупнотравными лугами с доминированием таволги вязолистной;

- необходимость усиления экологического каркаса возникает в лощинах с крутым падением и повышенной глубиной вреза в коренной распахиваемый склон. Сохранение естественной луговой растительности требуется на расстоянии не менее 250 м вверх по течению от конуса выноса.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта РФФИ (проекты №№ 13-05-00821, 14-05-00170).

В сборе полевых материалов принимали участие И.А. Авессаломова, К.А. Мерекалова, Г.Г. Черногор, К.А. Кингсеп, П.А. Телетова, П.М. Шилов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авессаломова И.А. Ландшафтно-геохимический подход к планированию агроландшафтов // География и регион: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Т. 5. Пермь: Пермский гос. нац. исслед. ун-т, 2015. С. 8–13.

Авессаломова И.А., Савенко А.В., Хорошев А.В. Ландшафтно-геохимическая контрастность речных бассейнов как фактор формирования ионного стока // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 4. С. 3–10.

Горбунова И.А., Гаврилова И.П. Особенности текстурно-подзолистых иллювиально-железистых почв Архангельской учебно-научной станции МГУ // Геохимия ландшафтов и география почв. Смоленск: Ойкумена, 2002. С. 242–268.

Емельянова Л.Г., Хорошев А.В., Гаврилова И.П. и др. Устьянская учебно-научная станция географического факуль-

тета МГУ // Учебно-научные географические станции вузов России / Под. ред. Г.И. Рычагова, С.И. Антонова. М., 2001. С. 257–283.

Касимов Н.С., Геннадиев А.Н. Ландшафтно-геохимическая и почвенно-географическая школа. Базовые научные концепции // Географические научные школы Московского университета. М.: Городец, 2008. С. 198–228.

Колбовский Е.Ю. Ландшафтное планирование. М.: Академия, 2008. 336 с.

Паулюквичюс Г.Б. Роль леса в экологической стабилизации ландшафтов. М.: Наука, 1989. 215 с.

Хорошев А.В., Артемова О.А., Матасов В.М., Кощеева А.С. Иерархические уровни взаимосвязей между рельефом, почвами и растительностью в среднетаежном ландшафте // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2008. № 1. С. 66–72.

Baker M.E., Weller D.E., Jordan T.E. Improved methods for quantifying potential nutrient interception by riparian buffers // *Landscape Ecology*. 2006. Vol. 21. P. 1327–1345.

Opp C. Actual problems of loadability and load in agroecosystems // *Ecology (CSFR)*. 1991. Vol. 10, N. 4. P. 373–388.

Ryszkowski L., Bartoszewicz A., Kedziora A. Management of matter fluxes by biogeochemical barriers at the agricultural landscape level // *Landscape Ecology*. 1999. Vol. 14. P. 479–492.

Turner M., Gardner R.H., O'Neill R.V. *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer Verlag, 2001. 352 p.

Weller, D.E., Baker, M.E., Jordan, T.E. Progress and challenges in demonstrating riparian buffer effects on nutrient discharges from whole catchments // *25 Years of Landscape Ecology: Scientific Principles in Practice*. IALE Publication series 4. Vol. 1. Wageningen, 2007. P. 483–484.

Wickham J. D., Riitters K.H., Wade T.G., Bruce Jones K. Evaluating the relative roles of ecological regions and land-cover composition for guiding establishment of nutrient criteria // *Landscape Ecology*. 2005. Vol. 20. P. 791–798.

Поступила в редакцию 07.07.2015

Принята к публикации 28.10.2015

A.V. Khoroshev¹

LANDSCAPE-GEOCHEMICAL BASIS OF DESIGNING THE ECOLOGICAL NETWORK OF AGROLANDSCAPES (CASE STUDY OF A MIDDLE TAIGA LANDSCAPE IN THE ARKHANGELSK OBLAST)

Buffer zones within an agrolandscape are designed to isolate the vulnerable objects from undesirable or excessive matter flows, thus becoming mandatory elements of the ecological network. Our hypothesis is that under a certain spatial structure of catena and a certain critical width of a buffer zone the accumulative elements of catena will not be exposed to the polluting lateral flows from cultivated lands. The hypothesis was tested within a cultivated area of the middle taiga landscape in the southern part of the Arkhangelsk oblast. The trends of spatial distribution and migration of chemical elements in the taiga landscape were revealed. Location of the buffer elements of the ecological network for the protection of water bodies and floodplains against the chemical pollution was suggested with particular account of the different types of landscape neighborhood. The deluvial fans along the valley footslopes favor the deposition of the major part of matter washed away from the cultivated steep slopes. The terrace footslopes need an effective biogeochemical barrier which could be provided by tall grass meadows dominated by *Filipendula ulmaria*. The ecological network should be enforced in the deeply incised gullies with steep slopes.

Key words: agrolandscape, ecological network, migration, geochemical barrier, buffer zone, landscape neighborhood.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects Nos 13-05-00821, 14-05-00170). Assistance provided by I.A. Avessalomova, K.A. Merekalova, G.G. Chernogorov, K.A. Kingsep, P.A. Teletova and P.M. Shilov with the collection of field data was greatly appreciated.

REFERENCES

Avessalomova I.A. Landshaftno-geokhimicheskii podkhod k planirovaniyu agrolandshaftov [Landscape-geochemical approach to agrilandscape planning], *Geografiya i region: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Vol. 5. Permskiy gosudarstvennyi nauchno-issledovatel'skiy universitet, Perm, 2015, pp. 8–13 (in Russian).

Avessalomova I.A., Savenko A.V., Khoroshev A.V. Landshaftno-geokhimicheskaya kontrastnost rechnykh basseynov kak faktor formirovaniya ionnogo stoka [Landscape-geochemical contrasts in the middle-taiga landscapes as a factor of ion discharge], *Vestnik Moskovskogo universiteta, seriya 5, Geografiya*, 2013, no 4, pp. 3–10 (in Russian).

Baker M.E., Weller D.E., Jordan T.E. Improved methods for quantifying potential nutrient interception by riparian buffers // *Landscape Ecology*. 2006. Vol. 21. P. 1327–1345.

Emelyanova, L.G., Khoroshev A.V., Gavrilova I.P. et al. Ustyanskaya uchebno-nauchnaya stantsiya geograficheskogo fakulteta MGU [Ustyanskaya educational and scientific station of the MSU Faculty of Geography], *Uchebno-nauchniye geograficheskiye stantsii vuzov Rossii, MSU, Moscow*, 2001, pp. 257–283 (in Russian).

Gorbunova I.A., Gavrilova I.P. Osobennosti teksturno-podzolistykh illuvialno-zhelezistykh pochv Arkhangelskoy

uchebno-nauchnoy stantsii MGU [Iron-illuvial textural-podzolic soils in the area of Arkhangelsk experimental station of Moscow University], *Geokhimiya landshaftov i geografiya pochv, Smolensk, Oikumena*, 2002, pp. 242–268 (in Russian).

Kasimov N.S., Gennadiyev A.N. Landshaftno-geokhimicheskaya i pochvenno-geograficheskaya shkola. Bazoviye nauchniye kontseptsii [Landscape-geochemical and soil-geographic school. Basic scientific concepts], *Geograficheskiye nauchniye shkoly Moskovskogo universiteta, Moscow, Gorodets*, 2008, pp. 198–228 (in Russian).

Khoroshev A.V., Artyomova O.A., Matasov V.M., Koshcheyeva A.S. Ierarkhicheskiye urovni vzainosvyazey mezhdu relyefom, pochvami i rastitelnostyu v srednetayozhnom landshafte [Hierarchical levels of interdependencies between relief, soils and plant cover in the middle taiga landscape], *Vestnik Moskovskogo universiteta, seriya 5, Geografiya*, 2008, no 1, pp. 66–72 (in Russian).

Kolbovsky E.Yu. Landshaftnoye planirovaniye [Landscape planning], *Akademiya, Moscow*, 2008, 336 p. (in Russian).

Opp C. Actual problems of loadability and load in agroecosystems // *Ecology (CSFR)*. 1991. Vol. 10, N. 4, pp. 373–388.

Pauluyukyavichyus G.B. Rol' lesa v ekologicheskoy stabilizatsii landshaftov [The role of forest in the ecological stabilization of the landscapes], *Moscow, Nauka*, 1989, 215 p. (in Russian).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: avkh1970@yandex.ru

Ryszkowski L., Bartoszewicz A., Kedziora A. Management of matter fluxes by biogeochemical barriers at the agricultural landscape level // *Landscape Ecology*. 1999. Vol. 14, pp. 479–492.

Turner M., Gardner R.H., O'Neill R.V. *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer Verlag, 2001. 352 p.

Weller D.E., Baker M.E., Jordan T.E. Progress and challenges in demonstrating riparian buffer effects on nutrient discharges from

whole catchments // *25 Years of Landscape Ecology: Scientific Principles in Practice*. IALE Publication series 4. Vol. 1. Wageningen, 2007. P. 483–484.

Wickham J. D., Riitters K.H., Wade T.G., Bruce Jones K. Evaluating the relative roles of ecological regions and land-cover composition for guiding establishment of nutrient criteria // *Landscape Ecology*. 2005. Vol. 20, pp. 791–798.

Received 07.07.2015

Accepted 28.10.2015

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 591.9+911.375:711

В.В. Корбут¹**ПРИРОДНЫЙ КОМПЛЕКС, «ЗЕЛЕННЫЕ ОСТРОВА» И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС МЕГАПОЛИСА МОСКВЫ НА ОСНОВЕ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА**

Рассмотрено состояние «зеленых островов» природного комплекса мегаполиса Москва как среды обитания воробьинообразных птиц. Показано, что видовое разнообразие птиц в ключевых участках мегаполиса связано с поляризацией городских ландшафтов по градиенту нарастания урбанизированности природные (природно-культурные) – полностью измененные.

Выявлена зависимость видового разнообразия и обилия птиц от степени урбанизации и соотношения культурных и природных компонентов, их фрагментации и мозаичности, определяющих потенциальные возможности природно-культурных урбоэкосистем при создании и поддержании экологического каркаса.

Обсуждается возможность возникновения стабильных многовидовых гнездовых сообществ из птиц разных экологических групп в островных природно-культурных экосистемах города как факторов поддержания его экологической стабильности.

Современное разнообразие и обилие воробьинообразных птиц города в различных участках природного комплекса Москвы показывает их потенциальную пригодность для создания экологического каркаса мегаполиса.

Ключевые слова: урбанизация, мегаполис, мегалополис, природный комплекс города, экологический каркас, особо охраняемые природные территории, биоразнообразие, птицы.

Введение. Современные мегаполисы представляют собой «неустойчивые искусственные системы... не способные функционировать отдельно от ... природы» [Георгица, 2012]. Развитие современного города требует его экологизации – сохранения и поддержания баланса между природной и культурной средой, наличия системных связей мегаполиса и урбанизированных районов его агломерации, постоянных флуктуаций природных компонентов [Колбовский, 2008; Птичникова, 1999].

Экологический каркас города – «функционально организованная система природно-культурных территорий, соединенных экологическими коридорами... обеспечивает непрерывность “зеленой ткани” города и пригородных ландшафтов» [Колбовский, 2008; Птичникова, 1999]. Одно из важных условий функционирования урбоэкосистем – их заселяемость дикими животными, в том числе высшими теплокровными (птицы, млекопитающие), важнейшими составляющими экологической пирамиды, регулируемыми ее целостность и устойчивость при разнообразных флуктуациях параметров среды.

Московский мегаполис и его агломерация расположены на границе лесной и лесостепной зон, что определяет сложность структуры видового состава и населения птиц. В начале XXI в. на территории города и области встречено до 273 видов птиц, гнездящихся, пролетных и зимующих видов, из них более 110 видов воробьинообразных [Калякин, Волцит,

2006], заселяющих природный комплекс города, – «совокупность территорий с преобладанием растительности и (или) водных объектов...». В 2012 г. комплекс занимал более 36% всей площади города в пределах МКАД. В его состав включают несколько десятков природно-культурных «зеленых островов» разных размеров, формы, происхождения, степени изолированности между собой и от региона, урбанизированности.

Изучение города как «зеленого архипелага» – системы локальных природных, природно-культурных и культурных элементов, включенных в состав природного комплекса Москвы, позволяет оценить ее потенциальную пригодность для создания экологического каркаса мегаполиса и включения его в экологические сети Восточной Европы.

В качестве простого и эффективного индикатора текущего состояния природного комплекса города использованы такие показатели, как α -разнообразие и обилие в сезон размножения воробьинообразных птиц (отряд *Passeriformes*, подотряд певчие, *Oscines*), крупной и широко распространенной группы теплокровных животных, быстро реагирующих на флуктуации природных и культурных факторов [Корбут, 2012, 2014].

Выделены три группы задач, направленных на изучение: а) современного города как системы островных местообитаний; б) исторически сложившегося в Москве природного комплекса; в) использо-

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

вания птицами систем локальных природных, природно-культурных и культурных элементов (фрагментов) природного комплекса в сезон гнездования.

Материалы и методы исследований. Наблюдения в 2014 г. проведены на участках города внутри Московской кольцевой автодороги (МКАД), основной материал собран в восточном секторе города (СВАО, ВАО, ЮВАО), расположенном на Мещерской водно-ледниковой низменной равнине [Полякова, Гутников, 2000] и прилегающих участках ЦАО. Наиболее «зеленый» в городе – Восточный округ (до 56% площади). Здесь сохранились крупнейшие лесные массивы, природно-исторический парк Измайлово и национальный парк Лосиный остров (его городская часть) [Полякова, Гутников, 2000].

Маршруты проложены в жилых кварталах, бульварах и скверах, по территориям старых кладбищ, парков, лесопарков и городских лесов, в разной степени связанных между собой и с областью «зелеными» коридорами [Корбут, 2012]. Особое внимание уделено ключевым территориям природного комплекса, и, возможно, будущего экологического каркаса Москвы: малым паркам (парк Северного речного вокзала, «Дружба», Петровский); природно-историческим паркам (Кусково, Сокольники, Измайлово); паркам Останкино и Главного ботанического сада РАН и ВДНХ; городской части национального парка Лосиный остров.

Большинство парков, лесопарков и городских лесов Москвы представляет собой остатки лесов, вошедших в черту города по мере его разрастания в XV–XX вв. В результате ограничения хозяйственной деятельности, в том числе рекреационной, на этих территориях сохранились участки, пригодные для обитания птиц [Корбут, 2012].

В природном комплексе города выделены три основных блока ключевых территорий, сходных с элементами экологического каркаса городов [Георгица, 2011, 2011; Птичникова, 1999]:

I) *селитьба* – жилые кварталы с зелеными и служебными территориями: *капилляры* – зеленые насаждения жилых кварталов города, обычно точечные. Диффузно расположенные кусты, деревья, газоны, клумбы (одиночные или группами) в районах 5–16-этажной застройки 1950–1980 гг.; *коридоры* – древесно-кустарниковые или травянистые линейные системы, непрерывные и фрагментированные «островные» – бульвары, скверы, окружение памятников истории, культуры и т.п. (площадь не более 50 га);

II) *ядра*: А – малые ООПТ, парки площадью до 300 га); Б – крупные ООПТ – парки и лесопарки (площадь до 700 га);

III) *клинья* – природно-исторический парк Измайлово и национальный парк Лосиный остров (площадь ≥ 1600 и 3308 га соответственно), продолжение пригородного зеленого кольца Москвы; проникают в город на 6–10 км от МКАД.

Учеты воробьинообразных птиц проводили в сезон размножения – с конца марта по начало июня на постоянных линейных маршрутах длиной от 1 до 8 км в зависимости от размеров обследуемого

участка. Скорость движения наблюдателя составляла 1,0–1,5 км/ч, основная и дополнительная полосы регистрации встреч по 25 м справа и слева от учетчика [Корбут, 2012, 2014]. Учетные маршруты в селитьбе прокладывали в виде ломаных или кривых линий в зависимости от проходов между постройками, наличия дорожно-тропиночной сети, различных преград, размещения деревьев, кустарников, участков с травяным покрытием. Наиболее интенсивные наблюдения проведены в два этапа: а) с 25 апреля по 6 мая – начало гнездования на фоне интенсивного пролета; б) с 19 мая по 4 июня – массовое гнездование на фоне пролета дальних мигрантов. Общая длина маршрутов по различным участкам в эти сроки составила около 180 км.

Виды птиц разделены на группы по их экологическим и биотопическим особенностям (по материалам, собранным в 1930–1960 гг.) [Птушенко, Иноземцев, 1968]: лесные; опушечные (опушечно-луго-болотные); эвритопные; синантропные и склонные к синантропности; «дикие»; зимующие в Москве и регионе (южная тайга, смешанные леса); мигрирующие (ближние и дальние мигранты).

При обработке данных применяли методы непараметрической статистики (коэффициент ранговой корреляции Кендалла, пакет программ Statistica 10); видовое разнообразие оценивали с помощью индекса Менхиника [Песенко, 1982].

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение распределения воробьинообразных птиц по ключевым участкам современного природного комплекса мегаполиса выявило резко выраженную поляризацию видового обилия по градиенту урбанизированности среды обитания птиц [Корбут, 2012]. Общее число видов воробьинообразных птиц, встреченных в зеленых островах Москвы в сезон гнездования 2014 г., равно 55. Наименьшее видовое разнообразие птиц мегаполиса (5–13 видов) отмечено в его селитебной зоне – жилых кварталах, на бульварах и скверах, в малых парках площадью до 10–50 га среди плотной городской застройки в разных частях города.

Характерная особенность озеленения этих территорий – полностью искусственные насаждения, дисперсные посадки деревьев и кустарников, куртины кустарников встречаются редко, травостой отсутствует или угнетен, газоны искусственные, почвы запечатанные [Полякова, Гутников, 2000]. Сообщества птиц в этих местах олигодоминантные, индекс Менхиника не более 2,0. Всюду преобладает домовый воробей (вид-урбанист), а также синантропные (склонные к синантропности) виды, такие, как большая синица, скворец, серая ворона, белая трясогузка; птицы других экологических групп встречены крайне редко (таблица).

Небольшие и средние парки площадью до 300 га (ядра А) созданы в конце XIX – первой половине XX вв., значительная часть их территорий занята зонами активного отдыха, здесь развита дорожно-тропиночная сеть, древесно-кустарниковые насаждения искусственные, часть почв запечатана или

Видовой состав и доля птиц в разных элементах природного комплекса г. Москва; по наблюдениям с 20 по 30 мая

Виды птиц	Элементы блоков природного комплекса									
	Сельдьба		Ядра А			Ядра Б			Клинья	
	капилляры	коридоры	парк Северного речного вокзала	парк «Дружба»	Петровский парк	парк Кусково	парк Сокольники	парк Останкино, ГЭС РАН	Измайлово	Национальный парк Лосиный остров
Воробей домовый, <i>Passer domesticus</i>	33,4	29,1	0,7	13,5	14,2	0,7	0,8	1,8	0,5	–
Ворона серая, <i>Corvus cornix</i>	3,0	1,5	–	8,5	0,8	0,9	2,6	2,1	4,3	1,4
Скворец, <i>Sturnus vulgaris</i>	3,4	1,1	1,7	3,0	11,9	3,5	3,4	6,0	1,8	0,7
Воробей полевой, <i>Passer montanus</i>	1,5	–	4,3	3,0	9,6	3,3	1,4	2,9	1,7	0,4
Рябинник, <i>Turdus pilaris</i>	0,2	–	21,7	10,0	11,9	9,6	16,7	6,4	6,1	1,0
Трясогузка белая, <i>Motacilla alba</i>	2,2	2,5	1,3	3,0	1,9	1,1	1,0	1,9	1,6	1,0
Синица большая, <i>Parus major</i>	3,7	2,2	5,3	5,5	1,9	6,5	8,2	7,8	7,5	12,5
Зяблик, <i>Fringilla coelebs</i>	1,0	–	8,3	5,5	4,2	12,9	13,7	8,2	11,6	19,4
Мухоловка пестрая, <i>Ficedula hypoleuca</i>	0,1	–	1,0	1,0	0,8	1,2	2,5	1,4	1,5	1,6
Мухоловка серая, <i>Muscicapa striata</i>	0,1	–	–	–	–	–	–	–	0,1	–
Лазоревка, <i>Parus caeruleus</i>	0,1	–	1,0	0,5	–	0,3	0,4	1,0	1,4	0,7
Соловей, <i>Luscinia luscinia</i>	0,1	–	0,7	1,5	0,4	3,5	3,0	0,7	1,1	1,4
Доля в населении, %	99,5	100,0	93,7	91,7	97,3	64,9	73,4	81,3	75,2	50,6
Встречи, особи на 10 га	48,9	36,4	48,0	58,0	58,8	61,3	69,2	48,0	49,9	73,3
Число видов	13	5	12	15	12	27	27	37	33	45
Индекс Менхеника	1,9	0,8	1,7	2,0	1,6	3,4	3,2	5,3	4,7	5,3
Длина маршрутов, км	21,0	18,8	1,5	2,6	1,8	2,8	4,6	5,7	18,5	31,5

П р и м е ч а н и я. Представлены результаты наблюдений по ключевым видам птиц, составляющим не менее 50% в населении птиц. Обозначения блоков и элементов см. в тексте. Доля в населении – в % от общего числа встреч птиц всех видов в каждом элементе; встречи – число регистраций птиц (любого пола и возраста) в пересчете на 10 га; число видов – максимальное для каждого биотопа.

вытоптана [Полякова, Гутников, 2000]. На таких участках отмечено обилие синантропных видов птиц – дрозд-рябинник, скворец, ворона, домовый воробей и др. Видовое разнообразие в целом небольшое (величина индекса Менхеника $\leq 2,0$), всего до 12–15 видов, среди которых преобладают эвритопные и синантропные птицы – синицы, зяблик, полевой воробей и другие (таблица). Разновидовые сообщества птиц в малых парках отличаются своеобразием населения птиц в зависимости от особенностей обустройства территории. Так, расположенные напротив парки Северного речного вокзала и «Дружба» по-разному используют домовый воробей, серая ворона и дрозд рябинник (таблица). В первом преобладают высокие лиственные деревья (посадки 1930-х гг.), во втором – открытые травянистые газоны, рощицы лиственных деревьев и куртины кустарников (посадки 1957–1963 гг.).

Лесопарки и городские леса (ядра Б) площадью до 700 га представляют собой остатки лесов, окружавших старые усадьбы [Полякова, Гутников, 2000]. Все они были включены в черту города по мере его роста, в том числе во второй половине XX в. Не-

смотря на значительные структурные преобразования (дороги, посадки деревьев и т.п.), они в той или иной степени сохраняют лесной облик с фрагментами природно-культурных ландшафтов. Эти небольшие, малодоступные для людей участки населены лесными и луго-болотными птицами – до 30 видов, значения индекса видового разнообразия лежат в пределах 3,0–5,0 (таблица).

Наибольшее видовое разнообразие, до 45–55 видов отмечено в зеленых клиньях города (таблица). Современный природно-исторический парк Измайлово с XV–XVI вв. служил приусадебным хозяйством и охотничьим заказником царской семьи Романовых. Глухие лесные участки Измайлова соседствовали с хозяйственными и рекреационными территориями, на небольшой речке с притоками была сооружена система прудов. С начала XX в. вся эта территория превращена в рекреационную зону с развитой дорожно-тропиночной сетью, объединившей леса и суходольные луга, зоны тихого и активного отдыха [Корбут, 2014].

Национальный парк Лосиный остров упомянут в летописях XIV в. как владение Великого князя Мос-

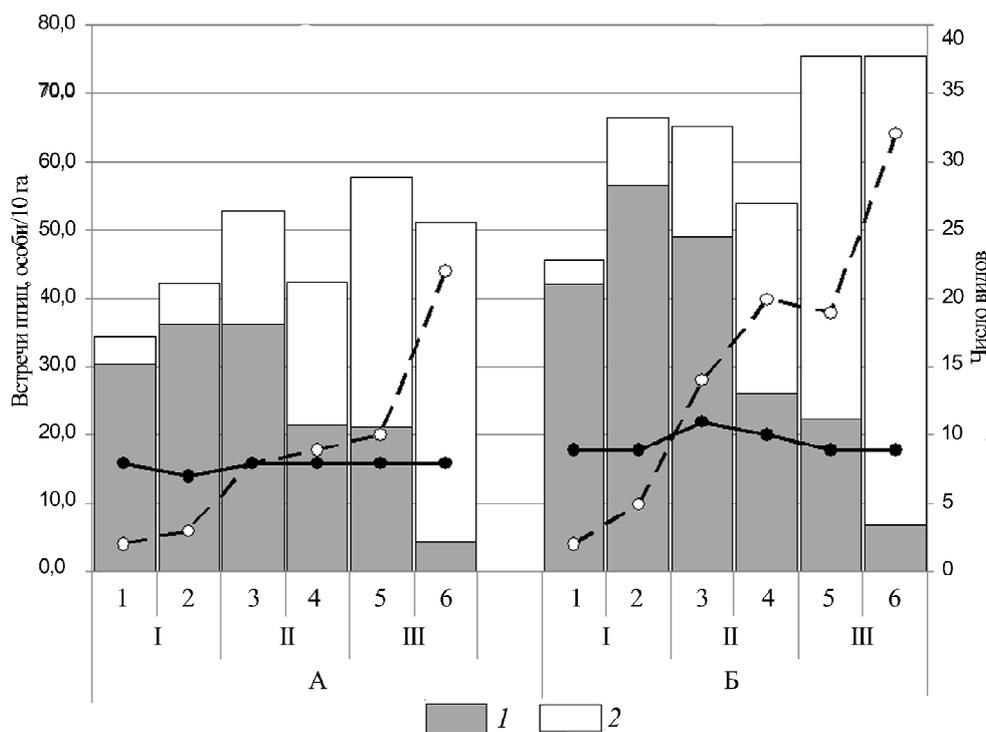
ковского, до XVII в. парк использовали как царские охотничьи угодья, затем он был передан в казенное ведомство. С 1917 г. на его основе создано пригородное лесное хозяйство, в 1983 г. преобразованное в национальный парк [Абатуров и др., 1997]. В настоящее время это крупный лесной массив с выраженными опушками, небольшими полянами, лесными окнами и масштабными ветровалами [Корбут, 2014].

В целом видовое разнообразие птиц в двух крупных массивах городских рекреационных лесов (таблица) не отличается от зонального, характерного для смешанных лесов Подмосковья. Здесь преобладают лесные виды – большая синица, зяблик, пеночка-трещотка и др., виды опушек и лугов немногочисленны, а синантропные виды держатся преимущественно в краевых зонах «зеленых островов» [Корбут, 2012, 2014].

Видовой состав воробьинообразных птиц, заселяющих Москву и регион, на 3/4 определяют мигранты – кочующие, ближние и дальние. Сезонные изменения видового разнообразия и обилия птиц природного комплекса от селитебных зон до «зеле-

ных клиньев» изучали в двух фазах сезона размножения. Первыми в древесно-кустарниковых местообитаниях города отмечены птицы из группы ближних мигрантов, которые в холодные сезоны кочуют по территории Восточной Европы. В последние 50–100 лет значительная часть птиц из этой группы стала зимовать в Москве и области [Птушенко, Иноземцев, 1968]. Эти птицы распределяются в «зеленых островах» природного комплекса города, заметна слабая тенденция к увеличению числа видов и обилия птиц в крупных парках и лесопарках, в том числе в природно-историческом парке Измайлово и на территории национального парка Лосиный остров.

В сезон гнездования тенденция к распределению птиц по ключевым участкам природного комплекса Москвы сохраняется (рисунок). Число видов-резидентов повсеместно не более 10–12, дальние мигранты в селитебной части города встречены единично, видовое разнообразие птиц нарастает экспоненциально по градиенту размерности и экологической емкости угодий-островов в ряду природный→культурный [Корбут, 2012].



Сезонные изменения видового разнообразия птиц в разных участках современного природного комплекса Москвы: А – начало гнездования на фоне массового пролета птиц (с 25 апреля по 6 мая); Б – массовое гнездование на фоне пролета дальних мигрантов (с 19 мая по 4 июня); по оси абсцисс – компоненты экологического каркаса: I – селитебная (1 – капилляры, 2 – коридоры); II – ядра (3 – малые парки, 4 – лесопарки); III – клинья: 5 – природно-исторический парк Измайлово, 6 – национальный парк Лосиный остров.

1 – виды, постоянно обитающие на территории Москвы и столичной агломерации (зимующие, кочующие, см. таблицу); 2 – мигрирующие виды. Общая длина маршрутов составила более 180 км, по материалам наблюдений 2014 г. По осям ординат: слева – встречи птиц (особи/10 га) – максимальное число особей для каждого выдела; справа – число видов, максимальное для каждого выдела

Seasonal changes of bird species diversity within particular areas of the natural complex of the Moscow city: A – the first phase of nesting during the mass bird migration (April 25 till May 6); B – mass nesting during the arrival of long-distance migrants (May 19 till June 4); Along the horizontal axis – components of the ecological network: I – residential areas (1 – capillaries, 2 – corridors); II – core areas (3 – small parks, 4 – forest parks); III – green wedges (5 – Izmailovo natural-historical park, 6 – Losiny Ostrov National Park).

1 – residential species of the Moscow city and the metropolitan agglomeration (wintering, nomadic; see the Table); 2 – migratory species. Along the vertical axes: left – maximum number of birds within each territorial unit (birds per 10 ha); right – maximum number of species within each territorial unit. The total length of the routes is more than 180 km. Based on the results of 2014 observations

В сельтибе, скверах и небольших парках встречаются в основном синантропные виды (таблица), экологически сильные, пластичные виды-эврифаги. Для них характерна высокая общая толерантность по отношению к большинству факторов урбанизированной среды, многие обитают в экотонах [Корбут, 2012, 2014]. Птицы других экологических групп используют элементы природного комплекса в соответствии с их видоспецифичной экологической специализацией, сложившейся в природных условиях голоцена Европы, – лесные, кустарниковые, луговые, болотные виды и т.п. [Птушенко, Иноземцев, 1968]. Они, в отличие от птиц из группы синантропных, встречаются существенно реже и тяготеют к менее урбанизированным фрагментам природного комплекса, таким, как лесопарки и городские леса.

Видовое разнообразие и обилие воробьинообразных птиц в исторически сложившемся природном комплексе Москвы отражает его свойства как системы фрагментированных островных местообитаний с повышенной мозаичностью и резко выраженной поляризацией фрагментов в конгломерате природных, природно-культурных и культурных элементов с преобладанием последних.

Наблюдения, выполненные с применением методов полевой орнитологии к сообществам

птиц, заселяющим «зеленые острова» мегаполиса, позволяют сделать следующие выводы, необходимые для планирования новых исследований.

Выводы:

– распределение и видовое разнообразие птиц в сложившейся системе природно-культурных «зеленых островов» мегаполиса отражают особенности его структуры как среды обитания высших теплокровных животных;

– формирование многовидовых гнездовых сообществ птиц разных экологических групп и поддержание их стабильности зависят от возможностей островных природно-культурных экосистем города в поддержании его экологической стабильности;

– распределение воробьинообразных птиц по ключевым участкам природного комплекса мегаполиса связано с поляризацией городских ландшафтов по градиенту урбанизированности от сохраняемых природных до полностью измененных;

– изучение α -разнообразия и обилия воробьинообразных птиц города в разных участках природного комплекса Москвы показывает их потенциальную пригодность для создания экологического каркаса мегалополиса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абатуров А.В., Кочевая О.В., Янгутов А.И. 150 лет Лосиновостровской лесной даче. Из истории национального парка «Лосиный остров». М.: Аслан, 1997. 228 с.

Георгица И.М. Особенности конструирования экологического каркаса крупных территорий // Ярославский пед. вестн. 2011. № 1. Т. III (Естественные науки). С. 181–85.

Георгица И.М. Специфика городского экологического каркаса // Ярославский пед. вестн. 2011. № 2. Т. III (Естественные науки). С. 133–136.

Георгица И. М. Природный комплекс Ярославля: структура и современное состояние // Ярославский пед. вестн. 2012. № 1. Т. III (Естественные науки). С. 179–183.

Калякин М.В., Волцит О.В. Атлас «Птицы Москвы и Подмосковья». София, Москва: Pensoft, 2006. 372 с.

Колбовский Е.Ю. Ландшафтное планирование: учебное пособие. М.: Изд. центр «Академия», 2008. 348 с.

Корбут В.В. Видовое разнообразие воробьинообразных птиц в «зеленых островах» // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 6. С. 20–24.

Корбут В.В. Опушенный эффект в островных городских лесах мегаполиса (экология экстремальной среды) // Науч. тр. нац. парка «Лосиный остров». Вып. 3. М., 2014. С. 107–136.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 286 с.

Полякова Г.А., Гутников В.А. Парки Москвы: экология и флористическая характеристика. М.: ГЕОС, 2000. 406 с.

Птичникова Г.А. Градостроительство и архитектура Швеции. 1980–2000 гг. СПб.: Наука, 1999. 199 с.

Птушенко Е.С., Иноземцев А.А. Птицы Московской области и сопредельных территорий. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 461 с.

Поступила в редакцию 02.04.2015
Принята к публикации 28.10.2015

V.V. Korbut¹

NATURAL COMPLEX, «GREEN ISLANDS» AND THE ECOLOGICAL NETWORK OF THE MOSCOW MEGAPOLIS IN THE CONTEXT OF THE ORNITHOLOGICAL APPROACH

Green islands of the Moscow natural complex were studied as a habitat for Passeriformes. Their spatial distribution within the complex was analyzed. It was found that the species diversity and the abundance of birds depend on the degree of urbanization of the elements of natural complex, as well as their fragmentation and mosaic structure and the ratio of cultural and natural elements. These parameters are critical for the evaluation of the potential of natural-cultural urban ecosystems while designing and maintaining the ecological network.

Key words: urbanization, Moscow megapolis, natural complex of a city, ecological network, nature protection areas, biodiversity, birds.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Senior Research Scientist, PhD. in Biology; e-mail: vadimkord@yandex.ru

REFERENCES

- Abaturov A.V., Kotchevaya O.V., Yangutov A.I.* 150 let Losinoostrovskoj lesnoj dache. Iz istorii nacional'nogo parka «Losinyj ostrov». [150 years of the Losinoostrovskaya woodland. From the history of Elk Island National Park], Moscow: Aslan, 1997. 228 p. (in Russian).
- Georgica I.M.* Osobennosti konstruirovaniya jekologicheskogo karkasa krupnyh territorij [Specificity of a City Ecological Frame], Yaroslavsky pedagogical bulletin, 2011, no 2. Vol. III (natural sciences), pp. 133–136 (in Russian).
- Georgica I.M.* Specifika gorodskogo jekologicheskogo karkasa [The Natural Complex of Yaroslavl: a Structure and a Present State], Yaroslavsky pedagogical Bulletin, 2012, no 1. Vol. III (natural sciences), pp. 179–183 (in Russian).
- Georghica I.M.* Prirodnyj kompleks Jaroslavlja: struktura i sovremennoe sostojanie [Ecological frame design Features large territories], Yaroslavsky pedagogical bulletin, 2011, no 1. Vol. III (natural sciences), pp. 181–185 (in Russian).
- Kaljakin M.V., Volcit O.V.* Atlas Pticy Moskvy i Podmoskov'ja. [Bird Atlas of Moscow and the Moscow region], Sofia, Moscow, Pensoft, 2006, 372 p. (in Russian).
- Kolbovskij E.Ju.* Landshaftnoe planirovanie: uchebnoe posobie [Landscape planning: a tutorial], Moscow, Publishing Centre «Academy», 2008, 348 p. (in Russian).
- Korbut V.V.* Opushechnyj jeffekt v ostrovnyh gorodskih lesah megapolisa (jekologija jekstremal'noj sredy) [Border effects in urban forests (ecology of extreme habitat conditions)], Scientific. proc. of the National park Elk Island, Moscow, 2014. Vol. 3, p. 107–136 (in Russian).
- Korbut V.V.* Vidovoe raznoobrazie Vorob'inoobraznyh ptic v «zelenyh ostrovah» [Species diversity of Passeriformes within the «green islands» of Moscow], Vestnik Mosk. State University, series 5, Geography, 2012, no 6, pp. 20–24 (in Russian).
- Pesenko Ju.A.* Principy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyah. [Principles and methods of quantitative analysis of Faunistics Studies], Moscow, Nauka, 1982, 286 p. (in Russian).
- Poljakova G.A., Gutnikov V.A.* Parki Moskvy: jekologija i floristicheskaja karakteristika. Moscow Parks: ecology and floral characteristics], Moscow, GEOS, 2000, 406 p. (in Russian).
- Ptichnikova G.A.* Gradostroitel'stvo i arhitektura Shvecii [Town planning and architecture in Sweden]. 1980–2000, SPb.: Nauka, 1999, 199 p. (in Russian).
- Ptuschenko E.S., Inozemtsev A.A.* Pticy Moskovskoj oblasti i sopredel'nyh territorij. [Birds of Moscow region and adjacent territories], Moscow, izd-vo Mosk. University, 1968, 461 p. (in Russian).

Received 02.04.2015

Accepted 28.10.2015

УДК 581.9; 614.7; 911.3

Т.В. Дикарева¹, В.Ю. Румянцев²

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАСТЕНИЙ-АЛЛЕРГЕНОВ В РОССИИ

К концу XX в. аллергические заболевания в индустриальных странах вышли на одно из первых мест по распространенности. Одна из важнейших причин аллергий – пыльца растений. Аллергией на пыльцу – поллинозом – страдает каждый четвертый житель планеты. Распространение растений-аллергенов в России ранее практически не изучалось. Для анализа выбрано 119 видов растений, наиболее массовых или производящих большое количество пыльцы и представляющих реальную опасность для аллергиков. Составлена серия карт размещения выбранных видов. Анализ позволил выявить основные закономерности распространения растений-аллергенов в России. Наиболее опасным для аллергиков регионом в весеннее время оказалась Рязанская область, а в летнее – Воронежская. Наименее опасны весной Чукотский АО и Магаданская область, а летом – Магаданская область. Составленные карты могут служить справочным материалом для врачей-аллергологов и для больных пыльцевой аллергией.

Ключевые слова: аллергия, поллиноз, растения-аллергены, индекс аллергенности, перекрестная аллергия, карты распространения.

Введение. К концу XX в. аллергические заболевания в индустриальных странах вышли на одно из первых мест по распространенности. Одна из важнейших причин аллергий – пыльца растений. Аллергией на пыльцу – поллинозом – страдает каждый четвертый житель планеты. Симптомы поллиноза начинаются, когда концентрация пыльцы в воздухе достигает пороговых значений. Считается, что опасный предел в среднем составляет 10–20 пыльцевых зерен в 1 м³ воздуха. Пыльцевая аллергия проявляется аллергическим ринитом и конъюнктивитом, т.е. вызывает насморк, кашель, першение в горле, а также слезоточивость, зуд и покраснение век. Аллергическая реакция может выражаться в бронхоспазмах, приступах бронхиальной астмы. Растения-аллергены в основном вырабатывают пыльцу рано утром, поэтому для аллергиков это время наиболее опасно. Максимальная концентрация пыльцы в воздухе наблюдается в теплую солнечную погоду, а дождь и засуха тормозят созревание пыльцы, поэтому аллергики в такую погоду чувствуют себя лучше.

Известно более 700 видов растений-аллергенов. В медицинской литературе их делят на три группы – деревья, злаки и сорные травы. Они цветут в разное время, и обострения поллиноза приходятся на два периода – весенне-летний (с начала апреля до середины июня – деревья), и летний (июнь–июль – злаки, с конца июня до конца августа – сорные травы). Обычно больные реагируют на цветение не одного, а 2–3 растений, поэтому сезонное обострение продолжается около месяца.

Материалы и методы исследований. В российской медицинской литературе значительное внимание уделено различным аспектам воздействия пыльцы растений на человека, существуют календари

цветения аллергенов [Календарь..., 2015], но географическое распространение таких растений практически не анализировалось. Зарубежная же аллергология с конца XX в. занимается этим активно [May et al., 2008; Rondón et al., 2011]. В США существует сайт [PollenLibrary, 2015], на котором ежедневно можно отследить цветение и опасность любого из 300 видов-аллергенов во всех штатах и крупных населенных пунктах. Нами предпринята попытка географического анализа распространения основных растений-аллергенов в России.

Для анализа мы выбрали 119 видов, что составило определенную трудность, так как в России нет общепризнанного списка таких растений. В методических указаниях для врачей-аллергологов [Аллергология..., 2009; Порядок..., 2010] названы лишь наиболее опасные виды и группы (чаще семейства растений). Мы руководствовались этими указаниями, интернет-ресурсами [Аллергология, 2015; PollenLibrary, 2015] и некоторыми другими источниками [Esch et al., 2001].

Нами выбраны виды, наиболее массово распространенные или производящие большое количество пыльцы, т.е. те, которые представляют в период цветения реальную опасность для аллергиков. Из декоративных растений включены только широко распространенные, давно вышедшие за пределы искусственных посадок (например, клен американский). Для каждого вида оценена степень его аллергической опасности по трехбалльной шкале: опасный (3), среднеопасный (2) и слабоопасный (1). Оценка основана на материалах указанных выше источников и на доступных данных о продуктивности пыльцы этих растений. Выбранные виды разбиты на две группы: цветущие весной (апрель, май–начало июня)

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

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: vyurum@biogeo.ru

и цветущие летом (середина июня–начало сентября). Число анализируемых видов по категориям опасности и срокам цветения приведено в таблице.

Отметим, что для весеннего периода выбрано только 4 слабоопасных вида. Это или виды, формирующие сообщества (буки европейский и восточный), или довольно широко распространенные (мож-

Распределение числа анализируемых видов-аллергенов по категориям опасности и срокам цветения

Период цветения	Категория аллергической опасности			Всего
	слабоопасные (1)	среднеопасные (2)	опасные (3)	
Весенний	4	24	18	46
Летний	6	33	34	73
Всего	10	57	52	119

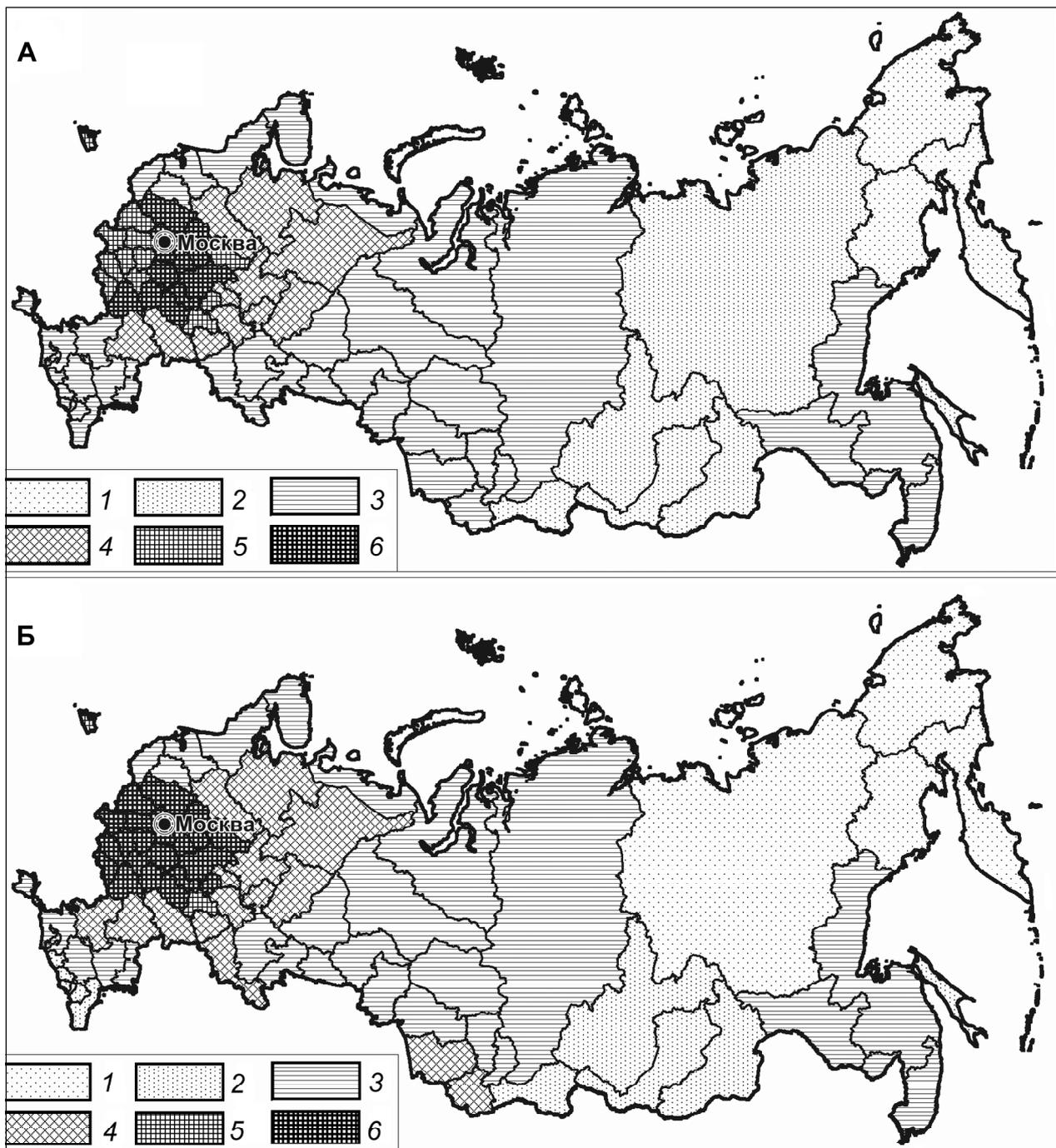


Рис. 1. Схематическая карта распространения растений-аллергенов, цветущих в весенний период: А – число видов растений: 1 – ≥ 10 (3); 2 – 11–15 (6); 3 – 16–20 (39); 4 – 21–25 (11); 5 – 26–30 (12); 6 – ≥ 31 (11); Б – суммарное значение «индекса аллергенности»: 1 – ≤ 30 (4); 2 – 31–40 (11); 3 – 41–50 (29); 4 – 51–60 (15); 5 – 61–70 (2); 6 – ≥ 71 (21). В скобках – число субъектов РФ в данном ранге

Fig. 1. The schematic map of allergic plants distribution species flowering during spring: A – number of plant species: 1 – ≥ 10 and less (3), 2 – 11–15 (6), 3 – 16–20 (39), 4 – 21–25 (11), 5 – 26–30 (12), 6 – ≥ 31 and more (11); B – summarized «allergenic index»: 1 – ≤ 30 and less (4), 2 – 31–40 (11), 3 – 41–50 (29), 4 – 51–60 (15), 5 – 61–70 (2), 6 – ≥ 71 and more (21). (In brackets – number of administrative units within the range)

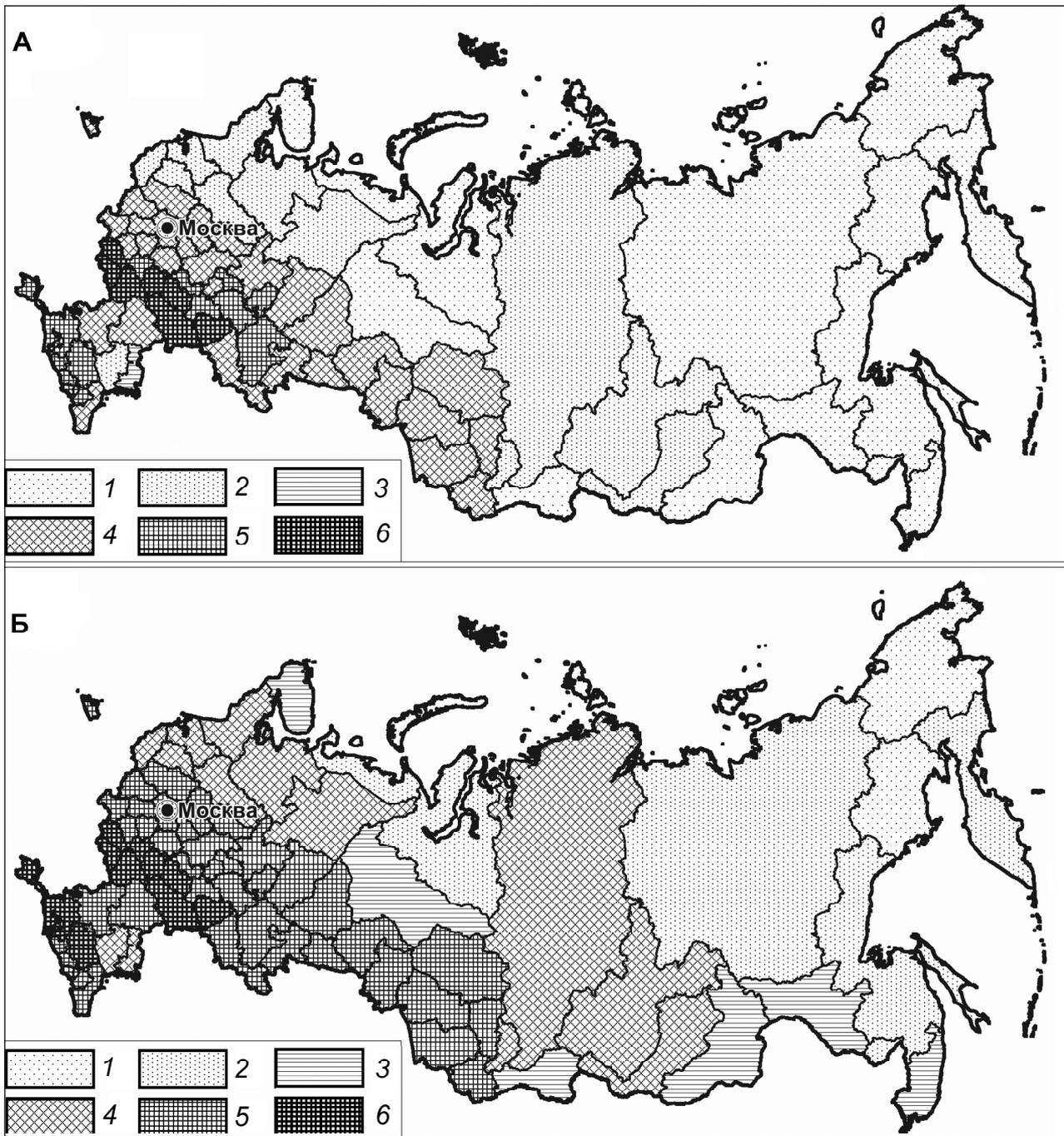


Рис. 2. Схематическая карта распространения растений-аллергенов, цветущих в летний период: А – число видов растений: 1 – ≤34 (15); 2 – 35–39 (12); 3 – 40–44 (1); 4 – 45–49 (31); 5 – 50–54 (16); 6 – ≥55 (7); Б – суммарное значение «индекса аллергенности»: 1 – ≤40 (2); 2 – 41–60 (7); 3 – 61–80 (6); 4 – 81–100 (13); 5 – 101–120 (42); 6 – ≥121 (12). В скобках – число субъектов РФ в данном ранге

Fig. 2. The schematic map of allergic plants distribution species flowering during summer: A – number of plant species: 1 – ≤34 and less (15), 2 – 35–39 (12), 3 – 40–44 (1), 4 – 45–49 (31), 5 – 50–54 (16), 6 – ≥55 and more (7); B – summarized «allergenic index»: 1 – ≤40 and less (2), 2 – 41–60 (7), 3 – 61–80 (6), 4 – 81–100 (13), 5 – 101–120 (42), 6 – ≥121 and more (12). (In brackets – number of administrative units within the range)

жевательник обыкновенный), а также кипарис болотный – пример вида редкого, но отмеченного как аллерген во многих англоязычных источниках. Для летнего периода выбраны 6 слабоопасных видов, широко распространенных на европейской территории России (ЕТР) (таблица).

