

СОДЕРЖАНИЕ

Теория и методология

Бакланов П.Я., Мошков А.В. Инерционность территориальных структур хозяйства в регионах Дальнего Востока	3
Дьяконов К.Н., Варлыгин Д.Л., Ретеюм А.Ю. Влияние океанов на физико-географическую зональность по спутниковым данным о фотосинтезе..	11
Власов Д.В. Концепция устойчивого развития в российских диссертационных исследованиях (1987–2015 гг.)	16

Методика географических исследований

Свиточ А.А., Макшаев Р.Р. Взаимосвязи палеогеографических событий в Понт-Маньч-Каспийской системе в позднем плейстоцене-голоцене	24
Кравцова В.И., Михайлов В.Н. Антропогенные изменения геосистем современной дельты Хуанхэ	33
Ткаченко Т.Х., Янгаев П.А. Пространственный анализ цепочки создания стоимости в промышленности редкоземельных металлов	43

Региональные исследования

Бабурин В.Л., Даньшин А.И., Катровский А.П. Трансформация природно-хозяйственных систем Северного Ирана	49
Болысов С.И., Неходцев В.А., Харченко С.В. Подземный рельеф Москвы	59
Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В. Внутренняя долговременная миграция населения в России и других странах	74
Романова Е.В., Носова А.Н., Меркушева О.А., Потапова А.А., Савченкова А.Г., Шустов Е.А. Влияние агломерационных эффектов на размещение новых предприятий в Калининском районе Тверской области	81
Стрелецкая И.Д., Кизяков А.И., Лейбман М.О., Облогов Г.Е., Васильев А.А., Хомутов А.В., Дворников Ю.А. Подземные льды и их роль в формировании воронки газового выброса на полуострове Ямал	91
Немировская И.А., Полякова А.В., Титова А.М. Межгодовые изменения концентрации органических соединений в снежно-ледяном покрове периферии Кандалакшского залива Белого моря	100
<i>Юбилей</i> (П.В. Матекин).....	110
<i>Некролог</i> (В.А. Большаков).....	111

C O N T E N T S

Theory and methodology

Baklanov P.Ya., Moshkov A.V. Persistence of the territorial structures of economy in the regions of the Far East	3
Diakonov K.N., Varlygin D.L., Reteyum A.Yu. Impact of the oceans on geographical zones studied by the remote sensing data on photosynthesis	11
Vlasov D.V. The concept of sustainable development in Russian thesis works (1987–2015)	16

Methods of geographical research

Svitoch A.A., Makshaev R.R. The interconnectivity of palaeogeographic events within the Pontus-Manych-Caspian system during the Late Pleistocene and the Holocene	24
Kravtsova V.I., Mikhailov V.N. Anthropogenic transformation of geosystems of the present-day Huang He delta	33
Tkachenko T.Kh., Yangaev P.A. Spatial analysis of the added value chains in the rare earths industry	43

Regional studies

Baburin V.L., Danshin A.I., Katrovskij A.P. Transformation of natural-economic systems of Northern Iran	49
Bolysov S.I., Nekhodtsev V.A., Kharchenko S.V. Underground landforms of Moscow	59
Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V. Long-term internal migration of population in Russia and other countries	74
Romanova E.V., Nosova A.N., Merkusheva O.A., Potapova A.A., Savchenkova A.G., Shustov E.A. Impact of agglomeration effects on the location of new enterprises in the Kalinin raion of the Tver' oblast	81
Streletskaya I.D., Leibman M.O., Oblogov G.E., Vasiliev A.A., Khomutov A.V., Dvornikov Yu.A. Ground ice and its role in the formation of gas-emission crater in the Yamal Peninsula	91
Nemirovskaya I.A., Polyakova A.V., Titova A.M. Interannual changes of organic matter concentrations in snow and ice cover on the fringes of the Kandalaksha Bay of the White Sea	100
<i>Jubilee</i> (P.V. Matekin)	110
<i>Obituary</i> (V.A. Bol'shakov)	111

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 327+338/ (5-012)

П.Я. Бакланов¹, А.В. Мошков²**ИНЕРЦИОННОСТЬ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СТРУКТУР ХОЗЯЙСТВА
В РЕГИОНАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

В Тихоокеанской России выделены две меридиональные зоны: приморская и континентальная, состоящие из территорий – субъектов Дальневосточного федерального округа России. Сочетания видов деятельности по субъектам и по этим зонам рассматриваются как территориальные структуры хозяйства. Выявлены различия этих зон по структурам хозяйства, социально-экономическому потенциалу и уровню освоенности. По изменениям однородных видов деятельности в субъектах и их соотношений, измеряемых в долях добавленной стоимости, за период с 2004 по 2013 годы показана инерционность территориальных структур в меридиональных зонах.

Ключевые слова: Тихоокеанская Россия, территориальные структуры хозяйства, добавленная стоимость, меридиональные экономические зоны, профили, основные, обслуживающие виды деятельности, структурные различия, инерционность.

Введение. В границах Дальневосточного федерального округа с учетом специфики его географического положения выделяются две группы субъектов, из которых складываются меридиональные экономические зоны, в разной степени тяготеющие к Тихому океану: 1 – приморская зона, в которую входят субъекты Российской Федерации, непосредственно выходящие к морям и Тихому океану и имеющие очень протяженные морские побережья (Приморский, Хабаровский и Камчатский края, Сахалинская и Магаданская области, Чукотский автономный округ). В экономике этих субъектов хорошо развиты различные морехозяйственные структуры и функции; 2 – континентальная зона с субъектами Российской Федерации, территории которых не выходят непосредственно к Тихому океану, но существенно тяготеют к нему экономически, в том числе и через транспортные и энергетические коммуникации. Это Республика Саха (Якутия), Амурская область и Еврейская автономная область. В экономике этих субъектов важную роль играют различные виды транспорта (выходящие к морскому побережью Транссибирская и Байкало-Амурская железнодорожные магистрали, магистральный нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий океан, судоходная река Амур, восточная часть Северного морского пути – для Республики Саха (Якутия)) и добывающие производства, продукция которых экспортируется в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) в значительной степени через имеющуюся транспортную инфраструктуру и морской транспорт. В перспективе роль приокеанического

положения в развитии макрорегиона будет усиливаться не только за счет широкого освоения рыбных ресурсов и морепродуктов, но и нефтегазовых и других минеральных природных ресурсов шельфовых зон. В этой связи Дальневосточный регион в границах федерального округа вместе с прилегающей к нему 200-мильной морской экономической зоной рассматривается нами как крупнейший акваториальный макрорегион – Тихоокеанская Россия [3]. Этот макрорегион имеет большую протяженность с севера на юг (около 5 тыс. км) и с запада на восток (более 3,5 тыс. км), что проявляется в значительной пространственной дифференциации хозяйства. Соответственно, отмечаются существенные различия в изменчивости и инерционности территориальных структур хозяйства.

Материалы и методы исследований. В выделенных меридиональных зонах территориальные структуры хозяйства оценивались по соотношениям видов деятельности в соответствующих субъектах Дальневосточного федерального округа. Оценка сочетаний видов деятельности в субъектах проводилась по отраслевым структурам добавленной стоимости – на основе статистических данных за 2004 и 2013 гг. Обобщенно сочетания субъектов, входящих в одну меридиональную зону, отражаемые количественными характеристиками в виде однородных показателей или сочетаний одних и тех же показателей, рассматривались как специфические меридиональные профили.

В качестве меридиональных зон выделены сочетания территорий субъектов региона, расположен-

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Дальневосточный федеральный университет, академик РАН, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: pbaklanov@tig.dvo.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Дальневосточный федеральный университет, профессор, заведующий лабораторией, докт. геогр. н.; e-mail: mavr@tig.dvo.ru

ных последовательно в меридиональном направлении. На территории Дальневосточного федерального округа таким образом выделяется континентальная и приморская зоны, которые имеют как некоторые сходства, так и различия – природно-климатические и ресурсно-экологические, оказывают большое влияние на пространственную дифференциацию хозяйства. Так, на приморскую зону значительное влияние оказывает море, муссонный климат, морские природные ресурсы, возможность использования морского транспорта Геосистемы ..., 2008; Геосистемы ..., 2012; Тихоокеанская ..., 2012].

Количественная характеристика хозяйства меридиональных зон, анализ их пространственных особенностей проводились по специфическим меридиональным профилям, построенным по показателям однородных видов экономической деятельности и их сочетаний в отдельных субъектах. В таких профилях отражаются пространственные сходства и различия хозяйственных структур между соседними субъектами федерального округа, включаемых в одну меридиональную зону.

Территориальные структуры хозяйства рассматривались обобщенно, в форме сочетаний видов деятельности в субъектах и в выделенных меридиональных зонах Дальневосточного федерального округа России, а их изменения оценивались за определенные периоды времени, в данном случае с 2004 по 2013 гг.

Важнейшей предпосылкой регионального развития меридиональных зон является сложившаяся в них территориальная структура видов экономической деятельности населения, а в более широком смысле – территориальная организация хозяйства. Упорядоченное размещение видов деятельности в форме различных хозяйственных предприятий и их

сочетаний с установлением экономических связей между собой и сопряжений с территорией понимается как территориальная организация хозяйства [Бакланов, 2007]. В последней, с одной стороны, отражаются региональные различия в реализованных типах освоения, их инерционность, а с другой – некоторые тенденции регионального развития на будущее.

Субъекты Дальневосточного федерального округа, входящие в «приморскую» и континентальную меридиональные зоны, имеют различные показатели социально-экономического потенциала и размеров территории (табл. 1).

Четко выявлена следующая закономерность: в субъектах континентальной зоны намного больше территория (в первую очередь, за счет самого крупного субъекта РФ – Республики Саха (Якутия)), а демографический и социально-экономический потенциалы значительно больше в субъектах приморской зоны. Однако самым главным отличием приморской зоны является непосредственное влияние моря на ее развитие.

Задачи исследования:

– выявить и оценить сходство и различия структур хозяйства в меридиональных зонах Дальневосточного федерального округа России и их изменения с 2004 по 2013 гг.;

– на основе сопоставления структурных изменений хозяйства и социально-экономических характеристик отдельных субъектов за разные периоды времени выявить инерционность территориальных структур по меридиональным зонам.

Следует отметить, что одним из первых общих анализ размещения производительных сил по широтным зонам страны провел академик А.Г. Гранберг [1983]. Под его редакцией вышел сборник на-

Таблица 1

**Социально-экономическая характеристика меридиональных зон
Дальневосточного федерального округа, 2014 г., в процентах**

Субъект Дальневосточного федерального округа	Площадь территории, тыс. км ²	Численность населения на 01.01. 2015 г., тыс. чел.	Валовой региональный продукт в 2013 г., тыс. руб.	Промышленность, всего, млн руб.
Дальневосточный федеральный округ, всего	100,0	100,0	100,0	100,0
Приморская зона, всего	43,6	68,9	70,9	71,7
Чукотский автономный округ	11,7	0,8	1,7	3,4
Магаданская область	7,5	2,4	3,2	3,6
Камчатский край	7,5	5,1	4,7	3,1
Хабаровский край	12,8	21,6	16,9	12,1
Сахалинская область	1,4	7,9	23,9	36,6
Приморский край	2,7	31,1	20,5	12,9
Континентальная зона, всего	56,4	31,1	29,1	28,3
Республика Саха (Якутия)	49,9	15,4	20,3	22,9
Амурская область	5,9	13,0	7,5	5,0
Еврейская автономная область	0,6	2,7	1,3	0,4

Составлено по: [Регионы ..., 2015].

учных трудов, в котором рассматривались различные аспекты изучения экономики Сибири [Экономика ..., 1985]. Затем отдельные аспекты структуры хозяйства, факторов сбалансированного развития экономики и их трансформации по регионам в приближении к широтным зонам оценивались в следующих работах: [Азиатская ..., 2012; Бакланов, Мошков, 2015; Безруков, 2008; Космачев, 1974; Кузнецова, 2014; Романов, 2009; Тикунов, Черешня, 2014; Тихоокеанская ..., 2012; Baklanov et al., 2015; Environmental ..., 2015].

Цель работы – оценить влияние притихоокеанского и континентального географического положения на территориальные структуры хозяйства, различия в их изменении во времени, то есть – инерционность.

Результаты исследований и их обсуждение.

Сходства и различия территориальных структур хозяйства в субъектах Тихоокеанской России оценивались по сложившейся в них валовой добавленной стоимости по основным и обслуживающим видам экономической деятельности – в 2004 и 2013 гг.

В субъектах «приморской» меридиональной зоны в качестве основных видов деятельности, производственной специализации выделяются: в Чукотском автономном округе – добыча руд драгоценных металлов; в Камчатском крае – рыболовство, рыбообработка, добыча драгоценных металлов; в Магаданской области – добыча драгоценных металлов; в Хабаровском крае – производство и ремонт машин и оборудования, добыча руд цветных и драгоценных металлов, лесной комплекс, рыболовство, транспорт; в Приморском крае – рыболовство, рыбообработка, добыча руд цветных и драгоценных металлов, производство и ремонт машин и оборудования, лесной комплекс, пищевая промышленность, транспорт; в Сахалинской области – добыча нефти и природного газа, рыболовство, рыбообработка.

В субъектах «континентальной» зоны: в Республике Саха (Якутия) – добыча полезных ископаемых (руд цветных и драгоценных металлов, алмазов, угля, нефти и природного газа), оленеводство; в Амурской области – добыча руд цветных и драгоценных металлов, лесной комплекс, сельское хозяйство, электроэнергетика, транспорт; в Еврейской автономной области – добыча руд черных и драгоценных металлов, легкая промышленность.

Обслуживающие виды экономической деятельности представлены во всех субъектах Тихоокеанской России. Их состав практически одинаков, а объемы и соотношения определяются, прежде всего, численностью занятого населения, величиной специализированных производств и природно-климатическими условиями (рис. 1).

Таким образом, в качестве основных специализированных видов экономической деятельности в северных субъектах «приморской» меридиональной зоны Тихоокеанской России выступают добыча полезных ископаемых, рыболовство, сельское хозяйство (на севере оленеводство), охота. На их долю в

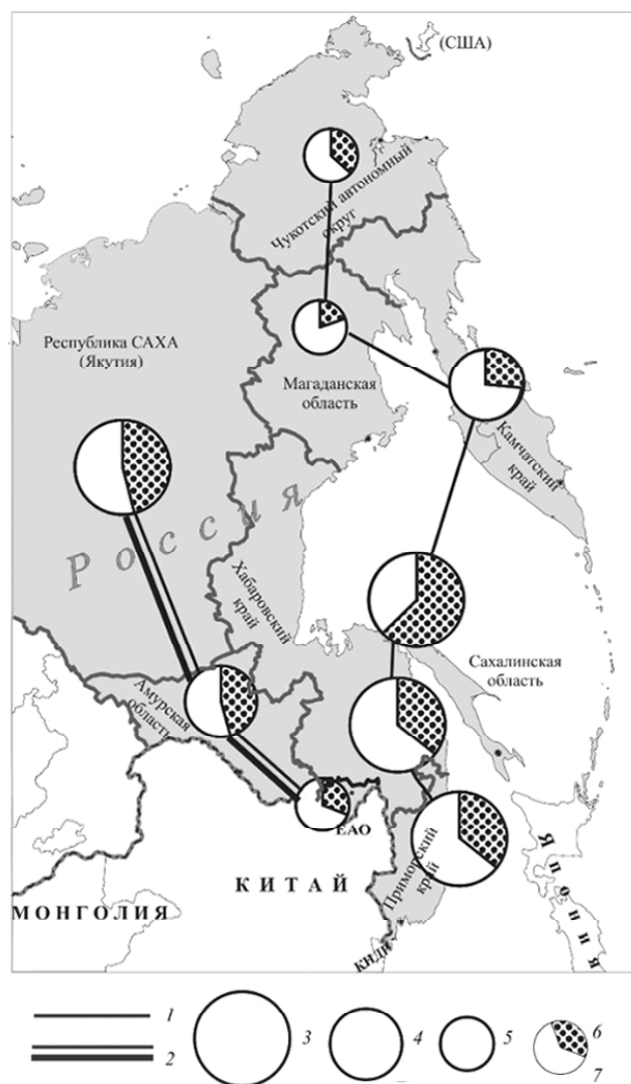


Рис. 1. Меридиональные профили Тихоокеанской России, 2013. Обозначения: меридиональные профили: 1 – приморский, 2 – континентальный; валовой региональный продукт, млрд руб.: 3 – 700–401, 4 – 400–101, 5 – 100–30; доля видов деятельности в структуре ВРП, %: 6 – специализированные производства, 7 – обслуживающие производства

Fig. 1. Longitudinal profiles of Pacific Russia, 2013. Longitudinal profiles: 1 – Seaside, 2 – Continental; gross regional output, billion rubl., 2013: 3 – 700–401, 4 – 400–101, 5 – 100–30; types of economic activities in the structure of the gross regional output, %: 6 – specialized industries, 7 – servicing industries

2013 г. приходилось произведенной валовой добавленной стоимости в Чукотском автономном округе – 34,4%, в Магаданской области – 20,5, Камчатском крае – 15,8% [Регионы ..., 2014].