Данные об ареалах видов-аллергенов получены из определителей [Губанов и др., 1995; Сосудистые..., 1996; Флора Сибири, 1987–2003] и из базы данных [Агроэкологический..., 2015]. Раз-

мещение выбранных видов привязано к субъектам Российской Федерации, что не вполне принято в биогеографии для отображения распространения таксономических единиц. Но такой подход более понятен широкому кругу населения, включая врачей-аллергологов, а также больных-аллергиков.

Материалы организованы в компьютерную базу данных и привязаны к цифровой карте-основе в среде ГИС MapInfo. При организации базы

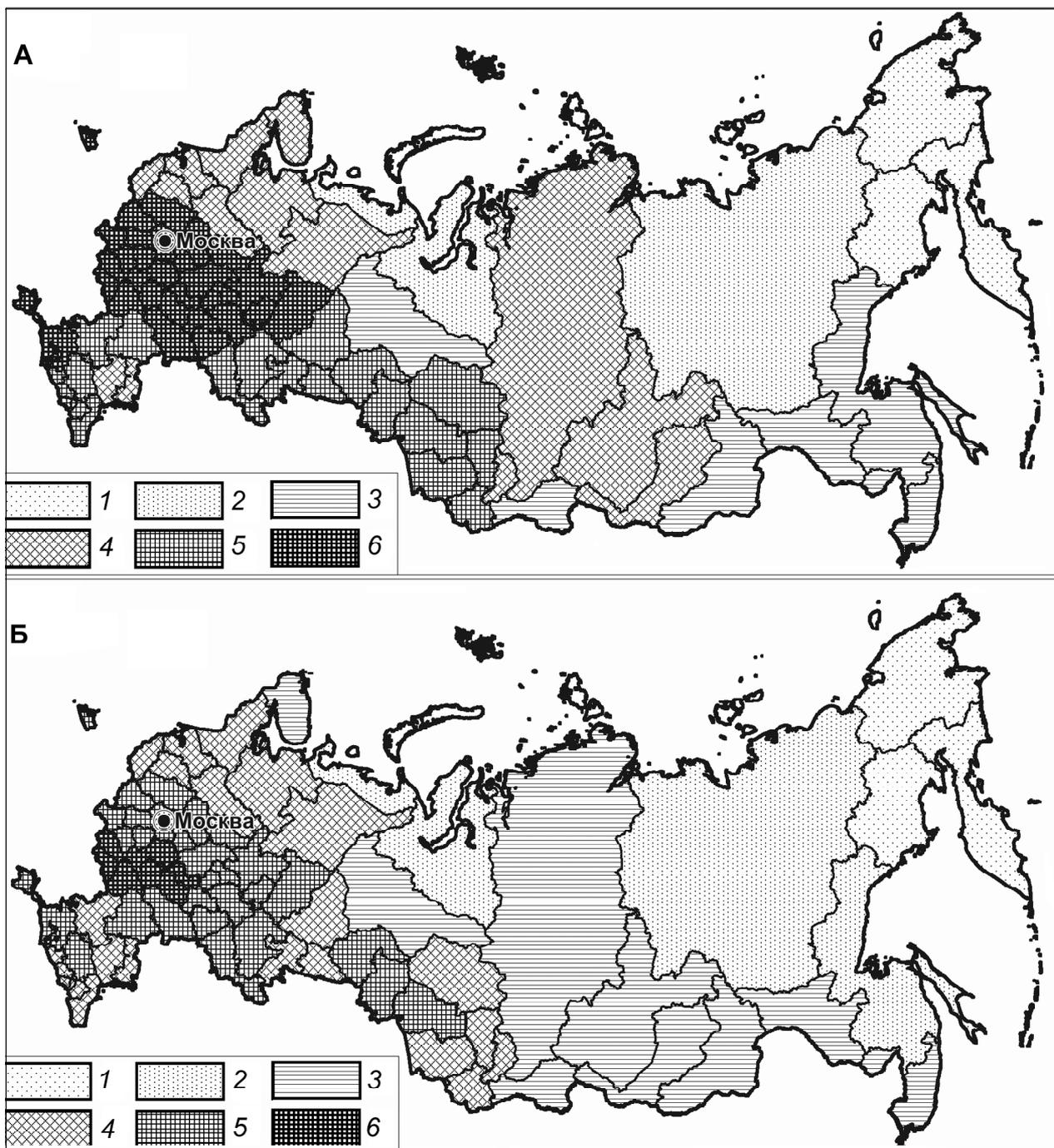


Рис. 3. Схематическая карта распространения растений-аллергенов, цветущих суммарно за весь период вегетации: А – число видов растений: 1 – ≤30 (3); 2 – 31–40 (3); 3 – 41–50 (8); 4 – 51–60 (14); 5 – 61–70 (21); 6 – ≥71 (33); Б – суммарное значение «индекса аллергенности»: 1 – ≤70 (3); 2 – 71–100 (5); 3 – 101–130 (10); 4 – 131–160 (24); 5 – 161–190 (32); 6 – ≥191 (8). В скобках – число субъектов РФ в данном ранге

Fig. 3. The schematic map of allergic plants distribution species flowering during the whole vegetation period: A – number of plant species: 1 – ≤30 and less (3), 2 – 31–40 (3), 3 – 41–50 (8), 4 – 51–60 (14), 5 – 61–70 (21), 6 – ≥71 and more (33); B – summarized «allergenic index»: 1 – ≤70 and less (3), 2 – 71–100 (5), 3 – 101–130 (10), 4 – 131–160 (24), 5 – 161–190 (32), 6 – ≥191 and more (8). (In brackets – number of administrative units within the range)

данных использованы методические приемы, ранее разработанные для наземных позвоночных России [Румянцев, Даниленко, 1998]. Для каждого субъекта РФ рассчитаны 2 показателя – общее число видов-аллергенов в регионе и «индекс аллергенности» – сумма баллов аллергической опасности видов, представленных в регионе. Для расчетов использовали СУБД Visual FoxPro и пакет Statistika.

С помощью средств ГИС MapInfo разработана серия карт распространения растений-аллергенов для всей территории России (рис. 1–3). Это карты числа видов, цветущих весной, летом, а также цветущих суммарно за весь период с апреля по сентябрь. Составлены также карты общей аллергической опасности в весенний и осенний периоды и в целом за весь период цветения, основанные на «индексе аллергенности».

Результаты исследований и их обсуждение.

Анализ составленных карт показал следующее. Число видов, цветущих весной (рис. 1, А), максимально в центральных регионах ЕТР, оно уменьшается на север, юг и восток, наименьшее оно в Чукотском АО и Магаданской области. Это можно объяснить тем, что к цветущим весной аллергенам относятся лиственные и отчасти хвойные деревья, распространенные главным образом в южной части лесной зоны.

Наибольшее число видов-аллергенов, цветущих летом (рис. 2, А), приурочено к более южным районам – широколиственным лесам, лесостепи, степи и лесам Предкавказья. Сюда относятся злаки, полыни и «сорные» травы – лебеда, маревые, крапивы, подорожники и др., а из деревьев – липа сердцевидная. Число таких видов максимально в зоне широколиственных лесов.

Суммарное число видов-аллергенов за весь период цветения (рис. 3, А) максимально для центральных регионов ЕТР, Калининградской области, Краснодарского края и Крыма. Это можно объяснить, во-первых, тем, что аллергия изучается и регистрируется главным образом для ЕТР и учитываются местные виды. Во-вторых, разнообразие видов-аллергенов отражает общее видовое разнообразие сообществ, которое максимально в широколиственных лесах и лесостепи. В их число входят также рудеральные виды, сопутствующие антропогенным нарушениям растительности, максимальным в наиболее освоенных регионах ЕТР.

Концентрацию аллергенов в центральных регионах ЕТР можно связать еще с одним фактором – заболеваемость аллергией выше там, где более высокие показатели загрязненности воздуха, воды и пищевых продуктов. Повышенная концентрация загрязнителей стимулирует у человека так называемую перекрестную аллергию [Романюк, 2010], что делает организм более восприимчивым к воздействию пылицы. Возможно, поэтому растения, которые считаются аллергенами, сосредоточены в наиболее индустриально развитых и потому загрязненных регионах России.

Наибольшая общая аллергическая опасность весной (рис. 1, Б) отмечается в центральных регионах ЕТР и в Калининградской области, уменьшаясь на юг и восток. Она вновь увеличивается на Дальнем Востоке (Приморский и Хабаровский края, Амурская область и Еврейская АО), но до сравнительно небольших величин. Это может быть связано с высокой аллергической опасностью почти всех

ив и дубов широколиственных лесов Дальнего Востока. Минимальна в этот период опасность в Республике Саха (Якутия), Чукотском АО, Магаданской области и Камчатском крае, а также в республиках Предкавказья.

Летом (рис. 2, Б) наиболее опасны лесостепные и степные регионы ЕТР – Курская, Белгородская, Воронежская, Саратовская, Тамбовская, Самарская, Липецкая, Пензенская области, а также Ставропольский и Краснодарский края, Крым и Адыгея. Это связано с высокой аллергической опасностью большинства злаков и полыней, обильных в степях России [Дикарева, 2004]. Довольно высокая опасность характерна и для широколиственных, мелколиственных и смешанных лесов за счет цветения злаков. Минимальна опасность в северных и дальневосточных регионах (Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Чукотский АО, Магаданская, Сахалинская области, Хабаровский и Камчатский края, Республика Саха (Якутия).

Суммарно за весь период цветения (рис. 3, Б) наиболее опасными оказываются Курская, Белгородская, Воронежская, Рязанская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская области и Республика Мордовия. Как было отмечено, это регионы с высоким уровнем загрязнения окружающей среды.

В целом, как по числу видов-аллергенов, так и по «индексу аллергенности», наиболее опасны Рязанская и Воронежская области, а наименее опасны – Чукотский АО и Магаданская область.

Выводы:

- в результате анализа выявлены основные закономерности распространения растений-аллергенов в России. Наиболее опасными для аллергиков регионами оказались области Центральной России: в весеннее время Рязанская область, в летнее – Воронежская, а в целом за период вегетации – обе эти области. Наименее опасны весной Чукотский АО и Магаданская область, в летнее время – Магаданская область, а в целом – оба эти региона;

- гипотеза о связи заболеваемости поллинозом с загрязнением окружающей среды в регионе требует дальнейших исследований. Желательно также сопоставить наши результаты со статистическими данными о заболеваемости поллинозом;

- составленные карты могут служить справочным материалом для врачей-аллергологов и для больных пыльцевой аллергией. В перспективе, базируясь на этих картах и на положенной в их основу базе данных, предполагается разработка интерактивной информационной системы.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта РГО-РФФИ (проект № 13-05-41165 «Интегральная оценка и картографирование воздействия природных факторов на здоровье населения России»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агроэкологический атлас России и сопредельных стран. URL: <http://www.agroatlas.ru/> (дата обращения: 06.02.2015).
- Аллергология. URL: <http://www.allergology.ru/> (дата обращения: 25.01.2015)
- Аллергология и иммунология: национальное руководство / Под ред. Р.М. Хайтова, Н.И. Ильиной. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Определитель сосудистых растений центра Европейской России. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Аргус, 1995.
- Дикарева Т.В. Охрана биоценологического и ботанического разнообразия степей Евразии на территории России // Аридные экосистемы. 2004. Т. 10, № 22–23. С. 69–80.
- Календарь пыления. URL: <http://www.kestine.ru/> (дата обращения: 16.02.2015).
- Порядок оказания медицинской помощи больным с аллергическими заболеваниями и болезнями, ассоциированными с иммунодефицитами. Приложение к приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 60н2 от 4 февраля 2010 г. URL: <http://www.lnep.ru/pro/legislation/126763/> (дата обращения: 11.01.2015).
- Романюк Л.И. Поллиноз и перекрестная пищевая реактивность. Вопросы диагностики, лечения, профилактики // Здоров'я України. 2010. № 1. С. 46–48.
- Румянцев В.Ю., Даниленко А.К. Информационная система «Население наземных позвоночных России» // Проблемы экоинформатики: Мат-лы 3-го междунар. симп. М., 1998. С. 126–129.
- Сосудистые растения советского Дальнего Востока. В 8-ми т. / Отв. ред. С.С. Харкевич. СПб.: Наука, 1996.
- Флора Сибири. В 14-ти т. Новосибирск: Наука, 1987–2003.
- Esch R.E., Hartsell C.J., Crenshaw R. et al. Common allergenic pollens, Fungi, Animals and Arthropods // Clinical Rev. Allergy and Immunology. 2001. Vol. 21. P. 261–292.
- May J.R., Smith P.H. Allergic Rhinitis // Pharmacotherapy: A pathophysiologic approach 7th ed. N.Y.: McGraw-Hill, 2008. P. 1565–1575.
- PollenLibrary. URL: <http://www.pollenlibrary.com/> (дата обращения: 01.02.2015).
- Rondón C., Blanca-Lopez N., Aranda A. et al. Local allergic rhinitis: allergen tolerance and immunologic changes after preseasonal immunotherapy with grass pollen // J. Allergy and Clinical Immunology. 2011. Vol. 127 (4). P. 1069–1071.

Поступила в редакцию 26.03.2015
Принята к публикации 28.10.2015

T.V. Dikareva¹, V.Yu. Rumiantsev²

CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF ALLERGENIC PLANTS DISTRIBUTION IN RUSSIA

By the end of the XXth century allergy became one of the most widespread diseases in the industrial countries. One of the causes of allergy is plant pollen. The allergy to pollen, or pollinosis, is the disease of one in four inhabitants of our planet. The distribution of allergenic plants in Russia is rather poorly studied. We selected for the analysis 119 allergenic species which are really hazardous for allergy sufferers, i.e. the most widespread or producing the largest amount of pollen. A series of maps was compiled to show the distribution of the species. The analysis revealed the principal regularities of allergenic plants distribution in Russia. The Ryazan oblast is the most dangerous region of Russia during spring and in summer it is the Voronezh oblast. In spring the Chukotka Autonomous Okrug and the Magadan oblast are the least dangerous, while the latter is the least dangerous in summer as well. The maps could be a reference source for allergologists and allergy sufferers.

Key words: allergy, pollinosis, allergenic plants, allergenic index, cross allergy, maps of distribution.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Geographical Society and the Russian Foundation for Basic Research (project No 13-05-41165 «Integral assessment and mapping of the impact of natural factors on the public health in Russia»).

REFERENCES

- Агроэкологический атлас России и сопредельных стран. [Agroecological atlas of Russia and adjacent], URL: <http://www.agroatlas.ru/> (Accessed: 06.02.2015) (in Russian).
- Allergologiya [Allergology], URL: <http://www.allergology.ru/> (Accessed: 25.01.2015) (in Russian).
- Allergologiya i immunologiya: nacional'noye rukovodstvo. [Allergology and Immunology: national guidebook], / Edit. R.M. Haitova, N.I. Il'iena, Moscow, GEOTAR-Media, 2009 (in Russian).
- Calendar' pileniya. [Calendar of pollen production]. Available from: URL: <http://www.kestine.ru/> (Accessed: 16.02.2015) (in Russian).
- Dikareva T.V. Ohrana biocenoticheskogo i botanicheskogo raznoobrazia stepey Evrasii na territorii Rossii [Protection of biocenotic and botanical diversity of Eurasian steppes on the Russian territory], Aridnye ekosistemy, 2004. Vol. 10, no 22–23, pp. 69–80 (in Russian).
- Esch R.E., Hartsell C.J., Crenshaw R. et al. Common allergenic pollens, Fungi, Animals and Arthropods // Clinical Rev. in Allergy and Immunology, 2001. Vol. 21, pp. 261–292.
- Flora Sibiri [Siberian Florula], In 14 vol, Novosibirsk: Nauka, 1987–2003 (in Russian).
- Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tihomirov V.N. Opredelitel' sosudistikh rasteniy centralnykh regionov Evropeyskoy territorii Rossii [Guide-book of vascular plants of the central regions

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Senior Research Scientist, PhD. in Geography; e-mail: vdikareva@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of biogeography, Senior Research Scientist, PhD. in Geography; e-mail: vyurum@biogeo.ru

of European Russia. 2-nd edition, supplemented and revised], Moscow, Argus, 1995 (in Russian).

May J.R., Smith P.H. Allergic Rhinitis // Pharmacotherapy: A Pathophysiologic Approach (7th ed.), N.Y.: McGraw-Hill, 2008, pp. 1565–1575.

Poriadok okazaniya medicinskoj pomoshi bol'nim s allergicheskimi zabolivaniyami i bolezniami asociirovannimi s immunodeficitami. Prilozheniye k prikazu Ministerstva zdravoohraneniya i social'nogo razvitiya Rossiyskoy Federacii ot 4 fevralia 2010 goda. [Medical care procedure of allergy sufferers and patients with immunodeficiency. Enclosure to the order of the Public Health and social development Ministry of Russian Federation N 60н2 from February 4]. Available from: URL: <http://www.1nep.ru/pro/legislation/126763/> (Accessed: 11.01.2015) (in Russian).

PollenLibrary. URL: <http://www.pollenlibrary.com/> (Accessed: 01.02.2015).

Romaniuk L.I. Pollinoz i perekrestnaya pischevaya allergiya. Problemi diagnostiki, lecheniya i profilaktiki. [Pollinosis and cross food allergy. Problems of diagnostics, cure and prevention], Zdorovia Ukraina. 2010, no 1, pp. 46–48 (in Russian).

Rondón C., Blanca-Lopez N., Aranda A. et al. Local allergic rhinitis: allergen tolerance and immunologic changes after preseasonal immunotherapy with grass pollen // J. Allergy and Clinical Immunology, 2011. Vol. 127 (4), pp 1069–1071.

Rumiantsev V.Yu., Danilenko A.K. Informacionnaya Sistema «Naselenie nazemnikh pozvonochnikh Rossii» [Data system «The population of terrestrial vertebrates of Russia»]. Problemi ecoinformatiki: Materiali tretiego mezhdunarodnogo simposiuma [Problems of ecological informatics: Materials of the third international symposium], Moscow, 1998, pp. 126–129 (in Russian).

Sosudistie rasteniya Sovetskogo Dal'nego Vostoka [Vascular plants of the Soviet Far East]. In 8 vol, Edit. S.S. Kharkevich. Sankt-Petersburg, Nauka, 1996 (in Russian).

Received 26.03.2015

Accepted 28.10.2015

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 26.8 65.04

В.С. Тикун¹, О.Ю. Черешня²

ИНДЕКС ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

К настоящему времени разработано большое количество методик оценки состояния экономики стран и регионов. Наряду с оценкой экономического роста предпринимаются попытки объективно оценить экономическое развитие территорий. Опыт разработки таких методик есть и в нашей стране, однако его применение в основном ограничено отдельными регионами.

Предложена методика интегральной оценки экономического развития и его отдельных компонентов на уровне регионов Российской Федерации с помощью индекса экономического развития. Индекс учитывает опыт подобных методик, при этом ставит перед собой задачу минимизации используемых индикаторов с целью концентрации на наиболее важных из них и облегчения интерпретации результатов для лиц, принимающих решения. При разработке индекса использованы только формализуемые (численные) показатели официальной статистики, что позволило избежать искажений, связанных с субъективными оценками. Расчет индекса проходит в два этапа и базируется на отобранных количественных показателях, которые, на наш взгляд, просты, но наиболее емко отражают качественные изменения в экономике, освоенный ресурсный потенциал региона, возможности личного потребления для населения, уровень производства товаров и услуг, к этим показателям относятся валовый региональный продукт (ВРП), стоимость основных фондов, прямые иностранные инвестиции (ПИИ) и инвестиции в основной капитал. Эти показатели информативны под углом зрения абсолютного вклада в уровень экономического развития региона, но для последующего анализа и картографирования мы рассчитывали индекс в двух вариантах: по абсолютным значениям показателей и по отнесенным к среднегодовой численности населения. Полученные результаты могут служить для отслеживания изменений уровня экономического развития и решения системных региональных проблем.

Ключевые слова: экономический индекс, экономическое развитие, ВРП, регионы России, инвестиции.

Введение. Оценка состояния экономики по-прежнему остается очень важной задачей, несмотря на то что подход к развитию, как к достижению экономических целей, больше не главенствует, а оценка качества жизни все больше уходит от экономического детерминизма. Подход к измерению экономического компонента развития претерпевает изменения на современном этапе. Сложность измерения экономического развития заключается в том, что его часто принимают за экономический рост. Разницу между развитием и ростом экономики Й. Шумпетер в книге «Теория экономического развития» пояснил так: «Поставьте в ряд столько почтовых карет, сколько пожелаете, – железной дороги у вас при этом не получится». Экономический рост, по Й. Шумпетеру, – количественные изменения, т.е. увеличение производства и потребления одних и тех же товаров и услуг со временем, а экономическое развитие – положительные качественные изменения в производстве, продукции, услугах, управлении, экономике в целом, т.е. инновации [Шумпетер, 1982]. Рост носит сугубо ко-

личественный характер, а развитие предполагает качественные изменения.

Материалы и методы исследования. На первой стадии исследований мы определили круг показателей, которые отвечали бы следующим требованиям: наиболее адекватное соответствие поставленной задаче, доступность сопоставимых статистических данных для возможно большего числа объектов исследования (регионов и/или стран), релевантность статистических данных, отсутствие автокорреляции показателей, простота и ясность интерпретации.

На первый взгляд для оценки экономического развития целесообразно использовать показатели заработной платы, которые характеризуют потенциал и возможности личного потребления. Однако этот показатель относится лишь к части населения – наемным рабочим и не включает дополнительные доходы в виде ренты и дивидендов. Этим недостатком лишен показатель среднедушевых доходов населения, однако, как и первый, он обладает серьезным недостатком. В среднесрочной и краткосроч-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория комплексного картографирования, заведующий, докт. геогр. н.; e-mail: tikunov@geogr.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, аспирант; e-mail: chereshnya.o@yandex.ru

ной перспективе оба показателя в значительной степени подвержены возмущающим воздействиям, связанным с перераспределением финансовых средств и материальных ресурсов между регионами и странами (трансферты, дотации, субвенции и международные займы), которые в отдельных случаях могут достигать очень значительных величин. Хотя потребление и является главной целью, оно недостаточно полно характеризует более широкую категорию – производство, которое лучше отражает состояние экономики, но плохо отражает категории, связанные с поддержанием и развитием экономической деятельности (сбережения, производство средств производства). Поэтому в качестве ключевых показателей экономического развития целесообразнее использовать те, которые характеризуют производство товаров услуг как предназначенных для конечного потребления, так и тех, которые необходимы для поддержания производственных процессов.

В качестве ключевого значения для измерения экономических успехов обычно принимается объем производимых в рамках экономической деятельности материальных и нематериальных благ в стоимостном выражении, точнее, интенсивность производства благ, которая получается в результате перерасчета упомянутых показателей на число лиц, потребляющих услуги и товары (на душу населения) или их производящих (на одного занятого) [Mittelsteadt, 2001]. В связи с этим в расчетах часто используют показатели национальных счетов – валовая добавленная стоимость, валовый внутренний продукт, валовый национальный продукт и валовый региональный продукт [Чибисова, 2005]. Они дают качественное представление об эффективности использования ресурсного потенциала территории, а также выступают индикаторами уровня материального благосостояния. Для исследования в качестве ключевого показателя, характеризующего развитие экономики, целесообразно использовать показатель валового регионального продукта (ВРП), который определяет объем добавленной стоимости, созданной всеми хозяйствующими субъектами, находящимися в пределах региона [Human..., 2006; Доклад..., 2004]. Абсолютная величина валового регионального продукта в нашем представлении – весьма инертный, медленно изменяющийся показатель, который учитывает успехи/неудачи и особенности экономического развития за длительный предшествующий расчетам период времени, а отчасти – перспективы развития экономики (случаи существенного снижения душевых показателей производства с высокого уровня в современной истории редки) [Рубанов, 2009].

Не менее важный индикатор производственного потенциала в качестве материальной основы для успешного развития экономики региона – стоимость основных фондов. Прежде всего основные фонды можно рассматривать как ресурс. В.Т. Жуков и И.М. Маергойз отмечали, что основные фонды и мерило экономической мощи, и база текущего

воспроизводственного процесса, и хозяйственной деятельности на территории [Жуков, Маергойз, 1973]. Основные фонды – произведенные активы, подлежащие использованию неоднократно или постоянно в течение длительного периода (но не менее года), для производства товаров, оказания рыночных и нерыночных услуг, для управленческих нужд либо для предоставления другим организациям за плату во временное владение и пользование или во временное пользование [Методологические..., 2006]. К основным фондам относятся здания, сооружения, машины и оборудование (рабочие, силовые и информационные), транспортные средства, рабочий и продуктивный скот, многолетние насаждения, другие виды основных фондов. Существующий порядок учета основных фондов базируется на ежегодном предоставлении коммерческими организациями (кроме малых предприятий) формы федерального государственного статистического наблюдения [Методологические..., 2006].

Возможно, важнейший показатель, характеризующий возможности для качественных изменений в экономике, – инвестиции. Инвестиции могут выступать как один из основных факторов позитивного изменения экономики страны с сохранением индивидуальных особенностей хозяйствования каждого экономического субъекта внутри ее территории, чего можно добиться за счет капиталовложений именно в те области хозяйствования региона, где выявлен наибольший потенциал. Подтверждает значение инвестирования то, что инвестиции на сегодняшний день концентрируются в крупных мегаполисах с хорошо развитой инфраструктурой, в богатых природными ресурсами регионах, что улучшает социально-экономическое положение в них [Цыбенкова, 2010]. Инвестирование имеет важное значение в функционировании и развитии экономики, поскольку оно представляет собой процесс перераспределения финансовых средств от субъектов, владеющих ими, к нуждающимся [Игошин, 2002]. Инвестиции в основной капитал прямо влияют на ввод производственных мощностей, на рост и обновление основных фондов и на темп экономического развития. Инвестиции в основной капитал – затраты на новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-изыскательские работы и другие затраты [Экономико-математический..., 2003].

Другой не менее важный показатель, характеризующий привлекательность региона, – прямые иностранные инвестиции. По определению МВФ под прямыми иностранными инвестициями подразумеваются «...прямые инвестиции, вкладываемые в предприятия любой отрасли экономики, но только не в стране инвестора, целью которых является получение длительной прибыли». Они служат дополнительным источником денежных средств для расширения и обновления основного капитала, реализации инвестиционных программ и проектов, которые обеспечивают подъем и оживление экономики, создание

новых рабочих мест, а также насыщение внутреннего рынка конкурентоспособными услугами и товарами. Приток прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в экономику любой страны зависит от ее экономического состояния и прогнозов стабильности ее экономики на среднесрочную перспективу. Так как они в основном направляются на развитие производства, то и отдача от них ожидается не ранее, чем через несколько лет, а по некоторым проектам она может достигать и 5–8 лет, особенно по социально значимым проектам (например, строительство перерабатывающих заводов). Поэтому ПИИ выступают также прекрасным индикатором устойчивости развития экономики.

В Российской Федерации экономическое развитие целесообразно оценивать для регионов/субъектов федерации. Только для административных единиц такого уровня территориального деления присутствуют обширные и регулярно публикуемые в доступных источниках статистические данные, содержащие ключевые показатели (сборники Росстата «Регионы России»). На уровне регионов наблюдаются существенные различия в уровне экономического развития, региональный подход к исследованию дает возможность получить представление о неравномерности в развитии страны.

Методика расчетов. Нами предложен и использован интегральный показатель – индекс экономического развития (ИЭР), интегрирующий коэффициенты объективных количественных показателей качественных изменений в экономике: валовый региональный продукт (ВРП), стоимость основных фондов, прямые иностранные инвестиции и инвестиции в основной капитал. Показатель ПИИ был переведен в рубли по курсу Всемирного банка [Official..., 2015] и вместе с показателем инвестиций в основной капитал объединен в единый показатель – инвестиции. Индекс рассчитывался в двух вариантах – по абсолютным значениям показателей и по отнесенным к среднегодовой численности населения. Для расчета индекса использовали оценочный алгоритм, разработанный одним из авторов статьи [Тикун, 1997]. Он включает нормировку системы исходных показателей по формуле

$$\hat{x}_{ij} = \frac{|x_{ij} - x_j^0|}{\max/\min x - x_j^0}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N, \quad j = 1, 2, 3, \dots, M, \quad (1)$$

где x_j^0 – наихудшее значение (по каждому показателю) из всех встречающихся; $\max/\min x$ – наиболее отличающиеся от значения показателей; N – число исследуемых территориальных единиц; M – число показателей, использованных для расчетов (3). Цель такой нормировки – перевод показателя в отклонение от заданного наилучшего или наихудшего значения. Полученные в результате нормировки значения ограничены отрезком [0, 1].

Путем сравнения показателей всех территориальных единиц с условной, характеризуемой значениями x^0 , выполнено их ранжирование. Оно осуществлялось с использованием евклидовых расстоя-

ний (d^0) – меры близости всех территориальных единиц к условной, имеющей наихудшие значения (x^0) по всему комплексу показателей. Применение этой меры потребовало обработки информационного массива по методу главных компонент с целью ортогонализации и «свертки» системы показателей [Тикун, 1997; Tikunov, 2014].

Полученные значения вектора-столбца интегральных оценочных характеристик для удобства дальнейшего анализа были дополнительно нормированы по формуле:

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

Величина d^0 варьирует от нуля до единицы. Ноль соответствует наихудшей комплексной оценке, а единица – наилучшей.

Использованный нами алгоритм позволяет также выделять однородные в оценочном отношении группы территорий. Достигается это разбиением соответствующих ранжированных значений ряда евклидовых расстояний на однородные ступени. Процедура выделения ступеней многовариантна и позволяет в каждом случае получать спектр вариантов группировки территорий в однородные группы при их разном числе. Качество разбиения оценивалось с помощью коэффициентов канонической корреляции [Тикун, 1997], а также коэффициентов неоднородности, что позволяет выбрать один окончательный вариант, оптимальный со статистической точки зрения.

Анализ и картографирование результатов. На основе полученных значений и выделенных однородных групп территорий построены карты (рис. 1 и 2). Значения для 10 лидирующих регионов представлены в табл. 1 и 2.

Рассчитанные показатели ИЭР в целом соответствуют представлениям об отличиях в уровне экономического развития регионов России. Первое место в рейтинге ИЭР по абсолютным значениям занимает Москва. Она имеет наилучшие значения по всем показателям. На ее долю приходится 22% всех ВРП, более 18% стоимости основных фондов и более 8% всех инвестиционных вложений (подчеркнем, что многие компании, осуществляющие свою деятельность за пределами Москвы, зарегистрированы в ней), это вполне понятно, если учитывать высокую численность населения Москвы, так как население – основной трудовой ресурс и потребители. Поэтому в рейтинге ИЭР по относительным показателям Москва опускается на 5-е место. Высокие позиции свидетельствуют об устойчивых фундаментальных предпосылках социально-экономического развития.

Московская область значительно уступает Москве и по абсолютным значениям в рейтинге ИЭР находится на 3-м месте, а по относительным – на 22-м. Московская область также привлекает инвестиции, имеет высокую стоимость основных фондов и высокий ВРП во многом благодаря высокой

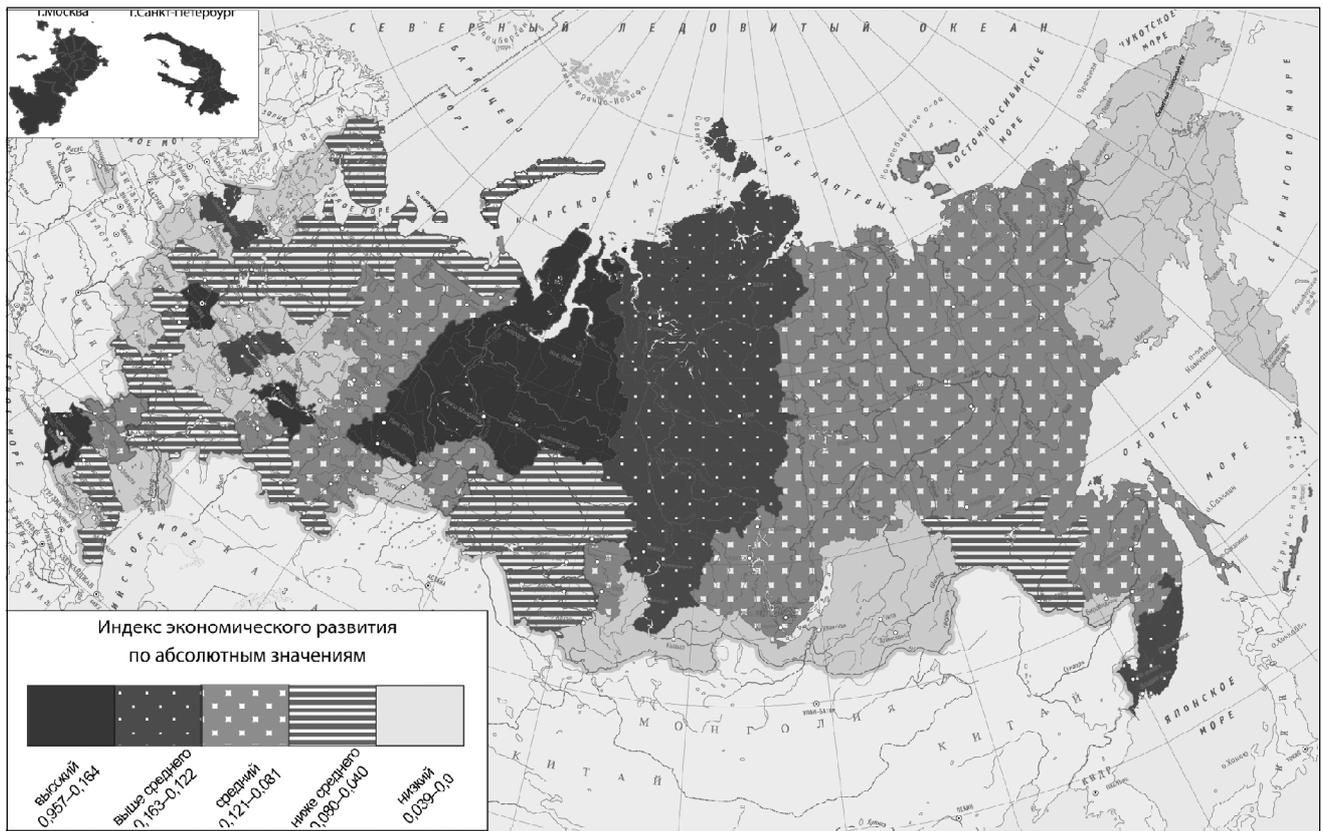


Рис. 1. ИЭР по абсолютным значениям (2011)

Fig. 1. Index of economic development in absolute values (2011)

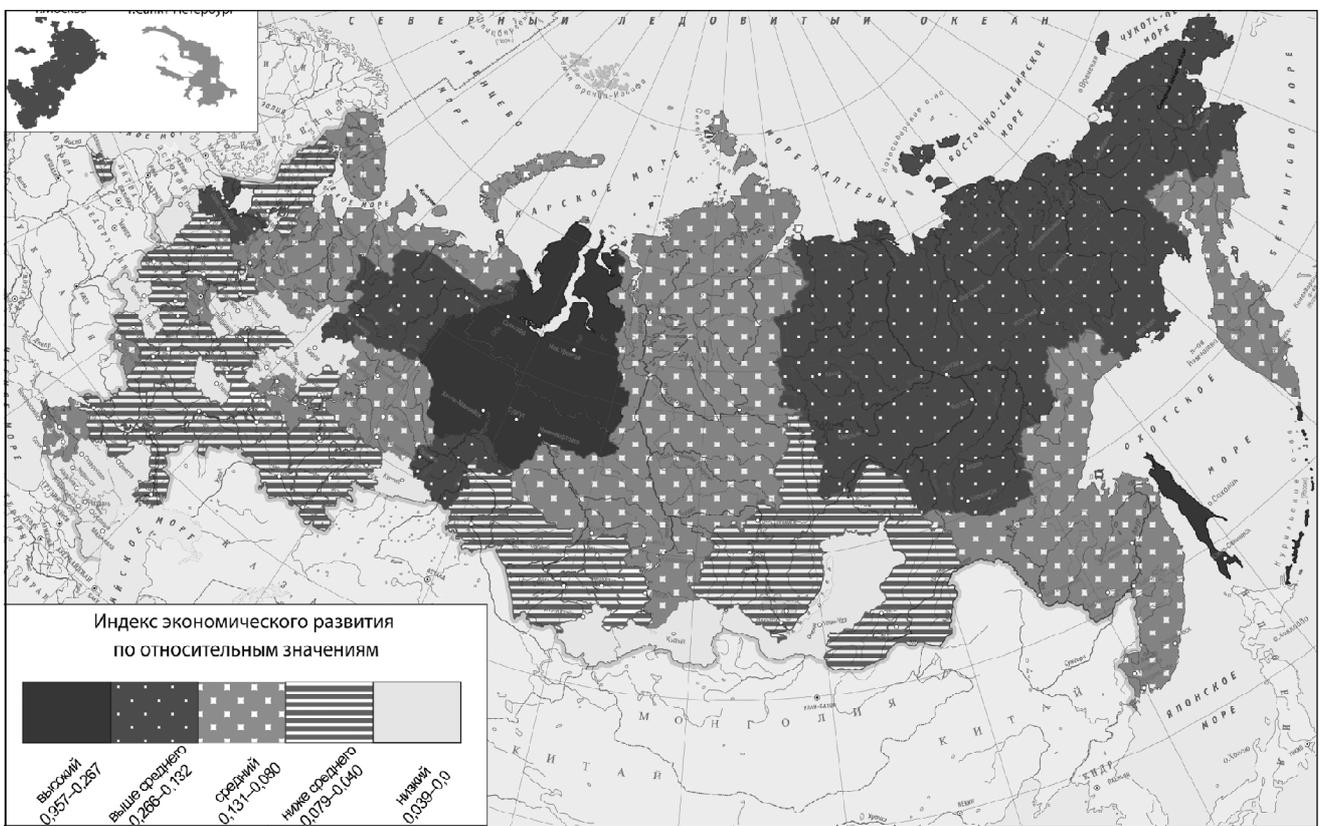


Рис. 2. ИЭР по относительным значениям (2011)

Fig. 2. Index of economic development in relative values (2011)

Таблица 1

Лидеры рейтинга индекса экономического развития по абсолютным значениям, 2011 г.

Место	Регион	ИЭР по абсолютным значениям
1	Москва	0,958
2	Ханты-Мансийский АО	0,391
3	Московская область	0,317
4	Краснодарский край	0,304
5	Ямало-Ненецкий АО	0,278
6	Санкт-Петербург	0,24
7	Республика Татарстан	0,22
8	Свердловская область	0,197
9	Красноярский край	0,163
10	Ленинградская область	0,141

Таблица 2

Лидеры рейтинга индекса экономического развития по относительным значениям, 2011 г.

Место	Регион	ИЭР по относительным значениям
1	Ямало-Ненецкий АО	0,967
2	Ханты-Мансийский АО	0,549
3	Сахалинская область	0,445
4	Чукотский АО	0,267
5	Москва	0,216
6	Республика Коми	0,197
7	Республика Саха (Якутия)	0,172
8	Магаданская область	0,159
9	Тюменская область	0,149
10	Ленинградская область	0,133

степени интеграции в рамках Московской агломерации. Но большая численность населения по сравнению с сырьевыми регионами снижает ее рейтинг по относительным значениям.

В десятку лидеров также вошли сырьевые регионы – Ханты-Мансийский автономный округ (2-е место по абсолютным и относительным значениям), Ямало-Ненецкий автономный округ (5-е место по абсолютным и 1-е по относительным значениям). Учитывая очень небольшое население, в рейтинге по относительным значениям 3-е место заняла Сахалинская область. Из-за географических особенностей, а именно существенных запасов углеводородного сырья, можно утверждать, что именно эта ресурсная обеспеченность выступает катализатором и акселератором темпа прироста ежегодного объема поступающих прямых иностранных инвестиций и роста ВРП. В регионе реализуется ряд проектов нефтегазового сектора, предполагающих большой инвестиционный поток.

На вершину рейтинга по абсолютным значениям попали и регионы, расположенные вокруг крупнейших российских городов и отличающиеся развитой промышленностью, – Республика Татарстан (7-е место) и Свердловская область (8-е место).

Регионы-аутсайдеры в рейтинге ИЭР большей частью сконцентрировались в южных горах. Среди них несколько кавказских республик (Республика Ингушетия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия – Алания, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Адыгея

(82-е–73-е места)), соседняя степная Республика Калмыкия (80-е место) и две горные сибирские – Республика Тыва (81-е место) и Республика Алтай (78-е место). Сложное экономическое положение этих республик – застарелая проблема российской экономики.

Выводы:

– предлагаемая методика показывает свою состоятельность и может быть использована для оценки и ранжирования российских регионов по уровню экономического развития. Адаптация набора показателей для российских условий позволяет, опираясь на официальную статистику, анализировать экономическое развитие и сопоставлять субъекты РФ. Построение интегрального индекса экономического развития для регионов диктуется необходимостью выделения ключевых показателей для практического использования из большого числа показателей, используемых для оценки уровня развития региона. Минимизация числа используемых индикаторов для удобства и легкости применения методики рассматривалась в качестве одного из основных условий;

– в результате применения предлагаемой методики выявлены проблемные с точки зрения экономического развития субъекты РФ и определены частные индикаторы, имеющие определяющее значение в формировании низкого рейтинга этих регионов;

– значения индекса экономического развития и его динамика могут использоваться для оценки эффективности экономической политики и управления регионом.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 15-17-30009).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации за 2004 // Под ред. С.Н. Бобылева. М.: Весь мир. 2004.

Жуков В.Т., Маергойз И.М. Некоторые вопросы картографирования основных фондов как экономического ресурса. Оценочные карты природы, населения и хозяйства. М., МФ ВГО, 1973.

Игошин Н.В. Инвестиции. М.: Юнити-Дана, 2002.

Методологические положения по статистике. Вып. 5. М.: Росстат, 2006.

Рубанов И.Н., Тикуннов В.С. Оценка экономической устойчивости регионов Российской Федерации: Мат-лы междунар. конф. «Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт», ИнтерКарто/ИнтерГИС-15. Т. 1. Пермь; Гент: Изд-во Пермского ун-та, 2009.

Тикуннов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). М.; Смоленск: Изд-во СГУ, 1997.

Цыбенова Б.Б. Инвестиционный потенциал регионов // Байкальские чтения. Вып. 2. Улан-Удэ: БЭПИ, 2010.

Чибисова Л.Б. Основы международной эколого-экономической деятельности: Учеб. пособие. Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2005.

Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982.

Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. М.: Дело Л.И. Лопатникова, 2003.

Human Development Report 2005 // UNDP. 2006.

Mittelsteadt N.L., Adamowicz W.L., Boxall P.C. A review of economic sustainability indicators // Sustainable Forest Management Network Working Paper. University of Alberta, 2001.

Official exchange rate. URL:www.worldbank.org (Accessed: 25.07.2015).

Tikunov V.S., Chereschnya O.Yu. The Geographical Size of a Country and Methods for Its Calculation and Mapping / Thematic Cartography for the Society, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer Internat. Publ., Switzerland, 2014.

Поступила в редакцию 11.08.2015

Принята к публикации 28.10.2015

V.S. Tikunov¹, O.Yu. Chereschnya²

ECONOMIC INDEX FOR THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

At present a lot of techniques for the assessment of the state of economy in different countries and regions are available. The attempts are made to evaluate both economic growth and the economic progress of the territories. The Russian experience in elaborating such approaches is applied just in particular regions. A technique of the integral assessment of the economic progress and its components in the regions of the Russian Federation using the economic index is suggested. The index takes into consideration the available experience of similar techniques; however the task of minimizing the number of indicators was particularly important in order to focus the attention on the most critical ones and to facilitate the interpretation of results by decision-makers. Nothing but formalized numerical official statistical data was used for the index calculation, thus escaping possible errors of judgmental evaluation. The index was calculated in two stages. In our opinion, the selected quantitative indicators are easy to use and, at the same time, provide a comprehensive picture of the qualitative changes in economy, the utilization of resource potential of a region, the scope of people's individual consumption and the production of goods and services. They are the gross regional product (GRP), fixed assets value, direct foreign investments (DFI) and fixed investments. These indicators are informative in terms of the absolute contribution to the economic development of a region. For further analysis and mapping it was necessary to calculate two versions of the index, i.e. using the absolute values of indicators and those related to the mean annual population numbers. The results could be applied for monitoring the changes in the level of economic development, thus contributing to the solution of the consistent regional problems.

Key words: economic index, economic development, GRP, regions of Russia, investments.

Acknowledgements. The study was supported by grant of the Russian Science Foundation (project No 15-17-30009).

REFERENCES

Chibisova L.B. Osnovy mezhdunarodnoj jekologo-jekonomicheskoj dejatel'nosti: Ucheb. Posobie [Fundamentals of international ecological and economic activities], Sevastopol', Izd-vo SevNTU, 2005 (in Russian).

Doklad o razvitii chelovecheskogo potencijala v Rossijskoj Federacii za 2004 [Report on human development in the Russian Federation for 2004], Pod obshhej red. prof. S.N. Bobileva, M.: Ves' mir. 2004 (in Russian).

Ekonomiko-matematicheskij slovar': Slovar' sovremennoj jekonomicheskoj nauki [Economics and Mathematics Dictionary:

Dictionary of modern economics], M.: Delo L.I. Lopatnikova, 2003 (in Russian).

Human Development Report 2005 // UNDP, 2006.

Igoshin N.V. Investicii [Investment], M.: Juniti-Dana, 2002 (in Russian).

Metodologicheskie polozhenija po statistike, vypusk pjatyj [Methodological Provisions on Statistics, the fifth edition], Rosstat, Moscow, 2006 (in Russian).

Mittelsteadt N.L., Adamowicz W.L., Boxall P.C. A review of economic sustainability indicators // Sustainable Forest

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Research Laboratory of Complex Mapping, Head of the Laboratory, D.Sc. in Geography; e-mail: tikunov@geogr.msu.su

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Post-Graduate Student; e-mail: chereschnya.o@yandex.ru

Management Network Working Paper. University of Alberta, 2001.

Official exchange rate. URL: www.worldbank.org (Accessed: 25.07.2015).

Rubanov I.N., Tikunov V.S. Ocenka jekonomicheskoy ustojchivosti regionov Rossijskoj federacii [Estimation of economic stability of the regions of the Russian Federation], Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Ustojchivoje razvitie territorij: teorija GIS i prakticheskij opyt», InterKarto/InterGIS-15, Perm', Gent. 2009. Vol. 1, (in Russian).

Shumpeter J.A. Teorija jekonomicheskogo razvitija [Theory of Economic Development], Moscow, Progress, 1982 (in Russian).

Tikunov V.S. Klassifikacii v geografii: renessans ili uvjadanie? (Opyt formal'nyh klassifikacij) [Classifications in geography:

renaissance or wilting? (Experience of formal classifications)], Moskva-Smolensk, Izd-vo SGU, 1997 (in Russian).

Tikunov V.S., Chereshnya O.Yu. The Geographical Size of a Country and Methods for Its Calculation and Mapping. Thematic Cartography for the Society, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer Internat. Publ., Switzerland, 2014.

Tsybenova B.B. Investicionnyj potencial regionov [Investment potential of regions], Bajkal'skie chtenija: sbornik nauchnyh trudov. Vol. 2, Ulan-Udje: BJePI, 2010 (in Russian).

Zhukov V.T., Maergoz I.M. Nekotorye voprosy kartografirovanija osnovnyh fondov kak jekonomicheskogo resursa. Ocenochnye karty prirody, naselenija i hozjajstva [Some questions of mapping fixed assets as an economic resource. Evaluation cards of nature, population and economy], Moscow, 1973 (in Russian).

Received 11.08.2015

Accepted 28.10.2015

УДК 911.3:30

Н.А. Стариков¹

ТИПОЛОГИЯ СТРАН МИРА ПО ОСОБЕННОСТЯМ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ СИТУАЦИИ

Описана методика оценки состояния продовольственной проблемы через понятие продовольственной ситуации. Проанализированы факторы формирования продовольственной ситуации. Предложена методика расчета индекса продовольственного потребления в качестве базового индикатора продовольственной ситуации. Синтез значений индекса, демографической нагрузки на сельскохозяйственное производство, места стран в трансграничном перемещении продовольствия позволил выполнить типологическое ранжирование стран. Дана краткая характеристика выделенных типологических групп.

Ключевые слова: глобальная продовольственная проблема, продовольственная ситуация, продовольственное потребление, факторы формирования продовольственной ситуации, индекс продовольственного потребления, типология стран мира.

Введение. Проблема продовольственного обеспечения населения остается одной из ключевых глобальных проблем человечества, разрешение которой без вмешательства на международном, наднациональном уровне представляется маловероятным. С позиций традиционной трактовки продовольственной проблемы как проблемы дефицита продовольствия трудно установить «среднюю» в масштабе всей планеты норму питания, так как зоны и регионы мира в силу объективных причин отличаются по расходу энергии, необходимой для поддержания жизни человека. В трудах ФАО эта норма принята равной 2400 ккал/сут., но многие специалисты считают ее заниженной и поднимают планку до 2700–2800 и даже до 3000 ккал/сут. [Диуф, 2008].

Голодный рацион, вызывающий физическую деградацию организма, содержит <1000 ккал/сут.; его получают, согласно оценкам, имеющим большой разброс, от 500 до 900 млн человек. В расчетах ООН на 1990 г. эта цифра составила 785 млн человек, на 2012 г. – 868 млн. Еще шире в мире распространено хроническое недоедание, которым охвачено до 1,5 млрд человек, регулярно получающих лишь 1000–1800 ккал/сут. (ФАО, Статистическая база). Оно представляет собой в настоящее время более серьезную угрозу на земном шаре, чем голод в прямом смысле слова.

Однако продовольственная проблема в современных условиях уже не приравнивается исключительно к простому дефициту продовольствия, остро встает вопрос качества, разнообразия и структурной сбалансированности потребляемых продуктов питания, а также излишнего потребления и связанных с ним последствий. Проблема обеспечения продовольствием на сегодняшнем этапе, по мере развития и эволюции всего мирохозяйственного комплекса, гораздо более глубокая и многогранная по сравнению с простым недостатком продовольствия.