Значительный объем валовой добавленной стоимости в этих субъектах производится обслуживающими видами деятельности (строительство, производство и распределение электроэнергии, газа и воды, транспорт и связь, оптовая и розничная торговля, гостиницы и рестораны, образование и здравоохранение, операции с недвижимостью и др.).

В южной части «приморской» зоны большую роль в формировании специализированных видов деятельности, производств играют, кроме добычи полезных ископаемых, обрабатывающие производ-

ства, транспорт, в том числе морской. Доля специализированных производств в большинстве субъектов этой зоны не превышает 50% (например, в Приморском крае – 34,7; в Хабаровском крае – 36,1). [Регионы ..., 2014]. Только в структуре валовой добавленной стоимости Сахалинской области значительную роль играют добывающие производства, поэтому на долю специализированных производств здесь приходится 63,6% производства. Из этих данных видно, что в южной части «приморской» зоны доля специализированных видов деятельности существенно больше, значительно шире и их разнообразие, диверсификация.

Также заметны различия в северной и южной частях «континентальной» зоны. Например, в качестве основных специализированных видов экономической деятельности в Республике Саха (Якутия) – северном субъекте «континентальной» меридиональной зоны – выступают добыча полезных ископаемых, рыболовство и рыбоводство, сельское хозяйство (на севере оленеводство), охота. На их долю в 2013 г. в Республике Саха (Якутия) приходилось 45,3% произведенной валовой добавленной стоимости [Регионы ..., 2014]. В южной части «континентальной» зоны – большую роль в формировании специализированных видов деятельности производств играют, кроме добычи полезных ископаемых, обрабатывающие производства, транспорт, сельское хозяйство. Доля специализированных производств в большинстве субъектов этой зоны также не превышает 50% (например, в Амурской области – 45,6%, в Еврейской автономной области – 30,7%), [Регионы ..., 2014].

Более четко эта закономерность прослеживается в характеристиках освоенности территории (табл. 2). Максимальная социально-экономическая освоенность территории отмечается в субъектах,

которые относятся к «приморской» зоне Дальневосточного федерального округа России. Здесь наиболее высокие удельные показатели плотности населения, инфраструктурной освоенности (плотности автомобильных дорог с твердым покрытием), экономические характеристики (валовой региональный продукт на 1 км²), инвестиционная привлекательность (объем инвестиций в основной капитал на 1 км² территории).

Таким образом, экономический потенциал территорий в целом существенно снижается от «приморских» субъектов меридиональной зоны к «континентальным». В том же направлении происходит значительное сокращение демографического потенциала и разнообразия видов деятельности.

Следует отметить, что наибольший вклад в формирование социально-экономического потенциала «приморской зоны» вносят три субъекта – Сахалинская область, Хабаровский и Приморский края. К этим субъектам «приморской» меридиональной зоны прилегает огромная акватория в пределах 200-мильной морской экономической зоны с ее большим и разнообразным природно-ресурсным, транспортно-транзитным потенциалом. Поэтому в долгосрочной перспективе больший прирост экономического потенциала будет происходить в восточном широтном и северном направлениях. Большее разнообразие специализированных видов деятельности будет сохраняться и возрастать в «приморской» зоне, особенно – в ее южной части. В связи с этим здесь будет выше и потенциал саморазвития.

Для оценки инерционности развития территориальных структур хозяйства за период с 2004 по 2013 гг. был проведен анализ изменений в отраслевых структурах хозяйств субъектах региона по выделенным зонам.

Таблица 2

**Уровень социально-экономической освоенности в меридиональных зонах
Дальневосточного федерального округа, в 2014 г.**

Субъекты меридиональных зон	Плотность населения, на 01.01.2015 г., чел./км ²	Валовой региональный продукт, тыс. руб./км ²	Плотность автомобильных дорог, на 10 000 км ²	Инвестиции в основной капитал, тыс. руб./км ²
Среднее значение по приморской зоне:	3,35	2061,95	22,22	589,25
Чукотский автономный округ	0,07	65,1	0,9	14,4
Магаданская область	0,32	191,3	5,3	82,9
Камчатский край	0,68	283,4	4,1	54,3
Сахалинская область	5,61	7735,6	22	2414,6
Хабаровский край	1,69	601,4	12	149,7
Приморский край	11,74	3494,9	89	819,6
Среднее значение по континентальной зоне:	2,39	604,0	34,57	189,07
Республика Саха (Якутия)	0,31	184,6	3,7	65,6
Амурская область	2,24	583,7	31	205,3
Еврейская автономная область	4,64	1043,7	69	296,3

Составлено по: [Регионы ..., 2015].

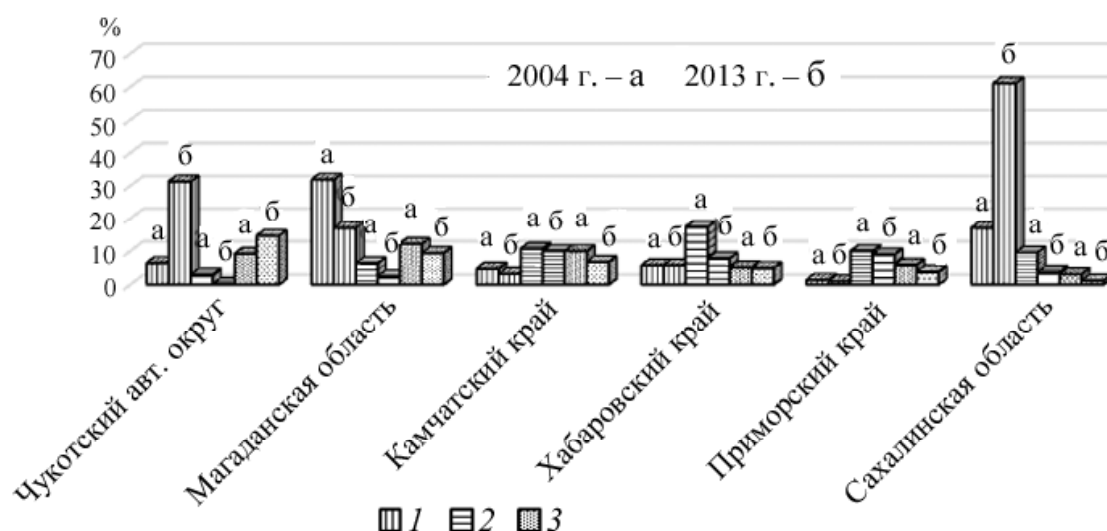


Рис. 2. Структурные изменения промышленного производства в «приморской» меридиональной зоне в текущих ценах (в процентах от итога) за 2004–2013 гг. Составлено по: [Регионы ... 2007; Регионы ..., 2009; Регионы ..., 2014; Регионы ..., 2015]. Обозначения: 1 – добыча полезных ископаемых, 2 – обрабатывающие производства, 3 – производство и распределение электроэнергии, газа и воды

Fig. 2. Structural changes of industrial production in the «seaside» longitudinal zone in current prices percentage of the total) for 2004–2013. Compiled after: [Regions ..., 2007; Regions ..., 2009; Regions ..., 2014; Regions ..., 2015]: 1 – extraction of minerals, 2 – processing industries, 3 – production and distribution of electric power, gas and water

Особенности структурных изменений промышленного производства в «приморской» меридиональной зоне (Чукотский автономный округ, Магаданская область, Хабаровский, Приморский и Камчатский края, Сахалинская область) с 2004 г. по 2013 г. представлены на рис. 2. За период с 2004 г. по 2013 г. наиболее существенные изменения затронули добычу полезных ископаемых в Чукотском автономном округе (доля этого вида экономической деятельности в производстве валовой добавленной стоимости возросла с 6,4 до 31,3%). В Чукотском автономном округе существенно снизилась доля обрабатывающих производств. Также здесь возросла доля электроэнергии, газа и воды. В Магаданской области отмечается существенное уменьшение доли промышленного производства в структуре валовой добавленной стоимости (например, доля добычи полезных ископаемых уменьшилась с 31,9 до 17,4%, обрабатывающих производств – с 6,3 до 2,5%, а производства и распределения электроэнергии, газа и воды – с 12,2 до 9,4%). Схожая ситуация складывается и в промышленности Камчатского края [Регионы ..., 2007; Регионы ..., 2009; Регионы ..., 2014; Регионы ..., 2015].