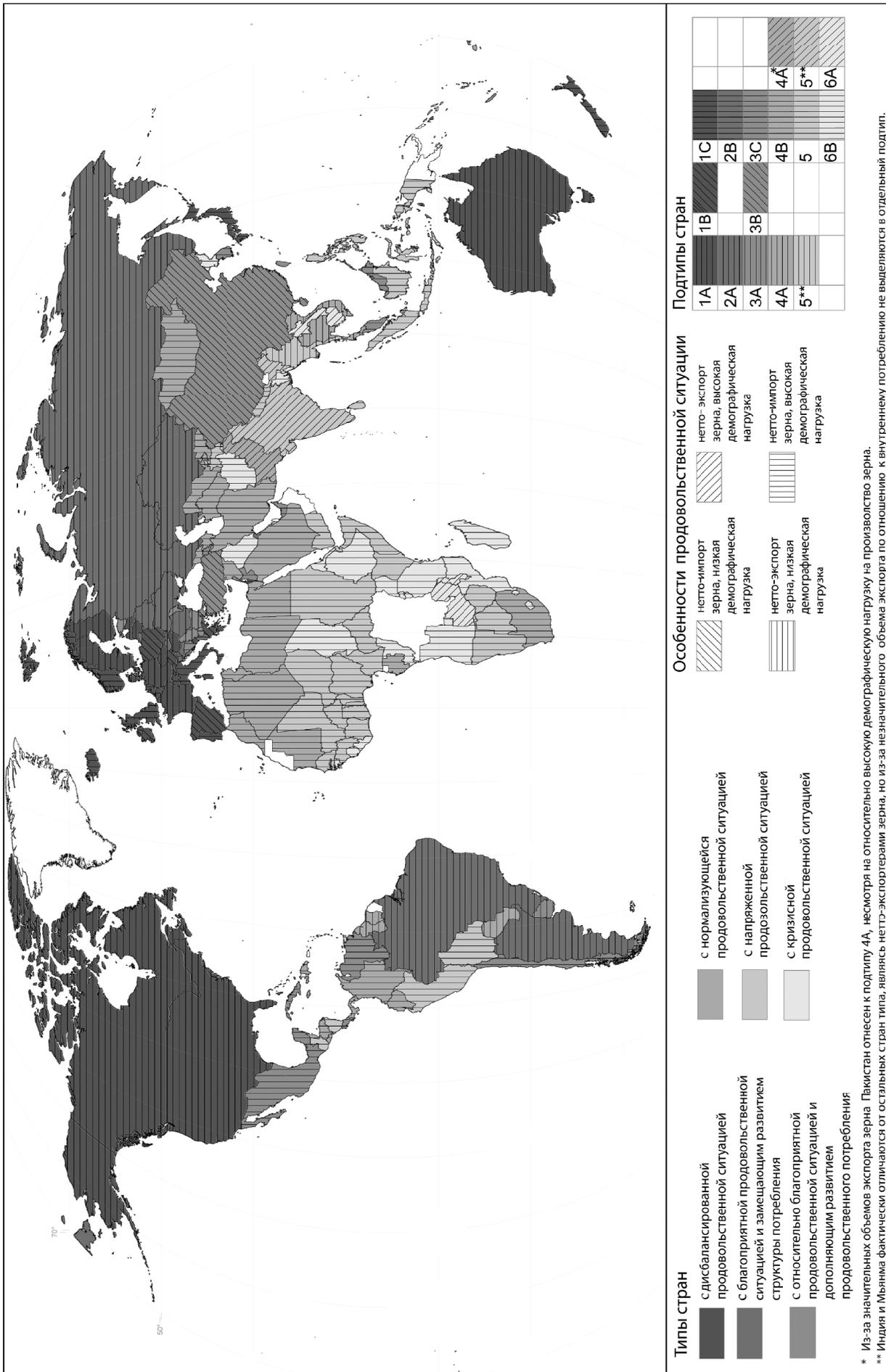
Острота продовольственной проблемы привлекала и привлекает внимание многих отечественных и зарубежных исследователей, таких, как географы (В.А. Пуляркин, М.Б. Вольф, Ю.Д. Дмитриевский), а также представителей смежных областей наук (Л.С. Ревенко, Е.И. Маргулис, С.Г. Афанасьев, Г. Керриэл, Н. Борлоуг). Вопросам продовольственного обеспечения населения посвящены многочисленные работы экспертов ФАО, Римского клуба и других международных объединений и организаций.

В целом изучение как основных вех исторического движения, так и новых возможностей в условиях процесса глобализации на пути решения продовольственной проблемы – чрезвычайно важная научная задача, но актуальнейшим направлением исследовательской отечественной и зарубежной социально-экономической географии остается выявление межстрановых различий в продовольственном обеспечении населения, так как «вырабатывать политику обеспечения населения продуктами питания приходится прежде всего на уровне отдельных стран. Ключ к «снятию» продовольственной проблемы у каждой из них должен быть собственным» [Липец и др., 1999, с. 126].

Из широчайшего диапазона степени остроты продовольственной проблемы вытекает необходимость систематизации и структурирования данных по продовольственной обеспеченности стран, а также выявления групп стран со схожими характеристиками продовольственной проблемы и создания типологических группировок.

В классификации В.А. Пуляркина, одной из наиболее известных в российской экономической географии, выделено, например, 8 типов стран степени избытка/дефицита продовольствия, точно описывающих ситуацию, сложившуюся к концу XX в. с позиций традиционной трактовки продовольственной проблемы [Липец и др., 1999]. Однако указанное выше расширение проблемного поля продовольственных исследований (рисунок) требует нового

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, аспирант; e-mail: na.starikov@gmail.com



Типы стран по особенностям продовольственной ситуации, 2012 г.

Types of countries according to specific features of the food situation (2012)

инструментария при проведении типологических обобщений.

Для оценки проблем, связанных с продовольственным потреблением, и проведения типологий на современном этапе предлагается ввести понятие «продовольственная ситуация в стране», которое определяется, как степень напряженности продовольственной проблемы в широком понимании.

В качестве отправной точки для систематизации данных о продовольственной ситуации дополнительно рассматривается понятие «нормальная продовольственная ситуация», т.е. продовольственная ситуация гипотетической страны, характеризующейся отсутствием продовольственной проблемы во всех ее проявлениях, включая проблемы голода, избыточного и несбалансированного потребления.

Разработка типологического инструментария и с его помощью типологии стран по продовольственной ситуации стали основной целью исследования. Практическая значимость разработанной методики заключается, в частности, в возможности ее применения в качестве элемента системы мониторинга продовольственной безопасности в России, создание которой зафиксировано в указе Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

Материалы и методы исследования. Оценку современной продовольственной ситуации целесообразно производить по следующим основным компонентам: 1) уровень и качество продовольственного потребления; 2) наличие и доля голодающих в стране; зависимость от поставок продовольственной помощи. Рассматриваемые компоненты можно описывать большим набором разнородных, измеряемых в различных единицах (% , ккал и др.) показателей. При включении в рассмотрение всех доступных показателей возникает риск их избыточности, а их недостаток, наоборот, ведет к игнорированию некоторых характеристик в параметрах итоговой классификации и/или типологии [Тикунов, 1997]. Авторский отбор 8 показателей, охватывающих все указанные компоненты продовольственной ситуации, положен в основу расчета индекса продовольственного потребления. Индекс рассчитывался на основе следующих 8 показателей: общая калорийность дневного рациона; число голодающих в стране; масштабы поступления в страну продовольственной помощи; удовлетворение потребностей населения в белках; уровень потребления жиров; сбалансированность рациона по доле базовых продуктов²; сбалансированность рациона по доле потребления продуктов животного происхождения; уровень смертности от недоедания или голода.

Для построения типологии расчет индекса проводился в двух вариантах: в первом – на основе

выявления отклонений от нормальных значений, во втором – на основе фактических показателей стран. Индекс, рассчитанный по первому принципу, назван оптимизированным, по второму – линейным. Превышение значения линейного индекса над оптимизированным позволяет, например, выделить группу стран с избыточным потреблением.

В целом подойти к интерпретации глобальной продовольственной ситуации позволяет синтез значений индекса продовольственного потребления и количественных индикаторов ключевых факторов, таких, как демографическая нагрузка на сельскохозяйственное производство, место стран в трансграничном перемещении продовольствия и созданного на их основе типологического ранжирования стран соответственно.

Результаты исследований и их обсуждение.

Анализ фактических показателей продовольственного потребления невозможен в отрыве от анализа факторов, влияющих на его формирование. На современном этапе система таких факторов значительно усложняется, но для подхода к оценке влияния наиболее значимых, ключевых на данном этапе развития факторов, предлагается систематизировать их по принципу распространенности действия.

Первая группа включает факторы, действующие повсеместно. Сюда входят уровень развития сельскохозяйственного производства в странах, уровень социально-экономического развития стран и, соответственно, возможность участвовать в международной торговле продовольствием, а также влияние культурно-исторических особенностей стран на продовольственное потребление. Эти составляющие формируют основу и особенности продовольственного потребления в странах [География..., 2012]. В статье указанные факторы условно названы повсеместными.

Вторая группа факторов включает в себя процессы, связанные с углублением глобализации в мировом хозяйственном комплексе и прежде всего с действиями транснациональных корпораций (ТНК) пищевой промышленности. Действие факторов этой группы, как и в случае с факторами первой группы, географически распространено весьма широко. Принципиальное отличие заключается в том, что в рамках глобализационных процессов действие этих факторов проявляется различно в разных типах стран. Эту группу факторов можно назвать факторами дифференцированного влияния.

В деятельности ТНК, например, выделяются принципиально разные процессы в развивающихся странах-экспортерах тропических культур либо в экономически наиболее развитых странах и др. Воздействие ТНК на продовольственную ситуацию во многих развивающихся странах обнаруживается через развитие системы контрактных поставок.

² Базовые культуры и базовые продукты питания – здесь подразумеваются сельскохозяйственные культуры, которых достаточно для обеспечения населения той или иной страны или региона минимальным продовольственным набором. К таким культурам отнесены все злаковые. К базовым продуктам отнесены продукты питания, производимые путем переработки злаков. Отмечу, что в некоторых развивающихся странах Африки к югу от Сахары и Океании роль базовых продуктов принадлежит не злаковым, а часто некоторым фруктам или овощам.

Специализация ТНК на наиболее дорогих ступенях цепочки создания стоимости продуктов питания требует обеспечения сырьевой базы этих производств. Способом такого обеспечения для ТНК стало развитие контрактных поставок сельскохозяйственного сырья. Детальный анализ распространения подобной системы на примере ряда компаний однозначно указывает на рост зависимости многих развивающихся стран от производства культур, ориентированных на контрактные поставки, которые производятся в ущерб базовым культурам и в известной мере ставят под угрозу продовольственную обеспеченность этих стран [Аксенова, 2009]. По словам Э. Ольт-Гименеса и Л. Пибоди, нынешний «продовольственный кризис не является ни следствием перенаселения, ни дисфункцией невидимой руки рынка, а результатом систематического разрушения продовольственных систем стран Юга вследствие проводимых странами Севера проектов по развитию сельскохозяйственного производства» [Holt-Giménez, 2008].

Третья группа факторов, выделяемая по характеру распространения, представляет собой процессы, связанные с инновационными тенденциями в сельскохозяйственном производстве. В качестве наиболее заметных процессов здесь можно отметить развитие производства ГМО и биомоторного топлива [Ткаченко, 2011]. Производство ГМО – составляющая сельскохозяйственного производства, производство биотоплива использует продукцию сельского хозяйства в качестве сырьевой базы. Оба типа производства характеризуются высоким уровнем территориальной концентрации, однако при этом значительно влияют как на продовольственную ситуацию в мире в целом, так и в ряде отдельных стран. Исходя из подобного характера воздействия условно назовем эту группу факторами очагового распространения.

Степень воздействия базовых повсеместных факторов на уровень и структуру странового потребления хорошо фиксирует специальный индикатор – уровень демографической нагрузки на сельскохозяйственное производство, рассчитываемый как соотношение удельного веса страны в сельскохозяйственном производстве и в населении мира. Пространственная дифференциация глобальной продовольственной ситуации в значительной степени задается страновой контрастностью этого показателя, а за нивелирование контрастов в продовольственном потреблении, задаваемых показателями уровня демографической нагрузки, во многом отвечает система международного перемещения продовольствия.

С точки зрения продовольственной проблемы существует разделение международного перемещения продовольствия, нехарактерное для других товарных позиций международного обмена, а именно разделение на оплачиваемые поставки и продовольственную помощь. По объемам эти два типа международного перемещения продовольствия несопоставимы. Суммарный объем продовольственной

помощи в 2012 г. составил 4,7 млн т, в то время как объем международной торговли только зерном в том же году превысил 340 млн т (ФАО, Статистическая база, 2015), но, несмотря на разницу в масштабах и значительное сокращение объема продовольственной помощи за последние десятилетия, она служит одним из важных индикаторов напряженности продовольственной ситуации в той или иной стране, и ее рассмотрение необходимо включить в общий анализ.

Указанные характеристики – демографическая нагрузка и место страны в международном перемещении продовольствия – использованы для детализации характеристик продовольственной ситуации по странам и выделения подтипов стран по особенностям продовольственной ситуации.

Рассчитанные для 178 стран и территорий значения линейных и оптимизированных индексов продовольственного потребления отразили, с одной стороны, их значительный разброс: от 0,35 (Бурунди) до 0,96 (Исландия) по линейному индексу и от 0,39 (Бурунди) до 0,94 (Новая Зеландия) по оптимизированному, а с другой – высокую корреляцию с общим уровнем социально-экономического развития стран. Коэффициент корреляции индекса продовольственного потребления с индексом человеческого развития для 170 стран составил 0,83 и 0,89 для оптимизированного и линейного индекса соответственно, с ВВП на душу населения (по ППС) – 0,57 и 0,69 соответственно. По значениям индекса продовольственного потребления выделено 6 основных типов, соответствующих ситуации первой половины 2010-х гг.

Для выделения подтипов стран в анализ вовлечены показатели демографической нагрузки на производство зерновых культур и производство мяса за 2013 г. по 173 странам. Результаты показали, что по производству зерновых низкую демографическую нагрузку имеет 41 страна. Среди них большая группа экономически развитых стран, а также несколько развивающихся, в том числе Китай, Таиланд, Вьетнам. Для азиатских стран одна из причин благоприятного показателя состоит в преобладании риса в структуре производства зерновых – культуры с высокой отдачей урожайности на единицу возделываемой площади. Несколько шире круг стран с низкой демографической нагрузкой по производству мяса (61 страна), как и в первом случае, это преимущественно экономически развитые страны. Из развивающихся же стран показатели низкой демографической нагрузки имеют почти все страны Южной Америки (за исключением Гвианы и Суринама), а также Малайзия, Китай. Для остальных стран типично превышение долей в населении по сравнению с долями в сельскохозяйственном производстве.

Что касается показателей международного перемещения продовольствия, то расчеты показали, что в генерализованном виде современная международная торговля продовольствием может быть представлена следующим образом. Развитые страны – преимущественно экспортеры базовых куль-

тур, часто не в виде оплачиваемого экспорта, а в виде продовольственной помощи развивающимся странам, что делает их в некоторой степени гарантией продовольственной обеспеченности последних. Роль развивающихся стран может быть сформулирована так: экспортеры дифференцирующих³ культур с целью разнообразия структуры потребления в развитых странах. При этом необходимо отметить, что упор сельского хозяйства развивающихся стран на экспортно-ориентированное производство не дает им самостоятельно обеспечить себя базовыми продуктами и сохраняет зависимость от экономически развитых стран.

К наиболее «тяжелым» нетто-импортерам с высокими показателями как ДН, так и валового объема импорта (нетто-импорт зерна >10 млн т в 2013 г.) относятся Алжир, Индонезия, Республика Корея, Мексика, Египет и Япония. Крупнейшие нетто-экспортеры (нетто-экспорт зерна >15 млн т в 2013 г.) с наименьшими показателями демографической нагрузки – США, Аргентина, Франция Австралия, Канада, Россия. В целом выполняется высокая корреляционная зависимость между местом страны в международной торговле продовольствием, с одной стороны, и показателями уровней демографической нагрузки – с другой.

Синтез всех проанализированных показателей позволил сформулировать 6 основных типов и 13 подтипов стран по особенностям продовольственной ситуации, сложившихся на сегодняшний день (таблица).

Тип 1. Страны с дисбалансированной продовольственной ситуацией. Сюда относятся постиндустриальные страны Западной Европы, Северной Америки, Австралия и Новая Зеландия. Характерны высокие значения калорийности дневного рациона, превышающие 3300 ккал на человека в день, дифференцированная структура питания (высокий уровень потребления продукции животного происхождения – ~30% от общего рациона, а также низкая зависимость от базовых продуктов). Наиболее характерные процессы – сглаживание межстрановых различий, формирование унифицированной структуры продовольственного потребления по мере углубления постиндустриальных тенденций и активное проникновение глобальных торговых марок продукции пищевых ТНК на продовольственные рынки развитых стран.

Для стран этого типа характерно распространение так называемых заболеваний развитых стран, таких, как сердечнососудистые заболевания, ожирение, остеопороз, разновидности рака. Высокий уровень заболеваемости – в значительной степени следствие несбалансированного питания. Например, для всех стран этого типа характерен уровень потребления жиров >30%, т.е. выше максимального значения, рекомендованного ВОЗ.

С точки зрения международной торговли продовольствием страны этого типа представляют собой крупнейших экспортеров базовых продуктов (прежде всего пшеницы), а также крупнейших до-

Ключевые характеристики типов и подтипов стран по особенностям продовольственной ситуации, 2012 г.

Тип	Соотношение ИПП	Значение ИПП, оптимизированный/линейный	Темп роста населения, %/год	Подтип	Демографическая нагрузка на производство		Роль в международной торговле	Уровень зависимости от импорта зерна, %
					зерна	мяса		
1	Линейный > оптимизированный	>0,85 / >0,9	0,68	A	0,41	0,57	нетто-экспортеры	-251%
				B	0,66	0,55	нетто-импортеры	74%
				C	3,57	0,63	нетто-импортеры	178%
2	Оптимизированный > линейный	0,84–0,92 / 0,85–0,89	0,56	A	0,50	0,82	нетто-экспортеры	-129%
				B	83,83	3,23	нетто-импортеры	111%
3	Оптимизированный > линейный	0,81–0,90 / 0,80–0,84	1,07	A	0,41	0,90	нетто-экспортеры	-145%
				B	0,91	0,95	нетто-импортеры	18%
				C	14,51	4,31	нетто-импортеры	133%
4	Оптимизированный > линейный	0,76–0,85 / 0,70–0,79	1,33	A	0,85	1,41	нетто-экспортеры	-84%
				B	9,54	1,79	нетто-импортеры	85%
5	Оптимизированный > линейный	0,62–0,78 / 0,58–0,69	2,01	A	8,24	3,83	нетто-импортеры	49%
6	Оптимизированный > линейный	<0,66 / <0,57	2,37	A	1,20	2,87	нетто-экспортеры	-14%
				B	5,19	8,63	нетто-импортеры	43%

³ К дифференцирующим культурам и дифференцирующим продуктам относятся все сельскохозяйственные культуры, наличие продуктов переработки которых в рационе желательно, но не жизненно необходимо. Сюда относятся все остальные блоки продуктов (кроме злаковых культур и продуктов их переработки), относимых к базовым.

норов продовольственной помощи. Эти страны также лидируют по импорту продовольствия. В составе импорта преобладают дифференцирующие (тропические и тонирующие) культуры.

При детализации типологической группы с привлечением показателей демографической нагрузки и участия в международном обмене продовольствием выявлены три подтипа: *1А* – страны, сочетающие низкие значения демографической нагрузки на сельскохозяйственное производство с нетто-экспортом базового продовольствия. Это 12 стран, включая основных гарантов продовольственной безопасности в мире, таких, как США, Канада, Австралия, Германия и Франция, а также группу развитых стран (Финляндия, Швеция, Чехия и др.), экспортирующих базовое продовольствие в значительном объеме относительно производимого ими, но в менее значительном мировом масштабе; *1В* – 6 стран с низкими значениями демографической нагрузки и нетто-импортом базового продовольствия (Австрия, Польша, Испания, Ирландия, Греция и Черногория). В целом все страны этого подтипа имеют высоко развитое сельское хозяйство. Нетто-импорт базовых культур связан не с дефицитом, а со спросом на их разнообразие; подтип *1С* включает страны, имеющие показатели демографической нагрузки на производство зерновых >1 , как следствие это нетто-импортеры зерна. К подтипу *1С* относятся малоземельные и густонаселенные развитые европейские страны, такие, как Бельгия, Нидерланды, Великобритания, Норвегия и др., а также Новая Зеландия. Кроме того, в подтип *1С* искусственно включена Япония, для которой в силу ряда культурных и физиологических особенностей населения характерны гораздо более низкие по сравнению с другими постиндустриальными странами показатели калорийности дневного рациона (на уровне Венесуэлы). Но при низких значениях калорийности рациона по всем без исключения прочим компонентам индекса продовольственного потребления Япония находится в одном ряду с другими экономически наиболее развитыми странами, входящими в подтип *1С*. Помимо компонентов продовольственной ситуации сходство наблюдается также в потребительской модели, в целом весьма близкой к западной, а также в стратегиях ТНК в Японии в области производства продуктов и организации питания.

Тип 2. Страны с благоприятной продовольственной ситуацией и замещающим развитием структуры потребления. К этому типу относятся постсоциалистические Россия, Украина, Белоруссия, Казахстан, Хорватия, Словакия, Румыния и крупнейшие южноамериканские Бразилия и Аргентина (подтип *2А*), а также ряд малых, преимущественно островных, относительно благополучных государств (подтип *2В*). Страны этого типа объединяет стабильная продовольственная ситуация, близкая к оптимальной (высокие показатели суммарной кало-

рийности суточного рациона (~3000 ккал) на протяжении последних десятилетий. Превышение норм потребления, если и отмечается, то не в таком масштабе, чтобы это приводило к негативному эффекту, как в случае со странами типа 1. Наиболее характерный процесс в странах этого типа – увеличение уровня дифференцированности продовольственного потребления, которое на фоне высоких значений калорийности, происходит путем замещения, т.е. увеличивается потребление дифференцирующих продуктов за счет сокращения абсолютных объемов потребления базовых продуктов.

Подтип *2А* объединяет крупные страны, преимущественно обладающие обширными сельскохозяйственными угодьями и достаточно высокоразвитым сельскохозяйственным производством. Все они нетто-экспортеры зерна, что резко отличает их от стран подтипа *2В* – отсутствие возможностей для производства базовых культур (высочайшие показатели демографической нагрузки на производство зерна), но существуют широкие возможности для их импорта.

Тип 3. Страны с относительно благоприятной продовольственной ситуацией и дополняющим развитием структуры продовольственного потребления. Обширный по составу (31 страна) этот тип объединяет развивающиеся страны, еще в 1970-х гг. имевшие, как правило, низкий уровень продовольственного потребления в совокупности с высокой долей базовых продуктов в его структуре, но достигшие к настоящему времени уровня в 2700–3000 ккал на человека в день. Процесс шел параллельно с развитием процессов дифференциации структуры⁴ путем добавления, можно сказать, «надстройки» – новых продуктовых блоков на базовое продовольствие.

В отдельный подтип вынесены Китай и Турция. Обе страны имеют показатели ДН как по производству зерна, так и по производству мяса, близкие к 1, и практически не зависят от импорта зерна. При этом необходимо заметить, что Китай еще и быстро наращивает в последние годы производство ГМО [Ткаченко, 2011]. Фактически находясь на самообеспечении базовыми продуктами, обе страны являются крупными экспортерами других типов сельскохозяйственной продукции, в частности, овощей и фруктов. Китай – весьма важный субъект на международном рынке продовольствия, обладающий огромным потребительским рынком, еще далеким от насыщения (6% мирового импорта продовольствия в 2013 г. (ФАО, Статистическая база, 2015)). Китайская структура потребления – одна из наиболее динамично дифференцирующихся в мире, хотя и имеющая «культурные» ограничители. Речь идет о молоке и молочных продуктах, традиционно не входящих в рацион населения Китая. На фоне быстрого роста потребления мяса, фруктов, рыбы и других дифференцирующих культур и продуктов по-

⁴ Дифференциация структуры продовольственного потребления – процесс роста доли дифференцирующих продуктов в потреблении населения стран и регионов, ведущий к ослаблению зависимости от потребления базовых продуктов.

ребление молока остается крайне низким. Активизировать этот процесс пытаются ТНК пищевой промышленности, активно выходящие в последние годы на китайский рынок с глобальными марками молочных продуктов.

Тип 4. Страны с нормализующейся продовольственной ситуацией. «Вчерашние голодающие», пожалуй, наиболее подходящее определение для стран этого типа, наиболее многочисленного, включающего 37 государств. Основная черта типа – относительно недавнее решение продовольственной проблемы в традиционном ее понимании, т.е. проблемы голода и дефицита продовольствия характеризуется средними, достигнутыми к настоящему времени значениями калорийности суточного рациона в 2400–2700 ккал. Структура потребления в большинстве случаев характеризуется высокой долей базовых продуктов, за счет которых во многом и были достигнуты нормальные значения калорийности. Доля животных продуктов, в частности мяса, в структуре питания, в отличие от описанных ранее типов, не высока и составляет в среднем ~10%. В настоящее время страны этого типа находятся в наиболее нестабильном положении. Для многих из них характерна сильная зависимость от импорта базового продовольствия. При текущем уровне благосостояния даже незначительное повышение мировых цен может привести к возврату ситуации с дефицитом продовольствия, характерной еще совсем недавно.

Многие страны (подтип 4B) – крупные производители и экспортеры дифференцирующих культур (например, фрукты – Эквадор, Марокко; тонирующие культуры – Колумбия и т.п.), в которых активно развивается система контрактных поставок для ТНК пищевой промышленности.

Тип 5. Страны с напряженной продовольственной ситуацией. Этот тип (34 страны) включает преимущественно африканские страны, а также большую часть стран Южной Азии, включая Индию. В них продовольственная проблема на сегодняшний день еще остро стоит в своей традиционной формулировке – проблема дефицита. Так, например, число голодающих в Индии, Кении по состоянию на 2012–2014 гг. составляет 193,1 и 9,8 млн человек соответственно. Средний уровень продовольственного потребления в странах типа 5 низкий, составляет 2000–2400 ккал на человека в день, до 80% всего потребляемого продовольствия представлено базовыми культурами, доля мяса в рационе около 8%. Высоким значениям демографической нагрузки на ключевые сельскохозяйственные производства соответствует большая зависимость от импорта зерна. Следует отметить, что для Индии, несмотря на достаточно тяжелую продовольственную ситуацию, отмечен нетто-экспорт продовольствия, но объем экспорта не достигает и 5% от внутреннего потребления.

Хотя большая часть стран рассматриваемого типа относится к реципиентам международной продовольственной помощи, решение проблемы продо-

вольственного дефицита в них в целом признается возможным без вмешательства международного сообщества и масштабных поставок гуманитарной помощи.

Тип 6. Страны с кризисной продовольственной ситуацией. К ним относится ряд африканских стран, а также Бангладеш, Гаити, Таджикистан, КНДР, Камбоджа, Лаос. Страны этого типа (27) представляют собой в полном смысле слова мировую периферию с точки зрения продовольственной проблемы. Для всех характерен в настоящее время продовольственный кризис, калорийность дневного рациона часто составляет <2000 ккал на человека в день. Решение проблемы голода в этих странах представляется маловероятным без вмешательства международного сообщества, они являются крупнейшим реципиентами продовольственной помощи. Среди стран типа 6 можно выделить два подтипа.

Подтип 6A включает Замбию, Лаос, Малави и Камбоджу. Получая гуманитарную помощь, они в то же время нетто-экспортеры зерна. Во многом это объясняется тем, что продажа зерна – единственный источник притока иностранной валюты в страну. Для стран подтипа 6B характерен наибольший темп роста населения на фоне огромного дефицита базового продовольствия, что значительно откладывает во времени его преодоление.

Выделенные типы соответствуют стадиям, которые страны проходят по мере решения проблемы продовольственной обеспеченности и дальнейшего развития продовольственной ситуации. Каждая стадия характеризуется рядом проблем. Для развитых постиндустриальных стран – несбалансированность рациона питания, вследствие чего повышен уровень заболеваемости сердечно-сосудистыми и другими болезнями «развитых стран». Для стран, находящихся на стадии дифференциации продовольственного потребления, это часто животноводческая революция, которая может поставить под удар обеспечение базовыми культурами. Для стран двух последних типов характерна продовольственная проблема в традиционном понимании – дефицит продовольствия.

Для иллюстрации стадийных переходов стран между типами можно рассмотреть Китай, для которого характерна, пожалуй, наиболее динамично развивающаяся продовольственная ситуация. Еще в середине XX в. по всем показателям Китай относился к странам типа 5 (с напряженной продовольственной ситуацией), но уже к началу 1980-х гг. перешел в тип 4 (с нормализующейся продовольственной ситуацией), выйдя на нормальные показатели уровня продовольственного потребления (>2000 ккал на человека в день). Дальнейший рост уровня (до 2800 ккал на человека в день в 2000 г.) и развития структуры обеспечил переход КНР в тип 3 (с относительно благоприятной продовольственной ситуацией и дополняющим развитием структуры продовольственного потребления).

Выводы:

– проблема продовольственного обеспечения населения на современном этапе не теряет остроты, но уже не приравнивается исключительно к дефициту продовольствия. Для наиболее адекватного отражения современного продовольственного обеспечения населения, мониторинга и сравнительных исследований требуется обновить понятийно-концептуальный аппарат. Предложен новый подход к анализу с позиций категории продовольственной ситуации, определяемой как степень напряженности продовольственной проблемы в современном понимании;

– выявлен широкий спектр факторов, условий и предпосылок разного генезиса, определяющих текущее состояние глобальной продовольственной ситуации: 1) факторы повсеместного действия, включающие уровень развития сельского хозяйства, международное перемещение продовольствия; 2) факторы дифференцированного действия, преимущественно заключающиеся в действиях крупнейших ТНК пищевой промышленности и ряда смежных областей, но по-разному проявляющиеся в странах разного типа; 3) факторы очагового распространения, представленные отдельными резонансными явлениями (развитие биотопливной индустрии, производство ГМО), сконцентрированными географически, но влияющими на продовольственную ситуацию на глобальном уровне;

– глобальную продовольственную ситуацию, складывающуюся под многовекторным влиянием рассмотренных факторов, географически интерпретировать позволяет типологическое ранжирование стран мира. Выделение типов стран осуществлено на основе рассчитанного комплексного (линейного и оптимизированного) индекса продовольственного потребления. В расчет включены ключевые качественные и количественные параметры (компоненты) продовольственной ситуации: общая калорийность дневного рациона, уровень и соотношение потребления белков и жиров, сбалансированность рациона по доле базовых продуктов и продуктов жи-

вотного происхождения, число голодающих в стране, масштаб поступления в страну продовольственной помощи, уровень смертности от недоедания или голода. Детализация типологических групп и выявление подтипов осуществлено с привлечением показателей уровня демографической нагрузки на сельскохозяйственное производство (рассчитываемого как соотношение удельного веса страны в сельскохозяйственном производстве и в населении мира), а также показателей места страны в международном обмене продовольствием. На современном этапе сложилась система из 6 основных типов и 13 подтипов стран по особенностям продовольственной ситуации;

– исходя из понимания типа как исторической категории (в отличие от статической модели или типа как неизменной идеальной сущности) и опираясь на представление о типологии как отображении системы в ее развитии, правомерно ставить вопрос о возможности и направлении перехода стран из одного типа в другой. Для перехода страны в группу стран с наиболее благоприятной продовольственной ситуацией (высокие и крайне высокие значения индекса продовольственного потребления) необходимо улучшение ситуации в стране всего комплекса рассмотренных показателей, что соответствует переходу страны на постиндустриальную ступень развития. Как показывает пример Китая, продвижение стран из более низких типологических групп в средние возможно и за счет развития только одной какой-либо составляющей из всего комплекса показателей;

– при выявленном разнообразии форм продовольственной ситуации в разных странах задача их систематизации актуальна как никогда. При выработке политики решения продовольственной проблемы по странам и поиске путей сглаживания межстрановых различий в продовольственном обеспечении типология стран по современной продовольственной ситуации может служить серьезным информационным обоснованием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аксенова Л.А. Продовольственная ситуация в современном мире // Гуманитарные ресурсы регионального развития. М.: Эслан, 2009. С. 420–430

География мирового хозяйства / Под ред. Н.С. Мироненко. М.: Трэнвел Медиа Интернэшнл, 2012. 352 с.

Диуф Ж. Состояние продовольственной необеспеченности в мире // Мат-лы ФАО. Рим, 2008. 60 с.

Липец Ю.Г., Пуляркин В.А., Шлихтер С.Б. География мирового хозяйства. М.: ВЛАДОС, 1999. С. 196–215.

Продовольственная и сельскохозяйственная Организация ООН, статистическая база [Электр. ресурс]. URL: <http://www.faostat.fao.org> (дата обращения: 20.02.2015).

Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 367 с.

Ткаченко Т.Х. Новые технологии – новые пространственные структуры // Глобальная социально-экономическая география / Под ред. Н.А. Слуки. М.; Смоленск: Ойкумена, 2011. С. 73–81.

Holt-Giménez E., Peabody L. Llamado urgente para reparar el destruido sistema alimentario // América Latina en Movimiento. 2008. N 5.

Поступила в редакцию 14.10.2015
Принята к публикации 28.10.2015

N.A. Starikov¹

**TYOLOGY OF WORLD COUNTRIES ACCORDING
TO THE SPECIFIC FEATURES
OF FOOD SITUATION**

A technique of the food problem evaluation using the concept of food situation is described. The principal factors influencing the formation of the food situation are analyzed. The method of calculating the Food Consumption Index (FCI) as a basic indicator of food situation in the countries is suggested. Complex analysis of the FCI, the demographic pressure on the agriculture and the countries' position in the transnational food circulation system allows the typological ranking of the countries in terms of the food situation. The resulting typological groups are briefly characterized.

Key words: global food problem, food situation, food consumption, factors of the food situation formation, food consumption index, typology of the countries.

REFERENCES

- Aksenova L.A.* Prodovol'stvennajasituaciya v sovremennom mire [Food situation in the modern World], Sbornikstatej «Gumanitarnyeresursyregional'nogorazvitiya», Moscow, Jeslan, 2009, pp. 420–430 (in Russian).
- Diuf Zh.* Sostojanieprodovol'stvennojneobespechennosti v mire (Conditions of food insecurity in the World), Materialy FAO, Rim, 2008, 60 p.
- Geografija mirovogo hozyajstva [Geography of World economy], Ed by N.S. Mironenko, Moscow: Travel Media International, 2012, 352 p. (in Russian).
- Holt-Giménez E., Peabody L.* Llamadourgente para reparar el destruido sistema alimentario // América Latina en Movimiento. 2008, no 5.
- LipecJu.G., Puljarkin V.A., Shlihter S.B.* Geografija mirovogo hozyajstva [Geography of Worldeconomy], Moscow, VLADOS, 1999, pp. 196–215 (in Russian).
- Tikunov V.S.* Klassifikaciiy Geografii: renessansiliuvyadanie? (Opytformal'nyh klassifikacij) [Classificationin Geography: renaissance or fading? (Experience of formal classifications)], Smolensk, SGU, 1997, 367 p. (in Russian).
- Tkachenko T.H.* Novye tehnologii – novye prostranstvennye struktury [New technologies – new spatial structures], Global'naya social'no-ekonomicheskaya geografiya, pod red. N.A. Sluki, Moscow; Smolensk: Ojkumena, 2011, pp. 73–81 (in Russian).
- Food and Agricultural Organization of United Nations statistical database. URL: <http://www.faostat.fao.org> (Assessed: 20.02.2015).

Received 14.10.2015

Accepted 28.10.2015

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Post-Graduate Student; e-mail: na.starikov@gmail.com

УДК 911.3

А.А. Фомкина¹

МЕЖРАЙОННЫЕ ЦЕНТРЫ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: НОВЫЙ ПОДХОД К ИХ ВЫДЕЛЕНИЮ (НА ПРИМЕРЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Рассмотрены межрайонные инфраструктурные центры и округа Тверской области. Предложен новый подход к выявлению межрайонных центров социальной инфраструктуры, а также подконтрольных им территорий. Основу методики составляет информация о подразделениях государственных структур, размещенных в центре, а также их территориальное устройство внутри области. В результате анализа системы иерархии государственных учреждений для Тверской области выделено несколько групп центров с разной степенью развития межрайонных функций.

Ключевые слова: социальная инфраструктура, межрайонные инфраструктурные центры и округа, государственные услуги, иерархическое строение государственных структур.

Введение. Необходимость поиска новых подходов к организации социальной инфраструктуры обусловлена тем, что в этой сфере за последние десятилетия произошли значительные перемены. Переход к рыночной экономике привел к увеличению разнообразия в этом секторе, но сделал зависимым наличие и качество услуг от их рентабельности и объемов спроса. В результате рост числа объектов сферы услуг происходит преимущественно в больших городах, в сельской местности, наоборот, их состав упрощается, а число уменьшается. Кроме того, возросла роль местного самоуправления в вопросах организации социальной инфраструктуры. Итоги реформирования системы власти проявились не только в увеличении полномочий муниципалитетов, но и в значительном повышении финансовой нагрузки на местные бюджеты. Эти проблемы не раз рассматривали как отечественные [Гладкова, 2006; Зубаревич, 2013б], так и зарубежные исследователи [Raagma, Kroon, 2005].

Проблема трансформации сферы услуг и ее территориальной организации в условиях постоянных административных реформ и социально-экономических изменений комплексная и требует пристального внимания к происходящим процессам. Автор предприняла попытку обновить традиционный подход к анализу территориальных систем обслуживания с помощью рассмотрения инфраструктурных центров и округов. Основная цель исследования – апробация нового методического подхода к выявлению межрайонных инфраструктурных центров и подконтрольной им территории.

Основы отечественных представлений о сфере услуг сформировались в советский период в рамках географии сферы обслуживания, прежде всего в работах В.В. Покшишевского [1972], С.А. Ковалева и его учеников [Алексеев и др., 1991]. К настоящему времени российская география сектора услуг претерпела значительные изменения за счет смещения основного фокуса исследований. Все больше расширяются исследования финансовых и деловых

услуг, торговых сетей, массовых коммуникаций, государственного управления [Зубаревич, 2013б].

Инфраструктурные округа для Тверской области выделил А.А. Ткаченко [2006]. Согласно его точке зрения центры, выполняющие межрайонные функции и предоставляющие услуги населению не только своего района, но и соседних, следует выделять в особую категорию инфраструктурных центров. Зоны влияния таких центров – инфраструктурные округа. Его наработки должны были стать основой концепции развития социальной инфраструктуры Тверской области, которая, к сожалению, так и не была создана.

Термин «инфраструктурный округ» нельзя назвать широко распространенным. Поиск Google выдает около десяти ссылок на ресурсы, где можно встретить такое словосочетание. Из них две ссылки на одну и ту же статью, посвященную развитию сети автомобильных дорог в Бурятии [Рыгзынов, 2014], еще одна – на диссертацию по юриспруденции [Шешенко, 2003]. Указанное, с одной стороны, создает трудности при трактовке термина, с другой – предоставляет некоторую свободу для его интерпретации. Под инфраструктурным округом автор статьи понимает территорию, включающую несколько муниципальных районов и центр, в котором сконцентрированы услуги, уникальные для остальной части округа.

Значение термина «инфраструктурный округ» близко по смыслу к содержанию термина «специальный округ» (special purpose district), используемого в практике управления США. Специальные округа – вариант организации местного самоуправления, созданный с целью расширения полномочий на местах и подразумевающий обеспечение населения основными услугами в соответствии с их потребностями (рис. 1). Они затрагивают разные стороны жизнедеятельности и касаются образования, здравоохранения и безопасности, водоснабжения и управления отходами, экономического и социально-

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

го развития, сельского хозяйства и пр. [Invisible..., 2008].



Рис. 1 Общие характеристики специального округа, по [Manatt, Mizany, 2005]

Fig. 1. General description of a special division, according to [Manatt, Mizany, 2005]

Однако предлагаемый подход к выделению межрайонных инфраструктурных округов и центров базируется на несколько иных концептуальных положениях. Истоки его лежат в многолетнем отечественном опыте внутриобластного экономико-географического районирования. В первую очередь это масштабная работа по экономическому микрорайонированию, проведенная Е.Е. Лейзеровичем в рам-

ках деятельности по районной планировке. Большинство выделенных районов носит узловой характер, т.е. в их основе лежат пространственные связи центра и тяготеющей к нему территории [Лейзерович, 2010]. Близкие понятия содержатся в трудах Б.С. Хорева, С.Г. Смиловича [1981], Е.Л. Яновича [1975], в которых говорится об особой категории населенных пунктов – межрайонных (окружных) центрах. Последние обладают высоким организационным потенциалом и выступают центрами обслуживания не только своего района, но и близлежащих.

Таким образом, основное отличие от американской системы специальных округов заключается в том, что отечественные разработки не предполагают создания дополнительных органов управления для организации обслуживания. Ключевым моментом является координация различных учреждений, предоставляющих всевозможные услуги, с целью их размещения в таких населенных пунктах, которые наиболее удобны для населения. Создание системы инфраструктурных центров в тех местах, где для этого существуют все предпосылки, позволит реализовать заложенный в них потенциал. Теоретическим базисом для обоснования территориальной организации социальной инфраструктуры служит

Услуги, оказываемые населению wybranными государственными структурами*

Государственная структура	Перечень некоторых услуг
Отдел военного комиссариата	Учет военнообязанного населения; подготовка населения к несению военной службы; проведение призыва граждан на военную службу, учебные сборы; прием граждан на военную службу по контракту
Почтамт	Прием и вручение почтовых отправлений, переводов, предоставление универсальных услуг почтовой связи и договорных услуг; руководство подчиненными структурными подразделениями
Отделение ГИБДД	Выдача и замена водительских удостоверений, регистрация транспортных средств и прицепов к ним, дорожно-патрульная служба
Отдел судебных приставов	Исполнение судебных актов, оценка и учет арестованного и изъятого имущества, розыск должника, его имущества
Инспекция Федеральной налоговой службы	Регистрация юридических и физических лиц в качестве индивидуальных предпринимателей, крестьянских (фермерских) хозяйств; информирование о действующих налогах и сборах; возврат или зачет излишне уплаченных или излишне взысканных сумм налогов и сборов, а также пеней и штрафов
Фонд социального страхования	Регистрация и снятие с регистрационного учета; назначение и выплата пособий (по временной нетрудоспособности, по беременности и родам, по уходу за ребенком до 1,5 лет) в случае невозможности их выплаты работодателем
Росреестр	Регистрация прав на недвижимое имущество и сделок с ним, кадастровая оценка земель, надзор за деятельностью саморегулируемых организаций оценщиков, мониторинг земель
Служба занятости	Содействие в поиске подходящей работы, работодателям – в подборе работников; информирование о положении на рынке труда; организация ярмарок вакансий; содействие самозанятости
Управление Федеральной миграционной службы	Выдача и замена паспорта, регистрационный учет граждан, выдача разрешений на временное проживание
Пенсионный фонд	Прием заявлений об установлении пенсий по государственному пенсионному обеспечению; выдача справок о размере пенсий; выдача сертификата на материнский капитал

* Составлено по данным www.gosuslugi.ru.

теория центральных мест. Хотя можно встретить критику в ее адрес [Raagma, Kroon, 2005], эта теория дает наиболее логичное объяснение ступенчатости – основополагающему принципу при планировании сети учреждений социально значимых услуг [Ткаченко, 1995].

Особенности района исследования. Тверская область, с одной стороны, – один из депрессивных, сильно дотационных регионов Центральной России, где функционирование отраслей социальной инфраструктуры всегда оказывает огромную нагрузку на бюджеты всех уровней. С другой стороны, это типичная область Нечерноземья с характерными для него процессами депопуляции и старения населения, а также со сложившейся системой мелкоселенного расселения. В связи с этим вопрос об организации сети государственных и коммерческих учреждений стоит здесь очень остро. Разрешение проблемы балансирует между процессом оптимизации и принципом всеобщей доступности, между экономической эффективностью и социальной целесообразностью. Тверская область интересна еще и тем, что ее площадь достаточно велика по сравнению с другими регионами Центральной России, территория разбита на 36 муниципальных районов, которые возглавляются райцентрами разного типа и людности.

Материалы и методы исследований. Основу исследования составили материалы региональных министерств и ведомств Тверской области, информация с портала государственных услуг РФ и других интернет-ресурсов. Интерес представляли данные об иерархической структуре государственных структур, их присутствие на локальном уровне, а также набор оказываемых населению услуг.

Отмеченные тенденции [Глезер, 2013] в организации государственного управления на местах (главным образом укрупнение и централизация) приводят к тому, что одни райцентры теряют свои функции, а другие (чаще более крупные), наоборот, все больше влияют на окружающую территорию, увеличивая свое межрайонное значение. Именно они выступают центрами инфраструктурных округов. Индикатором подобных преобразований может служить трансформация системы обеспечения населения различными государственными услугами.

В качестве государственных структур, отражающих межрайонные возможности центра, выбраны те, которые, на взгляд автора, имеют первостепенное значение для населения. Результаты исследования [Фомкина, 2014], проведенного для Ивановской области, показали действенность предлагаемого подхода, однако для большей достоверности было решено расширить первоначальный список услуг. По информации из телефонного справочника на 2015 г. [Твой регион, 2015] составлен перечень организаций для г. Бежецка – признанного межрайонного центра на северо-востоке Тверской области. В исход-

ный список вошли около 100 учреждений с разными профилями и формами собственности, которые действуют в Бежецке. В основу отбора легли два принципа: важность предоставляемых услуг для населения и иерархическое устройство самих организаций. В итоговый список вошли 10 государственных структур (таблица), которые имеют ступенчатое строение и позволяют выявить населенные пункты с развитой системой межрайонных функций, а также районы, которые сильно зависят от внешних центров.

Выбранные госструктуры различаются по внутреннему устройству и распространенности по территории области. Можно назвать как минимум три варианта их функционирования (рис. 2). Вариант I внутриобластного устройства достаточно прост – головное управление расположено в Твери, а его отделения находятся лишь в некоторых центрах области. Пример госструктуры с этим вариантом – военный комиссариат. В области действуют 16 военкоматов, соответственно есть 16 центров, в которых они расположены, зоны их влияния покрывают все остальные районы.

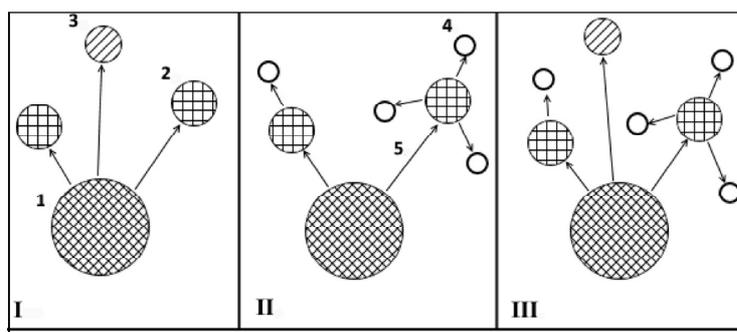


Рис. 2. Варианты (I – III) внутриобластного устройства государственных структур: 1 – областное управление, 2 – межрайонное отделение, 3 – самостоятельное отделение, 4 – подчиненное отделение (филиал), 5 – управленческие связи

Fig. 2. Variants (I – III) of the intra-oblast structure of state institutions: 1 – oblast directorate, 2 – trans-district department, 3 – self-reliant department, 4 – affiliated department, 5 – managerial links

Особенность варианта II заключается в том, что здесь представительства госструктур есть во всех центрах, но они различаются объемом полномочий. Отделения, расположенные в небольших населенных пунктах, соседствующих с более крупными центрами, скорее имеют статус филиала. Госструктуры, организованные по такому принципу, – налоговая служба, фонд социального страхования и др. Вариант III – самый распространенный, т.е. госструктуры, организованные подобным образом, имеют межмуниципальные отделения в «сильных» центрах и подконтрольные отделения в «слабых», а также отделения в самостоятельных центрах. Самодостаточными названы подразделения, обслуживающие только собственный район и подчиняющиеся непосредственно областному управлению.

Результаты исследований и их обсуждение. Территориальная проекция выбранных государственных структур с учетом их принадлежности к головной

организации позволила разбить все центры на несколько групп. Степень выраженности центральных функций оценивалась в баллах от 0 до 10 (по числу выбранных структур) в зависимости от числа центральных отделений, расположенных в каждом центре (рис. 3). Без учета Твери в первую группу «сильных» центров, обладающих обширным набором всевозможных государственных услуг, вошли 8 городов (Бежецк, Вышний Волочек, Кашин, Кимры, Нелидово, Осташков, Ржев, Торжок), получивших по 9 или 10 баллов. При этом максимум набрали только три – Нелидово, Ржев и Торжок, что объясняется не только их качествами. Отчасти это связано с не всегда обоснованным распределением филиалов тех или иных госструктур по территории области. Так, региональное отделение Фонда социального страхования устроено таким образом, что в области действуют четыре филиала (во Ржеве, Торжке, Нелидове, Кашине), между кото-

рыми и поделена вся территория. Возникающие в результате деления управленческие связи часто характеризуются нелогичностью, когда, например, отделение в Конакове подконтрольно филиалу в Кашине, хотя между городами отсутствует прямое транспортное сообщение.

Ко второй группе центров, оценка которых составляет 6, 7 или 8 баллов, относятся города Бологое, Западная Двина, Конаково, Красный Холм, Лихославль, Старица, Торпеец, Удомля и пгт Максатиха. Все центры (за исключением одного поселка) – малые города, предоставляющие относительно широкий спектр услуг, часть из которых имеет межрайонное значение. Например, в Красном Холме расположен межмуниципальный отдел МВД, деятельность которого распространяется на пять районов. В Западной Двине большинство госструктур осуществляет функции и для соседнего Жарковского района.

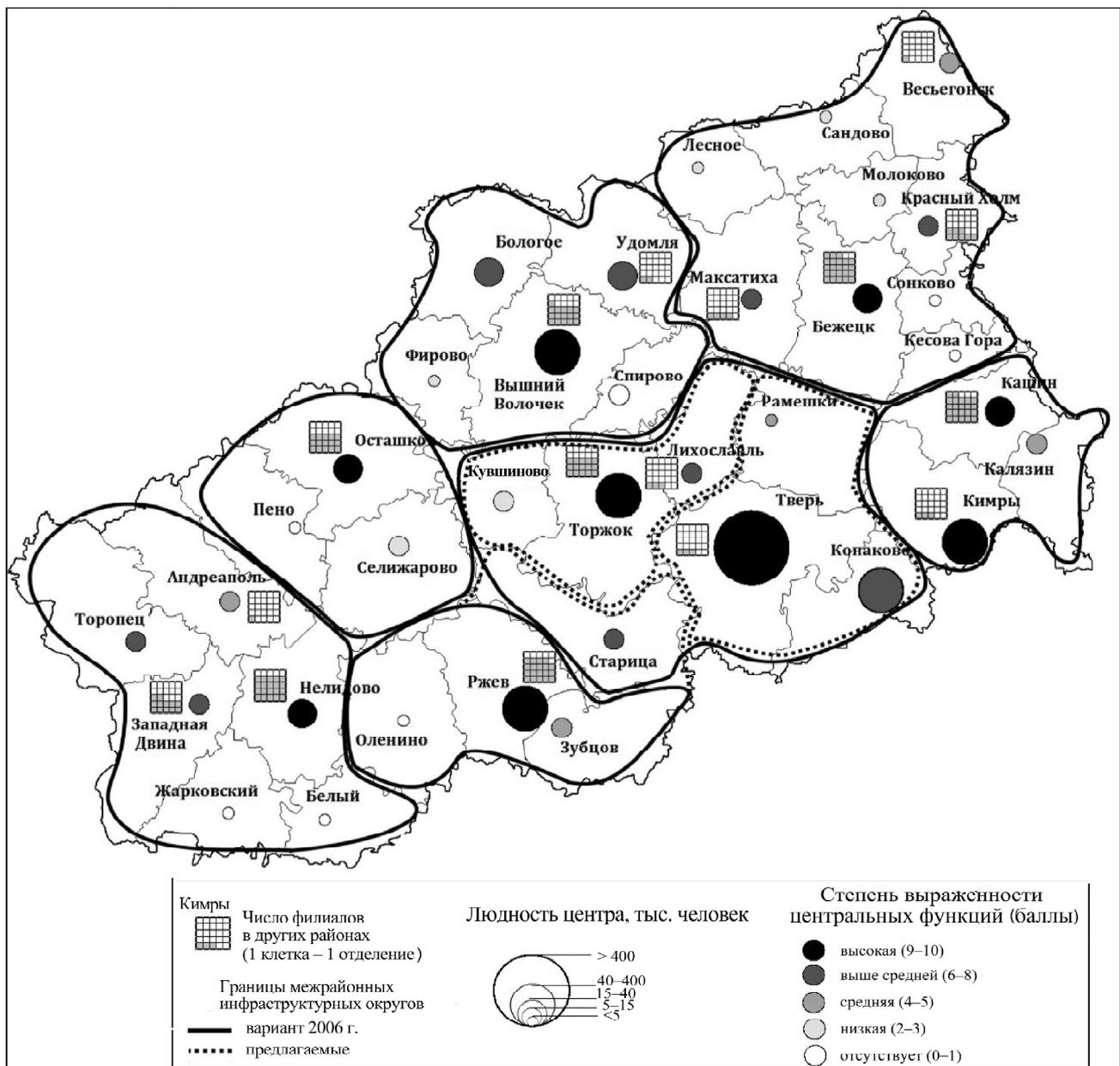


Рис.3. Межрайонные инфраструктурные округа Тверской области

Fig. 3. Trans-district infrastructure divisions of the Tver oblast

Группу III формируют райцентры, получившие по 4 или 5 баллов, к ней принадлежат 5 городских поселений: города Андреаполь, Весьегонск, Зубцов, Калязин и пгт Рамешки. К группе IV (с оценкой 2 или 3 балла) отнесены 6 населенных пунктов (г. Кувшиново, с. Лесное, пгт Молоково, пгт Сандово, пгт Селижарово, пгт Фирово). Чаще всего они соседствуют с более крупным и сильным центром, который берет на себя часть функций по обслуживанию и управлению. В результате образуются практически неизменные пары районов, у которых один центр выступает в качестве главенствующего: Торжок–Кувшиново, Осташков–Селижарово, Вышний Волочек–Фирово. Пункты, в которых только одно центральное отделение или его нет, получили 1 балл или ноль соответственно. Сюда вошли 6 поселков городского типа (Жарковский, Кесова Гора, Оленино, Пено, Сонково, Спирово) и г. Белый. Это своеобразная группа риска, которая характеризуется не только отсутствием самостоятельности у многих учреждений, но и другими более глубокими и негативными процессами.