Для всех субъектов «континентальной» зоны за период с 2004–2013 гг. характерно сокращение доли обрабатывающих производств в структуре валовой добавленной стоимости, а также долей производства и распределения электроэнергии, газа и воды (кроме Еврейской автономной области, где доля производства и распределения электроэнергии существенно возросла).

Сочетания диаграмм на рис. 2 и 3 можно рассматривать и как специфические меридиональные

профили, обобщенно отражающие основные звенья территориальных структур хозяйства в «приморской» и «континентальной» меридиональных зонах, а также изменения этих структурных звеньев и их инерционность. Хорошо видно большое сходство структурных звеньев в отдельных субъектах выделенных зон (например, Республики Саха, Магаданской и Сахалинской областей). В то же время в целом меридиональные профили «приморской» и «континентальной» зон существенно различаются.

В целом для Дальневосточного федерального округа России за период 2004–2013 гг. положительные значения изменения доли видов деятельности (прирост) были характерны для добычи полезных ископаемых, государственного управления, здравоохранения, предоставления коммунальных услуг. Для других видов деятельности отмечалось снижение доли вида деятельности в структуре валовой добавленной стоимости. Наиболее заметное увеличение доли добычи полезных ископаемых отмечалось в «приморской» зоне – Сахалинской области и Чукотском автономном округе, и в «континентальной» зоне – Амурской области и Республике Саха (Якутия).

Выводы:

– анализ изменения территориальных структур хозяйства в меридиональных зонах субъектов Тихоокеанской России, которые произошли за 10-летний период (с 2004 по 2014 гг.), позволяет отметить их значительную инерционность. Во всех субъектах «континентальной» и «приморской» меридиональных зон сохраняется значительная доля добывающих производств. Значительный прирост доли обрабатывающих производств практически не от-

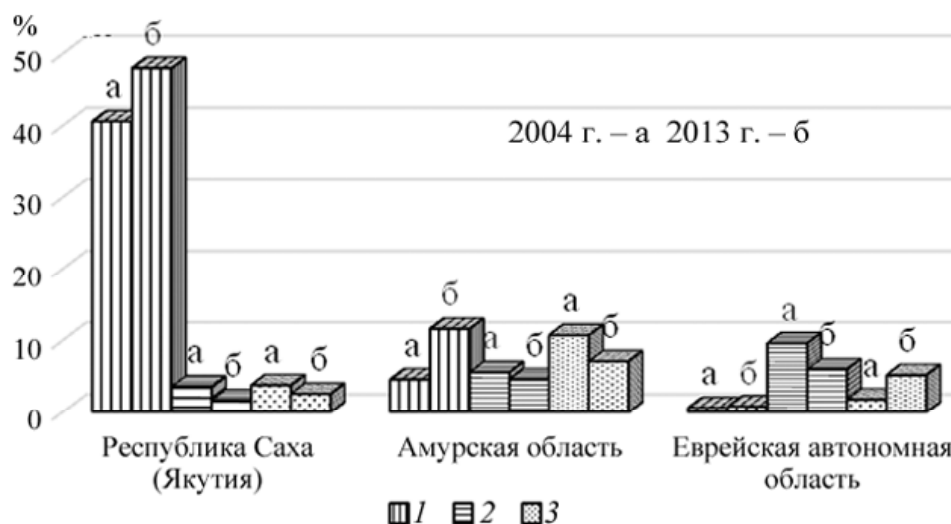


Рис. 3. Структурные изменения промышленного производства в «континентальной» меридиональной зоне Тихоокеанской России в текущих ценах (в процентах от итога) за 2004–2013 гг. Составлено по: [Регионы ..., 2007; Регионы ..., 2009; Регионы ..., 2014; Регионы ..., 2015]. Обозначения: 1 – добыча полезных ископаемых, 2 – обрабатывающие производства, 3 – производство и распределение электроэнергии, газа и воды

Fig. 3. Structural changes of industrial production in the «continental» longitudinal zone of Pacific Russia in current prices (percentage of the total) for 2004–2013. Compiled after: [Regions ..., 2007; Regions ..., 2009; Regions ..., 2014; Regions ..., 2015]: 1 – extraction of minerals, 2 – processing industries, 3 – production and distribution of electric power, gas and water

мечался. Причем это характерно как для «северной» части меридиональных зон, так и для более развитых и обладающих более диверсифицированной структурой экономики «южных» частей зон. Наоборот, возростала доля добывающих производств – несколько более высокими темпами в «северной» зоне и менее – в «южной» (за исключением Сахалинской области);

– в «северных» частях меридиональных зон высокие издержки производства в реализации продукции добывающих видов экономической деятельности и сравнительно низкая производительность труда, слабое развитие инфраструктуры не могут обеспечить диверсификацию производства и высокий уровень жизни населения. Недостаточное развитие обрабатывающих производств не позволяет производить перемещение занятого населения в эти более эффективные виды экономической деятельности. В

«южных» частях зон перспективы развития связаны в основном с модернизацией обрабатывающих производств, с развитием логистической деятельности и формированием современной сферы услуг;

– в Тихоокеанской России имеются предпосылки для формирования достаточно устойчивой системы межрегионального разделения труда, когда добывающие производства (в силу уникальности и богатства природно-ресурсного потенциала суши и моря) и начальные стадии обрабатывающих производств размещаются в «северных» частях меридиональных зон, а крупные обрабатывающие производства и сфера услуг – в «южных» частях. В результате могут сформироваться законченные вертикально-интегрированные цепочки добавленной стоимости, территориальные структуры которых показывают себя как достаточно успешные формы территориальной организации производства.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ «Факторы, механизмы и типы структурной трансформации и модернизации территориальных социально-экономических систем Тихоокеанской России» (№ 14-18-03185).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Азиатская часть России: моделирование экономического развития в контексте опыта истории / Отв. ред. В.А. Ламин, В.Ю. Малов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т экономики и организации пром. производства [и др.]. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. (Интеграционные проекты СО РАН; Вып. 34). 462 с.

Бакланов П.Я. Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении. М.: Наука, 2007. 239 с.

Бакланов П.Я., Мошков А.В. Пространственная дифференциация структуры экономики регионов арктической зоны России // Экономика региона. 2015. № 1(41). С. 53–63.

Безруков Л.А. Континентально-океаническая дихотомия в международном и региональном развитии. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. 369 с.

Гранберг А.Г. Исследование экономического развития Сибири в разрезе широтных зон и мезорегионов // Изв. СО АН СССР. 1983. № 11. Сер. обществ. наук. Вып. 3. С. 59–67.

Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. В 3 т. / Под ред. П.Я. Бакланова. Т. 1: Природные геосистемы и их компоненты / Отв. ред. С.С. Ганзей. Владивосток: Дальнаука, 2008. 428 с.

Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. Т. III. Территориальные социально-экономические структуры / Под ред. П.Я. Бакланова и М.Т. Романова. Владивосток: Дальнаука, 2012. 364 с.

Космачев К.П. Пионерное освоение тайги (экономико-географические проблемы). Новосибирск: Наука, 1974. 142 с.

Кузнецова О.В. Типология факторов социально-экономического развития регионов России // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 2. С. 3–8.

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2007. Стат. сб. М.: Росстат, 2007. 991 с.

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2009. Стат. сб. М.: Росстат, 2009. 990 с.

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2014. Стат. сб. М.: Росстат, 2014. 900 с.

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015. Стат. сб. М.: Росстат, 2015. 1266 с.

Романов М.Т. Территориальная организация хозяйства слабоосвоенных регионов России. Владивосток: Дальнаука, 2009. 318 с.

Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Индекс экономического раз-

вития регионов Российской Федерации // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 6. С. 41–47.

Тихоокеанская Россия: страницы прошлого, настоящего, будущего / Отв. ред. П. Я. Бакланов. Владивосток: Дальнаука, 2012. 406 с.