Для центров, попавших в группу I и характеризующихся сравнительно высоким уровнем представленности различных услуг, оценено их межрайонное значение по числу филиалов указанных госструктур, присутствующих в других районах. В результате установлено, что их число сильно варьирует (от 3 у Кимр до 23 у Бежецка). Это свидетельствует об особом экономико-географическом положении некоторых центров, контролирующих значительную по размерам территорию и обслуживающих многочисленных соседей.

Согласно исследованию А.А. Ткаченко [1995], 24 райцентра Тверской области обладают межрайонными функциями с разной степенью развития. Такие выводы он сделал в результате анализа наличия в райцентрах ряда организаций обслуживания (медицинских, образовательных учреждений и др.). Если использовать предложенную автором статьи схему подсчета филиалов, то лишь 16 центров можно отнести к имеющим межрайонные функции. Очевидно, что это не совсем верно, так как во многих населенных пунктах, не попавших в этот список, расположены, например, средние специальные учебные учреждения, деятельность которых распространяется за пределы района.

Исследование подтвердило безусловное межрайонное значение Бежецка, Кашина, Нелидова, Ржева, составляющих группу лидеров по числу подчиненных им местных отделений. Высокие оценки межрайонности получили Вышний Волочек, Осташков и Торжок, низкие – Кимры и Тверь. На то, что Кимры не выполняют всех функций, потенциально соответствующих размеру города, указывал А.А. Ткаченко: этот город, «...расположенный „на отшибе“, обслуживает в основном лишь свое население и население Кимрского района» [2006, с. 39]. Для Твери полученные результаты можно объяснить по-другому. Тверь – в первую очередь областной центр, и основные функции города связаны именно с этой ролью. Здесь

сконцентрированы учреждения, необходимые современной системе организации региональной власти.

Зона влияния любого областного центра распространяется далеко за пределы пригородного района, и жители всей области вправе получать многое из услуг, сосредоточенных в центре, ограничиваясь только собственной платежеспособностью. Однако услуги рассматриваемых госструктур имеют административно закрепленные зоны обслуживания, а Тверь выступает в качестве локального центра лишь для Калининского района и отчасти для Рамешковского. В приграничном Конаковском районе у большинства государственных структур есть отделения в г. Конаково. Здесь также сказывается неудобное по отношению к областному центру положение районного города, что затрудняет связь между ними. Конаковский район наряду с некоторыми другими (Удомельским, Кимрским) можно назвать самостоятельной территорией, где присутствуют практически все рассматриваемые госструктуры.

Таким образом, границы межрайонного инфраструктурного округа с центром в Твери, выделенные ранее, в соответствии с предлагаемой методикой можно несколько скорректировать. Предлагается сократить территорию округа, исключив из исходного варианта Старицкий, Торжокский, Кувшиновский и Лихославльский районы. У трех последних есть предпосылки для того, чтобы составить самостоятельный округ во главе с Торжком, который уже выполняет для указанных районов ряд межрайонных функций. Старица с окружением может войти в состав Ржевского округа, тем более, что в ней как минимум четыре из рассматриваемых госструктур подконтрольны отделением во Ржеве. Статус филиала приводит зачастую к курьезным ситуациям, например, если в с. Степурино Старицкого района вызвать полицию, то ее можно ждать в течение суток, так как межмуниципальный отдел МВД находится во Ржеве.

В городах, выделенных в качестве инфраструктурных центров, расположены межрайонные медицинские учреждения Тверской области. Их перечень и зоны ответственности закреплены в 2003 г. на основе приказа департамента здравоохранения Тверской области. Однако границы обслуживаемых ими территорий не соответствуют границам округов. Кроме того, можно отметить, что все из рассмотренных десяти госструктур имеют зоны обслуживания, которые совпадают лишь отчасти и только в некоторых районах. В целом несоответствие границ в территориальном устройстве разных отраслей социальной инфраструктуры – одна из проблем, решение которой базируется в том числе и на концепции о межрайонных инфраструктурных центрах. Признание за некоторыми населенными пунктами особого статуса, а также закрепление за ними территорий обслуживания, с одной стороны, облегчит жизнь населению, а с другой – упростит схему управления.

Тенденции, происходящие в системе предоставления услуг, безусловно, имеют негативные послед-

ствия для населения. Укрупнение и централизация приводят к тому, что жители отдаленных районов буквально изолированы от центров предоставления услуг. Отмечается переход населения на самообслуживание [Гладкова, 2006] в связи с отсутствием налаженной системы общественного транспорта, обеспечивающего связь с крупными центрами. Исследования, проведенные автором в с. Прямухино Кувшиновского района Тверской области, показали, что здесь также происходит самоорганизация населения. На вопрос: «Каким транспортом Вы пользуетесь, чтобы добраться до райцентра?» – респонденты часто отвечали следующим образом: «Зачем нам этот автобус? (который ходит раз в неделю. – *Прим. автора.*) Нам проще четверым машину нанять и поехать, когда хочется!».

Улучшение транспортного сообщения – не единственное решение проблемы. Многие госучреждения идут путем организации выездных бригад в труднодоступные районы. Подобные примеры встречаются в работе многофункциональных центров предоставления услуг (МФЦ). Так, в Андреапольском районе для обеспечения доступности государственных и муниципальных услуг специалисты мобильной группы МФЦ организуют выезды в пгт. Пено, сельские поселения Андреапольского и Пеновского районов. По информации www.mfc-tver.ru на 01.08.2015 г. к специалистам этой мобильной группы обратились более 1500 человек.

Необходимо обратить внимание и на то, что, несмотря на лишение сельских администраций ряда полномочий (в части регистрации населения, земельно-имущественных отношений), сейчас несколько активизировался процесс возвращения услуг на места. Как показал опыт Ивановской области, где с апреля 2015 г. офисы «Мои документы» стали открываться в центрах сельских поселений, некоторые государственные и муниципальные услуги теперь можно получать, не выезжая в райцентр.

В системе получения населением различных госуслуг велика роль информационных технологий, и их значение с каждым годом все возрастает. По данным Ростелекома, к февралю 2014 г. более 12 тыс. граждан Тверской области получили индивидуальные коды доступа, позволяющие пользоваться порталом «Госуслуги». В декабре 2014 г. их чис-

ло составило уже около 20 тыс. человек. Однако для большинства жителей малых городов и сельской местности проникновение новых технологий в эту сферу пока еще невелико, не все госуслуги переведены в электронный формат, даже заказав справку через Интернет, ехать за ней все равно придется.

Выводы:

– убыль населения, характерная для большинства населенных пунктов Тверской области, влечет за собой потерю функций обслуживания, которая может проявляться по-разному. Это может быть реальное закрытие тех или иных учреждений, когда численность населения становится недостаточной для их полноценного функционирования. Яркий пример – уменьшение числа военкоматов, отмеченное по всей России в 2009 г., которое явилось ответом на сокращение числа лиц призывного возраста. Другим вариантом может служить уменьшение управленческого аппарата у местных организаций, наделение их статусом филиала. Второй вариант как раз характерен для выбранных видов услуг, и ослабление функций многих центров проявляется через подобные преобразования;

– «филиализация», т.е. превращение ранее самостоятельных, юридически независимых, организаций в подконтрольные и зависимые, наблюдается сейчас во многих сферах, и вряд ли этот процесс, встречающий немало критики, прекратится в ближайшее время. Смягчить последствия такой оптимизации можно, передавая полномочия в те центры, которые уже давно зарекомендовали себя в качестве межрайонных и имеют дальнейшие предпосылки для успешной реализации всех функций. Их важное преимущество заключается также в удобном географическом положении, что позволяет совершать частые поездки населению окружающих районов;

– главная идея межрайонных инфраструктурных центров и округов – согласованное развитие различных отраслей социальной инфраструктуры, когда необходимые услуги сосредоточены там, где удобно всего населению. Жители не должны ездить за водительскими правами в одно место, за справкой – в другое, за загранпаспортом – в третье. Результатом наделения того или иного центра статусом «инфраструктурного» должно стать также признание за ним особой роли в региональном развитии и управлении.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 13-06-00895).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев А.И., Ковалев С.А., Ткаченко А.А. География сферы обслуживания: основные понятия и методы. Тверь, 1991. 117 с.
Гладкова О.Н. Трансформация образовательных и медицинских услуг в сельской местности в постсоветский период // Региональные исследования. 2006. № 4. С. 56–65.
Глезер О.Б. Система местного самоуправления как составная часть институциональной среды расселения в современной России // Вопр. географии. Сб. 135. География населения и социальная география. М.: Кодекс, 2013. С. 224–244.

Зубаревич Н.В. География сектора услуг: новые вызовы // Там же. М.: Кодекс, 2013а. С. 483–491.
Зубаревич Н.В. Трансформация сельского расселения и сельской сети услуг в регионах // Изв. РАН. Сер. геогр. 2013б. № 3. С. 26–38.
Лейзерович Е.Е. Сетка экономических микрорайонов России. Вариант 2008 года // Регион. исследования. 2010. № 4. С. 14–24.
Покишишевский В.В. География обслуживания, ее предмет, содержание и место среди экономико-географических

дисциплин // *Вопр. географии*. Сб. 91. М.: Мысль, 1972. С. 6–26.

Рыгзынов Т.Ш. Развитие сети автомобильных дорог в приграничных районах республики Бурятия // *Вестн. Бурятского гос. ун-та. Сер. биология, география*. 2014. № 4 (2). С. 7–11.

Стешенко Л.А. Правовая политика в России в сфере национальных отношений: теоретическое и историко-правовое исследование: Автореф. докт. дисс. М., 2003. 40 с.

Твой регион. Тверь и Тверская область. Телефонный справочник. Тверь: Информ-Центр, 2014. 328 с.

Ткаченко А.А. Территориальная общность в региональном развитии и управлении. Тверь, 1995. 155 с.

Ткаченко А.А. Территориальная организация социальной инфраструктуры сельской местности Тверской области: дина-

мика сетей и проблемы управления // *Социальная инфраструктура в развитии городов и регионов современной России*. Тверь: Научная книга, 2006. С. 31–41.

Фомкина А.А. Трансформация функций районного центра (на примере поселка Лух Ивановской области) // *Трансформация социально-экономического пространства Евразии в постсоветское время*. Т. 1. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2014. С. 204–209.

Хорев Б.С., Смидович С.Г. Расселение населения. Основные понятия и методология. М., 1981. 192 с.

Янович Е.Л. Внутриобластные субцентры: проблемы моделирования в системе расселения // *Рост городов и система расселения*. М.: Статистика, 1975. С. 36–46.

Поступила в редакцию 14.10.2015
Принята к публикации 28.10.2015

A.A. Fomkina¹

**TRANS-DISTRICT CENTERS OF SOCIAL INFRASTRUCTURE:
A NEW APPROACH TO THEIR IDENTIFICATION
(CASE STUDY OF THE TVER OBLAST)**

The article develops an idea of trans-district infrastructure centers. The author suggests a new approach to the identification of the trans-district centers of social infrastructure and the territories under their control. The technique is based on the information about the government agencies located in the center. It is also necessary to know about their territorial structure within the region. The analysis of the state institutions hierarchy in the Tver oblast made it possible to identify several groups of such centers with the different degree of development of their trans-district functions.

Key words: social infrastructure, trans-district centers, public services, hierarchical structure, the Tver oblast.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No 13-06-00895).

REFERENCES

Alekseev A.I., Kovalev S.A., Tkachenko A.A. Geografija sfery obsluzhivaniya: osnovnye ponjatija i metody [Geography of the service sector: basic concepts and methods], Tver', 1991. 117 p. (in Russian).

Fomkina A.A. Transformacija funkcij rajonnogo centra (na primere poselka Luh Ivanovskoj oblasti) [Transformation of local center functions (example of the settlement Luh, Ivanovo region), Transformacija social'no-jekonomicheskogo prostranstva Evrazii v postsovetskoe vremja, T. 1. Barnaul: Izd-vo Altaiskogo un-ta, 2014, pp. 204–209 (in Russian).

Gladkova O.N. Transformacija obrazovatel'nyh i medicinskih uslug v sel'skoj mestnosti v postsovetskij period [Transformation of educational and medical services in rural areas in the postsovjet period], *Regional'nye issledovanija*, 2006, no 4, pp. 56–65 (in Russian).

Glezer O.B. Sistema mestnogo samoupravlenija kak sostavnaja chast' institucional'noj sredy rasselenija v sovremennoj Rossii [Local self-government system as a component of the institutional background of settlement pattern in modern Russia], *Voprosy geografii, Geografija naselenija i social'naja geografija* [Problem of Geography, Geography of Population and Social Geography], Vol. 135. М.: Kodeks, 2013, pp. 224–244 (in Russian).

Invisible government: special purpose districts in Texas // *Res. spotlight: a publication of Texas Senate Research Center*, 2008. 48 p.

Janovich E.L. Vnutrioblastnye subcentry: porblemy modelirovanija v sisteme rasselenija [Regional subcenters: the problem of modeling in the settlement system], *Rost gorodov i sistema rasselenija*, М.: Statistika, 1975, pp. 36–46 (in Russian).

Khorev B.S., Smidovich S.G. Rasselenie naselenija. (Osnovnye ponjatija i metodologija) [The settlement pattern of the population (Basic concepts and methodology)], Moscow, 1981. 192 p. (in Russian).

Lejzerovich E.E. Setka jekonomicheskikh mikrorajonov Rossii. Variant 2008 goda [Network of economic micro-districts in Russia. Version of 2008], *Regional'nye issledovanija*, 2010, no 4, pp. 14–24 (in Russian).

Manatt A., Mizany K. What's so special about special districts? A citizen's guide to special district in California // *California water plan upd.*, 2005. Vol. 4, pp. 55–75.

Pokshishevskij V.V. Geografija obsluzhivaniya, ee predmet, sodержanie i mesto sredi jekonomiko-geograficheskikh disciplin [Geography of the service sector, its subject, content, and place among the economic and geographic disciplines] // *Voprosy geografii* [Problem of Geography], Vol. 91. М.: Mysl', 1972, pp. 6–26 (in Russian).

Raagma G., Kroon K. The future of collective farms' built social infrastructure: choosing between central place and network theories // *Geografiska Ann. Ser. B. Human Geography*, Vol. 87, N 3, Spec. Iss: The Heritage of Edgar Kant and J. G. Granö, 2005. P. 205–224.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Post-Graduate Student; e-mail: alpresents@mail.ru

Rygzynov T.Sh. Razvitie seti avtomobil'nyh dorog v prigranichnyh rajonah respubliki Burjatija [The development of road network in border areas of the Republic of Buryatia], *Vestnik Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Biologija, Geografija*, 2014, no 4 (2), pp. 7–11 (in Russian).

Steshenko L.A. Pravovaja politika v Rossii v sfere nacional'nyh otnoshenij: teoreticheskoe i istoriko-pravovoe issledovanie [Legal Policy in Russia in the sphere of national relations: theoretical, historical and legal research]: Avtoref. dokt. diss. M., 2003. 40 p. (in Russian).

Tkachenko A.A. Territorial'naja obshhnost' v regional'nom razvitii i upravlenii [Territorial community in regional development and management], Tver', 1995. 155 p. (in Russian).

Tkachenko A.A. Territorial'naja organizacija social'noj infrastruktury sel'skoj mestnosti Tverskoj oblasti: dinamika setej i problemy upravlenija [Territorial organization of social infrastructure in rural areas of the Tver region: the dynamics of

networks and management issues], *Social'naja infrastruktura v razvitii gorodov i regionov sovremennoj Rossii*, Tver': Nauchnaja kniga, 2006, pp. 31–41 (in Russian).

Tvoj region. Tver' i Tverskaja oblast': telefonnyj spravocnik [Your region. Tver and the Tver region: the telephone directory], Tver': Inform Centr, 2014. 328 p. (in Russian).

Zubarevich N.V. Geografija sektora uslug: novye vyzovy [Geography of service sector: new challenges], *Voprosy geografii, Geografija naselenija i social'naja geografija [Problem of Geography, Geography of Population and Social Geography]*, 2013a, pp. 483 – 491 (in Russian).

Zubarevich N.V. Transformatsiya sel'skogo rasseleniya i sel'skoj seti uslug v regionah [Transformation of the rural settlement pattern and social services network in rural areas], *Izvestiya Rossiyskoj Akademii Nauk, seria geograficheskaya*, 2013b, no 3, pp. 26–38 (in Russian).

Received 14.10.2015

Accepted 28.10.2015

УДК 551.465

С.А. Мысленков¹, В.С. Платонов², П.А. Торопов³, А.А. Шестакова⁴

МОДЕЛИРОВАНИЕ ШТОРМОВОГО ВОЛНЕНИЯ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Представлена реализация спектральной волновой модели SWAN для Баренцева моря, включающая также северную часть Атлантического океана. Используется нерегулярная вычислительная пространственная сетка, шаг которой в Атлантическом океане составляет 1°, в Баренцевом – 0,5°. В качестве вынуждающей силы (форсинга) использовали поля ветра реанализа NCEP-CFSR, а также данные мезомасштабных моделей WRF-ARW и COSMO-CLM.

Для оценки качества моделирования результаты сравнили со спутниковыми данными о высоте волн. Численные расчеты выполнены для января 2010 г., так как в этот период наблюдался ряд сильных штормов. Кроме того, результаты моделирования волн сравнили с результатами модели AARI-PD2, реализованной в ААНИИ. Показано, что обе модели в целом адекватно воспроизводят ветровой режим в точках станций. Синоптическая изменчивость скорости ветра восстанавливается хорошо, однако местные особенности воспроизводятся значительно хуже. О том, что общая изменчивость воспроизводится неплохо, свидетельствуют значимые величины коэффициента корреляции (в среднем 0,7), однако этот факт не гарантирует правильного воспроизведения ветровых волн. Результаты моделирования ветрового волнения позволили установить, что в текущей конфигурации использование форсингов COSMO-CLM и WRF дает результат, близкий к NOAA и NCEP-CFSR.

Ключевые слова: ветровое волнение, SWAN, нерегулярная сетка, WRF, COSMO, CFSR, Баренцево море.

Введение. Изучение гидрометеорологических условий в арктических морях России – приоритетная задача в связи с освоением шельфовых месторождений нефти и газа, развитием судоходства по Северному морскому пути и сопутствующей инфраструктуре.

Особенности ветрового режима и волнового климата арктических морей России приведены в [Справочные..., 2003], где, в частности, показано, что высота волн 50%-ной обеспеченности с повторяемостью 1 раз в год составляет 6,1 м, а для 0,1%-ной обеспеченности – >19 м. Периоды, в течение которых скорость ветра не превышает 15 м/с, в зимние месяцы в среднем составляют 3–6 дней, т.е. значительную часть года над акваториями Арктики господствует штормовая погода, в связи с чем чрезвычайно важно развить методы точного прогноза ветрового режима и волнения.

Натурные данные о волнении в Арктике практически отсутствуют, поэтому для обеспечения судоходства и шельфовых работ используются диагностические и прогностические расчеты численных моделей волнения. В качестве вынуждающей силы (форсинга) в этих моделях используются диагностические или прогностические поля ветра из глобальных моделей прогноза погоды [Дымов и др., 2004; Зеленко и др., 2014; Режим..., 2013; Справочные..., 2003]. Отметим, что арктические моря отличаются также низкой обеспеченностью метеорологичес-

кими наблюдениями, поэтому численные модели атмосферы часто представляют собой единственный источник данных о скорости ветра. Многочисленные оценки полей скорости ветра, полученные из результатов глобальных моделей, показывают, что в отдельных узлах расчетной сетки ошибки могут быть большими и в отдельных случаях превышать 10 м/с. Однако значения скорости для отдельно взятого прогностического срока, осредненные по территориям (акваториям), площадь которых превышает 10 модельных ячеек (в зависимости от пространственного разрешения современных моделей 250–1000 км²) оказываются удовлетворительными [Торопов, 2005]. Таким образом, необходимо четко знать границы применимости глобальных атмосферных моделей (крупные открытые моря, значительные акватории океанов и т.д.). Для воспроизведения ветрового режима закрытых морей или акваторий со сложной береговой линией представляется целесообразным использовать региональные модели.

Кроме того, численные модели атмосферы используют для восстановления длинных рядов метеорологических величин в каждом узле расчетной сетки. Реализуется технология усвоения атмосферной моделью данных наблюдений различного типа за весь (или максимально возможный) период измерений. Эта процедура называется реанализом, результаты которого широко применяются

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра океанологии, ст. науч. с.; e-mail: stasocean@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии, науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: vplatonov86@gmail.com

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: tormet@inbox.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии, аспирантка; e-mail: anna@sarez-lake.ru

в различных задачах геофизики и географии, в том числе для восстановления режима ветрового волнения.

В Гидрометцентре России реализована схема прогноза волнения в Баренцевом море при помощи модели WW3. Расчеты ведутся с пространственным разрешением 9 км и с использованием начальных данных модели GFS. Качество модели оценивалось по спутниковым данным, результаты испытаний были признаны удовлетворительными [Зеленько и др., 2014].

Среди отечественных работ, посвященных моделированию волнения в Баренцевом море, отметим работу [Справочные..., 2003], где модель SWAN использовалась для составления морского регистра, оценки показали хорошее совпадение результатов моделирования с данными наблюдений.

Расчеты и прогнозы ветрового волнения в России также осуществляются с использованием спектрально-параметрической модели ААНИИ (PD2-AARI). Модель неоднократно верифицировалась по данным инструментальных наблюдений на различных акваториях и сопоставлялась с такими известными в мире моделями, как WAM и WAVEWATCH. Результаты статистических оценок точности прогнозов высоты волн для всех моделей примерно одинаковы (среднеквадратическая ошибка составляет ~0,5 м, коэффициент корреляции между наблюдаемыми и расчетными значениями равен 0,9 [Дымов и др., 2014; Режим..., 2013]).

В работе [Дианский и др., 2014] расчет поля ветра выполнен по модели WRF, а параметры волнения для Карского и Печорского морей моделируются при помощи Российской атмосферно-волновой модели. Оценки точности расчетов скорости ветра при сравнении с данными метеостанций показали корреляцию 0,8–0,9, что указывает на положительный эффект от применения ветрового форсинга мезомасштабных моделей с высоким пространственным разрешением.

Однако существующие системы диагноза и прогноза ветрового волнения используют глобальные поля ветра грубого разрешения (20–50 км), в то время как работы с использованием мезомасштабных метеорологических моделей высокого разрешения пока единичны [Dykes et al., 2009; Gusdal et al., 2009; Schoch et al., 2011]. Между тем интересно использовать именно эти модели, принимая во внимание возможность учета мезомасштабных штормовых явлений, таких, как полярные мезоциклоны, которые вносят ощутимый вклад в общую повторяемость штормов. Нами предпринята попытка использовать в качестве ветрового форсинга результаты мезомасштабных моделей WRF-ARW и COSMO-CLM, оценить точность воспроизведения скорости ветра и высоты волны, а в итоге целесообразность применения мезомасштабных моделей для анализа и прогноза штормовых условий в Арктике.

Результаты моделирования волнения во многом зависят от качества задаваемого поля скорости ветра. Однако остается вопрос о качестве ана-

лиза и прогноза гидрометеорологических полей мезомасштабных моделей в морях Российской Арктики в силу отсутствия контактных наблюдений и низкой точности данных, полученных с полярно-орбитальных спутников. Возобновление в регионе наблюдений в последние 5–10 лет дает возможность оценить результаты атмосферного моделирования по крайней мере в точках береговых и островных метеостанций.

Отметим, что, несмотря на значительные успехи в направлении численного моделирования глобальных атмосферных процессов, результаты анализа и прогноза в ряде регионов Арктики до сих пор оставляют желать лучшего. Это неплохо продемонстрировано, в частности, в работе [Lindsay et al., 2014], где выполнено сравнение различных реанализов в точках станций, расположенных севернее 60° с.ш., и показано, что в большинстве точек величины ошибок велики, а корреляция незначима. Этот факт показывает целесообразность использовать данные регионального моделирования атмосферы в Арктике, в частности, в рамках задачи анализа и прогноза морского волнения.

В статье представлены результаты моделирования волнения в Баренцевом море с помощью спектральной волновой модели SWAN. В качестве ветрового форсинга использованы результаты регионального моделирования с помощью моделей WRF-ARW и COSMO-CLM. Для корректного воспроизведения волн в Баренцевом море в расчетную область включен весь Атлантический океан (в то время как в большинстве работ в область моделирования включается лишь часть Атлантики), откуда волны могут свободно распространяться, в частности, в Баренцево море.

Материалы и методы исследований. *Модель SWAN.* Для моделирования волнения использована спектральная волновая модель третьего поколения SWAN, позволяющая рассчитывать параметры ветровых волн при заданном поле ветра и рельефе дна, подробное описание модели приведено в [SWAN..., 2007]. Эта модель уже использовалась для моделирования волнения в Баренцевом море и Атлантическом океане; показано, что результаты моделирования хорошо согласуются с данными наблюдений [Дымов и др., 2004; Режим..., 2013; Справочные..., 2003; Reistad et al., 2011].

В качестве входных данных о ветре, кроме полей ветра, полученных в экспериментах с моделями WRF и COSMO-CLM, нами использованы также данные реанализа высокого разрешения NCEP-CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) (1979–2010) [CISL..., 2014; Saha et al., 2014]. Пространственное разрешение реанализа составляет ~0,3°. Выбор данных NCEP-CFSR обусловлен их высоким разрешением и хорошим качеством (сравнение данных о скорости и направлении ветра реанализа с данными метеостанции в арктическом бассейне показало, что ошибка NCEP-CFSR минимальна по сравнению с другими реанализами; отмечены значимые значения коэффициента корреляции [Lindsay et al., 2014]).

Волновую модель SWAN оценивали по данным спутниковой альтиметрии, доступным на AVISO [Aviso...]. Данные альтиметрии для Арктического региона не отличаются высоким качеством [Janssen et al., 2006], однако они вполне подходят для качественного сравнения с результатами модели в рамках поставленной задачи.

Кроме того, привлекались данные волнового реанализа NOAA с пространственным разрешением $1,25^\circ \times 1^\circ$ [NOAA..., 2014], основанного на модели WaveWatch 3 и данных о ветре из реанализа CFSR с разрешением $0,5^\circ$.

Использована оригинальная нерегулярная вычислительная сетка, в Атлантическом океане шаг сетки составляет 1° , в Баренцевом море – $0,5^\circ$, в Белом море – $0,2^\circ$. Общее число узлов – 15 000. В качестве жесткой границы на севере и востоке исследуемой области задавалось среднемесячное положение кромки льда. Данные о концентрации льда для определения границы льдов и чистой воды взяты из архивов Лаборатории спутниковой океанографии (Санкт-Петербург) [Arctic..., 2014]. Использование среднемесячного положения кромки льда обосновано малой изменчивостью кромки в течение января 2010 г., поэтому суточное или декадное положение кромки мало отразилось бы на результатах моделирования волнения.

Мезомасштабная модель WRF. В качестве одной из мезомасштабных моделей атмосферы для расчетов ветрового форсинга в исследуемом регионе нами выбрана модель WRF-ARW [WRF..., 2014]. В работах [Бычкова и др., 2010; Макштас и др., 2009] показано, что эта модель удовлетворительно воспроизводит ветровой режим в Арктике, продемонстрирована принципиальная возможность использовать полярную версию модели WRF для арктических районов.

Конфигурация модели WRF, подобранная для данного эксперимента, выглядит следующим образом: число вертикальных уровней – 45, шаг интегрирования по времени – 30 с; порядок дискретизации адвективных членов – 4, параметризация пограничного слоя MYNN 2.5, параметризация микрофизики облаков Thompson. Именно такая конфигурация позволяет лучше всего воспроизводить поля ветра, как показано в работах [Торопов и др., 2013; Торопов, Шестакова, 2014; Торопов et al., 2014]. Поля ветрового форсинга для усвоения в модели SWAN подготавливались с временным шагом 1 ч.

Мезомасштабная модель COSMO-CLM – климатическая версия региональной мезомасштабной модели COSMO, разрабатываемая одноименным консорциумом (Consortium for Small-scale Modeling), включающим национальные службы прогноза погоды ряда стран, в том числе РФ (Росгидромет). Развитие климатической версии модели осуществляется в рамках международного научного сообщества CLM-Community [CLM-Community..., 2014]. Главные отличия климатической версии модели от оперативной заключаются в ряде модификаций и расширений, предназначенных

для долговременных численных экспериментов, таких, как большая глубина моделируемого слоя подстилающей поверхности и учет сезонного хода параметров подстилающей поверхности [Boehm et al., 2006].

Модельные уравнения решаются на вращающейся сетке широта–долгота с координатами (λ, φ) . В роли вертикальной координаты выступает гибридная величина μ (σ - z -система), представленная σ -координатой от земной поверхности (Z_0) до промежуточного уровня Z_p , а выше уровня Z_p – обычной Z -координатой. Такое представление вертикальных координат позволяет избежать проблем, связанных с неоднородностью рельефа подстилающей поверхности. По умолчанию используется дискретизация адвективных членов 5-го порядка.

Подробное описание физики и динамики модели и параметризаций подсеточных процессов можно найти на странице документации модели [COSMO..., 2014].

Региональная модель COSMO-CLM применяется членами консорциума для решения широкого спектра задач. Например, COSMO-CLM использовалась в качестве компонента совмещенной модели океана–атмосферы COSMO-CLM/NEMO для оценки распределения и динамики температуры воздуха в Северном и Балтийском морях [Van Pham et al., 2014], а также в экспериментах по воспроизведению динамики полярных мезоциклонов [Varentsov et al., 2015] и их статистических оценок а длительный интервал времени [Chen et al., 2013]. Кроме того, региональная модель COSMO-CLM применялась для статистического анализа (даунскейлинга) штормов над акваторией Западной Европы [Haas, Pinto, 2000]. Однако работы по воспроизведению случаев штормовых волнений в арктических морях с моделью COSMO-CLM, совмещенной с океанической, ранее не проводились.

Описание численных экспериментов. Для корректной оценки результатов моделирования эксперименты по воспроизведению ветрового форсинга были максимально унифицированы, а именно: подобраны одинаковые для обеих моделей (WRF-ARW и COSMO-CLM) расчетные области, охватывающие территорию от 20° з.д. до 90° в.д. и от 55° до 90° с.ш. (рис. 1). Таким образом, область, помимо Баренцева и части Карского морей, включает значительную часть акватории Северной Атлантики. Пространственный шаг сетки составляет ~ 14 км, число вертикальных уровней – 45 у модели WRF и 50 у COSMO-CLM. В качестве начальных и граничных условий для обеих моделей использованы результаты реанализа CFSR. Эксперименты проводились на суперкомпьютерном комплексе «Ломоносов» МГУ имени М.В. Ломоносова [Воеводин и др., 2012] и СК «Cray» Лаборатории оценки природных рисков. Расчеты выполнены для января 2010 г. из-за достаточно большой повторяемости сильных ветров и штормов и относительно неплохой обеспеченности натурными данными в этот период.

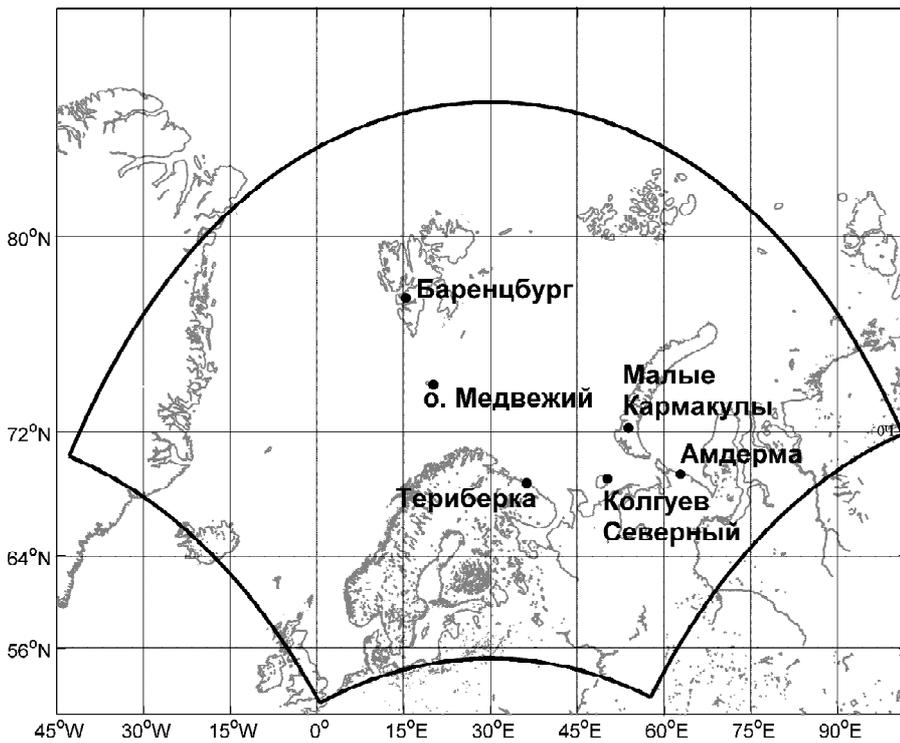


Рис. 1. Граница расчетной области моделей COSMO-CLM и WRF-ARW с метеорологическими станциями, данные которых использованы для сравнения

Fig. 1. The boundary of the computational domain for COSMO-CLM and WRF-ARW models and meteorological stations which data were used for comparison

Результаты численных расчетов по моделям WRF и COSMO-CLM использованы для расчетов ветрового волнения в модели SWAN. Всего выполнено 3 эксперимента с использованием различных комбинаций входных полей ветра. В первом эксперименте на всей вычислительной области модели SWAN, охватывающей Атлантику в Северном полушарии, задавалось поле ветра из реанализа CFSR. Во втором эксперименте использовано поле ветра из модели WRF в районе Баренцева моря, а та часть Атлантического океана, которая не вошла в область моделирования WRF, задавалась из реанализа CFSR. В третьем эксперименте таким же образом использовано поле ветра по модели COSMO-CLM. Во всех экспериментах поле ветра задавали на нерегулярной вычислительной сетке с изменяющимся шагом и более детальным разрешением в районе Баренцева моря. Таким образом, модель SWAN запускалась как в стандартном варианте (с использованием реанализа), так и с полем ветра, скомбинированным из двух разных источников.

Результаты исследований и их обсуждение. Оценка результатов численного моделирования поля ветра. Оценки результатов моделирования скорости ветра проводили по ближайшим к метеостанциям узлам сетки моделей WRF-ARW и COSMO-CLM. Сравнение проводилось для метеостанций Амдерма (побережье Республики Коми), Баренцбург (о. Шпицберген), Малые Кармакулы (о. Новая Земля), о. Колгуев, Териберка (побережье Кольского полуострова), о. Медвежий (рис. 1). Перечисленные метеостанции расположены в разных

частях Баренцева моря и характеризуются сильно отличающимися местными условиями. Именно этим и определен их выбор для оценки результатов моделирования.

На рис. 2 приведены результаты качественного сравнения по скорости ветра. В первом приближении хорошо видно, что в целом модели хорошо воспроизводят изменчивость скорости ветра, связанную с синоптическими процессами, период которых составляет 3–5 сут. Однако синоптическую изменчивость ветра хорошо воспроизводят и глобальные модели. Смысл использования мезомасштабных моделей состоит в детализации прогноза глобальных моделей, а также в воспроизведении субсиноптических особенностей атмосферной циркуляции (например, полярных мезоциклонов, волн на атмосферных фронтах, орographic возмущений).

Судя по всему, выбранная конфигурация моделей не позволяет воспроизводить вышеозначенные особенности, о чем наглядно свидетельствуют ошибки моделирования штормового ветра на Новой Земле (Малые Кармакулы), которые 4–5 января у обеих моделей достигают 15–20 м/с (рис. 2). Этот шторм связан с широко известным мезомасштабным эффектом новоземельской боры юго-восточного направления. Выбранное пространственное разрешение $0,15^\circ$ не позволяет успешно воспроизводить это явление. Согласно исследованиям [Блинов и др., 2013; Ефимов и др., 2000; Торопов, Шестакова, 2014] минимальный пространственный шаг, позволяющий воспроизводить явление боры на примере Новороссийска хотя бы на качественном уровне, составляет 7–10 км, а успешное моделирование явления возможно только лишь на сетке с разрешением от 2,5 км. Отдельные эпизоды значительных погрешностей на станции Амдерма, скорее всего, связаны с наблюдающимися в этом районе эффектами обтекания прибрежных возвышенностей.

Отметим, что если исключить склоновые и подветренные бури, то ошибки скорости ветра существенно уменьшаются, составляя в среднем 3–7 м/с. Также отметим, что плохое воспроизведение фёновых эффектов и склоновых бурь очевидно не оказывает существенного влияния на развитие ветрового волнения в Баренцевом море, которое определяется в первую очередь глубокими атлантическими и местными циклонами разного масштаба. Поэтому, отфильтровав местные ветры, можно получить более или менее адекватные результаты численного моделирования скорости ветра.

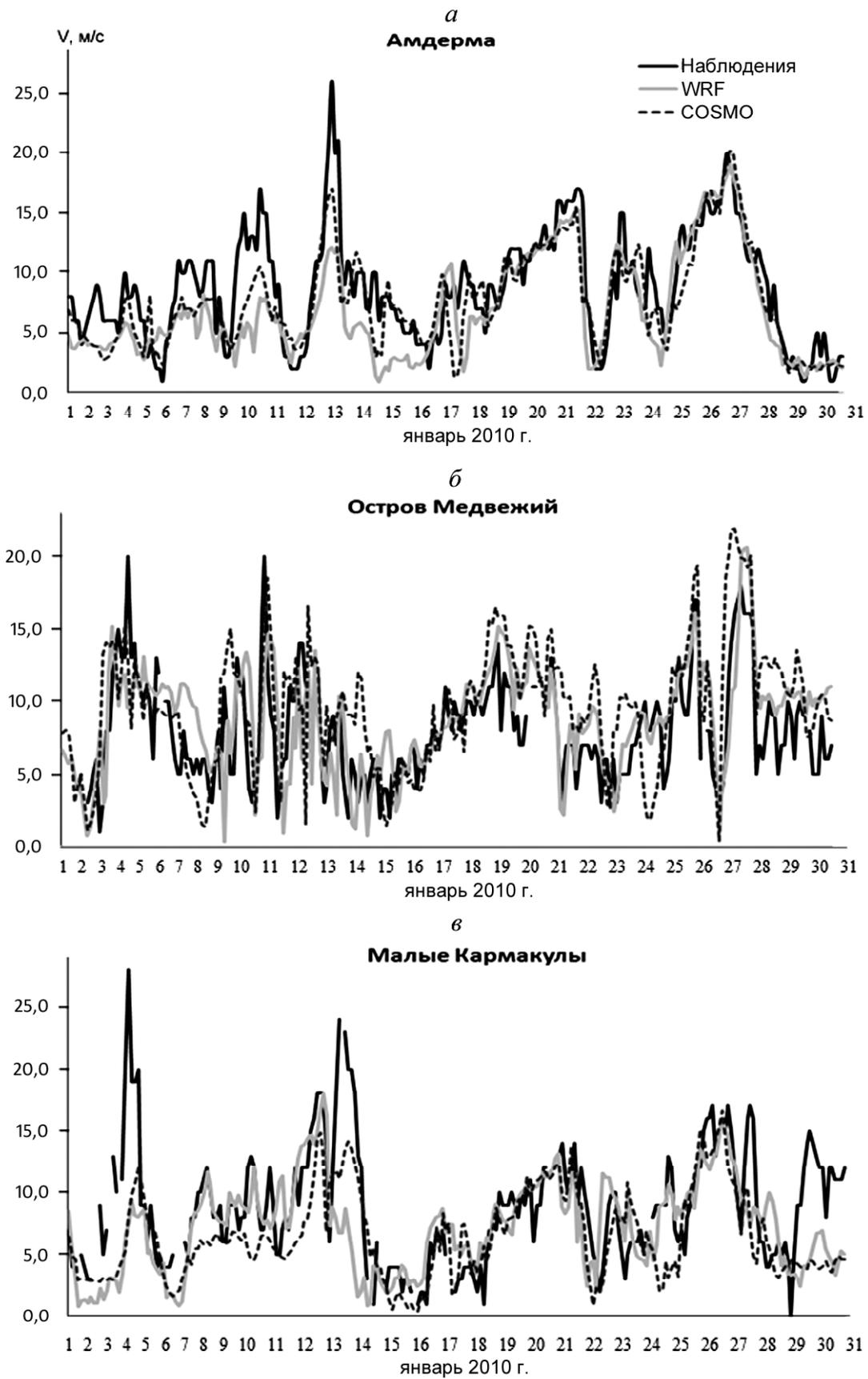


Рис. 2. Динамика скорости ветра по данным наблюдений и численного моделирования в январе 2010 г. на станциях: а – Амдерма, б – о. Медвежий, в – Малые Кармакулы
 Fig. 2. Dynamics of wind speed according to January 2010 observations and numerical modeling at the stations of: a – Amderma, b – the Medvezhy Island, c – Small Karmakuly

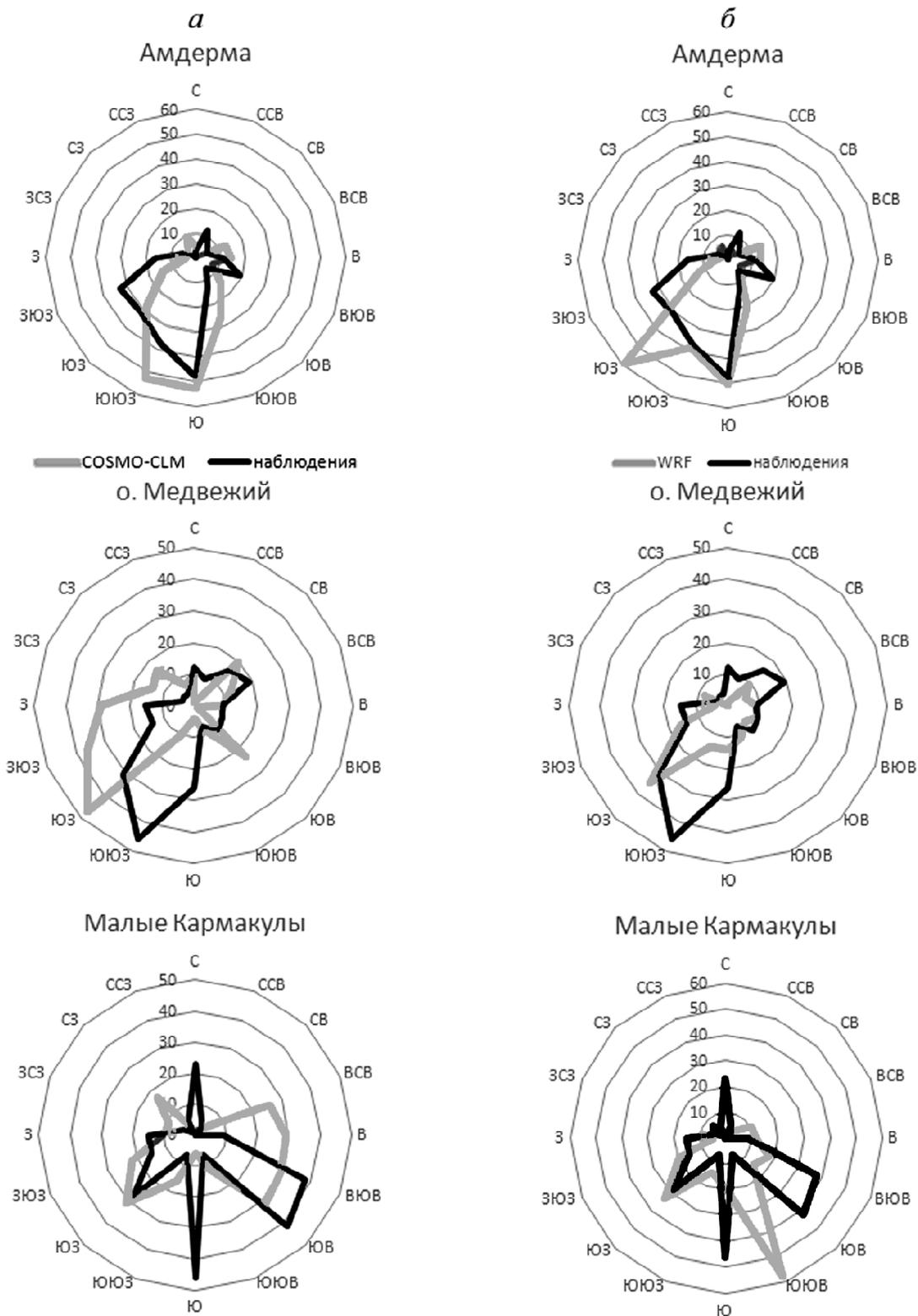


Рис. 3. Повторяемость ветров различных направлений по данным наблюдений и результатам расчетов по моделям COSMO-CLM (а) и WRF (б)

Fig. 3. Frequency of winds of particular directions by the observation data and the computation results using COSMO-CLM (a) and WRF (b) models

Эти же рассуждения в целом относятся и к анализу результатов моделирования направления ветра (рис. 3). Ошибки моделирования направления ветра в первую очередь связаны с фактором местных ветров, а также с особенностями расположения метеостан-

ций. Отметим также, что направление ветра еще чувствительнее к особенностям местоположения станции и закрытости метеоплощадки, чем скорость [Наставление..., 1985], поэтому воспроизведение направления с точностью до $22,5^\circ$ следует считать успешным.

В то же время возникает неопределенность оценки направления ветра, что связано с вышеозначенной проблемой, которая может сказаться на качестве воспроизведения волнения. Так, в [Торопов и др., 2013; Тогоров et al., 2012] показано, что ошибка моделирования направления ветра на 10° в прибрежной зоне может привести к статистически значимым погрешностям расчета волнения.

В табл. 1 приведены результаты простейших статистических оценок численного моделирования скорости ветра в выбранных 6 точках, обеспеченных натурными данными. Сравнение проводилось в моменты сроков наблюдений, то есть 8 раз в сутки. Таким образом, длина выборки результатов моделирования на каждой станции составила 248 значений, что позволяет сделать более или менее обоснованные статистические оценки.

Кроме того, учитывая, что сравнение данных метеостанции проводилось с данными в ближайшем модельном узле расчетной сетки, дополнительным источником неточностей может быть расстояние между этими точками, достигающее в отдельных случаях нескольких километров что в условиях изрезанной береговой линии и пересеченного рельефа может представлять собой значимый фактор ошибки.

В первую очередь отметим, что на уровне средних величин, как по времени, так и по всем 6 станциям, обе модели воспроизводят поле скорости ветра удовлетворительно. Так, средняя ошибка составляет в основном 1–2 м/с (по модулю), в то время как согласно официальной методике оценок точности прогноза ветра ошибка не должна превышать ±4,5 м/с

Таблица 1

Основные статистические характеристики ошибок прогноза скорости ветра

Станция	Мода (округленная), м/с		Медиана, м/с	
	WRF	COSMO-CLM	WRF	COSMO-CLM
Амдерма	-2	1	-1,6	-0,6
Баренцбург	2	0	1,1	0,7
о. Медвежий	1	2	0,9	1,9
Малые Кармакулы	-1	-2	-0,8	-1,6
Колгуев Северный	1	1	1,4	1,0
Териберка	-1	-1	-1,2	-1,7

[Наставление..., 2009]. Максимальные ошибки велики – 15–20 м/с, однако, как правило, они связаны с местными ветрами.