Экономика Сибири в разрезе широтных зон / Отв. ред. и автор вступительной статьи А.Г. Гранберг. Новосибирск: Наука, 1985. 256 с.

Economy of Siberia related to latitudinal zones / Editor-in-Chief and the author of introduction Granberg A.G. Novosibirsk: Nauka, 1985. 256 p.

Environmental Change and the Social Response in the Amur River Basin / Shigeko Haruyama, Takayuki Shiraiwa Editors. Springer Tokyo Heidelberg New York Dordrecht London, Springer Japan, 2015. 262 p.

Jekonomicheskaja integracija: prostranstvennyj aspect / Obshh. red. P.A. Minakira. Ros. akad. nauk, Dal'nevostochnoeotdnie, In-t jekon. issledovanij. M.: ZAO «Izdatel'stvo «Jekonomika», 2004. 352 s.

Pacific Russia: the pages of the past, the present, the future / Joint authorship; Editor-in-Chief P.Ya. Baklanov, the academician of the Russian Academy of Sciences. Vladivostok: Dalnauka, 2012. 406 p.

Поступила в редакцию 23.11.2016

Принята к публикации 09.12.2016

P.Ya. Baklanov¹, A.V. Moshkov²

PERSISTENCE OF THE TERRITORIAL STRUCTURES OF ECONOMY

In Pacific Russia two longitudinal zones, i.e. the seaside and continental, could be distinguished that include the territories of the subjects of the Far Eastern federal district of Russia. Combinations of economic activities by both the RF subjects and the longitudinal zones are considered the territorial structures of economy. Distinctions between the zones in terms of their territorial structures of economy, social-economic potential and level of development are discussed. The persistence of the territorial structures in the longitudinal zones was estimated by the changes of homogeneous types of economic activities in the RF subjects and their relationships measured as a percentage of the added value for the period of 2004 to 2013.

Key words. Pacific Russia, territorial structures of economy, added value, longitudinal economic zones, profiles, main and servicing economic activities, structural distinctions, persistence.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project № 14-18-03185 «Factors, mechanisms and types of structural transformation and modernization of territorial socio-economic systems of Pacific Russia»).

¹ Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Far Eastern Federal University, Academician, Professor, D.Sc. in Geography; *e-mail*: pbaklanov@tig.dvo.ru

² Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Far Eastern Federal University, Professor, Head of the Laboratory, D.Sc. in Geography; *e-mail*: mavr@tig.dvo.ru

REFERENCES

- Aziatskajachast' Rossii: modelirovanie ekonomicheskogo razvitiya v kontekste opyta istorii / Otv. red. V.A. Lamin, V.Ju. Malov. Ros. akad. nauk, Sib. otd-nie, In-t jekonomiki i organizacii prom. proizvodstva [i dr.]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2012. (Integracionnyeproekty SO RAN; Vyp. 34). 462 s.
- Baklanov P.Ja. Territorial'nye struktury hozjajstva v regional'nom upravlenii. M.: Nauka, 2007. 239 s.
- Baklanov P.Ja., Moshkov A.V. Prostranstvennaja differenciacija struktury ekonomiki regionov arkticheskoy zony Rossii // Jekonomika regiona. 2015. № 1(41). S. 53–63.
- Bezrukov L.A. Kontinental'no-okeanicheskaja dihotomija v mezhdunarodnom i regional'nom razvitii. Novosibirsk: Akademicheskoe izd-vo «Geo», 2008. 369 s.
- Economy of Siberia related to latitudinal zones / Editor-in-Chief and the author of introduction Granberg A.G. Novosibirsk: Nauka, 1985. 256 p.
- Environmental Change and the Social Response in the Amur River Basin/Shigeo Haruyama, Takayuki Shiraiwa Editors. Springer Tokyo Heidelberg New York Dordrecht London, Springer Japan, 2015. 262 p.
- Geosistemy Dal'nego Vostoka_Rossiinarubezhe XX–XXI vekov: v 3 t. / Pod red. P.Ja. Baklanova. T. I: Prirodnye geosistemy i ih komponenty / Otv. red. S.S. Ganzej. Vladivostok: Dal'nauka, 2008. 428 s.
- Geosistemy Dal'nego Vostoka Rossii na rubezhe XX–XXI vekov. T. III. Territorial'nye social'no-jekonomicheskie struktury / Monogr. Kol. avtor. Pod red. P.Ja. Baklanova i M.T. Romanova. Vladivostok: Dal'nauka, 2012. 364 s.
- Granberg A.G. Issledovanie ekonomicheskogo razvitiya Sibiri v razreze shirotnyh zon I mezoregionov // Izv. SO AN SSSR. 1983. № 11. Ser. obshhestv. nauk. Vyp. 3. S. 59–67.
- Jekonomicheskaja integracija: prostranstvennyj aspect / Obshh. red. P.A. Minakira. Ros. akad. nauk, Dal'nevostochnoeotd-nie, In-t jekon. issledovanij. M.: ZAO «Izdatel'stvo «Jekonomika», 2004. 352 s.
- Jekonomika Sibiri v razreze shirotnyh zon / Otv. red. I avtor vstupitel'noj stat'i A.G. Granberg. Novosibirsk: Nauka, 1985. 256 s.
- Kosmachev K.P. Pionernoe osvoenie tajgi (jekonomiko-geograficheskie problemy). Novosibirsk: Nauka, 1974. 142 s.
- Kuznecova O.V. Tipologija faktorov social'no-jekonomicheskogo razvitiya regionov Rossii // Vestnik Mosk. Un-ta. 2014. № 2. S. 3–8 (Ser. 5. Geografija)
- Pacific Russia: the pages of the past, the present, the future / Joint authorship; Editor-in-Chief P.Ya. Baklanov, the academician of the Russian Academy of Sciences. Vladivostok: Dalnauka, 2012. 406 p.
- Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2007. Stat. sb. M.: Rosstat, 2007. 991 s.
- Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2009. Stat. sb. M.: Rosstat, 2009. 990 s.
- Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2014. Stat. sb. M.: Rosstat, 2014. 900 s.
- Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2015. Stat. sb. M.: Rosstat, 2015. 1266 s.
- Romanov M. T. Territorial'naja organizacija hozjajstva slaboosvoennyh regionov Rossii. Vladivostok: Dal'nauka, 2009. 318 s.
- Tihookeanskaja Rossija: stranicyproshlogo, nastojashhego, budushhego / Koll. avtorov; Otv. red. akademik RAN P.Ja. Baklanov. Vladivostok: Dal'nauka, 2012. 406 s.
- Tikunov V.S., Cheresnjaja O.Ju. Indeks ekonomicheskogo razvitiya regionov Rossijskoj Federacii // Vestnik Mosk. Un-ta. 2015. № 6. S. 41–47 (Ser. 5. Geografija).

Received 2016

Accepted 2016

УДК 911.2; 574.9

К.Н. Дьяконов¹, Д.Л. Варлыгин², А.Ю. Ретеюм³

ВЛИЯНИЕ ОКЕАНОВ НА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКУЮ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ О ФОТОСИНТЕЗЕ

Использованы материалы по распределению нормализованного относительного индекса растительности (NDVI), служащего индикатором количества фотосинтетически активной фитомассы. Соответствующая информация обобщена по двум профилям, пересекающим Европу по параллели 50° с. ш. и по меридиану 57° в. д., выбранным для максимально полного отражения спектра типов растительных сообществ и последствий влияния каждого из океанов в отдельности. Охлаждающее влияние Атлантики в летние месяцы распространяется на расстояние около 2,5 тыс. километров – до лесостепи Западной Украины. Колебания биопродукции от года к году возрастают с побережья Атлантики в глубь континента, причем скачкообразное увеличение этого показателя отмечается у западной границы лесостепи и в Заволжье. Показатель NDVI по долготному профилю на восточной окраине Европы также увеличивается при удалении от морского побережья и достигает максимума на северной границе лесостепи. Растительный покров Европы реагирует на современные изменения климата дифференцированно в пространстве и во времени. Летом за период 1981–2011 гг. зафиксировано преимущественное увеличение фитопродуктивности, исключение составляют побережья океанов и юго-восток субконтинента.

Ключевые слова: физико-географическая зональность, секторность, вегетационный индекс (NDVI), фитопродуктивность, растительный покров Европы.

Введение. Различия климатов и природы в целом между районами суши в зависимости от их долготного положения было отмечено еще в начале XX в. Э.Дж. Гербертсоном и Г. Майером. Ранг фундаментальной географической закономерности этому явлению придал В.Л. Комаров. В 1921 г. им введен «принцип меридиональной зональности», суть которого заключается в том, что «крупные материковые массы дают два типа флор, именно приокеанские, вытянутые узкой прерывистой полосой вдоль побережий, и континентальные, удаленные от последних» [Комаров, 1945].

Идея меридиональной зональности в дальнейшем была реализована в геоботанических работах А.В. Прозоровского и А.П. Ильинского. Теоретическое объяснение долготной секторности принадлежит А.А. Григорьеву [Григорьев, 1946], придававшему важное значение процессам движения тепла и влаги. Понятие секторности ныне прочно вошло в физическую географию [Алексеев с соавт., 2004; Исаченко, 1991; Комаров, 1945; Лукашова, 1966]. Для количественной характеристики рассматриваемого явления предложены различные индексы континентальности, но они фиксируют только особенности действующего фактора.

Связь океанов и континентов представляет собой один из важнейших механизмов функционирования планетарной геосистемы, требующий углубленного анализа. В отношении наиболее изученных

частей земного шара – Северной Атлантики и Европы – можно утверждать, что имеется достаточно много информации о морском климате побережий, в особенности о его изменениях в последние десятилетия [Delworth et al., 2000; Knight et al., 2006; Kushnir, 1994; Schlesinger et al., 1994; Sutton et al., 2005; Sutton et al., 2012].

Однако остается неясным, где проходят границы сферы влияния водных масс в атмосфере и, что самое главное, каков отклик важнейшего компонента ландшафта – растительного покрова суши – на адвекцию тепла и влаги с запада и севера.

Указанные неопределенности служат серьезным препятствием в разработке фундаментальной проблемы внутренней дифференциации природы на территории субконтинента. Как известно со времен В.В. Докучаева, широтная зональность наиболее ярко выражена на Русской равнине. Очевидно, свой вклад в ее формирование должен вносить Северный Ледовитый океан, создающий муссонный эффект [Хромов с соавт., 1974], но системообразующая роль последнего до сих пор специально не рассматривалась.

Материалы и методы исследований. Исследование феноменов долготной секторности и широтной зональности в биосфере с применением флористических, фаунистических и иных традиционных географических показателей осложняется тем обстоятельством, что невозможно корректно вычле-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, зав. кафедрой, чл.-корр. РАН, профессор; e-mail: diakonov.geofak@mail.ru

² Geospatial Data Analysis Corporation (CША), chief scientist; e-mail: dmitry@gdacorp.com

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, профессор; e-mail: aretejum@yandex.ru

нить вклад разных факторов. Преодолеть это затруднение позволяет анализ распределения величин продукции фотосинтеза, установленных с помощью дистанционного метода.

В настоящей работе использованы материалы по распределению нормализованного относительно индекса растительности (NDVI), служащего индикатором количества фотосинтетически активной фитомассы, определенной по разности интенсивностей отраженного красного и инфракрасного света. Значения индекса NDVI вычислены по данным высокоточного радиометра с очень большим разрешением (Advanced Very High Resolution Radiometer, AVHRR) в рамках проекта NASA по глобальной инвентаризации (Global Inventory Modeling and Mapping Studies, GIMMS). Съемка была выполнена с разрешением 8 км дважды в месяц в период с июля 1981 г. по декабрь 2011 г. Осреднение производилось с ячейками размером от $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ до $1,0^\circ \times 1,0^\circ$. Соответствующая информация обобщена по двум профилям, пересекающим Европу.

Первый профиль проходит по параллели 50° с. ш., второй – по меридиану 57° в. д. Такое расположение точек сбора информации отвечает условиям максимально полного охвата всего разнообразия типов растительных сообществ для оценки последствий влияния каждого из океанов в отдельности.

Общая картина. Охлаждающее влияние Атлантики в летние месяцы распространяется на расстояние около 2,5 тыс. км до лесостепи Западной Украины, заметно уменьшаясь восточнее 37° в. д. Зимой же океан благодаря прогреву воздуха поддерживает значения индекса NDVI в западном секторе Европы (рис. 1).

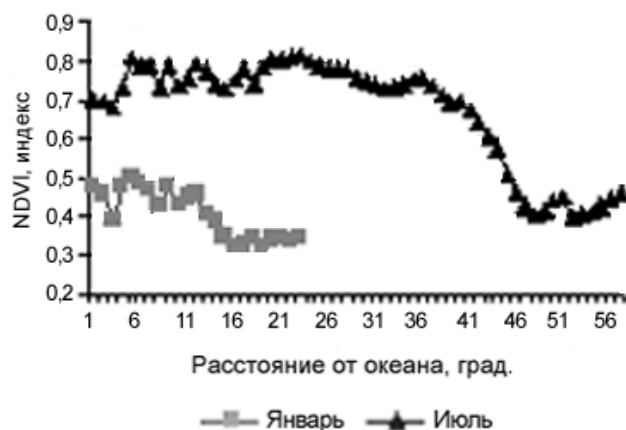


Рис. 1. Влияние Атлантического океана на NDVI зимой и летом

Fig. 1. The Atlantic effect on winter and summer NDVI values

Смена режимов происходит весной в мае и осенью в октябре, когда величины NDVI выравниваются (рис. 2).

Атмосферное воздействие Северного Ледовитого океана по понятным причинам наиболее ярко выражено летом. Судя по индикатору NDVI, растительный покров от Большеземельской тундры до лесостепи Предуралья зависит от воздушных потоков с акваторий Баренцева и Карского морей (рис. 3).

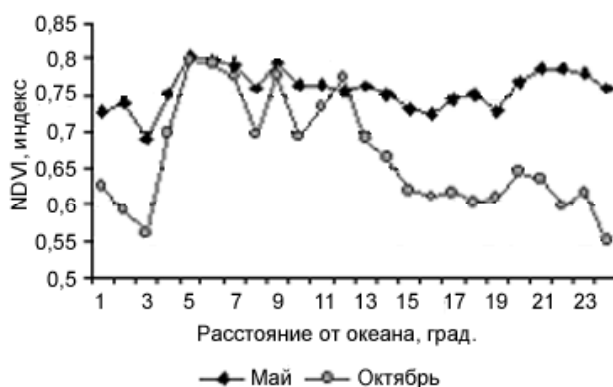


Рис. 2. Распределение фитомассы по широтному профилю весной и осенью

Fig. 2. Latitudinal distribution of biomass in spring and autumn

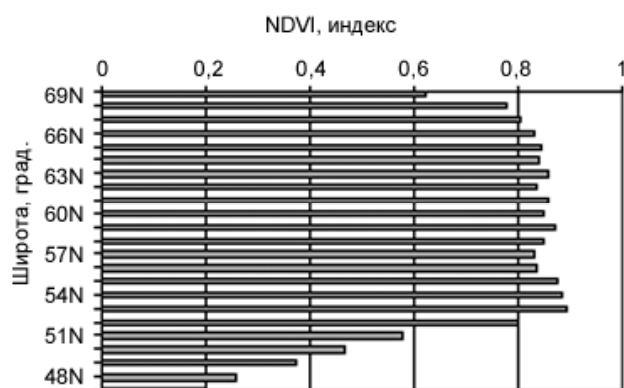


Рис. 3. Влияние Северного Ледовитого океана на фотосинтез в июле

Fig. 3. Influence of the Arctic Ocean on photosynthesis in July

Таким образом, в западной части Евразии лесная растительность тесно связана с морским (в широком смысле слова) климатом.

Межгодовые изменения. Колебания фитопродукции от года к году, как и следовало ожидать, возрастают с побережья Атлантики вглубь континента (рис. 4), причем скачкообразное увеличение стандартного отклонения отмечается у западной границы лесостепи и в Заволжье.



Рис. 4. Межгодовые колебания фитомассы по широтному профилю в период май-октябрь

Fig. 4. Interannual fluctuations of biomass along the latitudinal profile in May-October

Изменчивость показателя NDVI по долготному профилю на восточной окраине Европы также увеличивается при удалении от морского побережья и достигает максимума на северной границе лесостепи.

Возникает вопрос – как проявляется влияние океанов в годы положительной и отрицательной термических аномалий. Различия величин биопродукции в экстремальные зимы, обусловленные прогревом воздуха Атлантикой, прослеживаются до степей Поволжья (рис. 5).