Величины средних и экстремальных ошибок у обеих моделей получились близкими, как и величины среднеквадратического отклонения (СКО). Анализируя эмпирические функции распределения ошибок, параметры которых приведены в табл. 2, отметим преобладание нормального и логнормального распределения, т.е. распределение ошибок закономерно, что в принципе позволяет восстанавливать вероятностное распределение экстремальных значений скорости ветра. Анализ значений коэффициента корреляции показывает, что модель COSMO-CLM несколько лучше воспроизводит временную динамику скорости ветра. Особенно ярко это проявляется в точке Малые Кармакулы, в которой при сравнении наблюдений и результатов по модели WRF коэффициент корреляции оказывается незначим. Однако при осреднении наблюдений со всех станций эта разница нивелируется – по результатам обеих

Таблица 2

Характеристики эмпирических функций распределения ошибок прогноза скорости ветра

Станция	Средняя ошибка, м/с		Максимальная ошибка, м/с		Минимальная ошибка, м/с		Среднее квадратическое отклонение, м/с		Коэффициент корреляции	
	WRF	COSMO-CLM	WRF	COSMO-CLM	WRF	COSMO-CLM	WRF	COSMO-CLM	WRF	COSMO-CLM
Амдерма	-1,9	-1,1	4,4	4,9	-13,9	-9,9	2,9	2,6	0,78	0,82
Баренцбург	1,4	0,9	14,0	12,1	-7,7	-8,9	3,6	3,4	0,51	0,57
о. Медвежий	1,2	1,6	13,7	12,5	-10,7	-16,5	3,5	3,7	0,65	0,60
Малые Кармакулы	-1,0	-2	12,8	7,6	-20,3	-19,8	4,6	4,2	0,50	0,62
Колгуев Северный	1,7	0,8	15,1	7,0	-8,9	-6,7	4,9	2,3	0,79	0,86
Териберка	-1,3	-2,1	6,5	7,5	-11,5	-13,4	3,4	3,5	0,75	0,72
Среднее по всем станциям	0,0	-0,3	11,1	8,6	-12,2	-12,5	3,8	3,3	0,70	0,70

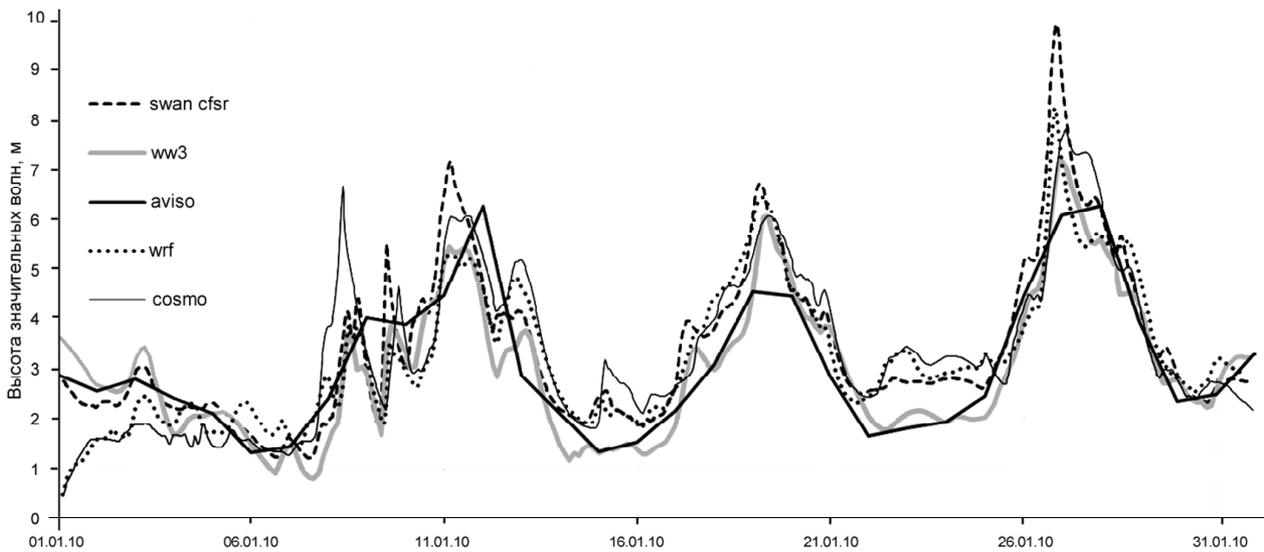


Рис. 4. Результаты моделирования высоты значительных волн в точке 74 с.ш., 34 в.д. с использованием ветра из реанализа CFSR (swan_cfsr), модели WRF (wrf), модели COSMO-CLM (cosmo) и по данным спутниковой альтиметрии (aviso)

Fig. 4. The results of simulation of the heights of significant waves at 74 N, 34 E using the wind data of the CFSR reanalysis (swan_cfsr), WRF model (wrf), COSMO-CLM model (cosmo) and the satellite altimetry (aviso)

моделей коэффициент корреляции между двумя рядами значений скорости ветра (станционному и модельному) составляет 0,7. Таким образом, для прогноза характеристик ветра обе модели можно использовать достаточно успешно, хотя при разрешении $0,15^\circ$ существенное отличие от результатов глобальной модели не отмечено (ранее показано, что средние величины ошибок воспроизведения скорости ветра в реанализе CFSR составляют 2–3 м/с).

Оценка результатов численного моделирования ветрового волнения. Поля ветра на высоте 10 м, полученные в экспериментах с мезомасштабными моделями, использованы для моделирования параметров ветрового волнения. На рис. 4 приведены результаты моделирования для одной из точек в Баренцевом море. Из-за отсутствия контактных измерений волнения для оценки качества моделирования использованы спутниковые данные AVISO и результаты уже признанной и проверенной реализации NOAA с моделью WaveWatch 3. В целом высота значительных волн, рассчитанная с применением различного форсинга, воспроизводится верно и похожа на спутниковые данные, однако нельзя не учитывать, что данные AVISO являются результатом осреднения и, скорее всего, не отражают реально наблюдаемые высоты волн на пиках. Высота волн при использовании реанализа NCEP-CFSR практически на всех экстремумах получилась больше, чем с использованием WRF и COSMO-CLM. Результаты с использованием форсингов COSMO-CLM и WRF близки к результатам реанализа NOAA, однако высота волн в большинстве случаев больше, чем у NOAA. Это может быть обусловлено использованием у NOAA более грубого форсинга. Для более обоснованного анализа ошибок модели волне-

ния необходимы ряды инструментальных измерений волнения.

Выводы:

– атмосферные модели (COSMO-CLM и WRF-ARW) в целом адекватно воспроизводят ветровой режим. Синоптическая изменчивость скорости ветра восстанавливается хорошо, в отличие от местных особенностей поля ветра. О том, что общая изменчивость воспроизводится неплохо, свидетельствуют значимые величины коэффициента корреляции (в среднем 0,7). На уровне средних значений по всей выборке и по пространству ошибки стремятся к нулю. Распределение ошибок близко к нормальному, хотя выборка недостаточно велика для того, чтобы судить об этом уверенно;

– использование форсингов COSMO-CLM и WRF при моделировании волнения дает результат, близкий к NOAA и CFSR, однако высота волн в большинстве случаев больше, чем у NOAA. Отметим, что в рамках работы ставилась задача отработать технологию воспроизведения ветрового волнения с использованием ветрового форсинга региональных атмосферных моделей, что и было успешно осуществлено;

– на основе полученной технологии моделирования волнения авторы в перспективе планируют применять различные способы улучшения результатов моделирования экстремальных ветров и волнения в Баренцевом море. К ним, в частности, относятся тонкая настройка и адаптация физических параметризаций подсеточных процессов в модели к Арктическому бассейну, например, использование полярной версии WRF-ARW, применение метода вложенных сеток с увеличением разрешения модели до нескольких километров для более детального описания мезомасштабных циркуляций и т.д.

Благодарности. Расчеты параметров ветра и волнения выполнены С.А. Мысленковым и В.С. Платоновым за счет гранта РФФ (проект №14-37-00038). Расчеты метеорологических параметров по модели WRF выполнены П.А. Тороповым за счет гранта РФФИ (проект № 14-05-91769).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Блинов Д.В., Перов В.Л., Песков Б.Е., Ривин Г.С. Экстремальная бора 7–8 февраля 2012 г. в районе г. Новороссийск и ее прогноз по модели COSMO-Ru // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 4. С. 36–43.
- Воеводин В.В., Жуматий С.А., Соболев С.И. и др. Практика суперкомпьютера «Ломоносов» // 2012. № 7. С. 36–39. М.: Изд. дом «Открытые системы», 2012.
- Дианский Н.А., Фомин В.В., Кабатченко И.М. и др. Воспроизведение циркуляции Карского и Печорского морей с помощью системы оперативного диагноза и прогноза морской динамики // Арктика: экология и экономика. 2014. № 1 (13). С. 57–73.
- Дымов В.И., Пасечник Т.А., Лавренов И.В. и др. Сопоставление результатов расчетов по современным моделям ветрового волнения с данными натурных измерений // Метеорология и гидрология. 2004. № 7. С. 87–94.
- Ефимов В.В., Белокопытов В.Н., Комаровская О.И. Численное моделирование ветрового волнения в северо-западной части Черного моря // Морской гидрофизический журн. 2000. № 6. С. 36–43.
- Зеленько А.А., Струков Б.С., Реснянский Ю.Д., Мартынов С.Л. Система прогнозирования ветрового волнения в Мировом океане и морях России // Тр. Гос. океанографического института. 2014. Т. 215. С. 90–101.
- Макитас А.П., Рубинштейн К.Г., Бычкова В.И. Предварительная оценка качества воспроизведения метеорологических параметров в Арктическом районе полярной версией модели WRF // Тр. ГУ Гидрометцентра РФ. 2009. Вып. 344.
- Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. 1. Метеорологические наблюдения на станциях. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 300 с.
- Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. Росгидромет, РД 52.27.724-2009. Обнинск: «ИГ-СОЦИН», 2009. 62 с.
- Режим, диагноз и прогноз ветрового волнения в океанах и морях: Науч.-метод. пособие / Под ред. Е.С. Нестерова. М.: Исслед. группа «Социальные науки», 2013. 295 с.
- Справочные данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей. СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2003. 213 с.
- Торопов П.А. Оценка качества воспроизведения моделями общей циркуляции атмосферы климата Восточно-Европейской равнины // Метеорология и гидрология. 2005. № 5. С. 5–21.
- Торопов П.А., Мысленков С.А., Самсонов Т.Е. Численное моделирование Новороссийской боры и связанного с ней опасного ветрового волнения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 2. С. 38–46.
- Торопов П.А., Шестакова А.А. Оценка качества моделирования новороссийской боры с помощью WRF-ARW // Метеорология и гидрология. 2014. № 7. С. 38–51.
- Arctic Syntool. URL: <http://arctic.solab.rshu.ru> (дата обращения: 11.04.2015).
- Aviso Satellite data. URL: <http://www.avisio.oceanobs.com> (дата обращения: 13.04.2015).
- Boehm U., Kuecken M., Ahrens W. et al. CLM – The Climate Version of LM: Brief Description and Long-Term Applications // COSMO Newsletters. 2006. N 6. P. 225–235.
- Chen F., von Storch H. Trends and variability of North Pacific Polar Lows // Advances in Meteorology. 2013. Article ID 170387. 11 p.
- CISL Research Data Archive. URL: <http://rda.ucar.edu> (дата обращения: 11.04.2015).
- CLM-Community homepage. URL: <http://www.clm-community.eu> (дата обращения: 11.05.2015).
- COSMO model description page. URL: <http://www.cosmo-model.org/content/model/documentation/core/default.htm> (дата обращения: 11.05.2015).
- Dosio A., Panitz H.-J., Schubert-Frisius M., Lüthi D. Dynamical downscaling of CMIP5 global circulation models over CORDEX-Africa with COSMO-CLM: evaluation over the present climate and analysis of the added value // Clim. Dyn. 2015. Vol. 44, Iss. 9–10. P. 2637–2661.
- Dykes J.D., Wang D.W., Book J.W. An evaluation of high-resolution operational wave forecasting system in the Adriatic Sea // J. Marine Systems. 2009. Vol. 78. P. 255–271.
- Giorgi F., Jones C., Asrar Gh.R. Addressing climate information needs at the regional level: the CORDEX framework // WMO Bull. 2009. Vol. 58 (3). P. 175–183.
- Gusdal Y., Carrasco A., Furevik B.R., Sætra R. Validation of the operational wave model WAM and SWAN // Oceanography. 2009. Rep. N 18. 28 p.
- Haas R., Pinto J.G. A combined statistical and dynamical approach for downscaling large-scale footprints of European windstorms // Geoph. Res. Lett. Vol. 39. L23804.
- Janssen P., Abdalla S., Hersbach H., Bidlot J.-R. Error estimation of buoy, satellite, and model wave height data // J. Atmosphere and Oceanic Technology. 2006. Vol. 24, iss. 9. P. 1665–1677.
- Lindsay R., Wenshanan M., Schweiger A., Zhang J. Evaluation of seven different atmospheric reanalysis products in the Arctic // J. Climate. 2014. Vol. 27. P. 2588–2606.
- NOAA Wave Watch 3. URL: <http://polar.ncep.noaa.gov/waves> (дата обращения: 11.05.2015).
- Reistad M., Breivik O., Haakenstad H. et al. A high-resolution hindcast of wind and waves for the North Sea, the Norwegian Sea and the Barents Sea // J. Geophys. Res. 2011. Vol. 116. C05019.
- Saha S., Moorthi S., Wu X. et al. The NCEP Climate Forecast System version 2 // J. Climate. 2014. Vol. 27(6). P. 2185–2208.
- Schoch G.C., Chao Y., Colas F. et al. An ocean observing and prediction experiment in Prince William Sound, Alaska // Bull. of the Amer. Meteorol. Soc. 2011. Vol. 92, iss. 8. P. 997–1007.
- SWAN Technical Documentation, SWAN Cycle III ver. 40.51A. Vol. 98. Netherlands, Delft, University of Technology, 2007.
- Toropov P.A., Myslenkov S.A., Shestakova A.A. Numerical simulation of Novorossiysk bora and related wind waves using the WRF-ARW and SWAN models // Russ. J. Earth Sci. 2012. Vol. 12. ES6001. doi: 10.2205/2012ES000524.
- Van Pham T., Brauch J., Dieterich C. et al. New coupled atmosphere-ocean-ice system COSMO-CLM/NEMO: assessing air temperature sensitivity over the North and Baltic Seas // Oceanologia. 2014. Vol. 56 (2). P. 167–189. doi: 10.5697/oc.56-2.167.
- Varentsov M., Verezemskaya P., Baranyuk A. et al. Investigation of polar mesocyclones in Arctic Ocean using COSMO-CLM and WRF numerical models and remote sensing data // Geophysic. Res. Abstr. 2015. Vol. 17. EGU2015-7631.
- WRF model homepage. URL: <http://www.wrf-model.org/index.php> (дата обращения: 11.05.2015).

Поступила в редакцию 18.06.2015
Принята к публикации 28.10.2015

S.A. Myslenkov¹, V.S. Platonov²,
P.A. Toropov³, A.A. Shestakova⁴

SIMULATION OF STORM WAVES IN THE BARENTS SEA

The implementation of spectral wave model SWAN for the Barents Sea, including the Northern part of the Atlantic Ocean was presented. Computations were performed by using special unstructured mesh, which has spatial resolution in the Atlantic Ocean is 1°, in the Barents – 0,5°. The wind forcing data from reanalysis NCER-CFSR and from mesoscale models WRF-ARW and COSMO-CLM used.

The simulation results quality was provided by comparing modeled significant wave with satellite data. Numerical calculations are performed for January 2010, because in this time there was a series of storms. For compare we also used the results of AARI-PD2 wave model which implemented in the AARI. It is shown that both models are generally adequately reproduce the wind regime at points of stations.

Synoptic variability of wind speed simulated well, but local features simulated much worse. The values of correlation coefficient (average 0.7) is significant and evidence that the overall variability simulated well, but they do not assure good quality of modeling wind waves. Wind wave modeling results revealed that in the current configuration, forcing COSMO-CLM and WRF produces a results close to the NOAA and NCEP-CFSR.

Key words: wind waves, SWAN, non-regular grid, WRF, COSMO, CFSR, the Barents Sea.

Acknowledgements. Parameters of wind and waves were calculated by S.A.Myslenkov under financial support of the Russian Science Foundation (project No 14-37-00038). Meteorological parameters according to the WRF model were calculated by P.A.Toropov under financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project No 14-05-91769).

REFERENCES

- Arctic Syntool. URL: <http://arctic.solab.rshu.ru> (Accessed: 11.04.2015) (in Russian).
- Aviso Satellite data. URL: <http://www.avisooceanobs.com> (Accessed: 13.04.2015).
- Blinov D.V., Perov V.L., Peskov B.E., Rivin G.S. Jekstremal'naja bora 7–8 fevralja 2012 g. v rajone g. Novorossijsk i ee prognoz po modeli COSMO-Ru [Extreme bora of February 7–8, 2012, in the Area of Novorossiysk and its forecast with the COSMO-Ru model], Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5. Geografija, 2013, no 4. pp. 36–43 (in Russian).
- Boehm U., Kuecken M., Ahrens W. et al. CLM – The Climate Version of LM: Brief Description and Long-Term Applications // COSMO Newsletters. 2006, no 6, pp. 225–235.
- Chen F., von Storch H. Trends and variability of North Pacific Polar Lows // Advances in Meteorology. 2013. Article ID 170387. 11 p.
- CISL Research Data Archive. URL: <http://rda.ucar.edu> (Accessed: 11.04.2015).
- CLM-Community homepage. URL: <http://www.clm-community.eu> (Accessed: 11.05.2015).
- COSMO model description page. URL: <http://www.cosmo-model.org/content/model/documentation/core/default.htm> (Accessed: 11.05.2015).
- Dianskij N.A., Fomin V.V., Kabatchenko I.M. i dr. Vosproizvedenie cirkuljacii Karskogo i Pechorskogo morej s pomoshh'ju sistemy operativnogo diagnoza i prognoza morskoi dinamiki [Simulation of circulation of the Kara and Pechora Seas through the system of express diagnosis and prognosis of marine dynamics], Arktika: jekologija i jekonomika, 2014, no 1 (13), pp. 57–73 (in Russian).
- Dosio A., Panitz H.-J., Schubert-Frisius M., Lüthi. D. Dynamical downscaling of CMIP5 global circulation models over CORDEX-Africa with COSMO-CLM: evaluation over the present climate and analysis of the added value // Clim. Dyn. 2015, Vol. 44, Iss. 9–10. P 2637–2661.
- Dykes J.D., Wang D.W., Book J.W. An evaluation of high-resolution operational wave forecasting system in the Adriatic Sea // J. Marine Systems, 2009, Vol. 78, pp. 255–271.
- Dymov V.I., Pasechnik T.A., Lavrenov I.V. i dr. Sopotavljenie rezul'tatov raschetov po sovremennym modeljam vetrovogo volnenija s dannymi naturnyh izmerenij [Comparison of modern wind-wave model results with field measurements], Meteorologija i gidrologija, 2004, no 7, pp. 87–94 (in Russian).
- Efimov V.V., Belokopytov V.N., Komarovskaja O.I. Chislennoe modelirovanie vetrovogo volnenija v severo-zapadnoj chasti Chernogo morja [Numerical modeling of wind waves in the northwestern part of the Black Sea], Morskoi gidrofizicheskij zhurn, 2000, no 6, pp. 36–43 (in Russian).
- Giorgi F., Jones C., Asrar Gh.R. Addressing climate information needs at the regional level: the CORDEX framework // WMO Bull. 2009, Vol. 58 (3), pp. 175–183.
- Gusdal Y., Carrasco A., Furevik B.R., Sétra Ř. Validation of the operational wave model WAM and SWAN // Oceanography. 2009. Rep. N 18. 28 p.
- Haas R., Pinto J.G. A combined statistical and dynamical approach for downscaling large-scale footprints of European windstorms // J. Geoph. Res. Lett. Vol. 39. L23804.
- Janssen P., Abdalla S., Hersbsch H., Bidlot J-R. Error estimation of buoy, satellite, and model wave height data // J. Atmosphere and Oceanic Technology, 2006. Vol. 24, iss. 9. P. 1665–1677.
- Lindsay R., Wensnahan M., Schweiger A., Zhang J. Evaluation of seven different atmospheric reanalysis products in the Arctic // J. Climate. 2014. Vol. 27. P. 2588–2606.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Oceanology, Senior Research Scientist; e-mail: stasocean@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Research Scientist, Ph.D. in Geography; e-mail: vplatonov86@gmail.com

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: tormet@inbox.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Post-Graduate Student; e-mail: anna@sarez-lake.ru

- Makshtas A.P., Rubinshtejn K.G., Bychkova V.I.* Predvaritel'naja ocenka kachestva vosproizvedenija meteorologicheskikh parametrov v Arkticheskom rajone poljarnoj versiej modeli WRF [Preliminary assessment of the quality of reproduction of meteorological parameters in the Arctic region by polar version of WRF model], Tr. GU Gidrometcentra RF, 2009, Vyp. 344 (in Russian).
- Nastavlenie gidrometeorologicheskim stancijam i postam. Vyp. 3, ch. 1. Meteorologicheskie nabljudenija na stancijah. [Manual on the hydrometeorological stations and posts], Leningrad, Gidrometeoizdat, 1985, 300 p. (in Russian).
- Nastavlenie po kratkosrochnym prognozam pogody obshhego naznachenija [Manual on short-term weather forecasts]. Rosgidromet, RD 52.27.724-2009, Obninsk, «IG-SOCIN», 2009, 62 p. (in Russian).
- NOAA Wave Watch 3. URL: <http://polar.ncep.noaa.gov/waves> (Accessed: 11.05.2015).
- Reistad M., Breivik O., Haakenstad H.* et al. A high-resolution hindcast of wind and waves for the North Sea, the Norwegian Sea and the Barents Sea // *J. Geophys. Res.* 2011. Vol. 116. C05019.
- Rezhim, diagnoz i prognoz vetrovogo volnenija v okeanah i morjah: Nauch.-metod. Posobie / Pod red. E.S. Nesterova [Climate, analysis and forecast of wind waves in the oceans and seas: scientific method. Allowance, Ed. E.S. Nesterov], Moscow, Issled. gruppa «Social'nye nauki», 2013, 295 p. (in Russian).
- Saha S., Moorthi S., Wu X.* et al. The NCEP Climate Forecast System version 2 // *J. Climate.* 2014. Vol. 27(6). P. 2185–2208.
- Schoch G.C., Chao Y., Colas F.* et al. An ocean observing and prediction experiment in Prince William Sound, Alaska // *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 2011. Vol. 92, Iss. 8. P. 997–1007.
- Spravochnye dannye po rezhimu vetra i volnenija Barenceva, Ohotskogo i Kaspijskogo morej [Reference data of wind and waves climate of the Barents, Okhotsk Sea and Caspian Sea], SPb.: Rossijskij morskij registr sudohodstva, 2003, 213 p. (in Russian).
- SWAN Technical Documentation, SWAN Cycle III ver. 40.51A // Netherlands, Delft, University of Technology, 2007. Vol. 98.
- Toropov P.A.* Ocenka kachestva vosproizvedenija modeljami obshhej cirkuljacii atmosfery klimata Vostochno-Evropskoj ravniny [Estimation of quality of simulation by atmospheric general circulation models of climate in the East European plain], *Meteorologija i gidrologija*, 2005, no 5, pp. 5–21 (in Russian).
- Toropov P.A., Myslenkov S.A., Samsonov T.E.* Chislennoe modelirovanie Novorossijskoj bory i svjazannogo s nej opasnogo vetrovogo volnenija [Numerical modeling of bora in Novorossiysk and associated wind waves], *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5, Geografija*, 2013, no 2, pp. 38–46 (in Russian).
- Toropov P.A., Myslenkov S.A., Shestakova A.A.* Numerical simulation of Novorossiysk bora and related wind waves using the WRF-ARW and SWAN models, *Russ. J. Earth Sci.* 2012, Vol. 12. ES6001. doi: 10.2205/2012ES000524.
- Toropov P.A., Shestakova A.A.* Ocenka kachestva modelirovanija novorossijskoj bory s pomoshh'ju WRF-ARW [Quality assessment of Novorossiysk bora simulation by the WRF-ARW model], *Meteorologija i gidrologija*, 2014, no 7, pp. 38–51 (in Russian).
- Van Pham T., Brauch J., Dieterich C.* et al. New coupled atmosphere-ocean-ice system COSMO-CLM/NEMO: assessing air temperature sensitivity over the North and Baltic Seas // *Oceanologia.* 2014. Vol. 56 (2). P. 167–189. doi: 10.5697/oc.56-2.167.
- Varentsov M., Verezemskaya P., Baranyuk A.* et al. Investigation of polar mesocyclones in Arctic Ocean using COSMO-CLM and WRF numerical models and remote sensing data // *Geophysic. Res. Abstr.* 2015. Vol. 17. EGU2015-7631.
- Voevodin V.I., Zhumatij S.A., Sobolev S.I.* et al. Praktika superkomp'jutera «Lomonosov» [Practice of «Lomonosov» Supercomputer], 2012, no 7, pp. 36–39. M.: Izd. dom «Otkrytye sistemy», 2012 (in Russian).
- WRF model homepage. URL: <http://www.wrf-model.org/index.php> (Accessed: 11.05.2015).
- Zelen'ko A.A., Strukov B.S., Resnjanskij Ju.D., Martynov S.L.* Sistema prognozirovanija vetrovogo volnenija v Mirovom okeane i morjah Rossii [The forecast system of wind waves in the oceans and seas of Russia], Tr. gos. okeanograficheskogo instituta, 2014, Vol. 215, pp. 90–101 (in Russian).

Received 18.06.2015

Accepted 28.10.2015

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 911.3:301(470)

В.Л. Бабурин¹, К.Г. Цаплина²**ФАКТОРЫ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ ЭКСТЕНСИВНОЕ РАЗВИТИЕ МОСКВЫ И ЕЕ СПУТНИКОВ**

Рассмотрены новейшие изменения планировочной конфигурации городов Подмосковья как отражение трансформаций территориального развития. Выполнены измерения этих изменений по методу измерения форм В. Бунге. Предложена типология направлений планировочных изменений городов, образующих первый пояс городов-спутников Московской агломерации. Выделено 3 типа изменений конфигураций застройки: упрощение, стагнация и усложнение конфигурации. Каждый из этих типов может быть характерен для городов с активно наращиваемым объемом жилой застройки в составе ближнего пригородного пояса Подмосковья. Сопоставление с удаленностью от Москвы показывает, что в целом ближний пояс характеризуется динамичными изменениями территориальной структуры. В городах среднего пояса (20–50 км от МКАД) происходит либо усложнение конфигурации, либо стагнация.

В отличие от самостоятельной структуры Москвы, четкость границ которой поддерживается также статусом самостоятельного субъекта федерации, города-спутники Московской области в большей степени подвержены изменению конфигураций территорий.

Выявлены барьеры для экстенсивного роста селитебной застройки ближних пригородов столицы.

Ключевые слова: количественное измерение форм, типы конфигураций, барьеры территориального развития.

Введение. Современной доминантой в развитии Московской агломерации и ее пригородного пояса вновь становится экстенсивная стратегия территориального развития как в градостроительной, так в социально-экономической сферах. В короткий период экономического подъема 2000–2008 гг. агломерация развивалась в стабильных границах своего ядра – Москвы, в которой происходили реформирование и смена функционального назначения ряда зон, схожие с таковыми в европейских городах. Экономический рост и повышение уровня внешней миграции в городах Московской области также способствовали продолжению советских градостроительных традиций преимущественно экстенсивного развития городов региона. Тем не менее присоединение новых территорий к городу или городскому округу признается заслугой проектировщиков и органов управления при генеральном планировании, а комплексное освоение новых территорий – приоритетной задачей при реализации генеральных планов.

В исследованиях Б.Б. Родомана, посвященных поляризованному ландшафту, в Московском регионе территориальное развитие идет путем заполнения пустот – на это развитие накладывается «функциональная асимметрия» [Родоман, 2002]. Это означает, что на симметричное зонально-секторное распределение объектов и функций вокруг столицы в свою очередь наслаивается изначальная неодно-

родность природных условий, ландшафтная дифференциация территории. Москва расположена на стыке трех природных областей, что накладывает ограничения на природоохранный режим [Махрова и др., 2008]. В процессе развития застройки города чередуется овальная и розеточная конфигурация его границ. После присоединения в 1960 г. городов Перово, Люблино, Тушино, Бабушкин, входивших в состав лесопаркового защитного пояса (ЛПЗП) столицы, границы Москвы вновь стали овальными. С начала 1980 гг. в процессе формирования новейших районов, расположенных за пределами МКАД (основного «водораздела» территории столицы и Подмосковья в то время), границы города снова стали приобретать розеточную форму. С 1984 по 1990 г. в состав Москвы были включены новые территории ЛПЗП: Солнцево, Бутово, Митино и др. Это в свою очередь привело к утрате природоохранной функции ЛПЗП, а решение жилищной проблемы производится за счет наращивания территории.

Естественным продолжением подобного территориального роста становится заполнение пустот в застройке районов Москвы, что наблюдается сегодня и сопровождается активным ростом территорий ближайших к Москве городов-спутников. С 2000-х гг. активность строительства в Московской области нарастает высоким темпом. Уже в 2011 г. этот показатель составил 4,5-кратную разницу по общему

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

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, аспирантка; e-mail: tsaplina-ks@yandex.ru

объему возводимых зданий и 7-кратную по душевым показателям вводимого жилья (2011) по сравнению со столицей. Можно предположить, что в городах, наиболее интенсивно вовлеченных в инвестиционно-строительный процесс, также могут происходить волновые процессы изменения границ, а как следствие изменяются связи между районами и качество городской среды.

Исследования дифференциации территориальных различий, оптимумов организации качественной городской среды получили определенное развитие в рамках средового и микрогеографического подхода в экономической географии, прежде всего применительно к Москве [Барбаш, 1986]. Трендам развития столичной агломерации, системе городов Московской области и перспективам ее развития наибольшее внимание уделено в исследованиях отечественных экономико-географов в рамках системного подхода [Махрова, 2003; Махрова и др., 2008; Медведков, 1980]. Тем не менее исследований отечественных экономико-географов по изучению внутригородской структуры, тенденций развития планировок городов, составляющих Московскую агломерацию (кроме самой столицы), немного. В зарубежной литературе значительное число работ посвящено трансформациям городского пространства, изменениям морфологии территориальной структуры [Conzen, 1969]. Предопределенность потенциала развития территории ее планировочной структурой – актуальный вопрос и для некоторых российских исследователей [Кириллов, 2002]. Конфигурация пространства может иметь значение и при комплексном анализе качества городской среды. Российскими авторами разработаны методы оценки объективных показателей: доступность центральных районов города, наличие объектов негативного или положительного соседства, обеспеченность необходимой социальной инфраструктурой [Барбаш, 1986]. К причинам изменения конфигурации территории в современный период, способствующим появлению и развитию планировочных разрывов территорий городов, относится активное расширение селитебной застройки в радиусе от 25 до 50 км от МКАД.

Материалы и методы исследований. В книге В. Бунге «Теоретическая география» (1967) предложена методика измерения любой конфигурации путем вычисления набора сумм расстояний, которые характеризуют уникальную фигуру, так называемую меру формы. Этот метод использован авторами для измерения конфигураций городов ближайшего Подмосковья. В. Бунге базирует свои утверждения на двух теоремах. Первая гласит: «любой простой контур можно совместить с равноугольным многоугольником с произвольным числом сторон, длина которых может изменяться». Эта теорема позволяет совместить конфигурацию застройки любого города с многоугольником с разным числом сторон и конечным числом вершин. Вторая теорема утверждает, что если суммировать все вершины сначала через одну, затем через две и так

далее, пока не будут перебраны все различающиеся суммы, и если затем суммировать таким же образом квадраты этих же расстояний до тех пор, пока не будут перебраны все различающиеся между собой суммы квадратов, то каждой форме (контур) будет соответствовать одна и только одна система сумм, получаемая описанным образом.

Отметим, что вычисления по данному методу зависят *только от сложности и извилистости* конфигурации измеряемого объекта. Использование метода без учета размеров исходного объекта обеспечивается расчетом нормированных показателей (В. Бунге за единицу измерения принял длину одной из сторон многоугольника). Авторы в качестве базовой единицы измерения использовали минимальное расстояние между вершинами для каждого города в отдельности (или части города в виде замкнутого контура). Все последующие измеряемые расстояния между вершинами нормированы относительно минимального.

Измеряя формы, авторы получили 3 пары чисел, характеризующих конфигурацию территории на конкретную дату. Конечное численное значение характеристики конфигурации вычисляется с использованием следующих измерений: сумма расстояний всех вершин, взятых через одну вершину; сумма расстояний всех вершин, взятых через две; сумма расстояний всех вершин, взятых через три; сумма квадратов расстояний всех вершин фигуры, взятых через одну; сумма квадратов расстояний всех вершин, взятых через две; сумма квадратов расстояний всех вершин, взятых через три. Индикатором качества измерений для каждой фигуры выступает число получаемых значений для каждого типа измерений: оно должно равняться числу вершин (кроме восьмиугольника и шестиугольника, для этих фигур число расстояний каждой итерации равно 4 и 6 соответственно). Однако при измерении городских образований простейшие фигуры не встречались.

Расчеты выполнены для конфигураций территорий, занятых жилой застройкой на 1982 г. (на основе топографической карты Московской области, изданной в 1987 г. по данным съемки 1982 г.) и 2013 г. (на основе спутниковых снимков, размещаемых в открытом доступе на интернет-сайтах Яндекс, Google и Wikimapia). Расстояния по вершинам формы жилой застройки измеряли с использованием программного обеспечения MapInfo (ГИС) для 1982 и 2013 г. в одной картографической основе, чтобы избежать неточности в измерениях за счет разницы масштабов и проекций топографической карты и современных спутниковых снимков. Дополнительные сложности при изучении количественных изменений территориального расширения возникают при определении границ городских поселений, неоднократно подвергавшихся изменениям. После реформы административно деления (АТД) и принятого в 2010 г. закона Московской области «О внесении изменений в Закон Московской области “Об административно-территориальном устройстве Московской

области»», на территории региона выделены города областного подчинения (33 города), а также районного.

В связи с практически непрерывным процессом изменения АТД в состав выборки измерений конфигурации городов включались территории, числившиеся в 1987 г. в составе границ города, а также непосредственно примыкающие к ним жилые массивы³.

Измерения проводились на базе ключевых городов, расположенных в пределах автомобильной дороги А-107 (Московское малое бетонное кольцо), удаленной от МКАД в среднем на 50 км. Именно на эту территорию приходится более 80% объема жилья, введенного в 2006–2011 гг. на территории Московской области. В состав выборки для анализа вошли 38 населенных пунктов, расположенных в пределах указанной зоны и имеющих в 2013 г. статус города (5 городов в 1987 г. его не имели). Городами стали поселки Московский, Котельники, Голицыно и Старая Купавна (2004), а также Юбилейный⁴ (1992). Если учесть, что усложнение конфигурации города может происходить только в условиях увеличения числа вершин фигуры, построенной на основе конфигурации селитебной застройки города, а также расстояний между ними, то дельта суммы всех нормированных значений и квадрата суммы полученных измерений между конфигурациями в

2013 г. и в 1987 г. соответственно отображают эти изменения.

Результаты исследований и их обсуждение. На изменения конфигураций застроенных территорий в первую очередь влияет интенсивность жилищного строительства. При этом характер строительства может быть разным. Оно может нести заместительную функцию старого жилого фонда без существенных изменений конфигурации территории города, а также быть экстенсивным с активным застраиванием свободных земель, входивших в сельскохозяйственный, коммунальный земельный фонд, с последующим включением в состав селитебных территорий города. Жилищное строительство также влияет на людность городов, увеличение плотности населения (как в случае с заместительной застройкой при увеличении этажности зданий, так и при экстенсивной застройке свободных территорий). Одновременное увеличение людности и усложнение конфигурации города могут влиять на качество транспортных связей между районами города, доступность услуг и районов.

Данные, полученные по результатам расчетов, свидетельствуют, что не все города, лидирующие как по приросту людности в анализируемый период, так и по объему жилищного строительства, характеризуются усложнением их конфигурации. В пятерке городов, максимально увеличивших население с 1989 по 2010 г. три города (Балашиха, Юбилейный и Железнодорожный) характеризуются упрощением конфигурации городской застройки, а в Химках и Домодедове она, наоборот, усложнилась. Это может свидетельствовать о том, что характер изменений связан также с экономико-географическими особенностями расположения и окружения территории города, с вектором расширения территории и наличием естественных барьеров, которые ограничивают застройку при расширении.

Авторами проведен корреляционный анализ между изменением численности городов в 1989–2010 гг. по данным переписей населения, удаленностью от Москвы (км), общим объемом инвестиций в основной капитал, накопленным вводом жилья (2007–2013 гг., наиболее интенсивный период развития селитебной застройки ближнего Подмосковья). Проверена корреляция между конфигурационным изменением и возрастом города (с длительностью пребывания в статусе города). Значения коэф-



Рис. 1. Схема типов изменений конфигураций городов, масштаб не учтен. Сплошная линия – конфигурация границ застройки в 2013 г., пунктирная – конфигурация границ застройки в 1987 г.

Fig. 1. Types of changes of town configuration, with no account of the scale. Solid line – the 2013 boundaries of the built-up area, dashed line – the 1987 boundaries of the built-up area

³ Это позволяет избежать ошибочной фиксации роста территории за счет учета, например, в составе конфигурации г. Домодедово поселков Белые Столбы или Барыбино, не входивших в 1987 г. в состав города; пос. Опалиха – в составе г. Красногорск и др.

⁴ Кроме того, несмотря на соответствие выбранным параметрам, в результаты не включен г. Красноармейск, который отсутствовал на топографических картах в 1987 г. (в черте города расположено несколько крупных научно-производственных предприятий оборонного комплекса). При этом города Щербинка и Троицк, напротив, включены в рассмотрение, так как интеграционные процессы со столицей находятся пока на начальном этапе (в 2012 г. эти населенные пункты вошли в состав Новотроицкого административного округа Москвы). По аналогичным причинам в состав выборки включены также города Юбилейный (в составе Королева с 2014 г.) и Железнодорожный (в составе г.о. Балашиха с 2015 г.).

фициента корреляции варьируют в диапазоне от -0,05 до +0,18, что свидетельствует об отсутствии связей между указанными показателями развития территорий.

По итогам вычислений и измерений выделены 3 типа изменения конфигураций застройки: упрощение, стабильность и усложнение (рис. 1). Каждый тип может быть характерен для городов с активно наращиваемым размером жилой застройки в составе ближнего пригородного пояса Подмосковья начиная с 2008 г. Полученные значения показателей (табл. 1) свидетельствуют о направлении изменения конфигурации, к чему приводит интенсивное увеличение селитебной зоны. Сопоставление с удаленностью от Москвы показывает, что в целом ближний пояс характеризуется динамическими изменениями территориальной структуры, стагнация характерна только для г. Дзержинский. В городах среднего пояса (20–50 км от МКАД) происходит либо усложнение конфигурации, либо ее стагнация.

Типы изменения территориальной структуры. Упрощение конфигурации характерно для городов, активно наращивающих размер жилой застройки. Подобный тип изменений преобладает в группе крупнейших городов-спутников Москвы. Близость к столице, наличие собственного рынка труда позволили привлечь как мигрантов из других регионов России, так и жителей Москвы, приобретающих жилье, более дешевое, чем в столице, преимущественно с помощью ипотечных программ кредитования. В условиях высокой

инвестиционной привлекательности и наличия покупательского спроса изменение конфигурации территорий этих городов проходит также несколько волновых этапов.

В крупнейшем городе-спутнике Москвы Балашихе, изначально представлявшем конгломерат рабочих и военных городков (1987), существует несколько изолированных районов. В течение 15 лет (особенно в 2005–2010 гг.) за счет появления новых микрорайонов (в том числе по программам предоставления жилья военнослужащим) произошло заполнение свободных территорий и сокращение планировочных разрывов на территории города. Впоследствии интенсифицировались транспортные связи между старыми и новыми районами, увеличилась сеть маршрутов общественного транспорта. Введенный в 2013 г. в Балашихе запрет на новое строительство может способствовать продолжению развития уже существующих территорий, вследствие чего инфраструктурная обеспеченность «догонит» жилищную.

Другой пример – г. Железнодорожный, расположенный на востоке от Москвы (на расстоянии 5 км) с населением более 130 тыс. человек (перепись населения 2010 г.). Будучи изначально достаточно компактным, с правильной ортогональной (шахматной) структурой селитебной застройки, территория этого города начиная с 2010 г. увеличивается по типу «масляного пятна» и имеет эксцентричное развитие по отношению к старой центральной части, (за счет реновации промышленных предприятий). Обеспеченность новых районов

Таблица 1

Примеры полученных результатов измерений (разделенные на 100 для удобства отображения)

Тип изменений конфигурации	Города	1987 г.			2013 г.			Дельта, $\sum_{1-3} s_{2013}^2 - \sum_{1-3} s_{1987}^2$
		сумма квадратов нормированных расстояний			сумма квадратов нормированных расстояний			
		s_1^2	s_2^2	s_3^2	s_1^2	s_2^2	s_3^2	
Усложнение	Апрелевка	0,4	0,5	0,3	59,6	10,0	15,6	23,9
	Раменское	4,2	6,9	9,3	22,1	4,9	13,4	19,9
	Звенигород	2,0	3,4	4,4	24,2	5,5	12,1	14,9
	Домодедово	1,9	3,4	5,3	27,1	6,4	11,4	17,4
	Ивантеевка	3,5	5,8	8,5	5,3	9,7	14,6	13,5
Стабильность	Долгопрудный	0,6	1,0	1,4	0,6	1,1	1,4	0,1
	Дзержинский	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0
	Старая Купавна	1,0	1,4	2,0	1,0	1,4	2,0	0,0
	Электросталь	1,2	1,7	2,3	1,2	1,7	2,3	0,0
	Ногинск	3,4	5,6	8,2	3,4	5,6	8,2	0,0
Упрощение	Мытищи	2,8	4,5	6,1	0,9	1,6	2,4	-9,5
	Электроугли	3,0	5,1	7,6	1,1	2,1	3,2	-10,1
	Одинцово	3,5	5,9	8,3	1,5	2,5	3,6	-11,1
	Лыткарино	3,7	5,9	8,0	1,0	1,4	1,5	-15,4
	Люберцы	7,9	11,2	13,3	0,7	1,1	1,3	-31,7

объектами инфраструктуры ухудшается не только за счет запаздывания строительства социальных объектов (в среднем на 1,5–2 года), но и удаления от общегородских инфраструктурных учреждений, усиления диспропорций функционального зонирования города. За счет активного роста территорий, уже объединенных к настоящему моменту городов Железнодорожный и Балашиха, пояс непрерывной селитебной застройки почти полностью сомкнулся с границами г. Люберцы и анклавным районом Москвы – Некрасовкой, застройка которого ведется на рекультивируемых землях Люберецких полей аэрации.

Среди небольших городов с людностью <50 тыс. жителей, для которых характерно упрощение конфигурации за счет расширения зоны селитебной застройки, выделяется Щербинка. Барьерами развития территории этого города служит Курское направление Московской железной дороги, через которую есть единственный в городе переезд, соединяющий новую и старую (малоэтажную) части города. В связи с активной застройкой земель, расположенных на западе от железной дороги, и перспективному срастанию селитебной застройки с территорией Южного Бутова, а также пос. Коммунарка транспортные потоки этих районов в скором времени могут быть ориентированы на связь с Киевским шос-

се и московскими районами Южное и Северное Бутово (ведется разработка проекта сооружения автодороги, связывающей Щербинку и Коммунарку). Это позволяет предположить, что в условиях интенсивного территориального роста сближение отдельных периферийных частей столицы и некоторых подмосковных городов может способствовать формированию участков с более высокими показателями обеспеченности инфраструктурой по сравнению с районами, удаленными от таких «стыковочных» зон.

Стабильность конфигурации характерна для нескольких типов городов. Наиболее многочисленна группа городов, еще не вовлеченных в процесс активного жилищного строительства. К ней относятся города в восточном секторе ближнего Подмоскovie, а также города с компактной планировочной структурой, в которых происходило обновление жилого фонда за счет внутренних ресурсов, точечной застройки (Ногинск, Старая Купавна, Климовск, Электросталь). Долгое время Подольск, бывший крупнейшим городом Московской области, также не выходил за пределы сложившейся к 1987 г. конфигурации и внешнего контура селитебной застройки. Строительство велось за счет внутренних резервов территории. Кроме того, с севера промышленные территории города почти вплотную примыкают к застройке Щербинки, а южные окраины Подольска ограничены территорией г. Климовск. Подобная сложившаяся планировочная структура южных пригородов Москвы позволяет прогнозировать дальнейший относительно слабый экстенсивный рост этого направления в краткосрочный период. Нарращивание площади земель, занятых под селитьбу, может происходить в этом направлении преимущественно за счет обновления старого жилого фонда, а также реноваций обширных промышленных зон Подольска и Щербинки.

Другой тип населенных пунктов с подобным характером изменений – города, в которых наращивание территорий, занимаемых жилой застройкой, происходит пропорционально во всех районах города (увеличение застройки сохраняет конфигурацию). Например, активная застройка Павшинской поймы в Красногорске проходила одновременно со строительством новых районов в его южной и западной частях.

Усложнение конфигурации. Этот тип характерен для городов, которые ранее имели компактную структуру. Разрастание пятна жилищной застройки привело к тому, что она перешла через естественные барьеры (Клязьминское водохранилище на севере от Долгопрудного, а также освоение территории между каналом им. Москвы и Химкинским лесом на востоке Химок), а также к появлению относительно изолированных районов со слабой транспортной доступностью центров городов (Хлебниково в Долгопрудном, Клязьма–Старбеево в Химках).

Последовательность изменений для большинства городов имеет волновой характер (рис. 2) – после периода стабильности (застройка ведется за счет внутренних резервов территорий, в рамках ре-

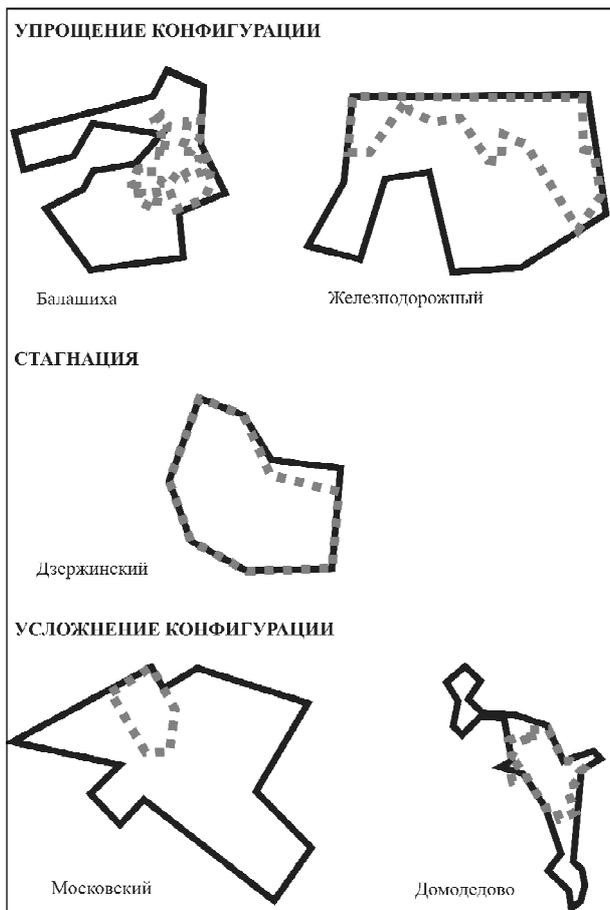


Рис. 2. Модель-схема волнового изменения территории города

Fig. 2. Schematic model of the stage-by-stage changes of urban territory

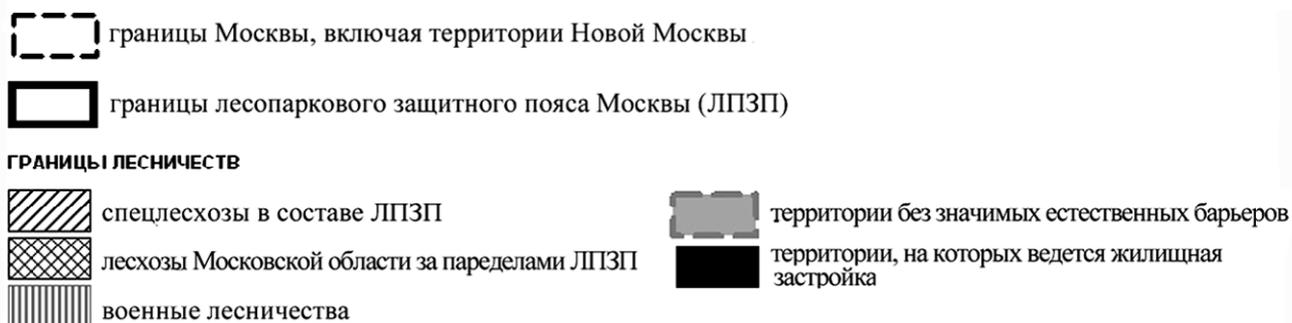
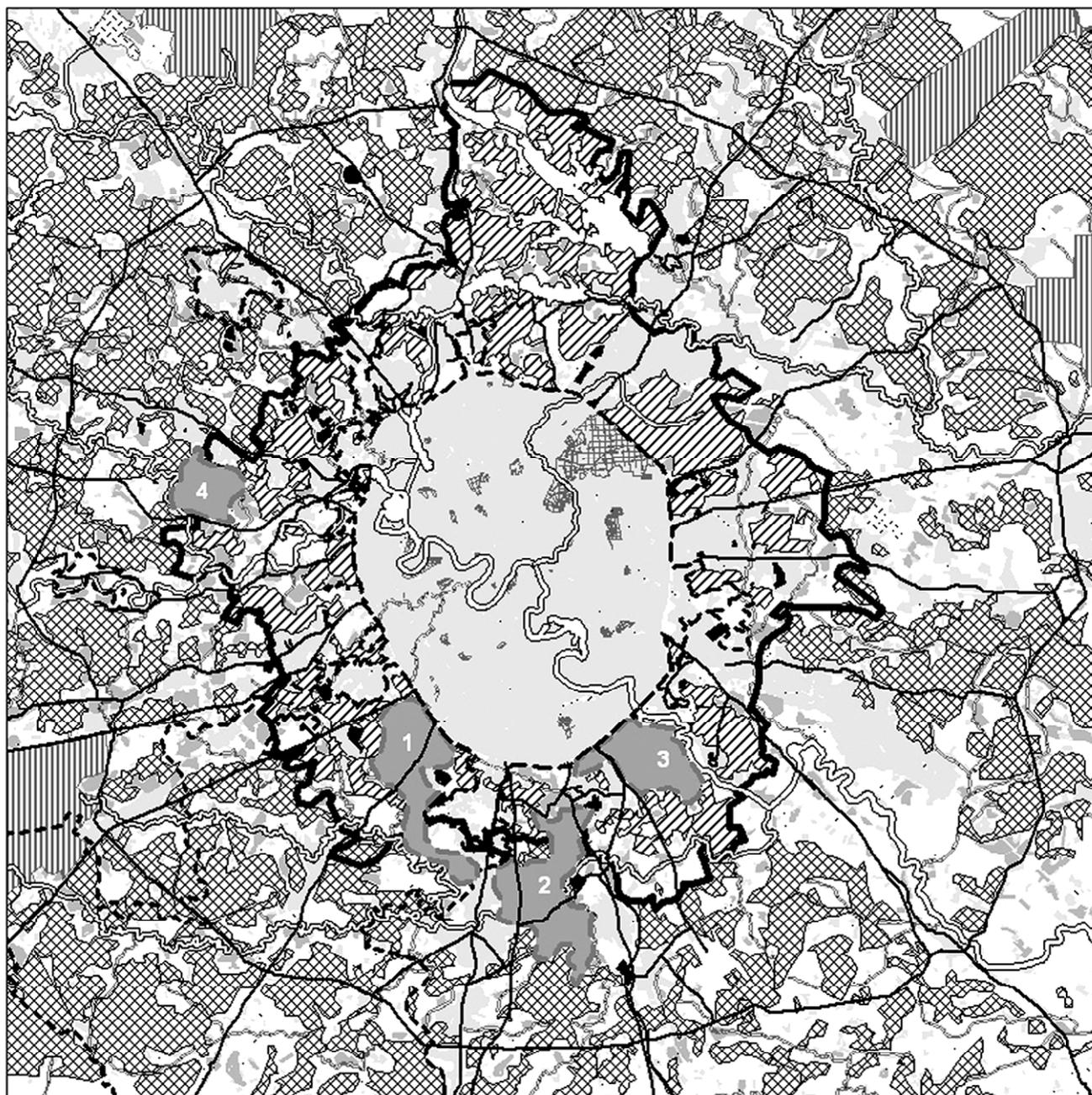


Рис 3. Размещение крупнейших участков новой жилой застройки, а также естественных барьеров для нового строительства в виде леспромхозов. Цифрами указаны участки, свободные от естественных барьеров

Fig. 3. Location of the largest areas of new housing construction and the natural barriers for new construction (forestry enterprises). The numbers indicate the areas with no natural barriers

новации промышленных зон, обновления жилого фонда на месте устаревшего) в условиях интенсификации спроса и строительства нового жилья появляются ответвления от основной зоны селитебной застройки. Таким образом, конфигурация усложняется, затем (как это наблюдалось в Москве) вышедшие за пределы старой конфигурации ответвления начинают срастаться, конфигурация упрощается, для налаживания связей между старыми и новыми частями города необходим период покоя.