Рис. 5. Распределение фитопродукции в сфере влияния Атлантического океана в январе при аномально холодной (2006 г.) и аномально теплой (2007 г.) погоде

Fig. 5. Distribution of plant production in the zone of Atlantic influence during abnormally cold (2006) and abnormally warm (2007) January

Летом в Европе наблюдаются своего рода фазовые колебания биопродукции: скорость фотосинтеза при высокой температуре воздуха увеличивается к востоку от атлантического побережья до воронежских степей, а далее уменьшается в результате засух (рис. 6).

Межгодовые контрасты фотосинтеза, вызванные погодными условиями, в сфере влияния Северного Ледовитого океана сглаживаются на указанном выше рубеже, примерно в 2 тыс. км от побережья (рис. 7).



Рис. 6. Распределение фитопродукции в сфере влияния Атлантического океана в июле при холодной (1982 г.) и жаркой (2010 г.) погоде

Fig. 6. Distribution of plant production in the zone of Atlantic influence during cold (1982) and hot (2010) July

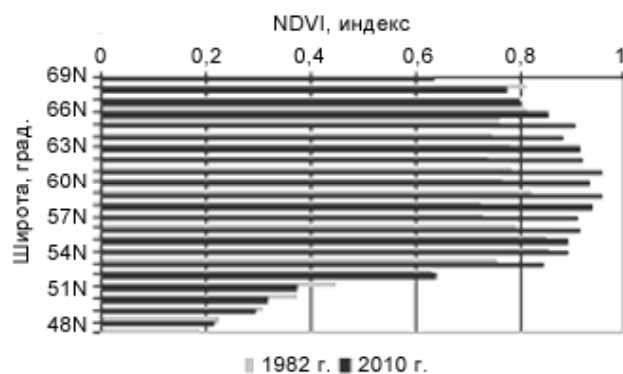


Рис. 7. Распределение фитопродукции в сфере влияния Северного Ледовитого океана в июле при холодной (1982 г.) и жаркой (2010 г.) погоде

Fig. 7. Distribution of plant production in the zone of Arctic influence during cold (1982) and hot (2010) July

Долговременные тренды. Растительный покров Европы реагирует на современные изменения климата дифференцированно в пространстве и во времени. Зимой в период 1981–2011 гг. на большей части рассматриваемой территории, кроме приморской части на западе, обнаруживается тенденция к уменьшению скорости фотосинтеза (рис. 8, 9). Летом фиксируется преимущественное увеличение биопродуктивности, исключение составляют побережья океанов и юго-восток субконтинента.



Рис. 8. Тренд NDVI летом в период 1981–2011 гг. на широтном профиле

Fig. 8. The latitudinal trend of NDVI in summer (1981–2011)

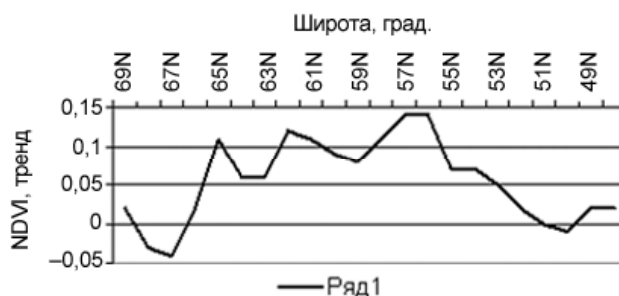


Рис. 9. Тренд NDVI летом в период 1981–2011 гг. на долготном профиле

Fig. 9. The longitudinal trend of NDVI in summer (1981–2011)

Характер положительных отклонений продуктивности указывает на то, что они являются следствием повышения температуры воздуха. Интересен факт локализации аномалий у меридиональной

оси Европы (рис. 8), который, возможно, объясняется эндогенными причинами.

Выводы:

– выполненный анализ показал высокую информативность показателя продуктивности NDVI как индикатора пространственно-временной организации ландшафтного покрова;

– установлено, что долготная физико-географическая секторность и широтная зональность

растительного покрова в ландшафтной структуре Европы формируются в значительной мере как результат интерференции потоков тепла и влаги с Атлантического и Северного Ледовитого океанов;

– выявленные участки резкой смены показателя фотосинтетически активной фитомассы требуют особого внимания с точки зрения риска возникновения опасных явлений.

Благодарности. Авторы выражают благодарность профессору И.А. Шульгину за полезные консультации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев Б.А., Голубев Г.Н. Глобальная модель современных ландшафтов мира // Функционирование и современное состояние ландшафтов / Отв. ред. К.Н. Дьяконов, Э.П. Романова. М.: Изд. Дом «Городец», 2004. С. 319–326.

Григорьев А.А. Некоторые итоги разработки новых идей в физической географии // Известия Академии наук СССР. Сер. географическая и геофизическая. 1946. Т. 10, № 2. С. 139–167.

Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. Учебник. М.: Высшая школа, 1991. 366 с.

Комаров В.Л. Меридиональная зональность организмов // Избр. соч. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1945. Т. 1. 64 с.

Лукашова Е.Н. Основные закономерности природной зональности и ее проявления на суше Земли // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1966. № 6. С. 11–25.

Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974.

Delworth T.L., Mann M.E. Observed and simulated multidecadal variability in the Northern Hemisphere // Clim. Dynam. 2000. V. 16. P. 661–676.

Knight J., Folland C.K., Scaife A. Climate impacts of the Atlantic multidecadal oscillation // Geophys. Res. Lett. 2006. V. 33. L17706.

Kushnir Y. Interdecadal variations in North Atlantic sea surface temperature and associated atmospheric conditions // J. Clim. 1994. V. 7. P. 141–157.

Schlesinger M.E., Ramankutty N. An oscillation in the global climate system of period 65–70 years // Nature. 1994. V. 367. P. 723–726.

Sutton R.T., Hodson D.L.R. Atlantic Ocean forcing of North American and European summer climate // Science. 2005. V. 309. P. 115–118.

Sutton R.T., Bowen D. Atlantic Ocean influence on a shift in European climate in the 1990 // Nature Geoscience. 2012. V. 5. P. 788–792.

Поступила в редакцию 01.12.2016

Принята к публикации 09.12.2016

Diakonov K.N.¹, Varlygin D.A.², Retejum A.Yu.³

IMPACT OF THE OCEANS ON GEOGRAPHICAL ZONES STUDIED BY THE REMOTE SENSING DATA ON PHOTOSYNTHESIS

The impact of the Atlantic and Arctic oceans on land vegetation was studied using the NDVI data which indicate the amount of photosynthetically active plant mass. The information was generalized by two profiles crossing the territory of Europe along 50° N and 57° E. The profiles provide for the maximum representation of the plant communities range and the effects of the impact of each ocean by itself. In summer the cooling effect of the Atlantic Ocean reaches the distance of about 2500 km, i.e. to the forest-steppes of Western Ukraine. Variations of annual bioproductivity grow from the Atlantic coast to the inner regions with a sharp increase near the western limit of the forest-steppe zone and in the Trans-Volga region. The NDVI values along the longitudinal profile in the eastern part of Europe also increase with the greater distance from the sea coast reaching their maximum at the northern limit of the forest-steppe zone. The vegetation cover of Europe shows a differentiated response to recent climate changes, both in space and in time. In the summers of 1981–2011 the plant productivity generally increased except for the sea coasts and the south-eastern part of the sub-continent.

Key words: physical geographical zoning, sectoring, vegetation index (NDVI), plant productivity, vegetation cover of Europe.