Наиболее часто встречающийся тип планировочной структуры для ближнего пояса городов Московской области – линейный (табл. 2). Все эти города расположены вдоль крупных вылетных магистралей из Москвы в крупные города соседних областей. Наличие дополнительных ответвлений от основной магистрали приводит к постепенному заполнению планировочных «пустот». Единственный тип планировки городов, для которого маловероятно длительное состояние стабильности конфигурации, – конгломерат поселений. Любая застройка приводит либо к усложнению, либо к упрощению конфигурации до тех пор, пока сохраняется исходный тип планировочной структуры города.

Если в рамках расширения территория одного города появляются естественные и искусственные барьеры, то вполне возможно, что они существуют и у территориального роста столицы и ее ближайших спутников в целом. Сопоставление размещения лесничеств Московской области, а также участков спецлесничеств в составе ЛПЗП (утратившего свой юридический статус в 2011 г.) с направлениями крупнейших коммерческих строительных площадок жилого фонда в ближнем поясе (в пределах 50 км

от МКАД) показывает, что, несмотря на административное расширение границ Москвы, земельные ресурсы для селитебной застройки существенно ограничены естественными барьерами (рис. 3).

Выводы:

– наибольшее влияния на изменение конфигурации территорий городов ближнего пояса городов-спутников и самой столицы оказывают естественные барьеры, которые тормозят дальнейшее экстенсивное расширение селитебной зоны. Анализ изменений конфигурации столицы показал, что если в 1960 г. границы города позволили упростить форму территории, то в 1989 г. – с включением в состав территории города спальных районов, расположенных за МКАД, – конфигурация вновь приобрела розеточные очертания, а присоединение новых территорий Москвы несколько упростило конфигурацию;

– заполнение промежутков между «вилками» – новыми районами происходит не в составе новых административных границ Москвы, т.е. не в полной мере соответствует централизованному, административному решению, а происходит в рамках экстенсивного развития именно городов Московской области;

– в совокупности с наличием водоохранной зоны крупнейших рек и водоемов Московской области столица существенно лимитирована в дальнейшем экстенсивном росте территории селитебной (если не учитывать новых территорий на юго-западе). На севере от Москвы селитебная застройка Долгопрудного, Пушкина уже вплотную примыкает к водохранилищам канала имени Москвы, ограничена зоной запрета на строительство жилых домов вблизи аэропортов;

Таблица 2

Типология изменения планировочных структур городов ближнего Подмосковья в 1989–2013 гг.
(в скобках – число городов в каждом типе)

Тип изменения	Планировочная структура города в 1987 г. (наиболее близкая по типу планировочной структуры)				
	близка к линейной	близка к ортогональной	конгломерат поселений	микрорайонная/квартальная	смешанная
Усложнение конфигурации	Апрелевка, Домодедово, Пушкино, Раменское, Троицк, Химки (6)	Звенигород, Голицыно (2)	Котельники, Ивanteeвка, Троицк (3)	Московский, Фрязино (2)	Видное, Лобня, Щелково (лучевая), Долгопрудный (4)
Стагнация	Жуковский, Подольск, Ногинск, Климовск (4)	Старая Купавна, Электросталь (2)	–	Дзержинский (1)	–
Упрощение	Люберцы, Мытищи, Одинцово, Щербинка (4)	Железнодорожный (до 2000-х гг., сейчас линейная) (1)	Балашиха, Дедовск, Красногорск (близка также к линейной) (3)	Лыткарино, Реутов, Юбилейный (3)	Лосино-Петровский, Королев (многолучевая), Электроугли (3)

– текущий курс и приоритеты в векторах роста селитбы взяты на усугубление подобного планировочного диссонанса;

– инфраструктурные барьеры (автомагистрали, железнодорожные линии) выполняют как барьерную, так и контактную функцию, особенно для сближения отдельных периферийных частей (уже упомянутые районы Щербинки и Южного Бутова и др.) городов-спутников и окраинных районов столицы;

– города-спутники Московской области в большей степени подвержены изменению конфигураций территорий. Фактические административные грани-

цы городских поселений значительно шире, чем юридические границы каждого города и включают окружающие поселки и деревни;

– все больше земель сельскохозяйственного и промышленного назначения вовлекается в оборот как жилищного, так и транспортного и инженерного строительства, в так называемую инфраструктуру расселения. Подобные изменения влияют не только на экологический каркас территории, но и (в случае прохождения непосредственно через или вблизи городской застройки) могут существенно повлиять на текущую будущую планировочную структуру городов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барбаш Н.Б. Методика изучения территориальной дифференциации городской среды. М.: ИГАН, 1986.

Бунге В. Теоретическая география. М.: Прогресс, 1967.

Кириллов П.Л. Москва–Лондон: опыт анализа территориального и планировочного развития столичных регионов // Проблемы урбанизации на рубеже веков. Смоленск: Ойкумена, 2002.

Махрова А.Г. Трансформация расселения в Московском регионе в постсоветский период // *Вопр. географии.* Сб. 13. География населения и социальная география. М.: Кодекс, 2013. С. 245–269.

Махрова А.Г., Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И. Московская область сегодня и завтра. Тенденции и перспективы пространственного развития. М.: Новый хронограф, 2008.

Медведев Ю.В. Динамизм городской среды, выявляемый социальной географией // *Вопр. географии.* Сб. 115. Экономическая и социальная география. М.: Мысль, 1980. С. 141–154.

Милиц А.А. Москва и Подмосковные районы. М.: Изд-во геогр. лит-ры, 1961.

Родоман Б.Б. Поляризованная биосфера. Смоленск: Ойкумена, 2002.

Conzen M.R.G. Alnwick, Northumberland: A study in town-plan analysis. London: Institute of British Geographers, 1969.

Поступила в редакцию 27.11.2014
Принята к публикации 28.10.2015

V.L. Baburin¹, K.G. Tsaplina²

LIMITING FACTORS OF THE EXTENSIVE GROWTH OF MOSCOW AND ITS SATELLITE TOWNS

Recent changes in planning configuration of the Moscow oblast towns relating to the transformation of their territorial development are discussed. The changes were measured using the technique of geometrical pattern measurement developed by W. Bunge. A typology of the trends of changes in the town planning patterns is suggested for the first belt of the Moscow agglomeration. Three types of changes are identified, i.e. simplification, stagnation and sophistication of town configuration. Each of them is characteristic of the towns of the inner suburban zone of the Moscow oblast with the active housing construction. If compared with the distance from the Moscow city the following conclusions are possible: the inner belt is generally characterized by dynamic changes of the territorial structure while the towns of the middle belt (20–50 km from the Moscow ring road) undergo either sophistication or stagnation processes. Unlike the Moscow city with its distinct boundaries supported by the status of a separate territorial entity of the Russian Federation the satellite towns of the Moscow oblast are much more subjected to the changes of their configuration. The factors limiting the extensive growth of residential areas within the inner suburbs of the capital are identified.

Key words: quantitative measurement of geometrical patterns, types of configuration, limiting factors of territorial development.

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

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Post-Graduate Student; *e-mail:* tsaplina-ks@yandex.ru

REFERENCES

- Barbash N.B.* Metodika izuchenija territorial'noj differenciacii gorodskoj sredy [Methodology of territorial differentiation of the urban environment], Moscow, IGAN, 1986 (in Russian).
- Bunge V.* Teoreticheskaja geografija [Theoretical geography], Moscow, Progress, 1967 (in Russian).
- Conzen M.R.G.* Alnwick, Northumberland: A study in town-plan analysis. London: Institute of British Geographers, 1969.
- Kirillov P.L.* Moskva–London: opyt analiza territorial'nogo i planirovochnogo razvitija stolichnyh regionov [Experience in the analysis and planning of territorial development of Metropolitan regions], Problemy urbanizacii na rubezhe vekov, Smolensk, Ojkumena, 2002 (in Russian).
- Mahrova A.G.* Transformacija rasselenija v Moskovskom regione v postsovetskij period [Transformation of settlement in the Moscow region in the post-Soviet period], Voprosy geografii. Sbornik 135. Geografija naselenija i social'naja geografija, Moscow: Kodeks, 2013, pp. 245–269 (in Russian).
- Mahrova A.G., Nefedova T.G., Trejvish A.I.* Moskovskaja oblast' segodnja i zavtra. Tendencii i perspektivy prostranstvennogo razvitija [Moscow region today and tomorrow. Trends and prospects of spatial development], Moscow: Novyj hronograf, 2008 (in Russian).
- Medvedkov Ju.V.* Dinamizm gorodskoj sredy, vyjavljaemyj social'noj geografiej [The dynamism of the urban environment, which is identify with social geography], Voprosy geografii. Sbornik 115. Jekonomicheskaja i social'naja geografija, Moscow: Mysl', 1980, pp. 141–154 (in Russian).
- Minc A.A.* Moskva i Podmoskovnye rajony, [Moscow and suburban areas], Moscow, Izdatel'stvo geograficheskoy literatury, 1961 (in Russian).
- Rodoman B.B.* Poljarizovannaja biosfera: sbornik statej [Polarized biosphere: collection of articles], Smolensk, Ojkumena, 2002 (in Russian).

Received 27.11.2014

Accepted 28.10.2015

УДК [556.16:556.535+627.8:628.1+551.583](282.256.67+282.256.66)

Д.В. Магрицкий¹**ФАКТОРЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ СТОКА ВОДЫ, ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ И ТЕПЛОТЫ НА НИЖНЕЙ ЛЕНЕ И ВИЛЮЕ**

Рассмотрены особенности и закономерности сезонных и многолетних колебаний стока воды, взвешенных наносов и теплоты на нижней Лене и Вилюе, приведены новые оценки параметров распределения стока. Приведены результаты анализа климатических и антропогенных факторов пространственно-временной изменчивости характеристик речного стока и температуры воды, вклада в эти изменения процессов в верховьях и на нижнем участке р. Лены, в бассейнах рр. Алдан и Вилюй. Для ряда основных гидрологических характеристик выполнена количественная оценка вклада в их изменчивость разных факторов. Рассмотрено влияние вилюйских водохранилищ на отдельные характеристики речного стока и температурные условия р. Вилюй. Приводится ряд расчетных и прогностического свойства эмпирических зависимостей.

Ключевые слова: река, бассейн, сток воды, наносов и теплоты, температура, климатические и антропогенные факторы, водохранилище, Лена, Вилюй.

Введение. В последние десятилетия в гидрологии заметно усилилась актуальность оценок интегрального воздействия изменений климата и хозяйственной деятельности на водные объекты и их гидрологические характеристики. Композиция этих факторов генерирует значимые изменения гидрологического режима водных объектов, русловых и устьевых процессов, гидроэкологических условий, характеристик опасных гидрологических явлений, эффективности и безопасности водопользования и др. Трансформация величины и режима стока больших рек может влиять на приемные морские водоемы или на их части, а следовательно, на процессы в атмосфере. Особенно подвержен крупномасштабным текущим изменениям огромный сток рек, впадающих в моря Северного Ледовитого океана. Проблема состоит в том, что большинство проведенных в отношении арктических рек России исследований, во-первых, сводится к оценкам реакции лишь водного стока и качества воды на воздействия изменений климата; во-вторых, они часто базируются на устаревших или неполных данных; в-третьих, не отличаются комплексным подходом и детальностью. В ряду таких рек с недостаточно актуализированными оценками находится и р. Лена, несмотря на ее большие размеры, степень влияния на гидрологические процессы в восточном секторе Арктики и огромную важность для природной среды, экономики и населения Восточной Сибири. Отдельные аспекты современных изменений стока и режима реки рассмотрены в работах [Вода..., 2001; Водные..., 1995; Водные..., 2008; Магрицкий, 2001, 2009, 2010; Сценарная..., 2011; Шикломанов и др., 2005; Liu et al., 2005; Magritskii, 2008; Ye et al., 2003]. Результаты исследований, изложенные в статье и базирующиеся на самых последних данных, существенно дополняют и уточняют

имеющиеся сведения, охватывают не только сток воды, но и сток наносов и теплоты, температурный режим, содержат оценки вклада климатического и антропогенного воздействия в сезонную и многолетнюю изменчивость процессов в разных частях водосбора, обозначают важные закономерности, позволяют получить представление о дальнейшем характере изменений.

Материалы и методы исследований. Информационной основой для исследований послужили многолетние ряды наблюдений на 17 гидрологических постах (гп) Росгидромета с 1926 по 2013 г. в среднем течении и низовьях главной реки и на ее притоках (расход воды, Q ; температура воды, T ; мутность воды, s ; расход взвешенных наносов, R ; даты ледовых явлений) (табл. 1), а также данные измерений температуры воздуха (t) и слоя осадков на 28 метеостанциях. Источник метеоданных – Мировой центр данных в г. Обнинск [URL: <http://meteo.ru/data>, 2015]. В месячные суммы осадков внесены соответствующие поправки на смачивание и замену дождемеров (на осадкомеры). Кроме того, рассмотрены данные о водопользовании за 1980–2013 гг. из [Государственный..., 1980–2014 гг.], ежегодные сведения о водном балансе Вилюйского водохранилища (1967–2012), информация с официальных сайтов субъектов водохозяйственного комплекса, ряд важных результатов предыдущих исследований.

Во время исследования и обработки обширного массива данных применялись различные методы. Основными стали стандартные гидрологические расчеты (в соответствии с СП 33-101-2003 и другими нормативными документами), а также статистические методы обработки и анализа гидрометеорологической информации с проверкой рядов характеристик стока воды на соответствие основным статистическим гипотезам (при 5%-ном уровне зна-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, доцент; e-mail: magdima@yandex.ru

Т а б л и ц а 1

Основные сведения о гидрологических постах в нижней части бассейна р. Лена

Река	Пост	Удаление от устья, км	Площадь бассейна, км ²	Координаты	Тип поста
Лена	с. Табага	1527*	897 000	61,50 N 129,36 E	стоковый
	г. Якутск	1491*	904 000	62,02 N 129,45 E	уровенный
	с. Жиганск	754*	2 170 000	66,46 N 123,24 E	уровенный
	с. Кюсюр	211*	2 430 000	70,41 N 127,24 E	стоковый
Алдан	с. Охотский Перевоз	562	514 000	61,52 N 135,30 E	стоковый
	Верхоянский Перевоз	151	696 000	63,19 N 132,01 E	стоковый
Вилной	р.п. Чернышевский (ГЭС-1,2)	1345	136 000	63,03 N 112,50 E	стоковый
	2,3 км выше р. Оччугуй-Ботуобуйа	1175	161 000	–	стоковый
	с. Сюльдюкар	1142	168 000	63,13 N 113,38 E	стоковый
	с. Вилючан	944	181 000	62,60 N 115,67 E	уровенный
	пос. Крестьях	883	188 000	62,16 N 116,09 E	уровенный
	с. Сунтар	740	202 000	62,09 N 117,39 E	стоковый
	с. Нюрба	565	234 000	63,17 N 118,20 E	уровенный
	с. Верхневиллойск	435	360 000	63,27 N 120,19 E	уровенный
	г. Виллойск	327	426 000	63,46 N 121,37 E	уровенный
	пос. Хатырык-Хомо	122	452 000	63,57 N 124,50 E	стоковый
	пос. Промышленный	19	454 000	64,12 N 126,23 E	уровенный

*От о. Столб в дельте.

чимости): однородности и стационарности – на базе критериев Диксона (D), Фишера (F, или F -test) и Стьюдента (St, или t -test) применительно к коррелированной во времени и асимметричной гидрологической информации [Магрицкий, 2014], независимости – с привлечением критериев Андерсена ($t(A)$) и числа серий ($t(u)$), наличие тренда – на основе критерия Спирмена (r_s , или $Spearmen RCC$), и др. Построены разнообразные эмпирические зависимости и хронологические графики, оценены их теснота и достоверность. Часть статистического анализа выполнена в программах HydroStatCalc (разработчик ГТИ), Гидрорасчеты (НПО «Гидротехнологии») и Statistica (StatSoft). Расчет величины теплового стока W_T осуществлялся по формуле: $W_T = c_p \rho T_d W$, где c_p – удельная теплоемкость воды (кДж/(кг·°C)), ρ – плотность воды (кг/м³), T_d – средняя за декаду температура воды (°C), W – декадный объем стока воды (м³). Кроме того, выполнен сравнительный анализ многолетнего хода гидрологических и метеорологических характеристик, расчет кривых вдоль-русловой трансформации среднемесячной температуры воды для характерных периодов и др.

Результаты исследований и их обсуждение.

Климатические изменения в бассейне р. Лена. В бассейне р. Лена, несмотря на его огромные размеры и контрастные природные условия, заметное увеличение значений среднегодовой температуры приземного воздуха (ТПВ) фиксируется на всей территории почти одновременно – с 1988 г. Этот момент предвещает (начиная с 1980–1981 гг.) период с близкими к средним климатическим условиям

значениями температуры воздуха, а на ряде метеостанций (мс) – даже с положительными аномалиями ТПВ (АТПВ). В 2000-х гг. на северо-востоке от условной линии пос. Ессей–с. Чагда отмечен новый, причем на ряде метеостанций скачкообразный рост годовых ТПВ, тогда как на юго-западе от этой переходной зоны (с неопределенной шириной) подобная тенденция в многолетних колебаниях ТПВ отсутствует. Предыдущее масштабное потепление зафиксировано во второй четверти XX в. В нижней части бассейна и на арктическом побережье оно было заметнее всего и продолжалось до 1950-х гг.

Среднее по бассейну отклонение ТПВ в 1980–2013 гг. от нормы, относящейся к общепринятому базовому периоду 1961–1990 гг., составило ~0,6–1 °C. Величина потепления сначала возрастает в южном (от низовьев р. Лена и Верхоянского хребта к Центрально-Якутской равнине и Приленскому плато) направлении – от 0,7 до 0,9–1 °C (до 1,3 °C на мс Якутск), но дальше на юг, с повышением высоты местности, аномалии температуры опять уменьшаются до 0,6–0,8 °C. Коэффициент линейного тренда годовых ТПВ (1980–2013) достигает в нижней и средней частях бассейна Лены 0,40–0,55 °C/10 лет (с величиной вклада тренда в дисперсию 15–25%), в верховьях Лены и в бассейне р. Алдан уменьшается до 0,15–0,25 °C/10 лет (~2–10%). Аномалии ТПВ в 1988–2013 гг. в среднем на 0,2–0,3 °C превышают АТПВ за 1980–2013 гг.

Современный рост годовых ТПВ обусловлен потеплением во все сезоны года, но главным обра-

зом зимой (0,6–1,2 °С в 1980–2013 гг.) и весной (0,6–1,5 °С). В то же время после 1980–1990-х гг. рост зимних значений ТПВ практически прекратился, а на ряде мс фиксируется даже некоторое снижение. Так, на одних мс – с середины 1990-х гг., на других – в 2000-х гг. Значения АТПВ летнего сезона составили в среднем 0,6–0,8 °С, для осеннего – 0,4–0,8 °С.

Пространственная и временная структура изменчивости суммы осадков существенно более неоднозначна. В целом период 1980–2013 гг. в бассейне Лены характеризуется увеличением годовой суммы осадков (4–10% нормы/10 лет, величина вклада тренда в дисперсию составляет 3–19%), в основном за счет роста с конца 1990-х гг. и особенно с начала и середины 2000-х гг., что согласуется с оценками из работы [Доклад..., 2014]. Таким образом, осадки в регионе отреагировали на потепление намного позднее, чем ТПВ. Аномалии годовых сумм осадков равны для 1980–2013, 1990–2013 и 2000–2013 гг. 4–9 (или 22 мм), 8–11 и 10–20% соответственно. В последние 35 лет количество осадков в первую очередь увеличивалось в летний (~47%) и осенний (~34%) сезоны. Вклад весенней составляющей составил 15%, а зимней – всего 4%. В бассейне Лены на многих мс зафиксированы отрицательные аномалии количества зимних осадков. Другая выявленная особенность заключается в очень нечетких пространственно-временных закономерностях многолетнего колебания суммы количества осадков за весенний и зимний сезоны.

Антропогенное воздействие на водный сток рек Лена и Вилюй. В бассейне Лены антропогенные изменения величины и режима стока воды связаны в первую очередь с водопотреблением и эксплуатацией водохранилищ [Вода..., 2001; Магрицкий, 2001; Сценарная..., 2011; Magritskii, 2008]. Водопотребление достигло наибольшего объема в первой половине 1980-х гг. [Государственный..., 1982–2014]. Суммарный годовой забор воды составлял 0,45 км³, в том числе из подземных источников 0,08 км³/год. В речную сеть отводилось 0,36 км³/год, т.е. на 0,09 км³ меньше, чем отбиралось воды. К середине 1990-х гг. размеры водопотребления заметно снизились и впоследствии не испытывали направленных колебаний. Суммарный водозабор за период 2001–2013 гг. составил 0,3 км³/год (при доле подземных вод ~50%), сброс воды – 0,23 км³/год, т.е. величина безвозвратных изъятий, по сути, не изменилась, а при учете отвода использованных вод обратно в подземные источники (0,07 км³/год) практически близка к нулю.

Основными потребителями речных и подземных вод, источниками их загрязнения согласно «Схеме комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Лены» (СКИОВО, принята в 2014 г.) выступает промышленность (~53% всего объема), а вместе с теплоэнергетикой ее доля равна 61%. На жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) приходится ~27%, на сельское хозяйство – 5,3%, на другие отрасли водохозяйственного комп-

лекса – 7%. В территориальном отношении наибольший вклад в водозабор вносит хозяйственная деятельность в бассейнах рек Вилюй (~19%), Алдан (~24%) и Витим (~25%) [Сценарная..., 2011]. Значительно меньше водопотребление в бассейне р. Олекма (~3,5%).

Существенно больше на режим Лены влияют гидротехнические сооружения (ГТС), но и это воздействие не сопоставимо с влиянием климатических факторов. Сток Лены не зарегулирован, однако на ее левобережном крупном притоке р. Вилюй расположено Вилюйское водохранилище – одно из крупнейших в стране. Его площадь при нормальном подпорном уровне (НПУ) – 2176 км², полный и полезный объемы – 35,88 и 17,83 км³ соответственно [Magritskii, 2008]. Наполнение водохранилища происходило в 1967–1973 гг., период нормальной эксплуатации отсчитывают с 1974 г. С осени 2004 г. в 141 км от Вилюйских ГЭС–1,2 функционирует Светлинская ГЭС (или Вилюйская ГЭС-3), ее плотина подпирает водохранилище с площадью 104 км², полным и полезным объемом 1,08 и 0,19 км³ соответственно. Первое водохранилище осуществляет многолетнее и полное сезонное регулирование Вилюя, второе – недельное и суточное. Всего в бассейне Лены, по данным СКИОВО и сведениям из [Magritskii, 2008], создано 142 искусственных водоема общим объемом 37,5 км³ и площадью 2320 км².

Гидроэнергетическое строительство ведет к изменению гидрографических параметров водотоков, величины и режима стока. Связанные с эксплуатацией вилюйских гидроузлов суточные колебания уровня воды прослеживаются в Вилюе на расстоянии 300–400 км ниже плотины ГЭС-3, недельное регулирование – до 700–850 км от плотины, т.е. выше впадения в Вилюй рек Марха и Тюнг. Сезонное и межгодовое регулирование стока сохраняется вплоть до устья р. Вилюй, а отдельные его элементы прослеживаются на нижнем участке Лены.

До начала заполнения Вилюйского водохранилища на весенний (май–июль), летне-осенний (август–октябрь) и зимний гидрологические сезоны в створе ГЭС-1,2 приходилось 79, 20 и 1% годового стока воды соответственно (1959–1966). В период нормальной эксплуатации гидроузла распределение по сезонам составило 26, 18 и 56%. В 580 км от плотины ГЭС-1,2 (с. Сунтар) вместо 81, 18 и 1% оно стало 40, 15 и 45%; в 1200 км (пос. Хатырык-Хомó) – 77, 21 и 2% и 59, 17 и 24% соответственно. В абсолютных величинах зимний сток увеличился на трех гидропостах на ~700, 700 и 650 м³/с соответственно, сток весеннего половодья уменьшился на ~1450, 1500 и 1300 м³/с, а сток летне-осеннего сезона сократился на ~70, 130 и 280 м³/с. Поскольку сравниваемые периоды характеризуются схожей водностью и внутригодовым распределением стока на не зарегулированном участке Вилюя и его основных притоках, то полученные оценки характеризуют вклад именно антропогенного фактора. Особенности изменения стока р. Вилюй под воздействием всех факторов (климатического и антропогенного) и в гра-

Таблица 2

Характеристики месячного, сезонного и годового стока воды (W), взвешенных наносов (W_R), теплоты (W_T) и температуры воды (T) в среднем и нижнем течении р. Вилюй

Характеристика	Весеннее половодье, месяцы			Летне-осенняя межень с паводками, месяцы			Зимняя межень, месяцы	За год
	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Гп Сюльдюкар, 175 км ниже ГЭС-1,2 и в 1145 км выше устья р. Вилюй								
W , км ³	н.д. 3,55	н.д. 3,32	н.д. 2,80	н.д. 1,58	н.д. 1,56	н.д. 1,60	н.д. 11,3	н.д. 25,7
W_T , 10 ¹² кДж	н.д. 50	н.д. 119	н.д. 120	н.д. 76	н.д. 52	н.д. 16	н.д. <1,5	н.д. 435
T , °С	н.д. 3,0	н.д. 9,3	н.д. 12,0	н.д. 12,7	н.д. 8,2	н.д. 2,4	н.д. <0,2	н.д. 4,0
Гп Сунтар, 580 км ниже ГЭС-1,2 и 740 км выше устья р. Вилюй								
W , км ³	<u>6.40</u> 5,20	<u>9.50</u> 3,85	<u>2.87</u> 3,14	<u>1.44</u> 1,72	<u>1.65</u> 1,57	<u>0.93</u> 1,50	<u>0.34</u> 11,5	<u>23.1</u> 28,5
W_R , тыс. т*	<u>211</u> 89,6	<u>237</u> 35,0	<u>21,1</u> 22,0	<u>11,5</u> 13,2	<u>4,5</u> 8,5	<u>1,9</u> 3,4	<u>0,2</u> 22,9	<u>487</u> 195
W_T , 10 ¹² кДж	<u>47</u> 67	<u>443</u> 204	<u>224</u> 201	<u>100</u> 106	<u>59</u> 56	<u>4</u> 9	<u>~0</u> ~0	<u>877</u> 644
T , °С	<u>1,3</u> 2,5	<u>11,7</u> 13,7	<u>19,0</u> 17,2	<u>16,8</u> 16,3	<u>8,6</u> 8,9	<u>0,9</u> 1,2	<u>~0</u> ~0	<u>4,9</u> 5,0
ГП Хатырык-Хомб, 1200 км ниже ГЭС-1,2 и 122 км выше устья р. Вилюй								
W , км ³	<u>7.72</u> 8,70	<u>21.1</u> 16,2	<u>7.60</u> 7,64	<u>3.50</u> 3,80	<u>3.82</u> 3,70	<u>2.10</u> 2,30	<u>1.00</u> 11,9	<u>46.8</u> 54,2
W_R , тыс. т**	<u>293</u> 293	<u>1350</u> 650	<u>169</u> 164	<u>65.6</u> 56,8	<u>45.5</u> 59,3	<u>27.2</u> 16,8	<u>3.0</u> 45,5	<u>1953</u> 1285
W_T , 10 ¹² кДж***	<u>19(40)</u> 102	<u>1070(980)</u> 826	<u>608(570)</u> 591	<u>226(220)</u> 257	<u>106(120)</u> 116	<u>6(5)</u> 9	<u>~0</u> ~0	<u>2035(1935)</u> 1900
T , °С***	<u>0,5</u> 1,4	<u>11,2</u> 13,0	<u>17,7</u> 18,6	<u>14,9</u> 16,0	<u>6,0</u> 7,7	<u>0,4</u> 0,7	<u>~0</u> ~0	<u>4,2</u> 4,8

Примечания. Над чертой приведены данные за 1935–1966 гг., под чертой – за 1974–2012 гг. за исключением: * над чертой – за период 1957–1966 гг., под чертой – без учета данных за 1997 г.; ** над чертой – за период 1957–1966 гг., под чертой – без учета данных за 1996–1998, 2002, 2011–2012 гг.; *** над чертой – за 1953–1966 гг.; в скобках – приведены к периоду 1935–1966 гг.

ницах всего многолетнего ряда наблюдений охарактеризованы в табл. 2. Согласно данным табл. 2, фиксируемое на водосборе с 1986–1988 гг. и климатически обусловленное увеличение стока в весенний и летне-осенний гидрологические сезоны и в целом годового стока в некоторой мере компенсировало влияние Вилюйского водохранилища.

Кроме того, вилюйские водохранилища влияют на годовой сток Вилюя. Изменения были связаны, во-первых, с заполнением мертвого объема водохранилищ (18,05 км³/5 лет для первого водоема и 0,9 км³/1–2 года для второго) и первоначальным водонасыщением грунтов его ложа. Это одновременные потери, увеличивающие стационарные водные ресурсы бассейна. К ежегодному воздействию относят потери на испарение воды (E) с акваторий водохранилищ и подтопленных прибрежных территорий, а также многолетнее регулирование стока. Для Вилюйского водохранилища E составляет 0,85 км³/год (1976–2012) и еще 0,1 км³/год испаряется с зоны подтопления [Magritskii, 2008]. Для всего бассейна Лены общее испарение с искусственных водоемов, по-видимому, не превышает 0,9 км³/год. Из них ~0,2 км³/год – так называемые потери на

дополнительное испарение (реальные потери), создаваемые превышением E с акватории водохранилища над E с этой же территории, но до его создания. Многолетнее регулирование речного стока почти не изменяет его норму, но влияет на годовые значения стока и межгодовую изменчивость. Для р. Вилюй величина этого регулирования изменялась от –8,5 до +5,6 км³/год.

Закономерности изменчивости водного стока в низовьях Лены. Гидрологические условия в низовьях Лены и на речной границе ее дельты характеризуются данными наблюдений на замыкающем створе – гп Кюсюр ($F=2430$ тыс. км²). Пост расположен перед вхождением реки в Ленскую трубу, на 145 км выше вершины дельты и в 361 км от моря, или на расстоянии 2220 км от Вилюйской ГЭС-1,2. Пост функционирует с 1934 г., осуществляя весь комплекс гидрологических измерений. Но полноценные измерения Q завершены в 2012 г., а расходов взвешенных наносов – в 2010 г.

За 1927–2013 гг. (с учетом приведения к более длительному ряду постов Табага и Якутск) средний многолетний Q нижней Лены у с. Кюсюр составил 17 200 м³/с, а годовой объем стока (W_p) – 542 км³/год.

К морю W_r , благодаря боковой приточности и выпадению осадков в огромной дельте, увеличивается приблизительно на 10 км^3 . Сопоставление нормы стока с максимальной величиной водохозяйственной нагрузки ($\Delta W_{\text{хоз}}$), состоящей из полного водозабора и потерь стока на испарение с водохранилищ, позволяет говорить об отсутствии значимого влияния хозяйственной деятельности как на годовой сток нижней Лены, так и на его многолетний ход: $\Delta W_{\text{хоз}} \approx 1,25 \text{ км}^3/\text{год}$, или $0,23\%$ от $W_r = 552 \text{ км}^3/\text{год}$, или $0,28\%$ от $W_{r,95\%} = 447 \text{ км}^3/\text{год}$. В действительности это воздействие еще меньше ($\sim 0,35 \text{ км}^3/\text{год}$), если учитывать только безвозвратное водопотребление и дополнительное испарение с водохранилищ. Воздействие возрастает лишь в отдельные годы при учете межгодового перераспределения стока и изъятия большого объема речных вод на заполнение мертвого объема водохранилищ.

Межгодовая изменчивость W_r сравнительно невелика ($C_v \approx 0,13$), а коэффициент внутрирядной связи статистически значим ($r(1) = 0,34$; $t(A) = 3,16 > t_{\text{крит}} = 1,96$), что закономерно для очень больших рек. Многолетние колебания W_r нижней Лены отличаются, во-первых, нечеткой цикличностью ($t(u) < 1,96$) и чередованием периодов разной продолжительности и водности (рис. 1, а). К многоводным периодам можно отнести 1927–1938 ($k_{\text{cp}} = 1,05$) и 2004–2013 гг. ($k_{\text{cp}} = 1,13$), к маловодному – 1939–1957 гг. ($k_{\text{cp}} = 0,91$), к среднему по водности – 1958–2003 гг. ($k_{\text{cp}} = 0,99$).

Самый высокий пик периодограммы соответствует периоду продолжительностью $\sim 7,8$ лет; в 2 раза меньшие по высоте пики – к периодам 5,7; 14,3 и 43 года. Во-вторых, многолетние колебания W_r характеризуются возрастающим трендом ($r_s = 0,35 > r_{s,\text{крит}} = 0,22$), особенно явным с 1988 г. В 1980–2012 гг. (начало выбранного периода соответствует началу потепления в бассейне) W_r на гп Кюсюр составил $560 \text{ км}^3/\text{год}$ и превысил сток в 1935–1979 гг. на $39 \text{ км}^3/\text{год}$. Около 45% этого роста обеспечено увеличением водности рек в верхней части водосбора, замыкаемого гп Табага ($F = 897 \text{ тыс. км}^2$) (рис. 1, а), 20% пришлось на р. Алдан (729 тыс. км^2), 14% – на р. Вилюй (454 тыс. км^2), 21% – на остальную боковую приточность ($F = 350 \text{ тыс. км}^2$). Абсолютная невязка ($\sum \Delta W_i - \Delta W_{\text{Кюсюр}}$), распределенная пропорционально между водотоками, велика ($\sim 15,6 \text{ км}^3$), поэтому снова встает проблема точности измерений Q на постах рассматриваемого участка Лены, увязки руслового водного баланса, упоминавшейся в работе [Магрицкий, 2001] и так называемых Гидрологических ежегодниках. В отношении сезонной структуры 42% роста годового стока обеспечено увеличением водности половодья (май–июль), 13 и 45% – за счет летне-осеннего и зимнего сезонов (рис. 1, б–г).

Годовой сток нижней Лены сложным образом реагирует на потепление в регионе. При 5-летнем осреднении величин связь между W_r и среднегодовой ТПВ (по 11 метеостанциям) содержит положительную

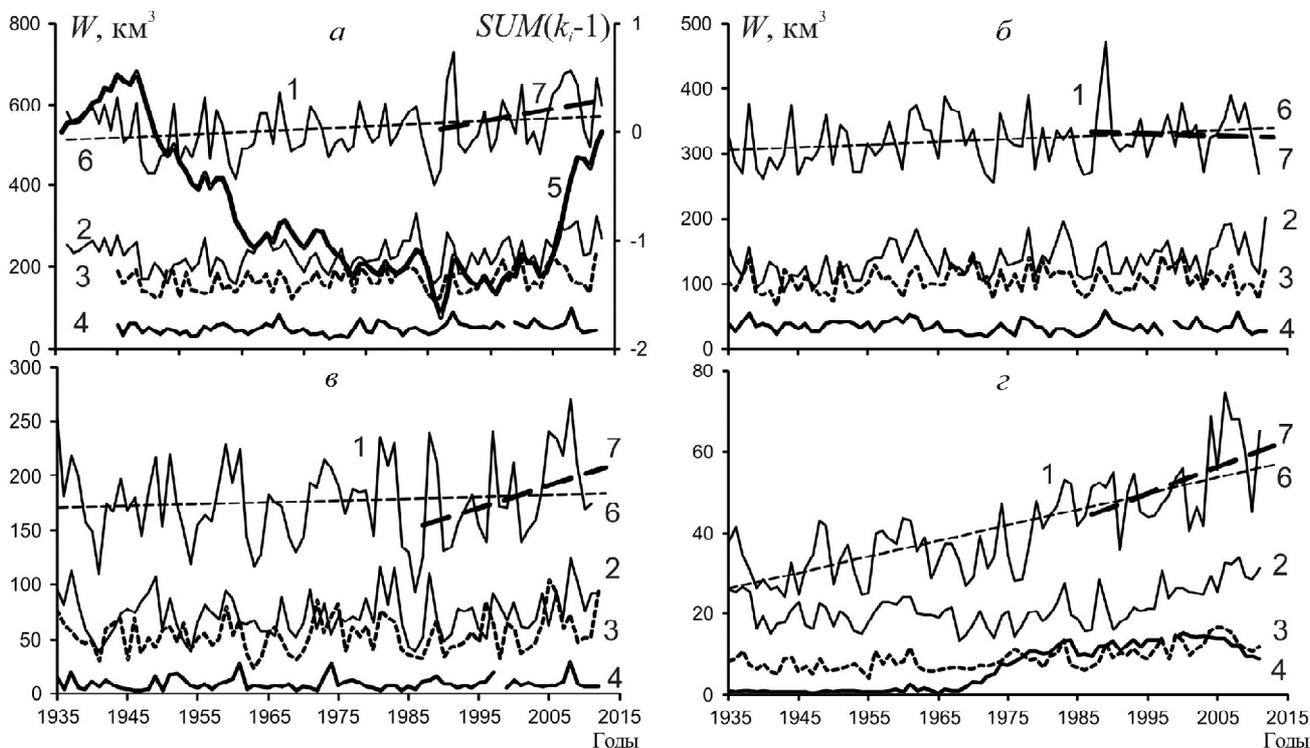


Рис. 1. Многолетние колебания стока воды за год (а), весеннего половодья (б) летне-осенней межени с паводками (в) и зимней межени (г) на реках Лена (1 – гп Кюсюр, 2 – гп Табага), Алдан (3 – гп Верхоянский Перевоз) и Вилюй (4 – гп Хатырык-Хомо) с линейными трендами (6 – за весь период, 7 – за 1988–2012 гг.) и разностная интегральная кривая годового стока нижней Лены (5)

Fig. 1. Long-term fluctuations of water runoff during the year (a), spring flood (b), summer-autumn low water with occasional rainfall floods (c) and winter low water (d) for the Lena River (1 – the Kyusyur gauge, 2 – the Tabaga gauge), the Aldan River (3 – the Verkhoyansky Perevoz gauge) and the Vilyui River (4 – the Khatyryk-Khomo gauge); the residual mass annual runoff curve for the lower reaches of the Lena River (5); the linear trends (6 – for the whole period, 7 – for 1988–2012)

трендовую и гармоническую составляющие, причем у последней с ростом t увеличивается амплитуда.

В течение года колебания водного стока соответствуют восточносибирскому типу водного режима. Во время половодья, длящегося в среднем с 18 мая по 31 июля, проходит около 60% годового объема стока (в мае 3,9; в июне 36,2 и в июле 19,4%). Пик половодья соответствуют максимальные за год Q со средней датой 7 июня. На летне-осенний меженно-паводочный период приходится 32,8%: 13,4 (август), 12,2 (сентябрь) и 7,2% (октябрь); на зимнюю межень, начинающуюся в среднем с 3-й декады октября, – 7,7% и наименьшие за год Q (табл. 3). последние фиксируются в конце апреля – начале мая.

периода, среднемесячные с июня по октябрь) проверку на стационарность ряда проходят. Минимальные значения Q лета–осени возросли с 17 000 до 18 200 м³/с и обнаруживают хорошую связь со среднегодовыми значениями Q ($R^2=0,47$). Максимальные значения Q половодья, напротив, уменьшились с 136 000 до 133 000 м³/с, тогда как объем стока увеличился с 315 до 330 км³/год, т.е. волна половодья становится более размытой. Это подтверждают и данные об изменении сроков начала и окончания половодья. Стационарность стока в мае оказалась нарушенной – сток явно увеличился.

Сток наносов. Мутность воды в нижней Лене мала, поскольку эрозионные процессы в бассейне и поступление продуктов размыва в речную сеть ог-

Таблица 3

Основные характеристики стока нижней Лены (гп Кюсюр)

Характеристика	Период	Сток			$C_v (C_s/C_v)$
		средняя величина ¹	наибольший дата	наименьший дата	
Среднегодовой расход воды, м ³ /с	1927–2013	17 200(2,0)	$\frac{23\ 100}{1989}$	$\frac{12\ 700}{1986}$	0,13 (4,0)
Максимальный расход воды, м ³ /с	1935–2012	135 000(3,0)	$\frac{220\ 000}{4.06.1989}$	$\frac{78\ 000}{6.06.1935}$	0,18* (5,5)
Минимальный зимний расход воды, м ³ /с	$\frac{1935-1979}{1980-2012}$	$\frac{992(7,5)}{1\ 950(5,3)}$	$\frac{2\ 920}{30.04.2007}$	$\frac{366}{27.04.1940}$	$\frac{0,22(-2,5)}{0,23(0)}$
Минимальный летне-осенний расход воды, м ³ /с	1935–2011	17 500(4,5)	$\frac{26\ 800}{22.08.1983}$	$\frac{9\ 800}{20.09.1964}$	0,25 (2,5)
Среднегодовой расход взвешенных наносов, кг/с	1936, 1944, 1960–2010	712** (9,4)	$\frac{1\ 700}{2005}$	$\frac{240}{1984}$	0,43 (3,5)
Тепловой сток, 10 ¹² кДж/год	1935–2012	15 590(2,2)	$\frac{22\ 320}{1938}$	$\frac{10\ 620}{1986}$	0,19

Примечания. В скобках – среднеквадратическая относительная (%) погрешность расчета среднеегодовое значения; * для множества значений с обеспеченностью <50% лучший результат дает усеченное распределение Крицкого–Менкеля при $C_v=0,22$ и $C_s/C_v=3,5$; ** с учетом значений, восстановленных за 7 лет.

Крупномасштабные климатические изменения в бассейне и эксплуатация Вилкойского водохранилища (добавочный сток зимой ~700 м³/с) заметно улучшили гидрологические условия зимней межени в низовьях Лены: объем стока за ноябрь–апрель вырос с 34,1 (1935–1979) до 51,5 км³/год (1980–2012), т.е. на 51%, а минимальный Q – с 992 до 1950 м³/с (рис. 1, б, табл. 3). Начало первого значимого роста пришлось на 1978–1979 гг., второго – на 2004 г. Роль естественных и антропогенного факторов в этом процессе оказалась почти равнозначной. В итоге стационарность стока зимней межени оказалась нарушенной ($F=5,18 > F_{крит.} = 2,77$ для $Q_{мин}$; то же – в отношении $Q_{мес}$ с ноября по апрель). Кроме того, доля зимнего сезона в W_r увеличилась примерно на 2,7%. Сроки начала зимней межени не изменились, поскольку различие между датами появления первых ледовых явлений, а также замерзания реки для двух сравниваемых периодов не превышает 1–2 сут.

Другие характерные Q (средние годовые, максимальные за год, минимальные летне-осенного

раничены большой длительностью периода с отрицательными ТПВ, размещением бассейна в зоне распространения многолетнемерзлых пород (ММП), значительной долей равнинных и залесенных территорий, прохождением половодья в период еще мало оттаявших почвогрунтов и др. [Магрицкий, 2010; Ресурсы..., 1972]. На гп Кюсюр средняя за год величина s составляет ~40 г/м³. В течение года она варьирует от максимальных значений в половодье (в среднем 35–90 г/м³ до 2010 г.) и летне-осенние паводки (35–65 г/м³) до минимальных значений в зимнюю межень (1,5–4,5 г/м³). В периоды между паводками она снижается (20–30 г/м³). Максимальная измеренная величина s составила 790 г/м³ (18.08.2004).

Небольшую мутность компенсирует огромный по величине водный сток, поэтому сток взвешенных наносов (W_R) нижней Лены сравнительно велик и равен 22,5 млн т/год (табл. 3). К вершине дельты поступает примерно такой же объем взвешенных наносов. В дельту транспортируются также влекомые наносы, величина которых (W_G), по оценкам

Н.И. Алексеевского [Алексеевский, Магрицкий, 2007], может составлять ~5,4 млн т/год.

В многолетнем ходе W_R видны определенное совпадение с колебаниями стока воды и две долговременные тенденции: снижение W_R до 1986–1987 гг. и рост в последующие годы (рис. 1, а; 2, а). Невысокая корреляция между межгодовыми колебаниями стока воды и наносов ($r \approx 0,5$) объясняется зависимостью W_R не только от водности года, но и от внутригодового распределения стока воды, от числа и мощности дождевых паводков, а также влиянием других факторов [Магрицкий, 2001]. На уровне среднемесячных величин и для периода открытого русла теснота связи между Q и R выше, но сама связь нелинейная (вида $R=aQ^b$) и несколько отличается для периода до 1988 г. и после него. В 1960–1987 гг. для мая–июня $a=9,65 \cdot 10^{-7}$, $b=1,98$ ($R^2=0,78$; $S/\sigma=0,65$), для июля–октября $a=1,56 \cdot 10^{-9}$, $b=2,6$ ($R^2=0,80$; $S/\sigma=0,44$). В 1988–2010 гг. для мая–июня $a=5,35 \cdot 10^{-6}$, $b=1,8$ ($R^2=0,92$; $S/\sigma=0,53$), для июля–октября $a=1,09 \cdot 10^{-6}$, $b=2,02$ ($R^2=0,60$; $S/\sigma=0,82$).

Статистически незначимое увеличение W_R с конца 1988 г. (на 5,85 млн т/год; нарушение стационарности подтверждает лишь *U-test* Манна–Уитни, остальные *t-test*, *F-test*, *Spearman RCC* – не подтверждают) совпадает с ростом водности реки, причем W_R вырос главным образом за счет летне-осеннего сезона (рис. 2, б) и количества наносов нижнего участка реки. Это объясняется тем, что в летне-осенний сезон факторы формирования и транспортировки наносов в районах распространения многолетнемерзлых пород чувствительны не только к увеличению количества осадков и стока воды, но и температуры воздуха и речных вод. Реакцией таких пород на повышение температуры становится ослабление их прочности и увеличение мощности размываемого слоя и как следствие усиление эрозионных процессов. Интенсивность последних увеличивается с ростом объемной льдистости ММП и появлением погребенных льдов, что служит отличительной особенностью именно в нижнем течении Лены.

Поэтому согласно данным экспедиционных измерений высокие значения s и ее увеличение отмечены ниже впадения в Лену ее крупных притоков – Алдана и особенно Вилюя. Так, в июле–августе 1994 г. s у г. Якутск составила 17 мг/л, на участке реки между устьями рек Алдан и Вилюй – ~30 мг/л, а ниже по течению – 55–77 мг/л и больше [Rachold et al., 1995]. С 5 по 9 августа 2008 г. зафиксировано многократное увеличение мутности воды на протяжении ~600 км ниже устья р. Алдан, почти расстроченное к гп Кюсюр [Чаркин и др., 2009]. В свою очередь результаты экспериментальных исследований зависимости скорости эрозии речных берегов ($V_{эп}$) от T и Q , адаптированные к гидрологическим и

криолитологическим условиям Центральной Якутии и нижней Лены, аппроксимированные эмпирической формулой, показывают, что на $V_{эп}$ (и соответственно на поступление наносов в реку) в основном влияют значения T и ее изменчивость [Costard et al., 2003]. При условии быстрого освобождения контактирующего с речным потоком берега от продуктов размыва и постоянстве других предикторов $V_{эп}$, по сути, прямо пропорциональна T , а увеличение T на 1°C увеличивает $V_{эп}$ приблизительно на 1 мм/мин (с постепенным нарастанием при более высоких значениях T). Вклад Q и механической эрозии в несколько раз меньше и тоже возрастает при увеличении T .

В результате указанных тенденций доля стока половодья снизилась с 82,7% в 1936, 1944 и 1960–1987 гг. до 64,8% в 1988–2010 гг., а доля летне-осеннего сезона увеличилась с 16,8 до 34,9%. Однородность ряда летне-осенних значений R с 1988 г. была нарушена и по дисперсии, и по среднему.

Сходные закономерности в отношении W_R летне-осеннего сезона отмечены и для низовьев Вилюя, расположенных в схожих геокриологических условиях. Вообще характеристики стока наносов

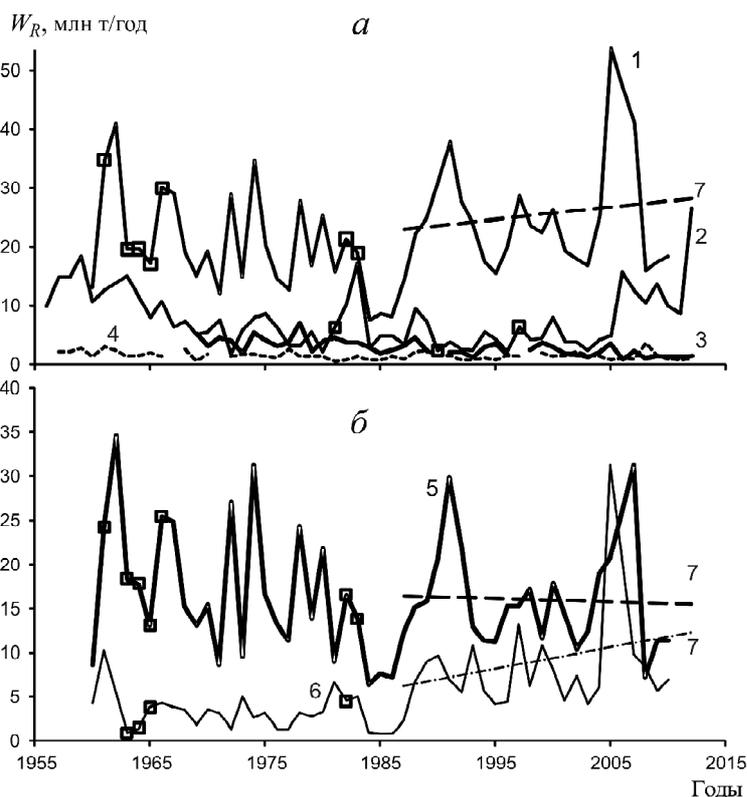


Рис. 2. Многолетние колебания стока взвешенных наносов за год (а), весеннего половодья (б, 5) и летне-осеннего периода (б, 6) на реках Лена (1, 5, 6 – гп Кюсюр, 2 – гп Табага), Алдан (3 – гп Охотский Перевоз) и Вилюй (4 – гп Хатырык-Хомо) с линейными трендами за 1988–2012 гг. (7). Квадратики указывают на годы с восстановленными значениями стока

Fig. 2. Long-term fluctuations of suspended sediment runoff during the year (a), spring flood (b, 5) and summer-autumn period (b, 6) for the Lena River (1, 5, 6 – the Kjusyur gauge, 2 – the Tabaga gauge), the Aldan River (3 – the Okhotsky Perevoz gauge) and the Vilyui River (4 – the Khatyryk-Khomo gauge); the linear trends for 1988–2012 (7). Boxes indicate the years with reconstructed runoff values

этого притока испытали значительные антропогенные изменения. В Вилуйском водохранилище s снижается от верховьев к плотине с $10\text{--}15\text{ г/м}^3$ до исчезающе малых значений. На 175 км ниже плотины ГЭС-1,2 s в зарегулированных условиях равна 3 г/м^3 (гп Сюльдюкар). На гп Сунтар s уменьшилась с 18 г/м^3 (1957–1966) до 7 г/м^3 (1974–2012), а W_R – с 490 до 195 тыс. т/год (табл. 2). На гп Хатырык-Хомо́ величина s составила в эти периоды 39 и 24 г/м^3 соответственно, W_R – 1950 и 1285 тыс. т/год.

Таким образом, во-первых, хотя и отмечается продольное нарастание s и W_R , они не достигают фоновых значений. Во-вторых, разность естественной и измененной величин стока наносов к устью р. Вилу́й, напротив, лишь возрастает, что объясняется значительным снижением максимальных величин Q (на 40 и 20% на гп Сунтар и Хатырык-Хомо́) и уменьшением водности половодья в целом, а также в отдельные летне-осенние месяцы. В-третьих, произошло существенное внутригодовое перераспределение стока наносов – доля половодья сократилась с 93 до 86%, доля зимней межени возросла с близких к нулю значений до 3,5%.

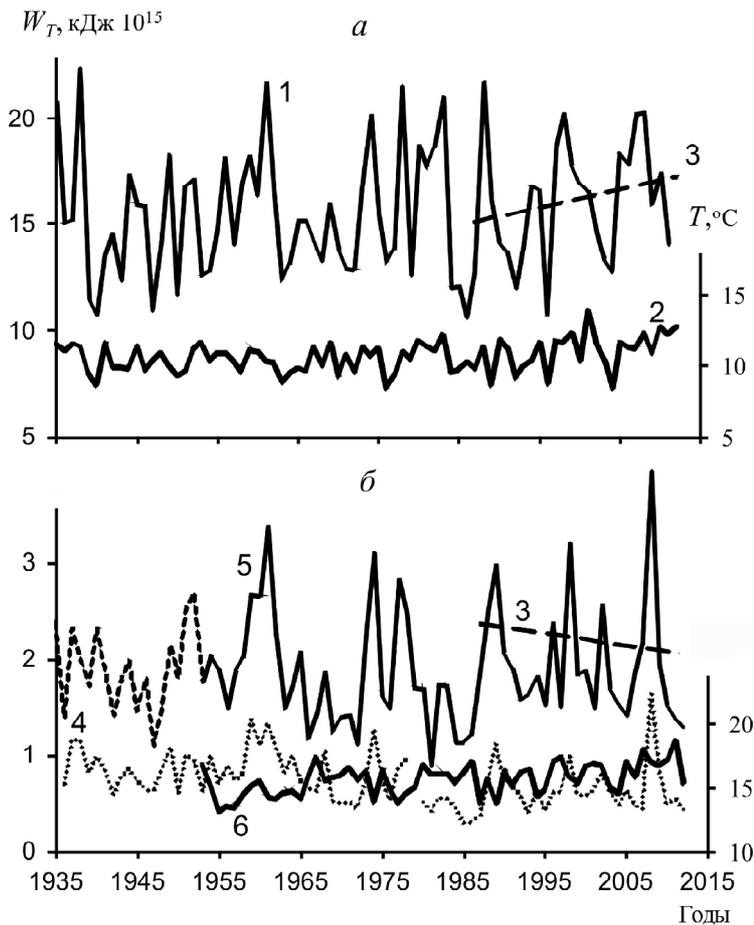


Рис. 3. Многолетние колебания годового стока теплоты (1, 4–5) и средней за летний сезон температуры воды (2, 6) на нижней Лене (а, гп Кюсюр) и Вилу́е (б) с линейными трендами за 1988–2012 гг. (3): 4 – гп Сунтар; 5, 6 – гп Хатырык-Хомо́

Fig. 3. Long-term fluctuations of the annual heat runoff (1, 4, 5) and the mean summer water temperature (2, 6) for the lower reaches of the Lena River (а – the Kysyur gauge) and the Vilyui River (б); the linear trends for 1988–2012 (3): 4 – the Suntar gauge; 5, 6 – the Khatyryk-Khomo gauge

Некоторые из упомянутых нарушений естественного режима стока наносов р. Вилу́й влияют на W_R части нижней Лены, но в силу недостаточности и ненадежности исходных данных количественно оценить этот фактор невозможно. Кроме того, не выявлено и статистически значимое влияние горнодобывающей промышленности, русловых работ (вне зависимости от их локализации) на W_R в конечном участке нижней Лены. В отношении стока наносов Алдана, средней Лены и верхнего участка нижней Лены подобное утверждать нельзя.

Тепловой сток. Тепловой сток (W_T) Лены очень велик (табл. 3), несмотря на относительно низкие значения температуры воды ($T_{\text{июнь}} \sim 5,1$, $T_{\text{июль}} \sim 14,2$, $T_{\text{авг.}} \sim 12,6$, $T_{\text{сент.}} \sim 6,1$ °C) и короткий период года с $T \geq 0,2$ °C (в среднем с 4.06. по 13.10.). Этому феномену способствуют огромный водный сток реки и повышенная водность именно в период года с высокими значениями T . На ведущую роль водного стока указывает и тесная связь между значениями W и W_T ($r \approx 0,73$). Еще более надежную зависимость можно получить, введя в уравнение температуру воды ($R \approx 0,85$):

$$W_T (\text{кДж} \cdot 10^{15}) = 0,028W_T + 1,416\bar{T}_{\text{VI-IX}} - 12,9.$$

Отмечу, что между $\bar{T}_{\text{VI-IX}}$ и соответствующими ГПВ существует надежная связь вида: $\bar{T}_{\text{VI-IX}}$ (Кюсюр) = $0,584\bar{t}_{\text{VI-IX}}$ (Жиганск) + $+0,231\bar{t}_{\text{VI-IX}}$ (Кюсюр) + $1,19$ ($R \approx 0,81$). К вершине дельты Лены W_T практически не изменяется [Магрицкий, 2009].

Больше всего теплоты закономерно проходит в летние месяцы – 23,7 (июнь), 39,7 (июль) и 24,9% (август). На долю сентября и октября приходится 10,9 и 0,8%, в мае – $W_T \approx 0,1\%$. В многолетнем масштабе, под влиянием увеличения водности реки и T , тепловой сток Лены растет (рис. 3, а). До 1980 г. величина W_T составила $15,26 \cdot 10^{15}$, в 1980–2012 гг. – $16,04 \cdot 10^{15}$ кДж. Таким образом, тепловой сток вырос на $0,78 \cdot 10^{15}$ кДж (или 5,1%) в основном за счет летних месяцев ($\Delta W_T \approx 0,76 \cdot 10^{15}$ кДж). Одновременно произошло увеличение на 8 сут продолжительности периода с $T \geq 0,2$ °C. На гп Табага ΔW_T $1,04 \cdot 10^{15}$ кДж (или 11,3%), в низовьях Алдана и Вилу́я $-0,36 \cdot 10^{15}$ (или 5,3%) и $-(0,05 \pm 0,1) \cdot 10^{15}$ кДж соответственно. По сути, к замыкающему створу реки за счет продольного снижения T и поступления холодных вод с водосбора нижней Лены часть положительного изменения ΔW_T исчезает.

Отмеченные в низовьях Лены изменения теплового состояния реки не связаны с эксплуатацией Вилу́йских водохранилищ, тогда как температурный режим самого притока претерпел заметные антропогенные изменения (рис. 3, б; 4; табл. 2). Вблизи плотины Вилу́йской ГЭС-1,2 отмечено значительное понижение температуры в летние месяцы (в среднем на $7\text{--}12$ °C) и ее увеличение в большинстве остальных месяцев,

вплоть до положительных значений зимой. Это не могло не сказаться на ледовом режиме реки [Назаренко, Сахарова, 1982]. Возвращение значений T к условно-естественным происходит на разном удалении от плотины и зависит от месяца, первоначальной величины ΔT , сбрасываемых в нижний бьеф расходов воды и степени их антропогенного нарушения, боковой приточности и др. Закономерности этого процесса иллюстрируют кривые вдольруслового изменения среднемесячных значений T , полученные для трех периодов, отличающихся по уровню антропогенной нагрузки, но схожих по температурным условиям, водности реки и приточности в теплый сезон года (рис. 4). До ввода в строй ГЭС-3 температура в июне достигала естественных значений приблизительно на 350 км ниже плотины ГЭС-1,2, в августе – на 800–900 км, в октябре – на 400÷800–900 км. В июле T восстанавливалась лишь к устью реки. В мае и сентябре различия были незначительны, но наблюдаемое превышение T сохранялось на значительном протяжении (до 900 км). В третий период, после создания второго водохранилища, исходная величина ΔT уменьшилась, и естественных значений температура стала достигать раньше, особенно в июле (рис. 4). Для мая, июня и сентября кривые не рассчитаны из-за невозможности подобрать многолетние периоды, схожие по влиянию естественных факторов на T и достаточно продолжительные.

Вследствие уменьшения Q и T в теплый сезон года сток теплоты Вилюя уменьшился почти в 2 раза у плотины ГЭС-1,2, на 26,5% у гп Сунтар и всего на 2% в замыкающем створе (табл. 2), т.е. воздействие водохранилища на W_T существенно в среднем течении Вилюя и почти исчезает (под влиянием естественных факторов и их изменений в последние десятилетия) к устью реки. Отмечено внутригодовое перераспределение W_T Вилюя (табл. 2).

Выводы:

– величина и режим стока Лены в последние 30–40 лет испытывают значительные изменения, реагируя на климатические изменения. Установлено, что средняя по бассейну положительная аномалия ТПВ составила в 1980–2013 гг. ~0,6–1 °С, а осадков – 4–9%. Сток воды нижней Лены увеличился во все сезоны и в целом за год (на 39 км³/год), сток наносов – на 5,85 млн т/год, сток теплоты – на $0,8 \cdot 10^{15}$ кДж/год; отмечен рост температуры воды. Основное увеличение стока наблюдается с 1988 г. Особенно существенно увеличился сток воды зимней межени (вплоть до нарушения стационарности ряда) и наносов в летне-осенний сезон. Различен

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-37-0038).

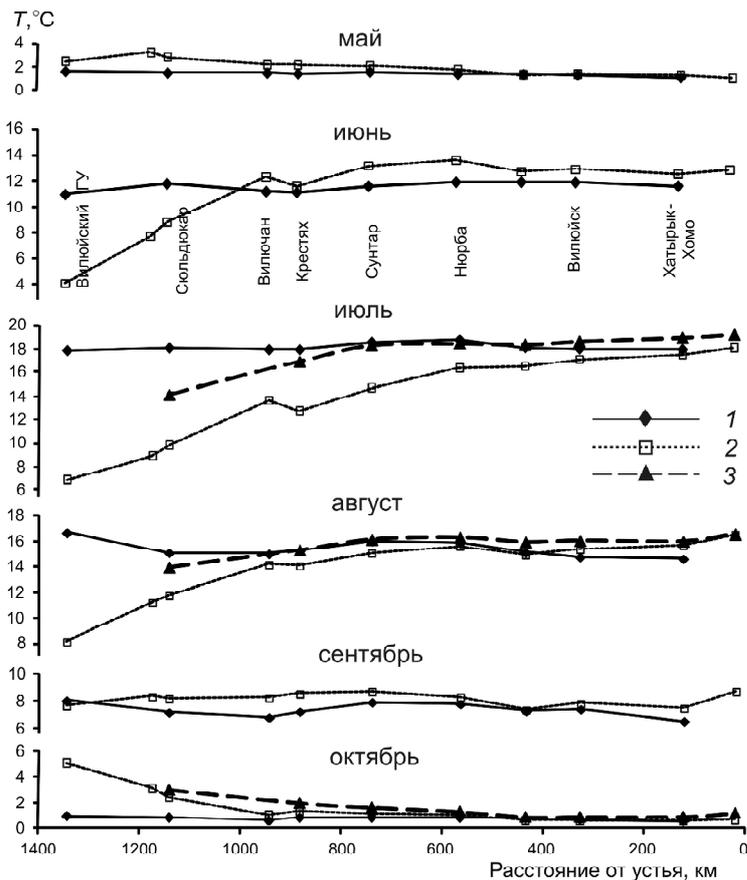


Рис. 4. Особенности продольного изменения среднемесячных значений температуры воды в р. Вилюй: 1 – 1947–1957; 2 – 1973–1980, 1988–1992; 3 – 2004–2009 гг.

Fig. 4. Changes of the mean monthly water temperatures along the Vilyui River course: 1 – 1947–1957; 2 – 1973–1980, 1988–1992; 3 – 2004–2009

вклад разных частей водосбора и притоков в выявленные изменения. Водопотребление (при суммарном водозаборе 0,3 км³/год) и создание водохранилищ почти не влияют на водные ресурсы реки, оцениваемые в 552 км³/год, но нарушают естественные условия зимней межени;

– режим стока воды и наносов, ледово-термические условия среднего и нижнего участков Вилюя, наоборот, сильно изменены водохранилищами – произошло уменьшение стока весеннего половодья и частично летне-осенних паводков в пользу зимней межени: стока наносов – на 34%, теплового стока на значительном протяжении реки – до 25–50%, нарушены и температурные условия и др. Современные гидроклиматические изменения в определенной мере нивелируют это воздействие, особенно в отношении некоторых видов стока, но пока не компенсируют его;

– в дальнейшем, с учетом имеющихся прогнозных оценок, следует ожидать дальнейшего увеличения стока р. Лена, причем превосходящего аналогичные изменения многих других рек России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеевский Н.И., Магрицкий Д.В.* Поступление наносов в устья больших рек / Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования / Под ред. Н.И. Алексеевского. М.: ГЕОС, 2007. С. 165–179.
- Вода России. Речные бассейны / Под ред. А.М. Черняева. Екатеринбург: АКВА-ПРЕСС, 2001. 536 с.
- Водные пути бассейна Лены / Под ред. Р.С. Чалова, В.М. Панченко, С.Я. Зернова. М.: МИКИС, 1995. 600 с.
- Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: ГТИ, 2008. 600 с.
- Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. СПб., 1982–2014.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2013 г. М.: Росгидромет, 2014. 110 с.
- Магрицкий Д.В.* Годовой сток взвешенных наносов российских рек водосбора Северного Ледовитого океана и его антропогенные изменения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. 2010. № 6. С. 17–24.
- Магрицкий Д.В.* Естественные и антропогенные изменения гидрологического режима низовьев и устьев крупнейших рек Восточной Сибири: Автореф. канд. дисс. М., 2001. 22 с.
- Магрицкий Д.В.* Речной сток и гидрологические расчеты: практические работы с выполнением при помощи компьютерных программ. М.: Триумф, 2014. 184 с.
- Магрицкий Д.В.* Тепловой сток рек в моря Российской Арктики и его изменения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. 2009. № 5. С. 69–77.
- Назаренко С.Н., Сахарова Н.Б.* Изменение ледо-термического режима р. Вилюй в нижнем бьефе Вилюйской ГЭС I–II // Гидротехническое строительство. 1982. № 8. С. 23–26.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 17. Лено-Инди-гирский район. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 652 с.
- Сценарная оценка вероятных изменений речного стока в бассейнах крупнейших рек России. Ч. 1. Бассейн реки Лены. М.: МАКС-Пресс, 2011. 180 с.
- Чаркин А.Н., Федорова И.В., Семилетов И.П.* и др. Масштабы пространственной изменчивости распределения взвеси в системе «Река Лена – море Лаптевых» // Геология, география и экология океана. Ростов-на-Дону: ЮНЦ, 2009. С. 351–354.
- Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю., Шальгин А.Л.* Влияние климатических изменений на сток рек бассейна Лены // Современные проблемы экологической метеорологии и климатологии. СПб.: Наука, 2005. С. 218–231.
- Costard F., Dupeyrat L., Gautier E., Carey-Gailhardis E.* Fluvial thermal erosion investigations along a rapidly eroding river bank: Application to the Lena River (Central Siberia) // Earth Surf. Process. Landforms. 2003. N 28. P. 1349–1359.
- Liu B., Yang D., Ye B., Berezovskaya S.* Long-term open-water season stream temperature variations and changes over Lena River Basin in Siberia // Global and Planetary Change. 2005. N 48. P. 96–111.
- Magritskii D.V.* Anthropogenic Impact on the Runoff of Russian Rivers Emptying into the Arctic Ocean // Water Res. 2008. Vol. 35, N 1. P. 1–14.
- Rachold V., Hermel J., Korotaev V.N.* Expedition to the Lena River July/August 1994 // Berichte zur Polarforschung. 1995. N 182. P. 181–195.
- Ye B., Yang D., Kane D.L.* Changes in Lena River streamflow hydrology human impacts versus natural variations // Water Res. 2003. Vol. 39, N 71. P. 1–14.

Поступила в редакцию 22.07.2015
Принята к публикации 28.10.2015

D.V. Magritsky¹

**FACTORS AND TRENDS OF THE LONG-TERM FLUCTUATIONS
OF WATER, SEDIMENT AND HEAT RUNOFF IN THE LOWER REACHES
OF THE LENA RIVER AND THE VILYUI RIVER**

Specific features and trends of seasonal and long-term fluctuations of water, suspended sediment and heat runoff in the lower reaches of the Lena River and the Vilyui River are discussed. New estimates of runoff distribution parameters are presented. Both climatic and anthropogenic factors of the spatial and temporal variability of river runoff parameters and water temperature are analyzed, as well as the contribution of the processes characteristic of the upper and lower reaches of the Lena River, the Aldan and Vilyui rivers basins, to these changes. The contribution of different factors to the variability of a number of main hydrological parameters was quantified. The influence of reservoirs on some river runoff parameters and temperature characteristics of the Vilyui River is considered. A number of computational and prognostic empirical relationships are presented.

Key words: river, basin, water, sediment and heat runoff, temperature, climatic and anthropogenic factors, water reservoir, the Lena River, the Vilyui River.

Acknowledgements. The research was financially supported by the Russian Science Foundation (project No 14-37-0038).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: magdima@yandex.ru

REFERENCES

- Alekseevskii N.I., Magrickii D.V.* Postuplenie nanosov v ust'ja bol'shikh rek [The sediment transport to the mouths of large rivers], Geoekologicheskoe sostojanie arkticheskogo poberezh'ja Rossii i bezopasnost' prirodopol'zovanija, Moscow, GEOS, 2014, pp 165–179 (in Russian).
- Charkin A.N., Fedorova I.V., Semiletov I.P.* et al. Masshtaby prostranstvennoi izmenchivosti raspredeleniia vzvesi v sisteme «Reka Lena – More Laptevykh» [The scales of the spatial variability of the distribution of suspended solids in the system «River Lena – the Laptev Sea»], Geologija, geografija i ekologija okeana, Rostov-na-Donu: IUNTC, 2009, pp. 351–354 (in Russian).
- Costard F., Dupeyrat L., Gautier E., Carey-Gailhardis E.* Fluvial thermal erosion investigations along a rapidly eroding river bank: Application to the Lena River (Central Siberia) // Earth Surf. Process. Landforms. 2003, no 28. pp. 1349–1359.
- Doklad ob osobennostjakh klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2013 g. [A report on the features of climate in the territory of the Russian Federation for 2013], Moscow, Rosgidromet, 2014, 110 p. (in Russian).
- Gosudarstvennyj vodnyj kadastr. Resursy poverhnostnyh i podzemnyh vod, ih ispol'zovanie i kachestvo. Ezhegodnoe izdanie [The state water cadastre. Resources of surface and underground waters, their use and quality. Annual publication], Leningrad, Sankt-Peterburg, 1982–2014 (in Russian).
- Liu B., Yang D., Ye B., Berezovskaya S.* Long-term open-water season stream temperature variations and changes over Lena River Basin in Siberia // Global and Planetary Change, 2005, no 48, pp. 96–111.
- Magritskii D.V.* Anthropogenic Impact on the Runoff of Russian Rivers Emptying into the Arctic Ocean // Water Res. 2008, Vol. 35, no 1, pp. 1–14.
- Magrickii D.V.* Godovoj stok vzveshennykh nanosov rossijskikh rek vodosbora Severnogo Ledovitogo okeana i ego antropogennye izmenenija [Annual suspended matter flow of the Russian rivers belonging to the Arctic ocean basin and its anthropogenic transformation], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya, 2010, no 6, pp. 17–24 (in Russian).
- Magrickii D.V.* Estestvennye i antropogennye izmenenija gidrologicheskogo rezhima nizov'ev i ust'ev krupnejshih rek Vostochnoj Sibiri [Natural and anthropogenic changes in the hydrological regime of the lower reaches and mouths of the largest rivers of Eastern Siberia], Moskovskij Gosudarstvennyj Universitet, Moscow, 2001, 22 p. (in Russian).
- Magrickii D.V.* Rechnoj stok i gidrologicheskie raschety: prakticheskie raboty s vypolnieniem pri pomoshhi komp'yuternyh programm [River runoff and hydrological calculations: practical work using computer programs]. Moscow, 2014. 184 p. (in Russian).
- Magrickii D.V.* Teplovoj stok rek v morja Rossijskoj Arktiki i ego izmenenija [Heat runoff to the Russian Arctic seas and its changes], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya, 2009, no 5, pp. 69–77 (in Russian).
- Nazarenko S.N., Saharova N.B.* Izmenenie ledotermicheskogo rezhima r. Vil'uj v nizhnem b'efe Vil'jujskoj GJeS I–II [Changes in ice and thermal regime of the Viluy river in downstream HPP I–II], Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo, 1982, no 8, pp. 23–26 (in Russian).
- Rachold V., Hermel J., Korotaev V.N.* Expedition to the Lena River July/August 1994 // Berichte zur Polarforschung, 1995, no 182, pp. 181–195.
- Resursy poverhnostnyh vod SSSR. T. 17. Leno-Indigirskij rajon [Surface water resources of the USSR. Vol. 17. Lena-Indigirka region], Leningrad, Gidrometeoizdat, 1972, 652 p. (in Russian)
- Scenarnaja ocenka verojatnyh izmenenij rechnogo stoka v bassejnah krupnejshih rek Rossii. Chast' 1. Bassejn reki Leny [Scenario-based assessment of likely changes in river runoff in the basins of the largest rivers of Russia. P. 1. The Lena river basin], Moscow, 2011, 180 p. (in Russian).
- Shiklomanov I.A., Georgievskij V.Ju., Shalygin A.L.* Vlijanie klimaticeskikh izmenenij na stok rek bassejna Leny [The impact of climate changes on river runoff in the Lena basin], Sovremennye problemy jekologicheskoi meteorologii i klimatologii, SPb.: Nauka, 2005, pp. 218–231 (in Russian).
- Voda Rossii. Rechnye bassejny [Water Russia. River basins], Ekaterinburg, 2001, 536 p. (in Russian).
- Vodnye puti bassejna Leny [Waterways of the Lena river's basin], Moscow, 1995, 600 p. (in Russian).
- Vodnye resursy Rossii i ih ispol'zovanie [Water resources of Russia and their use], SPb.: GGI, 2008, 600 p. (in Russian).
- Ye B., Yang D. and Kane D.L.* Changes in Lens River streamflow hydrology human impacts versus natural variations // Water Res. 2003. Vol. 39, no 71, pp. 1–14.

Received 22.07.2015

Accepted 28.10.2015

УДК 525.623

А.Т. Кондрин¹

ШТОРМОВЫЕ НАГОНЫ В РАЙОНЕ БЕЛОМОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ МГУ

Рассмотрены остаточные колебания уровня моря в районе Беломорской биологической станции МГУ, расположенной на берегу пролива, соединяющего два небольших водоема Кандалакшского залива – Великую Салму и Ругозерскую губу. Используются наблюдения над уровнем моря, атмосферным давлением и скоростью ветра в летние и осенние месяцы 2008–2014 гг. Осенью перестройка атмосферной циркуляции с летней на зимнюю сопровождается интенсификацией циклонической деятельности и, следовательно, увеличением интенсивности непривливаемых колебаний уровня по сравнению с летними месяцами.

Основное внимание уделено описанию штормовых нагонов – определены их количественные характеристики, а также рассмотрены причины их возникновения, такие, как изменения атмосферного давления, ветер и барическая ситуация в районе исследований. В ряде случаев для анализа нагонных колебаний привлечены данные наблюдений и на других водомерных постах Белого моря. Высота нагонов изменялась от 0,20 до 0,47 м, а продолжительность – от 1 до 10 сут.

Выделено три основных типа нагонов: барические, главной причиной которых было достаточно продолжительное понижение ПДА; ветровые, возникающие в результате действия нагонного ветра; волновые, обусловленные прохождением уединенной волны.

Ключевые слова: остаточные колебания уровня, сезонная изменчивость, штормовые нагоны, ветер, атмосферное давление, Белое море.

Введение. Рассмотрены непривливаемые колебания уровня моря (УМ) в районе Беломорской биологической станции (ББС) МГУ на основании данных наблюдений в июне–октябре 2008–2014 гг. Исследования характеристик колебаний УМ в прибрежной зоне относятся к наиболее актуальным направлениям современной океанологии, так как их знание необходимо при решении многих прикладных задач, а также при планировании и проведении научных исследований. Наблюдения над УМ на причале ББС проводятся с июня 2008 г. Ранее наблюдения над колебаниями уровня здесь, как и во многих других мелководных акваториях Белого моря, не проводились. Основное внимание уделялось анализу нагонных колебаний остаточного уровня моря (ОУМ) в синоптическом диапазоне временного масштаба, которые определяются в основном метеорологическими причинами, такими, как приземное давление атмосферы (ПДА) и скорость ветра. В ряде случаев при изучении характера нагона использованы данные наблюдений и на других постах – Сосновец, Соловки и Северодвинск.

Материалы и методы исследований. ББС МГУ расположена на южном берегу узкого пролива шириной 700–800 м, соединяющего два небольших водоема Кандалакшского залива – Великую Салму и Ругозерскую губу, общая протяженность которых составляет ~35 км. Более подробное описание района исследований приведено в работе [Кондрин, Пантюлин, 2010].

Наблюдения на причале ББС проводятся с июня 2008 г. с помощью автоматической метеостанции

«AWS-2700». Эта метеостанция в автоматическом режиме измеряет давление атмосферы, направление и скорость ветра, температуру и влажность воздуха, температуру воды, а также УМ с точностью 1 см. Хотя наблюдения над метеорологическими элементами проводятся круглый год, измерения УМ выполнены только в теплую половину года. Сроки проведения наблюдений над уровнем (за исключением 2011 и 2014 г.) приведены в табл. 1. В 2011 г. наблюдения, включая УМ, на причале ББС велись непрерывно только с 2 июня по 15 августа, а также с 10 по 30 сентября (с 16 августа по 9 сентября этого года по техническим причинам наблюдения были прерваны). Данные за 2014 г. использованные в работе, включают наблюдения с 1 июня по 31 июля. Для интерпретации полученных результатов использованы карты приземного давления атмосферы (ПДА), построенные на основании данных реанализа NCEP и опубликованные на сайте <http://www.wetterzentrale.de>. Сравнение данных измерений ПДА и скорости ветра на ББС с данными реанализа показало, что для рассматриваемого района они хорошо согласуются.

Для расчета приливных колебаний уровня использованы результаты гармонического анализа временных рядов высоты уровня, полученные при измерениях на причале ББС в течение рассматриваемых промежутков времени. Гармонический анализ колебаний УМ выполнен с помощью пакета программ T_TIDE [Pawlowicz et al., 2002] методом наименьших квадратов. Методика вычисления приливных колебаний подробно описана в работе [Кондрин, Пантюлин, 2010].

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра океанологии, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: altkondr@gmail.com

Т а б л и ц а 1

Статистические характеристики колебаний остаточного уровня моря (ОУМ)

Период наблюдений	Месяц	УМ _{ср} , м	ПДА _{ср} , ГПа	ОУМ _{max} , м	ОУМ _{min} , м	ΔОУМ, м	Std
19.06–31.10.2008	Июнь	1,16	1006	1,27	1,05	0,22	0,057
	Июль	1,18	1011	1,31	1,06	0,25	0,051
	Август	1,15	1008	1,33	1,04	0,29	0,060
	Сентябрь	1,13	1017	1,49	0,96	0,53	0,137
	Октябрь	1,23	1001	1,43	0,92	0,51	0,102
01.06–31.10.2009	Июнь	1,14	1014	1,32	1,01	0,31	0,062
	Июль	1,12	1010	1,26	0,99	0,27	0,055
	Август	1,14	1012	1,38	0,90	0,48	0,085
	Сентябрь	1,22	1003	1,69	0,91	0,78	0,147
	Октябрь	1,20	1012	1,53	0,94	0,59	0,141
01.06–04.10.2010	Июнь	1,20	1009	1,42	1,02	0,40	0,094
	Июль	1,15	1013	1,53	0,96	0,57	0,087
	Август	1,22	1012	1,49	1,03	0,46	0,114
	Сентябрь	1,22	1012	1,68	1,01	0,67	0,121
03.06–22.10.2012	Июнь	1,21	1007	1,34	1,05	0,29	0,063
	Июль	1,20	1008	1,50	1,00	0,50	0,106
	Август	1,27	1013	1,64	1,11	0,53	0,095
	Сентябрь	1,34	1005	1,61	1,08	0,53	0,116
	Октябрь	1,27	1007	1,53	0,94	0,59	0,114
01.06–29.09.2013	Июнь	1,16	1014	1,56	1,03	0,53	0,100
	Июль	1,29	1011	1,45	1,11	0,34	0,088
	Август	1,26	1012	1,45	1,11	0,34	0,068
	Сентябрь	1,25	1015	1,62	1,11	0,51	0,123

Для получения ОУМ приливная составляющая вычитается из данных наблюдений. Полученные таким образом временные ряды содержат незначительные колебания на приливных частотах, которые возникают в процессе вычитания из измеренных значений уровня приливной составляющей. Для полного исключения колебаний на приливных частотах был применен фильтр Баттерворта с частотой среза 0,04 ц/ч, соответствующей периоду 25 ч [Кондрин, 2012; Emery, Thompson, 2001].

Все расчеты и графические построения выполнены в вычислительной среде MATLAB. Для расчета зональной (*u*) и меридиональной (*v*) составляющих скорости ветра использовалась функция MATLAB $pol2cart((270-\theta)\cdot\pi/180, W)$, где θ – направление ветра в градусах, принятое в метеорологии, т.е. от истинного норда по часовой стрелке; W – модуль скорости ветра. Для построения векторов скорости ветра использовался графический оператор MATLAB *feather* (*u*, *v*). При рассмотрении рисунков скорости ветра следует учитывать, что мас-

штабы изображения составляющих *u* и *v* сильно отличаются, так как на горизонтальной оси (помимо *u*) отложено также время. В силу этого направления векторов скорости ветра выглядят искаженными. Однако в целом рисунки верно отражают ситуацию – векторы, направленные вниз, изображают нагонный ветер северных румбов, а векторы, направленные вверх, – сгонный ветер южных румбов.

Результаты исследований и их обсуждение.

Сезонные изменения. В целом сезонные изменения ОУМ Белого моря характеризуются наличием главного максимума в октябре и главного минимума в феврале [Filatov et al., 2005]. В полной мере это относится к Бассейну и Кандалакшскому заливу, где сезонные изменения ОУМ составляют 15–19 см.

Эти особенности сезонной изменчивости ОУМ в Белом море связаны с характером циркуляции атмосферы, которая обладает признаками муссонного режима [Добровольский, Залогин, 1982]. В зимний период над Белым морем устанавливается более высокое ПДА, чем над Баренцевым. В резуль-

тате с декабря по март преобладают ветры южных направлений. Главный минимум в феврале обусловлен выносом воды из Белого моря преобладающими юго-западными ветрами, а также статической реакцией уровня моря на атмосферное давление. Этот минимум усиливается в результате увеличения плотности воды, главным образом при понижении температуры, а также уменьшения речного стока в декабре–марте. В период с мая по октябрь–ноябрь устанавливается летний тип циркуляции атмосферы, который характеризуется выравниванием ПДА над Белым и Баренцевым морями и преобладанием воздушных потоков северных румбов, что способствует притоку воды из Баренцева моря в Белое. В результате к октябрю средний УМ повышается. В процессе образования октябрьского максимума, очевидно, важную роль играет существенное увеличение стока рек в мае–ноябре по сравнению с зимним периодом.

Осенью перестройка атмосферной циркуляции с летней на зимнюю обычно сопровождается интенсификацией циклонической деятельности и, следовательно, увеличением повторяемости полей низкого давления (73%), создаваемых циклонами различных типов [Filatov et al., 2005].

Описанная выше простая схема в целом подтверждается данными наблюдений на ББС МГУ. В табл. 1 приведены статистические характеристики колебаний ОУМ, здесь $УМ_{cp}$ – среднемесячная высота уровня моря, $ПДА_{cp}$ – среднемесячное значение приземного давления атмосферы, максимальное месячное значение остаточного уровня – $ОУМ_{max}$, минимальное месячное значение остаточного уровня – $ОУМ_{min}$, $\Delta ОУМ = ОУМ_{max} - ОУМ_{min}$ – размах колебаний за соответствующий месяц, Std – среднее квадратичное отклонение.

Согласно данным, приведенным в табл. 1, значения $УМ_{cp}$ изменяются в широких пределах. На-

меньшее значение $УМ_{cp}$ наблюдалось в июле 2009 г. (1,12 м), а наибольшее – в сентябре 2012 г. (1,34 м). С точки зрения сезонных изменений наиболее репрезентативны 2008, 2009 и 2012 гг., когда измерения уровня проводились с июня по октябрь включительно. В осенние месяцы $УМ_{cp}$ выше, чем летом. В 2008 г. наименьшее значение $УМ_{cp}$ отмечено в сентябре (1,13 м), а наибольшее – в октябре (1,23 м). Летом значения $УМ_{cp}$ изменялись незначительно – от 1,15 м в августе до 1,18 м в июле. В 2009 г. наименьшее значение $УМ_{cp}$ наблюдалось в июле (1,12 м), а наибольшее – в сентябре (1,22 м). В октябре средний уровень также оставался на высокой отметке (1,20 м). Эта закономерность прослеживается и в 2012 г. Если в июне и июле средние значения уровня были равны 1,21 и 1,20 м соответственно, то в августе и октябре этот показатель был 1,27 м, а в сентябре поднялся до самого большого значения за период наблюдений – 1,34 м.

Данные, приведенные в табл. 1, указывают также на существенную роль статической реакции моря на изменения атмосферного давления («обратный барометр»). Отмеченным выше наибольшим среднемесячным значениям уровня соответствуют наименьшие значения $ПДА_{cp}$.

Осенью при более высоких значениях $УМ_{cp}$ неприливные колебания уровня могут достигать значительных величин. Например, в сентябре 2009 г. при среднемесячном значении $УМ_{cp}$, равном 1,21 м, величина $\Delta ОУМ$ была равна 0,78 м. В то же время в июле того же года при наименьшем значении $УМ_{cp}$ (1,12 м) размах колебаний составил 0,27 м. В 2010 г. наибольший размах колебаний (0,67 м) имел место в сентябре, а наименьший (0,40 м) – в июне. В 2012 г. наибольший размах колебаний ОУМ был зафиксирован в октябре (0,59 м), а наименьший – в июне (0,29 м). Увеличение интенсивности неприливных колебаний уровня в начале осени по сравнению с летними ме-

Таблица 2

Штормовые нагоны на ББС МГУ в 2008–2014 гг.

Дата	$ОУМ_{max}$, м	$\Delta ОУМ$, м	$Е_{ОУМ}$, м	ΔT , сут	Барическая ситуация	Причина
02.09.2008	1,49 (2,41)	0,43	0,33	8	АркЦ, 980, восточная часть БРМ	Ветер, ПДА
27.09.2009	1,69 (2,16)	0,70	0,47	10	АркЦ, 975, восточная часть БРМ	ПДА, волна
24.07.2010	1,52 (2,22)	0,57	0,37	1	АркЦ, 975, восточная часть БРМ	Волна
17.08.2010	1,49 (2,20)	0,45	0,27	4	АркЦ, 975, восточная часть БРМ	Ветер
04.09.2010	1,67 (2,28)	0,58	0,45	3,5	ПолЦ, 1000, на юго-восток от БЛМ	Ветер
16.09.2011	1,48 (1,79)	0,36	0,20	5	ПолЦ, 990, восточная часть БЛМ	ПДА
08.08.2012	1,64 (2,35)	0,48	0,37	2,5	ПолЦ, 990, восточнее БЛМ	Ветер
08.09.2012	1,55 (2,20)	0,45	0,21	7	АркЦ, 990, западная часть БРМ	ПДА
25.09.2012	1,62 (2,30)	0,53	0,28	2,5	ПолЦ, 995, северо-западная часть ЕТР	Ветер
12.06.2013	1,56 (2,31)	0,50	0,40	~5	ПолЦ, 990, на восток от БЛМ	ПДА, ветер
24.09.2013	1,62 (2,38)	0,44	0,37	5,5	ПолЦ, 985, северо-западная часть ЕТР	Ветер
24.06.2014	1,58 (2,26)	0,46	0,41	3	ПолЦ, 1000, на восток от БЛМ	Волна, ветер

Примечание. В скобках указана суммарная высота уровня моря с учетом приливов; $ОУМ_{max}$, $\Delta ОУМ$, $Е_{ОУМ}$, ΔT , АркЦ, ПолЦ, БРМ, БЛМ см. в тексте.

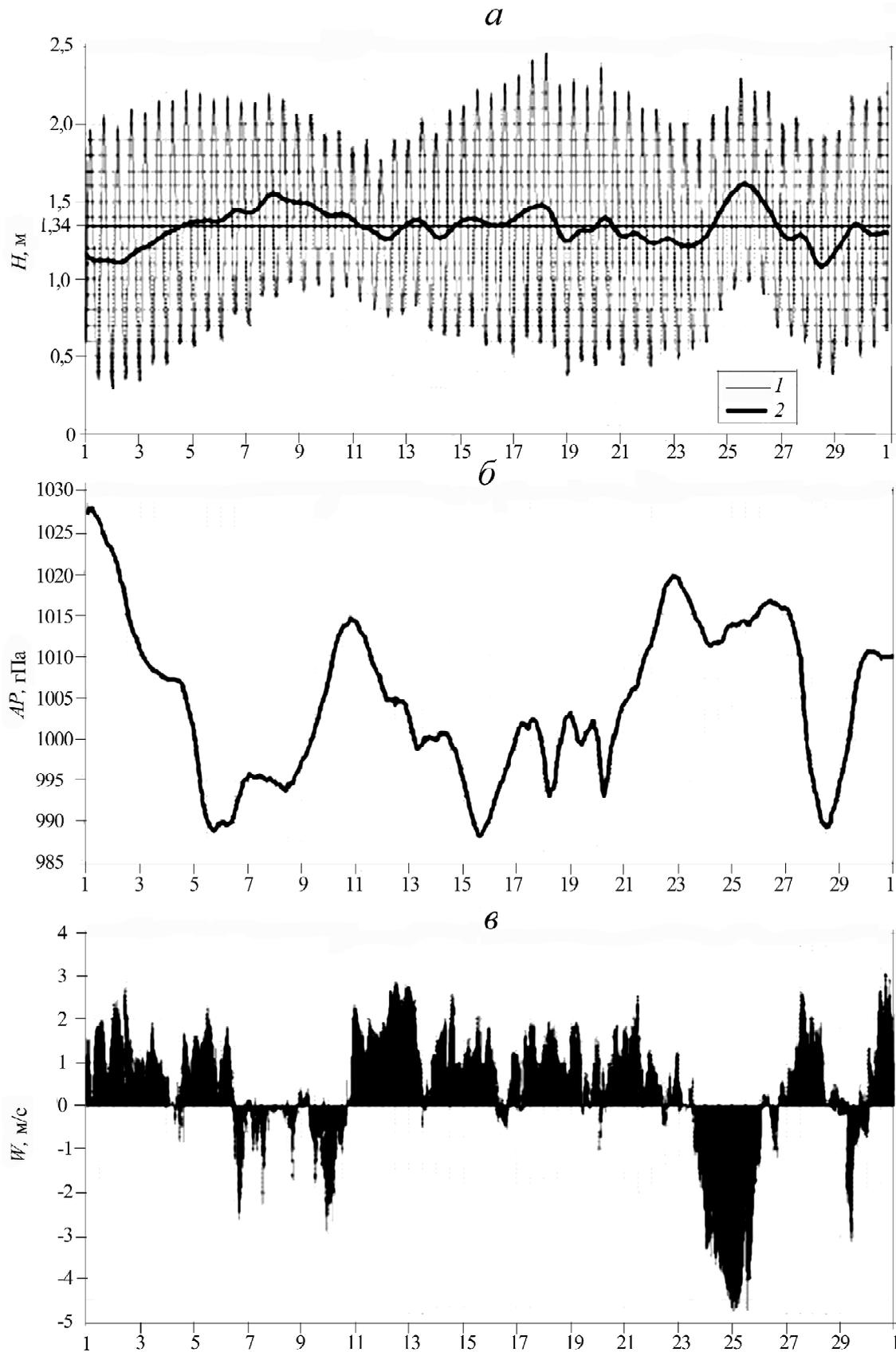


Рис. 1. Колебания уровня моря, атмосферное давление и скорость ветра на ББС МГУ в сентябре 2012 г. Здесь и на рисунках 2, 3, 5, 7: *a* – уровень моря H , м; *б* – атмосферное давление AP , ГПа; *в* – скорость ветра W , м/с; 1 – наблюдения, 2 – ОУМ. Нагон 7–9 сентября – барический, нагон 25–26 сентября – ветровой

Fig. 1. Sea level oscillations, air pressure and wind speed at the MSU White Sea Biological Station in September 2012. Here as well as in Figures 2, 3, 5 and 7: *a* – sea level H , m; *b* – air pressure AP , hPa; *c* – wind speed W , m/s; 1 – observations, 2 – residual sea level (RSL). The surge of September 7–9 is barometric; the surge of September 25–26 is wind-generated

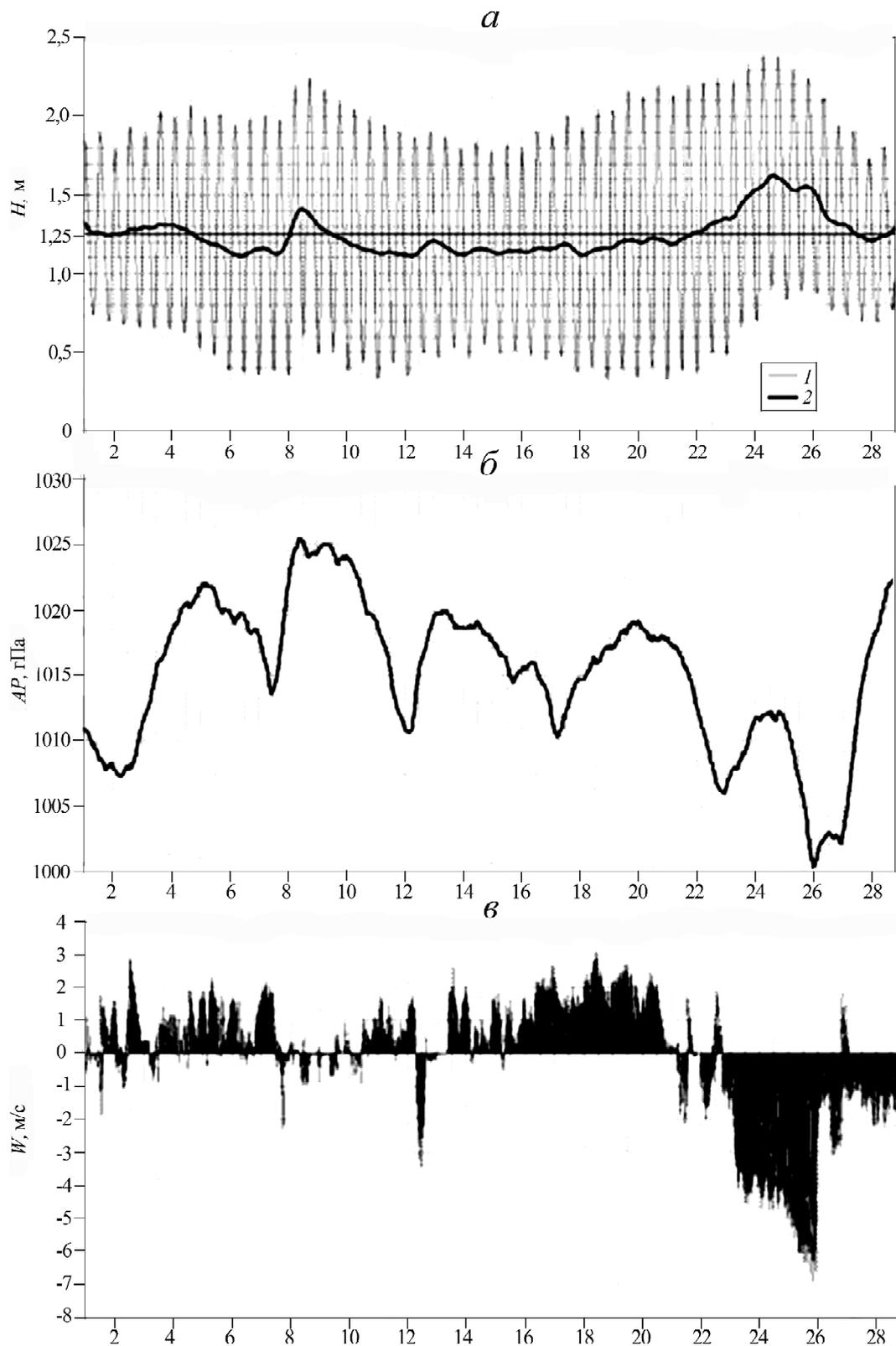


Рис. 2. Ветровой нагон 24–25 сентября 2013 г.

Fig. 2. Wind surge of September 24–25, 2013

сяцами подтверждается величинами среднего квадратичного отклонения Std и обусловлено интенсификацией циклонической деятельности в атмосфере над акваториями Баренцева и Белого морей.

Нагонные колебания ОУМ. Ниже приводится описание значительных подъемов ОУМ по данным

наблюдений с 2008 по 2014 г. Всего рассмотрено 12 таких случаев, краткая характеристика которых содержится в табл. 2, составленной на основании анализа данных измерений УМ, ПДА и скорости ветра на ББС, а также барической ситуации в районе Белого моря во время соответствующего подъе-

ма уровня. Здесь OUM_{max} – максимальное значение ОУМ (в скобках приведена соответствующая суммарная высота уровня), ΔOUM – перепад ОУМ (разность высот максимального значения ОУМ и ближайшего локального минимума), E_{OUM} – высота нагона (превышение максимального значения ОУМ над среднемесячным), ΔT – продолжительность подъема уровня (промежуток времени, в течение которого ОУМ был выше среднемесячного значения), БС – барическая ситуация, АркЦ – арктический циклон, ПолЦ – полярный циклон, БЛМ – Белое море, БРМ – Баренцево море. В табл. 2 указаны дата достижения максимальной высоты ОУМ, причина повышения уровня, положение соответствующего барического образования на эту дату и ПДА в его центре (ГПа).

Во всех приведенных в табл. 2 случаях подъем ОУМ был вызван прохождением циклонов двух типов – арктических и полярных. Арктические циклоны формируются на арктическом атмосферном фронте и их траектории проходят над Баренцевым морем. В 3 из 4 приведенных в таблице случаев центр арктического циклона во время максимального подъема ОУМ находился в восточной части Баренцева моря и лишь в одном случае – в западной части Баренцева моря, севернее Кольского п-ва. В 5 из 8 случаев нагонов, вызванных циклонами, формирующимися на полярном климатическом фронте, центры последних во время наибольшего подъема ОУМ были расположены восточнее Белого моря либо непосредственно над его восточной частью. В 2 случаях центр циклона находился южнее Белого моря в северо-западной части европейской территории России (ЕТР) и один раз в восточной части Баренцева моря.

Высота нагона в рассмотренных случаях изменялась от 0,20 до 0,47 м, а продолжительность – от 1 до 10 сут.

Анализ данных измерений на ББС, а также барических ситуаций позволяет выделить три основных типа значительных повышений ОУМ: 1) барические, 2) ветровые и 3) волновые.

К первому типу относятся продолжительные, невысокие (0,2 м) повышения ОУМ, которые представляют собой статическую реакцию уровня моря на продолжительные понижения ПДА согласно закону «обратного барометра». Такие повышения ОУМ (для краткости назовем их барическими нагонами) наблюдались, когда акватория Белого моря длительное время находилась в пределах обширных устойчивых областей низкого ПДА, которое и было основным фактором повышения ОУМ. Типичный пример такого барического нагона представляет собой повышение ОУМ 8 сентября 2012 года (рис. 1). Перепад ОУМ в этом случае был равен 0,45 м, высота нагона – 0,21 м, а продолжительность составила ~7 суток. Это повышение ОУМ, очевидно, было связано с обширной областью низкого атмосферного давления над Северной Атлантикой, в пределах которой Белое море находилось с 6 по 10 сентября.

В этой области пониженного давления наблюдались два циклона. Центр первого из них (985–990 ГПа) 6 и 7 сентября находился в западной части Баренцева моря между Шпицбергом и Скандинавским полуостровом, а 8 сентября сместился в центральную часть Баренцева моря. Центр второго циклона (990 ГПа) 6 сентября находился севернее Исландии, затем быстро смещался к востоку и 8 сентября оказался вблизи южного побережья Белого моря. На ББС ПДА упало с 1027 ГПа 1 сентября до 989 ГПа 5 сентября и до 8 сентября не превышало 996 ГПа. При этом 6–8 сентября зафиксирован слабый (0,5–1,5 м/с) ветер северо-западных румбов, который лишь на короткое время 6 сентября около 15 ч немного усилился (4,0 м/с, порывами до 9,3 м/с). Сопоставляя эти данные, можно заключить, что основной причиной рассматриваемого повышения ОУМ было падение ПДА.

Ко второму типу относятся ветровые нагоны, главной причиной которых было действие нагонного ветра. Эти нагоны отличались большей высотой (0,27–0,45 м) и меньшей продолжительностью (2,5–5,5 сут.). Данные наблюдений показывают, что ветры северных румбов – нагонные в районе исследований.

Типичный ветровой нагон имел место 25 сентября 2012 г. (рис. 1), когда ОУМ поднялся до отметки 1,62 м, превысив среднемесячное значение (1,34 м) на 0,28 м, а затем 28 сентября опустился до 1,09 м. Таким образом, перепад составил 0,53 м. Продолжительность нагона ~2,5 сут. Во время этого нагона Белое море находилось на периферии неглубокого циклона, центр которого (995 ГПа) 25 сентября находился южнее Белого моря примерно на широте Санкт-Петербурга. На ББС 24 и 25 сентября ПДА оставалось довольно высоким (1012–1015 ГПа), при этом наблюдался нагонный ветер северо-восточных румбов со скоростью 5–6,9 м/с, порывами до 13,7 м/с.

Еще один пример ветрового нагона представлен на рис. 2. Подъем ОУМ до высоты 1,62 м произошел 24 сентября 2013 г. около 15 ч, среднемесячное значение уровня при этом было превышено на 0,37 м. Нагон длился 5,5 сут. Ближайший локальный минимум 1,18 м наблюдался 21 сентября, следовательно, перепад ОУМ в этом случае составил 0,44 м. Этот нагон был вызван относительно глубоким циклоном, центр которого (985 ГПа) 24 сентября находился в северо-западной части ЕТР. Белое море находилось на периферии этого циклона, где преобладал северо-восточный воздушный поток. На ББС с 22 по 26 сентября отмечен устойчивый ветер северо-восточного направления, скорость которого 23 и 24 сентября изменялась от 5 до 6,8 м/с, порывами до 14 м/с. ПДА в эти дни (23–24 сентября) оставалось достаточно высоким, в пределах 1007–1013 ГПа.

Наибольший по высоте ветровой нагон произошел в начале сентября 2010 г. (рис. 3). В течение 2-х сут. с 10 ч 2 сентября до 13 ч 4 сентября ОУМ повысился от 1,09 до 1,67 м, т.е. поднялся на 0,58 м,

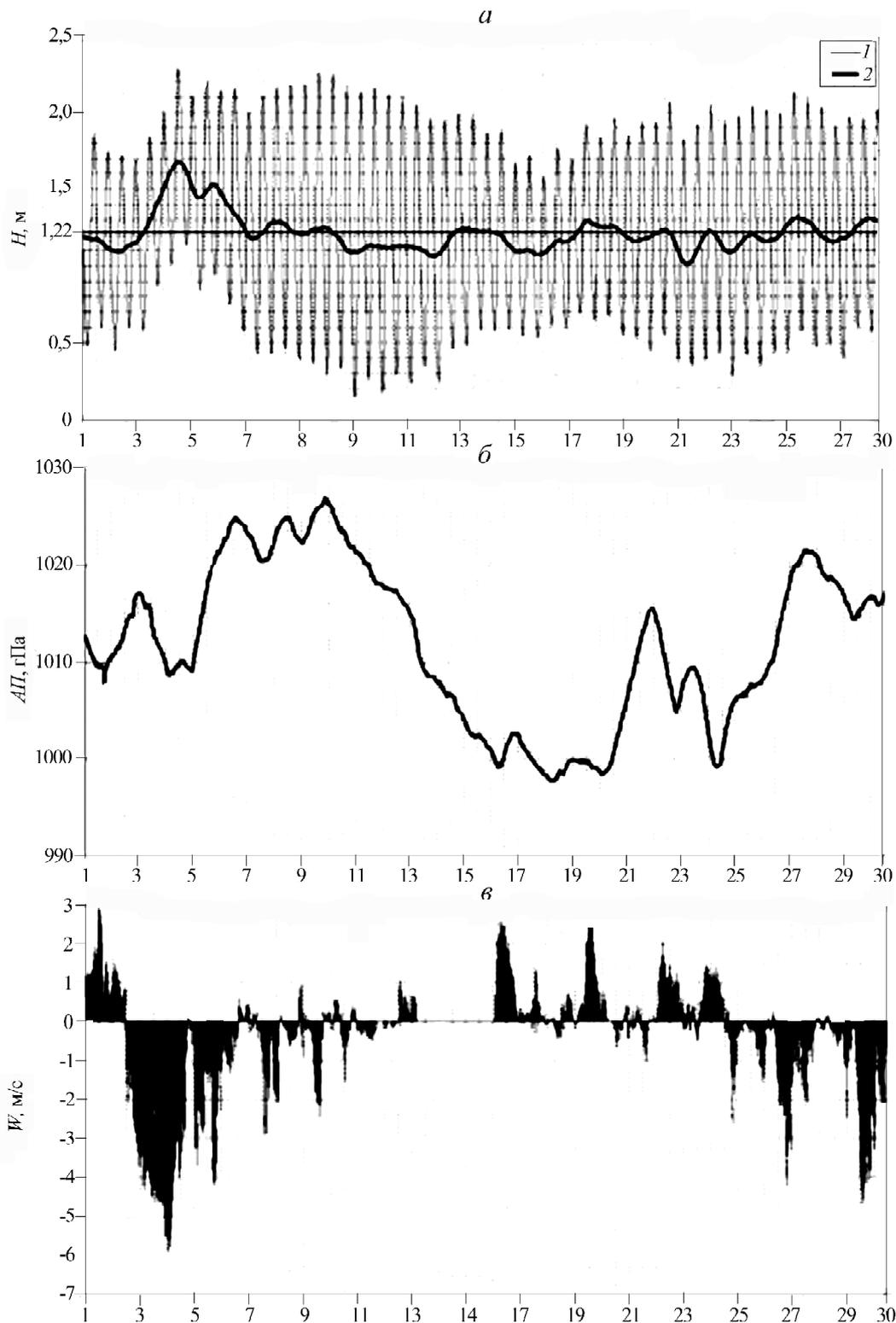


Рис. 3. Наибольший по высоте ветровой нагон 4–5 сентября 2010 г.: 1 – наблюдения, 2 – ОУМ
 Fig. 3. The highest wind surge of September 4–5, 2010: 1 – observations, 2 – residual sea level (RSL)

при этом среднемесячное значение (1,22 м) было превышено в точке максимума на 0,45 м. Продолжительность нагона составила немногим более 3,5 сут. Этот нагон был вызван циклоном, центр которого 3 сентября (<995 ГПа) находился восточнее Балтийского моря в северо-западной части ЕТР. Этот циклон несколько ослабел 4 сентября, а его

центр (<1000 ГПа) переместился в северо-восточном направлении и оказался на юго-востоке от Белого моря. Над Кандалакшским заливом этот циклон создал устойчивый нагонный ветер северных румбов, который, по-видимому, стал основной причиной рассматриваемого подъема уровня. На БЭС ветер такого направления (310–40°) наблюдался 2 и

3 сентября (3–6,1 м/с; порывы до 13,7 м/с) и стал ослабевать с полудня 4 сентября, однако 5 сентября вновь усилился до 3–4,7 м/с, порывами до 10,3 м/с. ПДА на БС изменялось в эти дни незначительно – в пределах 1008–1017 ГПа.

Согласно наблюдениям на других станциях (рис. 4) максимальный подъем ОУМ сначала наблюдался на ст. Соловки у юго-западного побережья в 7 ч утра 4 сентября 2010 г., через 2 ч на ст. Северодвинск (Двинская губа) и, наконец, в 14 ч достиг ст. Сосновец в Горле Белого моря. Эти данные подтверждают ветровой характер этого нагона. В результате действия нагонного ветра ОУМ сначала поднимался у юго-западного побережья и затем это повышение распространилось в северо-западном направлении к Горлу.

разом, можно предположить, что этот нагон не был связан с метеорологическими факторами локального характера, а вызван прохождением уединенной нагонной волны. Согласно данным [Инжебейкин, 2003; Filatov et al., 2005], такие волны генерируются глубокими арктическими циклонами в Баренцевом море, а затем проникают в Белое море. Этот вывод подтверждается данными наблюдений на других водомерных постах. На рис. 6 представлены колебания ОУМ в июле 2010 г. на станциях Сосновец, Соловки и Северодвинск. Гребень рассматриваемой нагонной волны наблюдался на ст. Сосновец в 23 ч 23 июля, достиг станции Северодвинск через 8 ч в 7 ч утра 24 июля и станции Соловки в 8 ч утра 24 июля 2010 г. Эти данные показывают, что волна прошла сначала через Горло Белого моря,

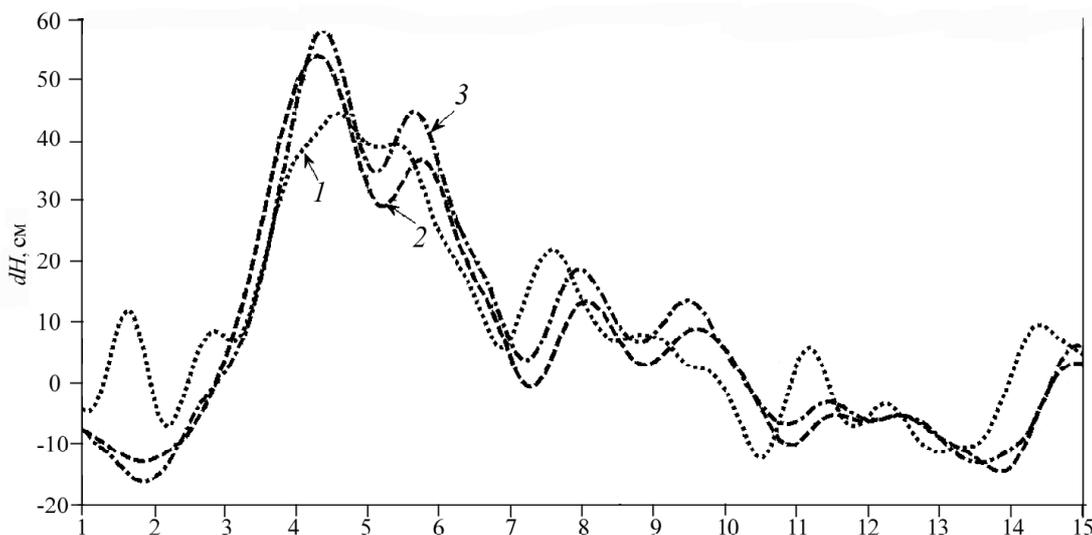


Рис. 4. Колебания ОУМ в Белом море в сентябре 2010 г. по данным наблюдений на ст. Сосновец (1), Соловки (2) и Северодвинск (3). По оси ординат – отклонение ОУМ от среднего значения, см

Fig. 4. RSL oscillations in the White Sea in September 2010 according to the observations at Sosnovets (1), Solovki (2) and Severodvinsk (3) gauge stations. Along the vertical axis – RSL deviations from the mean value, cm

Третий тип нагонов обусловлен прохождением уединенной нагонной волны (солитона), сформированной за пределами Белого моря. Кратковременный нагон 24.07.2010 – наиболее характерный пример такого рода (рис. 5). Продолжительность этого нагона составила ~1 сут., а высота – 0,37 м, перепад ОУМ – 0,57 м. Во время этого нагона в Баренцевом море сформировался глубокий арктический циклон, центр которого с ПДА <975 ГПа 24 июля отмечен в восточной части Баренцева моря у Новой Земли. Однако Белое море находилось вне этой барической депрессии. Тем не менее за сутки до максимального подъема ОУМ на БС наблюдалось кратковременное понижение ПДА до 994 ГПа, которое к полудню 24 июля быстро возросло до 1021 ГПа. В то же время на БС с полудня до 21 ч 23 июля наблюдался ветер западного и северо-западного направлений (270–300°) от 3,1 до 5,5 м/с, порывами до 18 м/с. Однако затем ветер ослаб и в течение 24 июля его скорость колебалась в пределах от 0,6 до 2,3 м/с, порывами до 8 м/с. Таким об-

а затем распространялась в Бассейн в юго-западном направлении.

Одно из самых значительных по высоте и продолжительности повышение ОУМ наблюдалось на БС во второй половине сентября 2009 г. (рис. 7). Подъем ОУМ с некоторыми колебаниями начался 16 сентября с отметки 0,99 м на фоне понижающегося ПДА, которое 28 сентября упало до 979 ГПа. После полудня 26 сентября наблюдался резкий и кратковременный подъем ОУМ с отметки 1,24 м до максимального значения 1,69 м (10 ч, 27 сентября), таким образом менее чем за сутки ОУМ повысился на 0,45 м. Общий перепад уровня с момента начала подъема 16 сентября составил 0,7 м. Высота этого нагона была равна 0,47 м, а его продолжительность – 10 сут. (с 22 сентября по 2 октября). Причиной этого нагона была обширная барическая депрессия, вытянутая от Гренландского до Баренцева моря, один из центров которой (975 ГПа) 27 сентября находился в юго-восточной части Баренцева моря между Новой Землей и о. Колгуев. Белое море на-

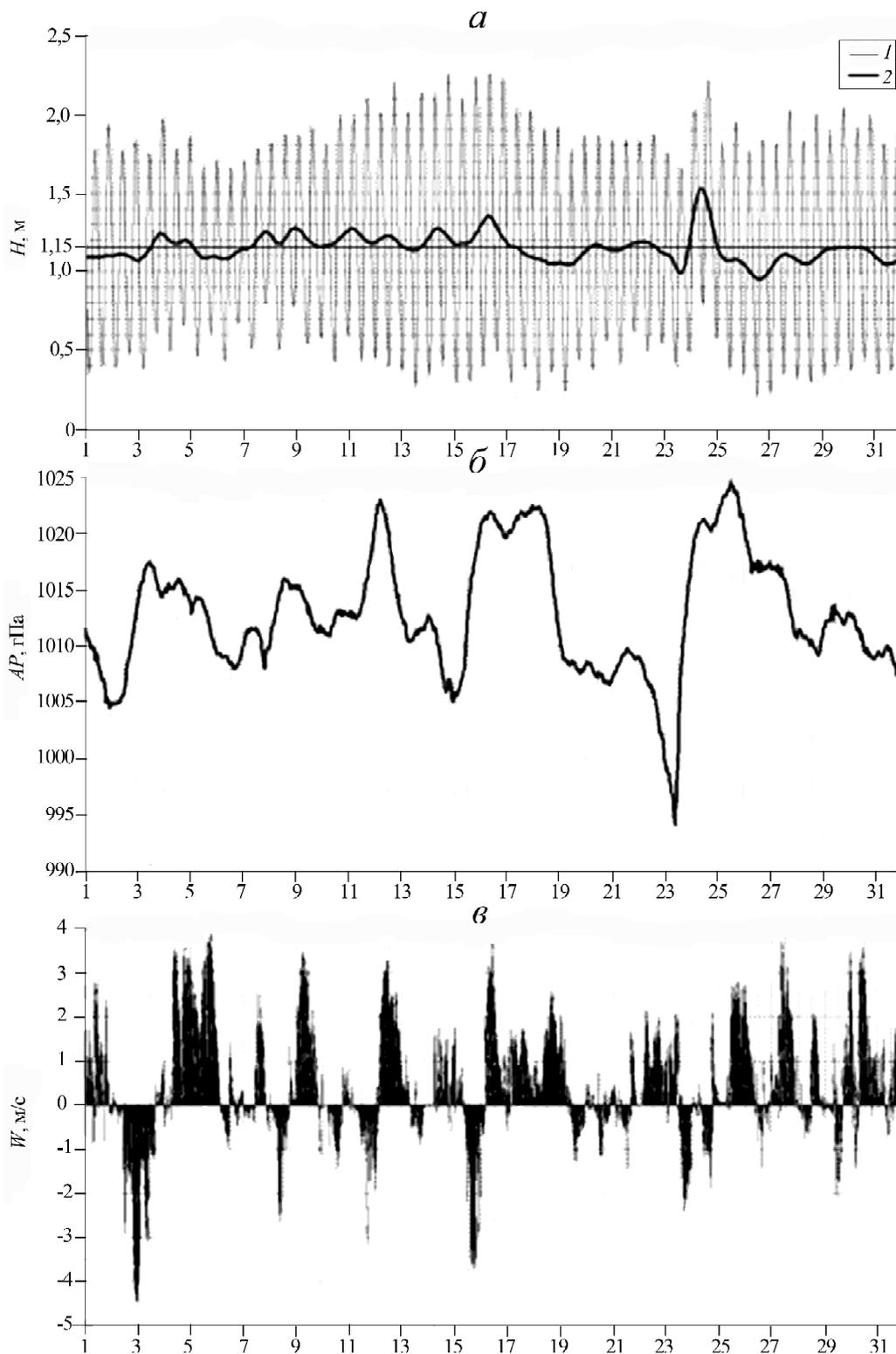


Рис. 5. Кратковременный подъем ОУМ 24 июля 2010 г., вызванный прохождением нагонной волны при высоком ПДА и отсутствии нагонного ветра: 1 – наблюдения, 2 – ОУМ

Fig. 5. Short-term RSL rise of July 24, 2010 due to the passage of a surge wave under the high air pressure and the absence of surge wind: 1 – observations, 2 – (RSL)

ходило в пределах этой депрессии с 23.09.2009 по 9.10.2009. На ББС с 21 сентября по 2 октября наблюдался слабый ветер (0,5–2,5 м/с) разного направления с кратковременными усилениями до 3–4 м/с. Из сказанного выше следует, что рассматриваемое повышение ОУМ было вызвано в основном падением ПДА, а резкий кратковременный подъем ОУМ 27 сентября

мог быть вызван прохождением гребня уединенной нагонной волны. Последнее предположение согласуется с результатами анализа наблюдений на других водомерных постах. Подобно описанному выше эпизоду 24 июля 2010 г. гребень нагонной волны наблюдался сначала на станции Сосновец, затем через 6 часов в Северодвинске и еще через час в Соловках.

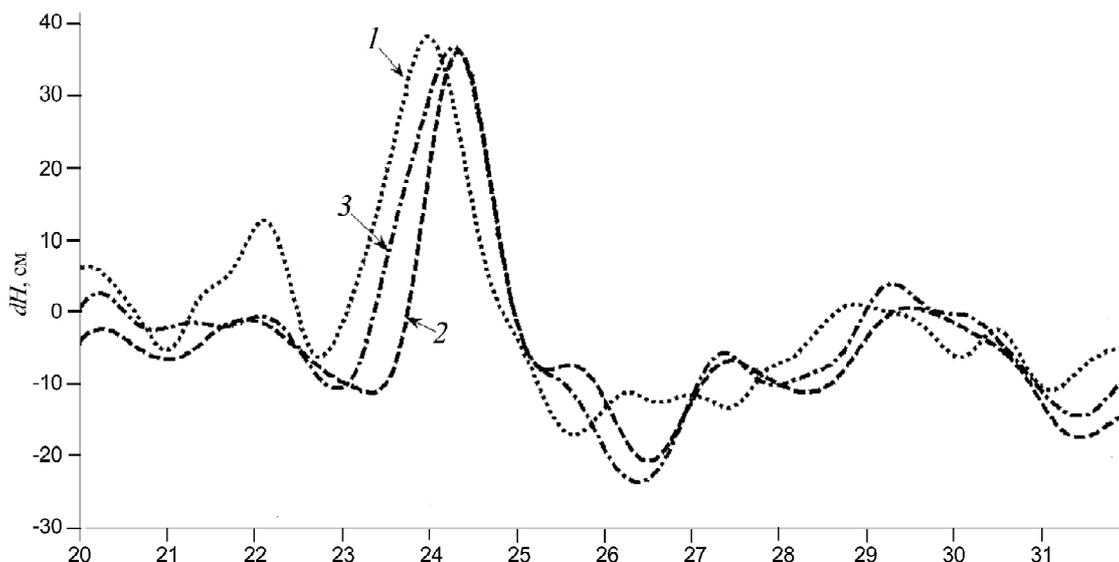


Рис. 6. Колебания ОУМ в Белом море в июле 2010 г. по данным наблюдений на ст. Сосновец (1), Соловки и (2) Северодвинск (3). По оси ординат – отклонение ОУМ от среднего значения, см

Fig. 6. RSL oscillations in the White Sea in July 2010 according to the observations at Sosnovets (1), Solovki (2) and Severodvinsk (3) gauge stations. Along the vertical axis – RSL deviations from the mean value, cm

Колебания ОУМ, происходившие в первой половине октября 2009 г., наглядно демонстрируют их связь с ветровым воздействием и изменениями ПДА (рис. 7). Рост ОУМ до отметки 1,53 м 7 октября происходил под действием нагонного ветра при повышающемся ПДА. Затем 8 октября произошло быстрое падение ОУМ до отметки 0,98 м под действием стонного ветра. Повышение ОУМ до 1,4 м 10 октября произошло вслед за резким падением ПДА до 975 ГПа, наблюдавшимся 8 октября, когда вершина Кандалакшского залива оказалась в центре глубокого циклона. Затем ОУМ стал понижаться на фоне значительного и продолжительного роста ПДА.

Наибольшая суммарная высота уровня моря составила 2,50 м, она зафиксирована 18 сентября 2012 г. и 24 июля 2013 г. Самая низкая отметка суммарного уровня – 0,09 м, она зафиксирована дважды: 18 сентября 2008 г. и 10 сентября 2009 г. Экстремальные высокие или низкие отметки уровня отмечались, когда нагоны или стоны совпадали с сизигийным приливом.

Выводы:

– согласно данным, приведенным в табл. 1, в осенние месяцы УМ в среднем выше, чем летом, что согласуется с описанным выше характером сезонной изменчивости. Наименьшее среднемесячное значение УМ наблюдалось в июле 2009 г. (1,12 м). В 2012 г. сезонные различия были наиболее значительными. Если в июне и июле средние значения УМ были равны 1,21 и 1,20 м соответственно, то в августе и октябре этот показатель был 1,27 м, а в сентябре поднялся до самого большого за период наблюдений значения – 1,34 м;

– данные, приведенные в таблице, также указывают на существенную роль статической реакции моря на изменения атмосферного давления – наибольшим среднемесячным значениям УМ, как правило, соответствуют наименьшие значения ПДА;

– осенью перестройка атмосферной циркуляции с летней на зимнюю сопровождается интенсификацией циклонической деятельности и, следовательно, увеличением интенсивности неприливных колебаний уровня по сравнению с летними месяцами. Например, в сентябре 2009 г. размах колебаний ОУМ достиг величины 0,78 м (Std = 0,147), а в сентябре 2010 г. – 0,67 м (Std = 0,121). В то же время в июле 2009 г. размах колебаний составил 0,27 м (Std = 0,055). В 2012 г. наибольший размах колебаний ОУМ был зафиксирован в октябре (0,59 м, Std = 0,114), а наименьши – в июне (0,29 м, Std = 0,063);

– во всех описанных случаях нагоны были вызваны прохождением циклонов двух типов – арктических и полярных. Центр циклонов, создающих нагон, в момент достижения наибольшей высоты ОУМ в большинстве случаев (10 из 12) находился либо в восточной части Баренцева моря, либо в северной части ЕТР непосредственно на востоке от Белого моря. Такие циклоны создают над Кандалакшским ивом нагонные ветры северных румбов – от северо-восточного до северо-западного;

– выделено три основных типа нагонов: «барические», представляющие собой статическую реакцию уровня моря на достаточно продолжительное понижение ПДА; ветровые, возникающие в результате действия нагонного ветра; волновые, обусловленные прохождением уединенной волны. Выводы о характере нагона подтверждаются данными наблюдений не только на ББС МГУ, но и на других постах – Сосновец, Соловки и Северодвинск;

– Высота нагона изменялась от 0,20 до 0,47 м, а продолжительность – от 1 до 10 сут. Наибольшая высота нагона (0,47 м) наблюдалась 27 сентября 2009 г. при прохождении нагонной волны на фоне повышения ОУМ в результате падения ПДА.

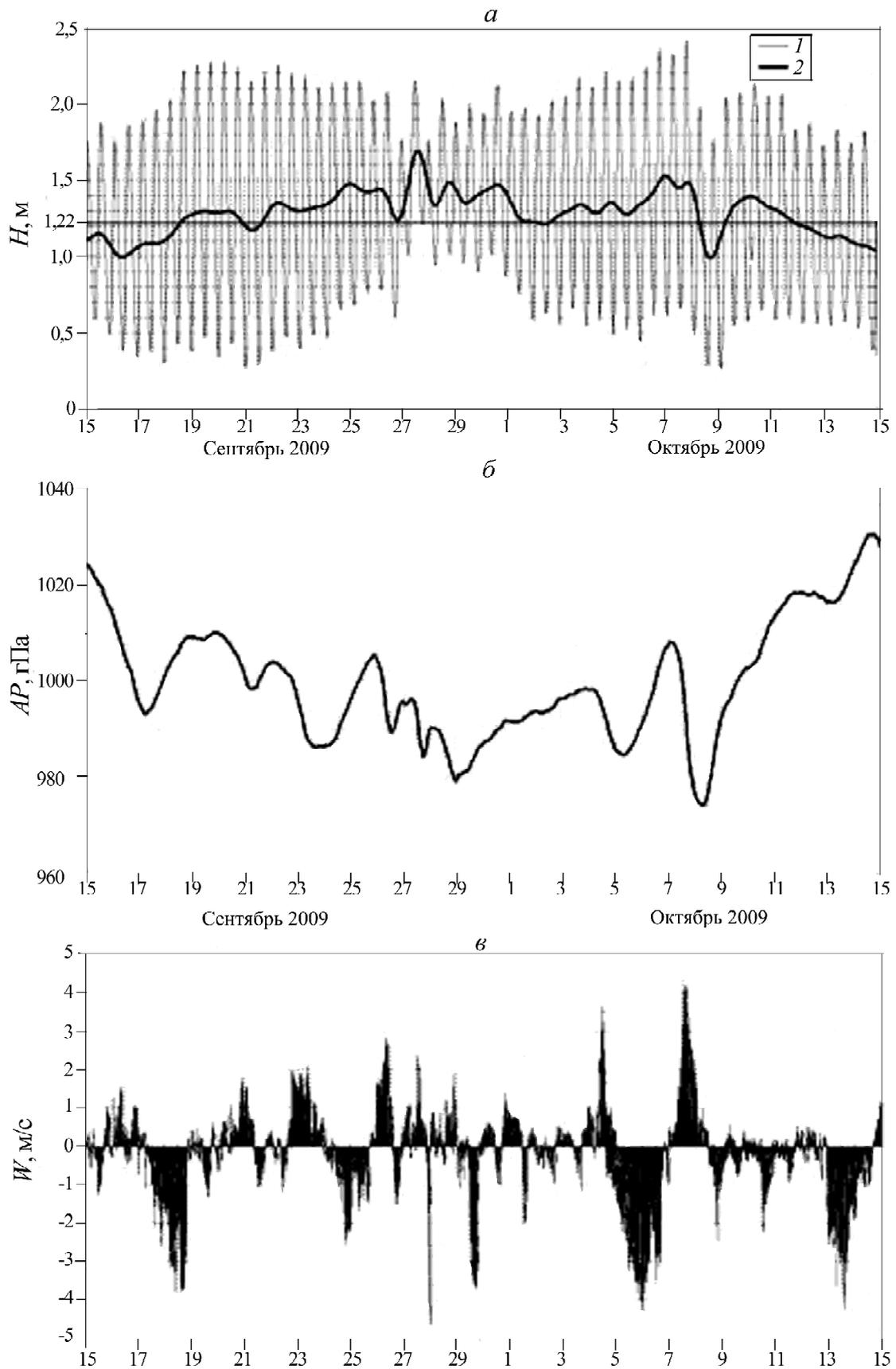


Рис. 7. Кратковременный подъем ОУМ 27 сентября 2009 г. при прохождении нагонной волны на фоне барического нагона:
1 – наблюдения, 2 – ОУМ

Fig. 7. Short-term RSL rise of September 27, 2009 due to the passage of a surge wave against a barometric surge: 1 – observations, 2 – (RSL)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982, 192 с.

Инжебейкин Ю.И. Колебания уровня Белого моря. Екатеринбург: Изд. УРО РАН, 2003, 152 с.

Кондрин А.Т. Неприливные колебания уровня моря в районе Беломорской Биологической станции МГУ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 3. С. 80–85.

Кондрин А.Т., Пантюлин А.Н. Приливные колебания уровня в эстуарной системе Великая Салма – Ругозерская губа Белого моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2010. № 6. С. 67–72.

Emery W.J., Thompson R.E. Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Amsterdam: Elsevier, 2001. 638 p.

Filatov N., Pozdnyakov D., Johannessen Ola M. et al. White Sea // Its Marine Environment and Ecosystem Dynamics Influenced by Global Change. Springer-Verlag, Berlin: Praxis Publishing, Chichester, UK, 2005. 462 p.

Pawlowicz R., Beardsley B., Lentz S. Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE // Computers and Geosci. 2002. Vol. 28. P. 929–937.

Поступила в редакцию 06.07.2015

Принята к публикации 28.10.2015

A.T. Kondrin¹

**STORM SURGES IN THE VICINITY
OF THE WHITE SEA BIOLOGICAL STATION
OF THE MOSCOW STATE UNIVERSITY**

The residual oscillations of the sea level in the vicinity of the MSU Biological Station situated on the shore of a strait connecting two small water areas of the Kandalaksha Bay, i.e. the Great Salma and the Rugozero Guba were studied basing on the observation data of the sea level, air pressure and wind speed during summer and autumn months of 2008–2014. In autumn the change of summer atmospheric circulation to the winter type is accompanied with the intense cyclonic activity, thus increasing the non-tidal oscillations of the sea level. Particular attention is given to the description of surges, their spatial characteristics and their causes, such as the changes of air pressure, wind and barometric situation within the area of study. In certain cases the surges were analyzed using the observation data from both the White Sea Biological Station and other water gauge stations of the White Sea. The heights of surge waves vary from 0.20 to 0.47 m and their duration from 1 to 10 days. Three principal types of storm surge oscillations identified, namely barometric (caused by rather long decrease of the air pressure), wind-generated (resulting from the storm wind impact) and wave-induced (when a single wave comes).

Key words: residual level oscillations, seasonal variability, storm surges, wind, air pressure, the White Sea.

REFERENCES

Dobrovolskiy A.D., Zalogin B.S. Morya SSSR [The Seas of the USSR], Moscow, Izdatelstvo Mosc. un-ta, 1982, 192 p. (in Russian).

Emery W.J., Thompson R.E. Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Amsterdam: Elsevier, 2001, 638 p.

Filatov N., Pozdnyakov D., Johannessen Ola M. et al. White Sea // Its Marine Environment and Ecosystem Dynamics Influenced by Global Change. Springer-Verlag, Berlin: Praxis Publishing, Chichester, UK, 2005, 462 p.

Inzhebeikin Yu.I. Kolebaniya urovnya Belogo morya [The White Sea level oscillations], Ekaterinburg, Izdatelstvo Uralskogo Otdeleniya RAN, 2003, 152 p. (in Russian).

Kondrin A.T. Neprilivnye kolebaniya urovnya morya v rayone Belomorskoy Biologicheskoy stantsii MGU [Non-tidal sea level

oscillations in the region of the MSU White Sea Biologic station], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya, 2012, no 3, pp. 80–85 (in Russian).

Kondrin A.T., Pantulin A.N. Prilivnye kolebaniya urovnya v estuarinoj sisteme Velikaya Salma – Rugoserskaya guba Belogo morya [Sea level tidal oscillations in the estuarine system Velikaya Salma – Rugoserskaya guba of the White Sea], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya, 2010, no 6, pp. 67–72 (in Russian).

Pawlowicz R., Beardsley B., Lentz S. Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE // Computers and Geosci. 2002. Vol. 28, pp. 929–937.

Received 06.07.2015

Accepted 28.10.2015

¹Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Oceanology, Senior Research Scientist, PhD. in Geography; e-mail: altkondr@gmail.com

ЮБИЛЕЙ

80-ЛЕТИЕ ГЕОРГИЯ АНАТОЛЬЕВИЧА ВОРОНОВА

18 октября 2015 г. отметил 80-летний юбилей Георгий Анатольевич Воронов, профессор кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного университета, доктор географических наук.

Трудовая биография Георгия Анатольевича началась в 1954 г. с работы в биогеографической экспедиции географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Г. А. Воронов закончил географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова в 1960 г. по специальности «Физическая география» в 1960 г. и по распределению поступил на работу в Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР. В 1964 г. он перешел в лабораторию зоологии Сахалинского комплексного НИИ ДВО АН СССР, где в 1965 г. защитил кандидатскую диссертацию. Все эти годы он принимал активное участие в организации и проведении долговременных стационарных научных исследований в труднодоступных районах Сибири и Дальнего Востока, по результатам которых им были написаны статьи и монография «Насекомоядные и грызуны верхней Лены» (1963) (в соавторстве с Н.Ф. Реймерсом).

С 1976 г. и по сей день Георгий Анатольевич Воронов успешно работает в Пермском государственном университете, где стал основателем кафедры биогеоценологии и охраны природы, (одной из первых природоохранных кафедр в России), которой заведовал более 30 лет (1977–2008). Докторскую диссертацию Георгий Анатольевич Воронов защитил в 1997 г.

Г.А. Вороновым сформированы приоритетные научные направления Пермского университета, по

которым ведется активная научная работа: антропогенная динамика природной среды, продуктивность вида в пределах ареала, исследования и подготовка проектов организации особо охраняемых природных территорий, исследование проблем экологического образования и воспитания. Во многом эти направления сформулированы Георгием Анатольевичем под руководством его отца – профессора Анатолия Георгиевича Воронова, заведовавшего кафедрой биогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова с 1953 по 1988 г.

За период научной и педагогической деятельности Г.А. Вороновым опубликовано более 350 научных и научно-популярных работ, в том числе 25 монографий, посвященных особо охраняемым природным территориям и биологическому разнообразию различных регионов Урала, Сибири и Дальнего Востока.

При участии и под руководством Г.А. Воронова в Пермской области реализованы проекты двух государственных заповедников – Басеги (1982) и Вишерский (1991), разработана сеть особо охраняемых природных территорий и генеральная схема природно-заповедного фонда региона, в том числе 5 ландшафтных заказников и более 300 других особо охраняемых природных территорий.

При активном участии Г.А. Воронова разработаны программы подготовки и проводится обучение по направлению «Экология и природопользование». Под его руководством успешно защищено 8 кандидатских и 1 докторская диссертации.

Друзья и коллеги с географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова сердечно поздравляют Георгия Анатольевича и желают доброго здоровья, успехов и удачи.

Редколлегия журнала

ПОТЕРИ НАУКИ

АНДРЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ВЕЛИЧКО

11 ноября 2015 г. ушел из жизни Андрей Алексеевич Величко – доктор географических наук, профессор, основатель и бессменный заведующий лабораторией эволюционной географии Института географии РАН, ведущий палеогеограф нашей страны и мира.

А.А. Величко – выпускник кафедры геоморфологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (1953), воспитанник палеогеографической школы академика К.К. Маркова, активно развивавший ее в наше время. Научная жизнь Андрея Алексеевича была посвящена решению сложных проблем палеогеографии позднего кайнозоя – от стратиграфии ледниковой и перигляциальной зон до реконструкции палеоклиматических событий и их отражения в изменениях ландшафтов земной поверхности. Особое место в его исследованиях занимали вопросы взаимодействия первобытного человека и природной среды. А.А. Величко – инициатор создания и редактор серии крупных палеогеографических атласов-монографий, содержащих обширную информацию об истории развития природы в позднем кайнозое. Его научные работы отличает эволюционный подход к природным феноменам и явлениям. Книга «Природный процесс в плейстоцене» (1973) стала настольной для поколений географов и снис-

кала своему автору медаль Русского географического общества.

Андрей Алексеевич возглавлял организованный им в 1971 г. в Институте географии отдел палеогеографии (с 1991 г. – лаборатория эволюционной географии). Созданный им коллектив отличает комплексность исследований природы прошлого с использованием арсенала методов, применяемых в палеогеографии. Более 30 его учеников стали докторами и кандидатами наук. Множество публикаций в отечественных и зарубежных изданиях, активная научно-организационная деятельность А.А. Величко в стране и за рубежом способствовали широкому распространению знаний и известности советской, а затем и российской палеогеографической школы в научном мире. А.А. Величко был активным членом Русского географического общества, почетным членом географических обществ Бельгии, Венгрии, Польши; членом редколлегий ряда российских и зарубежных журналов. Его жизнь – это насыщенная жизнь крупного ученого, преданного выбранной им науке, полная интересной работы до последнего дня его жизни, яркая и нужная многим людям.

Мы глубоко скорбим. Светлая память Андрею Алексеевичу.

Редколлегия журнала

НОВЫЕ КНИГИ

ОБ АТЛАСЕ ПРИРОДНООЧАГОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни» / Под ред. С.М. Малхазовой. – М.: Изд-во географического факультета МГУ, 2015. – 208 с. Тираж 500 экз.

Опубликовано уникальное издание, посвященное обобщению разнообразной информации о природноочаговых болезнях, характерных для территории России, возбудители этих болезней циркулируют в природе независимо от человека.

Актуальность издания состоит в том, что оно аккумулирует разнообразные исторические и аналитические материалы, а также данные официальной статистики о заболеваемости населения за многолетний период (1997–2013). В атласе представлены результаты медико-географического исследования распространения природноочаговых болезней на территории России, выполненного по общеметодическим принципам тематического картографирования. Сделано это в очень информативной, наглядной, прекрасно иллюстрированной форме. Атлас включает более 100 авторских карт в масштабе 1:25 000 000–1:60 000 000 для территории России и 1:120 000 000 для мира. Кроме того, представлен ряд карт для модельных регионов в масштабе 1:3 000 000 и 1:5 000 000.

Информационной основой для составления атласа послужили картографические, текстовые, архивные и фондовые материалы, данные Росстата о социально-экономических показателях и Роспотребнадзора о заболеваемости населения. Разработка ряда тем на локальном и региональном уровнях выполнена на основе полевых исследований и авторских разработок.

В силу специфики статистической информации, собираемой по административно-территориальному принципу, основные картографические единицы – субъекты Российской Федерации. Такой способ отображения является скорее характеристикой эпидемиологической ситуации за анализируемый период, нежели распространения природных очагов болезней, ареалы которых обусловлены в первую очередь параметрами природной среды, что отмечают сами авторы. Тем не менее при анализе географического распространения болезней выполнено согласование карт заболеваемости с картами ареалов основных носителей, переносчиков и возбудителей инфекций и инвазий, а также с природными и социально-экономическими предпосылками их распространения.

К особенностям атласа относится сочетание картографической, текстовой, графической информации и фотографий. Необходимо отметить высокий исполнительский уровень, техническое оформление и удачное композиционное построение издания, а также широкий коллектив авторов, принимавших участие в его создании, – медико-географов, биогео-

графов, картографов и специалистов Роспотребнадзора.

Структура атласа выстроена логично и очень информативно. В вводном разделе, кроме общих представлений о природноочаговых инфекциях и инвазиях, истории их исследования, интерес представляет аналитическая картосхема современной картографической изученности природноочаговых болезней на территории России.

В разделе «Природные и социально-экономические условия» раскрыты особенности современного состояния природной среды, благоприятные для формирования и функционирования паразитарных систем, а также проанализированы основные демографические и социально-экономические факторы, влияющие на интенсивность проявления и распространения природноочаговых болезней.

В разделе «Носители и переносчики природноочаговых болезней» представлены зоогеографические карты, в основе которых лежат материалы, собранные участниками авторского коллектива. Это результат многолетних исследований в разных регионах России, а также анализа значительного объема литературных и фондовых материалов.

Отдельного внимания заслуживает раздел «Распространение основных природноочаговых болезней», представляющий собрание самостоятельных очерков по 23 нозоформам (16 инфекционных и 7 паразитарных), наиболее характерным для территории России. Очерки являются результатом кропотливой аналитической работы. Созданные по единой схеме – общие сведения, эпидемиология и особенности природных очагов, исторический обзор, распространение в мире и России, профилактика, они в полном объеме раскрывают пространственно-временные закономерности распространения болезней населения. В этом разделе рассмотрены также многообразные применяемые при составлении карт методы. Они сочетают в себе как традиционные, так и абсолютно новые картографические подходы. Синтетические интегральные карты заболеваемости населения дают сводную картину распространения природноочаговых болезней, зарегистрированных на территории России. Динамический подход реализован в серии карт заболеваемости, позволяющих на основе совмещения временных срезов проследить не только изменения в распространении заболеваний, но и с помощью методов математико-картографического моделирования и типологических карт динамики заболеваемости. Преимущество таких карт состоит в возможности выявлять террито-

риальные закономерности динамики и исследовать не отдельные ряды, а их группы, которые менее подвержены случайным флуктуациям. Для визуализации взаимосвязей между пространственными данными и их хронологией удачно использованы кольцевые карты.

Раздел «Территориальная организация санитарно-эпидемиологической службы» в краткой, но достаточно емкой форме представляет сложившуюся в настоящее время систему мониторинга, контроля и профилактики, направленную на обеспечение эпидемиологической безопасности.

В совокупности карты атласа позволяют судить об эпидемической опасности территории, степени стабильности проявления той или иной болезни в конкретном регионе и делать выводы о необходи-

мости разработки и проведения специальных профилактических и оздоровительных мероприятий. Атлас характеризует степень изученности природноочаговых болезней для России, дает возможность определить природные и социально-экономические предпосылки болезней, ареалы основных носителей и переносчиков болезней, спектр наиболее диагностируемых природноочаговых болезней.

Можно с большой уверенностью прогнозировать огромный интерес и широкую востребованность рецензируемого атласа. В настоящее время это единственная и уникальная картографическая сводка такого рода. Издание будет полезно как работникам системы здравоохранения, науки и образования, так и всем читателям, интересующимся проблемами окружающей среды и здоровья населения.

Т.А. Трифонова

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ В 2015 г.

	№	Стр.
К 100-летию со дня рождения Николая Ивановича Михайлова	2	3
Гитер Б.А., Гречко Е.А., Колосов В.А., Мироненко К.В., Пилька М.Э., Самбурова Е.Н., Слукан Н.А., Тикунова И.Н., Ткаченко Т.Х., Федорченко А.В., Фомичев П.Ю. Основные направления исследований географии мирового хозяйства	6	3
<i>Теория и методология</i>		
Бабич Д.Б., Виноградова Н.Н., Иванов В.В., Коротаев В.Н., Чалова Е.Р. Дельты рек, впадающих в озера: морфогенетические типы и современная динамика	4	18
Бабулин В.Л., Бадина С.В. Оценка социально-экономического потенциала территории, подверженной неблагоприятным и опасным природным явлениям	5	9
Бакланов П.Я. Типы структурных трансформаций в территориальных социально-экономических системах	4	12
Вемич М. Эстетический и логический коды картографических знаков	2	18
Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии	2	7
Касимов Н.С., Голубева Е.И., Лурье И.К., Зимин М.В., Самсонов Т.Е., Тутубалина О.В., Рис У.Г., Михеева А.И., Аляутдинов А.Р. Библиотека спектральных характеристик географических объектов в структуре Геопортала МГУ имени М.В. Ломоносова	5	3
Климанова О.А., Козлов Д.Н. Формализованные подходы к оценке неопределенности географического районирования	3	3
Романова Э.П., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А., Климанова О.А., Ковалева Т.А., Кондратьева Т.И., Медведев А.А. Новая карта «Географические пояса и природные зоны Земли»	4	3
Савоскул М.С. Территориальные системы международных миграций населения	6	11
Хорошев А.В. Ландшафтно-геохимические основания планирования экологического каркаса агроландшафта (на примере среднетаежного ландшафта в Архангельской области	6	19
<i>География и экология</i>		
Банчева А.И. Оценка эффективности экологической политики на примере Университета Хоккайдо (Япония)	2	27
Власов Д.В., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е. Геохимия дорожной пыли (Восточный округ Москвы)	1	23
Грибок М.В., Тикунов В.С. Природно-экологическая составляющая образного пространства России в СМИ (на примере «РИА-Новости»)	5	17

	№	Стр.
Дехнич В.С., Дронин Н.М. Расчет выбросов парниковых газов коммунальным сектором г. Астана	3	35
Дикарева Т.В., Румянцев В.Ю. Картографический анализ распространения растений-аллергенов в России	6	34
Исаков В.А. Температурный режим в основаниях дорог в вечной мерзлоте	3	25
Корбут В.В. Природный комплекс, «зеленые острова» и экологический каркас мегаполиса Москвы на основе орнитологического подхода	6	28
Корзников К.А. Грязевые вулканы о. Сахалин в системе особо охраняемых природных территорий региона	1	34
Кречетов П.П., Королева Т.В., Черницова О.В. Почвенный покров космодрома Байконур и его устойчивость к техногенному воздействию	3	12
Лурье И.К., Балдина Е.А., Прасолова А.И., Прохорова Е.А., Семин В.Н., Чистов С.В. Серия карт эколого-географической оценки земельных ресурсов территории Новой Москвы	4	49
Моисеенко О.Г., Орехова Н.А., Полякова А.В., Медведев Е.В., Коновалов С.К. Индексы и показатели экологического статуса Севастопольской бухты	4	41
Укашова С.С., Кречетов П.П. Оценка допустимого воздействия загрязняющих веществ на экосистемы Республики Казахстан	5	25
<i>Методические проблемы географического образования</i>		
Алексеева Н.Н., Климанова О.А., Наумов А.С. Сравнительный анализ высшего географического и эколого-географического образования в России и странах зарубежной Европы	1	3
<i>Методы географических исследований</i>		
Василенко Е.В., Тарасова Л.Л. Использование данных с прибора ASCAT/MetOp для мониторинга влажности почвы	2	40
Габдуллин Б.С., Жоголев А.В., Савин И.Ю., Отаров А., Ибраева М.А., Голованов Д.Л. Использование многозональных спутниковых данных для дешифрирования засоленности почв орошаемых массивов (на примере Южного Казахстана)	5	34
Зотов Л.В., Фролова Н.Л., Григорьев В.Ю., Харламов М.А. Использование спутниковой системы измерения поля гравитации Земли (GRACE) для оценки водного баланса речных бассейнов	4	27
Иванова А.А., Архипкин В.С., Мысленков С.А., Шевченко Г.В. Моделирование штормовых нагонов в прибрежной зоне о. Сахалин	3	41
Ивлиева О.Д. Оценка вклада высококвалифицированной миграции в экономику Германии на основе данных Международной патентной системы	2	59
Кожин М.Н., Ершова Е.Г., Смышляева О.И., Попова К.Б. Современные спорово-пыльцевые спектры островов Белого моря (Порья губа)	3	58
Медведева А.Ю., Архипкин В.С., Мысленков С.А. Зилитинкевич С.С. Волновой климат Балтийского моря на основе результатов, полученных с помощью спектральной модели SWAN	1	12
Мысленков С.А., Платонов В.С., Торопов П.А., Шестакова А.А. Моделирование штормового волнения в Баренцевом море	6	65
Стариков Н.А. Типология стран мира по особенностям продовольственной ситуации	6	48
Стонт Ж.И., Демидов А.Н. Современные тенденции изменчивости температуры воздуха над акваторией Юго-Восточной Балтики	2	50
Сысуев В.В. Об «оптимизации» ландшафтов	4	34
Тикунов В.С., Белозеров В.С., Шитова Н.А., Панин А.Н., Черкасов А.А. Геоинформационный мониторинг: инструмент пространственно-временного анализа населения	2	33
Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Индекс экономического развития регионов Российской Федерации	6	41
Фомкина А.А. Межрайонные центры социальной инфраструктуры: новый подход к их выделению (на примере Тверской области)	6	57
Христофоров А.В., Юмина Н.М., Белякова П.А. Прогноз паводкового стока рек Черноморского побережья Кавказа с заблаговременностью одни сутки	3	50
<i>География мирового хозяйства</i>		
Фаддеев А.М. Факторы и предпосылки размещения газотурбинных и парогазовых электростанций в России	1	40

	№	Стр.
Гончаров Р. В. Географические особенности деятельности ведущих компаний мирового нефтегазового комплекса	1	49
<i>Региональные исследования</i>		
Акимова В. В. Типология стран по уровню развития солнечной энергетики	4	88
Алексеев А. И., Сафронов С. Г. Изменение сельского расселения в России в конце XX–начале XXI вв.	2	66
Бабурин В. Л., Цаплина К. Г. Факторы, лимитирующие экстенсивное развитие Москвы и ее спутников	6	76
Безродных Ю. П., Сорокин В. М., Янина Т. А. Об ательской регрессии Каспийского моря	2	77
Болиховская Н. С., Маркова А. К., Фаустов С. С. Изменения ландшафтно-климатических условий в Терско-Кумской низменности в плейстоцене	1	55
Бухарицин П. И., Огородов С. А., Архипов В. В. Воздействие ледовых образований на дно Северного Каспия в условиях колебания уровня и ледовитости	2	101
Вонгтуй Б., Алексеева Н. Н. Современное обезлесение горных районов Таиланда на основе изучения динамики землепользования	3	86
Воскресенская Т. Н., Лефлат О. Н. Палеогеографическое развитие котловины озера Иссык-Куль в плейстоцене	1	71
Гречушников М. Г., Ломова Д. В., Ефимова Л. Е., Вишневская Г. Н. Обменные процессы на границе вода–донные отложения в Истринском водохранилище в летний период	2	86
Кипкеева П. А., Потапенко Ю. Я. Основные факторы обеспечения устойчивого туризма в Карачаево-Черкесии	5	76
Кондрин А. Т. Штормовые нагоны в районе Беломорской биологической станции МГУ	6	96
Львовская Е. А., Чалов Р. С., Рулева С. Н. Гидролого-морфологический анализ разветвленного русла р. Печора	1	78
Магрицкий Д. В. Факторы и закономерности многолетних изменений стока воды, взвешенных наносов и теплоты на нижней Лене и Вилюе.	6	85
Махрова А. Г. Сезонная субурбанизация в регионах России	4	59
Медведев И. П., Архипкин В. С. Колебания уровня моря в Голубой бухте (Геленджик)	3	70
Москвитина Н. А., Носова А. Н., Романова Е. В. Калужская область и Бавария: сравнительный анализ институциональных факторов регионального развития	4	80
Мысленков С. А., Архипкин В. С., Колтерманн К. П. Оценка высоты волн зыби, приходящей из северной части Атлантического океана в Белое и Баренцево моря	5	59
Нефедова Т. Г. Занятость и отходничество населения в Ставропольском крае	2	93
Носова А. Н. Локализованные перетоки знания и эволюция высокотехнологичных кластеров в Баварии	5	82
Рязанцев Г. Б., Мнацаканян В. Г., Мысливец В. И., Шипилова Л. М. Условия образования газов в донных илах Азовского моря	1	86
Свиточ А. А. Палеогеография Большого Каспия	4	68
Семенков И. Н., Касимов Н. С., Терская Е. В. Радиальная геохимическая структура почв лесостепных суглинистых катен балочного водосбора в центре Среднерусской возвышенности	5	42
Суркова Г. В., Соколова Л. А., Чичев А. Р. Многолетний режим экстремальных значений скорости ветра в Баренцевом и Карском морях	5	53
Хорошев А. В., Леонова Г. М. Реакции при изменении увлажнения в ландшафте Айтуарской степи (Южный Урал)	4	95
Чалов Р. С., Чжао Еань, Волкова Т. И., Лю Шугуан, Чалов С. Р., Завадский А. С. Влияние гидроузлов на русловые процессы в нижнем течении рек Хуанхэ и Янцзы	5	67
Шустова Е. А. География банковской системы Германии	3	79
<i>Краткие сообщения</i>		
Тикуннов В. С. Метро для автомобилей, или как реконструировать Ленинский проспект в Москве	1	93
<i>Методика преподавания</i>		
Серапинас Б. Б., Прохорова Е. А. Геоинфографика как современное направление гео-визуализации в обучении студентов картографов	5	94

Памятные даты

90-летие со дня рождения Григория Михайловича Игнатъева	4	105
---	---	-----

Юбилеи

Юбилей Татьяны Михайловны Беляковой	1	95
Юбилей Наталии Степановны Болиховской	1	95
Юбилей Галины Николаевны Огуреевой	5	100
Юбилей Елены Иосифовны Незваль	5	101
85-летие Павла Алексеевича Каплина	2	109
80-летие Леонида Викторовича Смирнягина	5	102
80-летие Германа Сергеевича Ананьева	6	108
80-летие Георгия Анатольевича Воронова	5	101
75-летие Сергея Дмитриевича Николаева	2	109
75-летие Андрея Александровича Лукашова	3	94
70-летие Геннадия Григорьевича Матишова	1	95

Потери науки

Алексей Нилович Косарев	1	97
Николай Семенович Мироненко	1	97
Николай Иванович Алексеевский	3	95
Андрей Алексеевич Величко	6	109

Хроника

Алексеева Н.Н., Мазуров Ю.Л. Второй российско-японский семинар по устойчивости окружающей среды	4	108
Алексеевский Н.И. Межвузовский научно-координационный совет по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов при Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова – 30 лет успешной работы	4	110
В диссертационных советах географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в 2014 г.	4	112
Гартнер Г. Международный год карты 2015–2016	4	106
Добролюбов С.А., Снытко В.А. Вопросы устойчивого развития Каспийского региона	1	99
Мазуров Ю.Л. Нагойская конференция по образованию в интересах устойчивого развития	3	92

Новые книги

К р а в ц о в а В. И. Новое прочтение топографической карты	4	114
Т р и ф о н о в а Т. А. Об атласе природноочаговых болезней	6	110