Acknowledgements. The authors are grateful to Prof. I.A. Shul'gin for his helpful advices.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, Head of the Department, Corresponding Member of the RAS, Professor; e-mail: diakonov.geofak@mail.ru

² Geospatial Data Analysis Corporation (GDA), Chief Scientist; e-mail: dmitry@gdacorp.com

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, Professor; e-mail: aretejum@yandex.ru

REFERENCES

- Alekseev B.A., Golubev G.N.* Globalnaia model sovremennykh landshaftov mira // Funktsionirovanie i sovremennoe sostoianie landshaftov / Otv. red. K.N. Diakonov, E.P. Romanova. M.: Izd. Dom «Gorodets», 2004. S. 319–326 (in Russian).
- Delworth T.L., Mann M.E.* Observed and simulated multidecadal variability in the Northern Hemisphere // *Clim. Dynam.* 2000. V. 16. P. 661–676.
- Grigoriev A.A.* Nekotorye itogi razrabotki novykh idei v fizicheskoi geografii // *Izv. Akademii Nauk SSSR. Ser. Geograficheskaya i Geofizicheskaya.* 1946. T. 10, № 2. S. 139–167 (in Russian).
- Isachenko A.G.* Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe raionirovanie. Uchebnik. M.: Vysshaya shkola, 1991. 366 s. (in Russian).
- Khromov S.P., Mamontova L.I.* Meteorologicheskij slovar'. L.: Gidrometeoizdat, 1974 (in Russian).
- Komarov V.L.* Meridionalnaia zonalnost' organizmov // *Izbr. soch. M.-L.: Izd. AN SSSR, 1945. T. 1. 64 s* (in Russian).
- Knight J., Folland C.K., Scaife A.* Climate impacts of the Atlantic multidecadal oscillation // *Geophys. Res. Lett.* 2006. V. 33. L17706.
- Kushnir Y.* Interdecadal variations in North Atlantic sea surface temperature and associated atmospheric conditions // *J. Clim.* 1994. V. 7. P. 141–157.
- Lukashova E.N.* Osnovnye zakonomernosti prirodnoy zonalnosti i eyo proyavleniya na sushe Zemli // *Vestn. Mosk. unta. Seriya 5. Geografiia.* 1966, № 6. S. 11–25 (in Russian).
- Schlesinger M.E., Ramankutty N.* An oscillation in the global climate system of period 65–70 years // *Nature.* 1994. V. 367. P. 723–726.
- Sutton R.T., Hodson D.L.R.* Atlantic Ocean forcing of North American and European summer climate // *Science.* 2005. V. 309. P. 115–118.
- Sutton R.T., Bowen D.* Atlantic Ocean influence on a shift in European climate in the 1990 s // *Nature Geoscience.* 2012. V. 5. P. 788–792.

Поступила в редакцию 01.12.2016
Принята к публикации 09.12.2016

УДК 504.03, 504.06, 501, 316, 330, 34, 631, 9, 57, 71

Д.В. Власов¹

КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В РОССИЙСКИХ ДИССЕРТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ (1987–2015 гг.)

На основе анализа созданной автором по Электронному каталогу Российской государственной библиотеки базы данных, установлено, что в России и СССР в 1987–2015 гг. защищено 939 кандидатских и 188 докторских диссертаций по устойчивому развитию (УР). Из-за переходного периода при проведении реформ Министерством образования и науки России с временным действием прежних правил пики защит приходились на 2004, 2006, 2011 и 2012 гг. После 2012 г. количество диссертаций по УР резко уменьшилось. Около 92,5% диссертаций посвящены экономическим и территориальным аспектам УР, 7,5% – философским, социальным, педагогическим, правовым и политическим проблемам. Главная проблематика территориальных работ по УР – региональные исследования, а также УР городов и сельских территорий. В названии 348 диссертаций указываются страны мира (38,8%) и субъекты Российской Федерации (61,2%). Помимо России в заглавиях чаще всего фигурирует Таджикистан, реже – Казахстан, Европейский Союз, Китай, Иран, Кыргызстан, Вьетнам, США и другие страны. Среди регионов России наиболее изучены субъекты Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. В ряде крупных ресурсодобывающих, промышленных, туристических и других регионов (Республики Карелия, Крым, Марий Эл, Тыва, Хакасия и Чувашия, Забайкальский край, Владимирская, Волгоградская, Вологодская, Ивановская, Костромская, Курганская, Курская, Магаданская, Ульяновская и Ярославская области, г. Севастополь, Еврейская автономная область, Чукотский и Ханты-Мансийский автономные округа) диссертации по УР отсутствуют.

Ключевые слова: библиометрия, устойчивое развитие, экономические науки, географические науки, философские науки, динамика защит диссертаций.

Введение. Интенсивное развитие промышленного производства, транспорта и общества потребления привело к резкой интенсификации экологических, экономических, социальных и иных проблем, решение большинства из которых человечеством пока не найдено, что ведет к неустойчивости сложившейся в мире модели развития при абсолютизации экономического роста в ущерб устранению возникших проблем [Бобылев, Перелет, 2013].

Одним из подходов к изменению существующей модели развития общества стала мультидисциплинарная концепция устойчивого развития (sustainable development), определение которой впервые было дано в 1987 г. в докладе Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития, где под устойчивым понималось такое развитие, при котором удовлетворение потребностей настоящего поколения людей не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои нужды [Our Common Future ..., 1987]. Затем появилось множество трактовок понятия «устойчивое развитие», часть из которых критикуются за слишком общий характер и возможность различного толкования [Перелет, 1995]. В 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро концепция УР получила поддержку большинства стран [Тикунов, Цапук, 1999; Касимов с соавт., 2005]. Через 20 лет в 2012 г. на Третьем саммите по устойчивому развитию в Рио-де-Жанейро отмечалось, что основой перехода к УР является формирование «зеленой» экономики, которая повышает бла-

госостояние людей, обеспечивает социальную справедливость и существенно снижает риски для окружающей среды и перспективы ее деградации [Бобылев, Перелет, 2013; Кожевникова, Тер-Акопов, 2013].

В концепции УР сочетаются экономическая, экологическая и социальная составляющие. Понимание необходимости перехода к УР и «зеленой» экономике, совершенствование экологического воспитания и образования делают популярной концепцию среди широкого круга людей, представителей власти и ученых, что выражается также и в росте числа научных и прикладных исследований, посвященных проработке разных аспектов концепции или изучению УР отдельных территорий (стран, регионов, городов, сельских поселений).

Одним из наиболее популярных и эффективных методов оценки развития какого-либо научного направления является библиометрия [Мохначева, Харибина, 2008; Лаврик, 2010], а возможность понять основные тенденции развития отрасли науки или отдельной концепции позволяет ретроспективный анализ и обзор защищенных диссертационных исследований, поскольку кандидатские диссертации направлены на решение конкретной научной задачи, а докторские – научной проблемы [Агирречу, 2014].

Цель работы – определить структуру и провести количественную оценку динамики защит в России кандидатских и докторских диссертаций по УР, для чего решались следующие задачи:

– определение количества защищенных в России кандидатских и докторских диссертаций по УР;

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

- анализ распределения работ по УР по отраслям наук и специальностям;
- исследование тематики диссертаций;
- определение частоты упоминания стран мира и регионов России в названиях диссертационных исследований.

Материалы и методы исследования. Исследование основано на анализе созданной автором по Электронному каталогу диссертаций Российской государственной библиотеки [Каталог диссертаций ..., 2016] базы данных защищенных в России и СССР в 1987–2015 гг. кандидатских и докторских диссертаций. Отобрано 1127 диссертаций (939 кандидатских и 188 докторских), в названии которых с учетом морфологии фигурирует термин «устойчивый» (развитие, управление, рост, функционирование, лесо-, недро-, земле- и иные виды ресурсо- и природопользования).

Результаты исследования и их обсуждение.
Динамика защит кандидатских и докторских диссертаций. Первой диссертацией по УР, защищенной в СССР, была работа на соискание ученой степени доктора экономических наук по специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики на тему «Проблемы устойчивого развития экономики Социалистической Республики Вьетнам на основе оптимизации территориальных пропорций» [Бу Тхизу, 1987; Каталог диссертаций ..., 2016]. До 1995 г. было защищено еще две диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических и одна – философских наук.

Затем количество защищенных диссертаций по УР резко увеличивалось (рис.), достигнув пика в 2004 г. (95 работ, в том числе 80 кандидатских и 15 докторских). После 2004 г. было еще несколько периодов с примерно таким же количеством работ – это 2006, 2011 и 2012 гг. (94, 92 и 93), что соответствует росту общего количества диссертаций в России, когда в 2005–2007 гг. ежегодно утверждалось 34,3–34,5 тыс. работ [Евдокимов с соавт., 2011]. На 2004, 2006 и 2012 гг. приходится и пики защит диссертаций по социально-экономической географии [Агирречу, 2014], что объясняется переходным периодом с временным действием прежних правил при реформировании системы присуждения ученых степеней Министерством образования и науки России. Так, в 2006 г. были ликвидированы кандидатские советы (все советы стали докторскими) и введено требование наличия у соискателя степени кандидата наук как минимум одной статьи в журнале из перечня Высшей аттестационной комиссии (ВАК).

Рост числа диссертаций по УР после 2004 г. связан, вероятно, также с объявленным ООН Десятилетием образования для устойчивого развития (2005–2014 гг.), что во многих странах мира способствовало формированию в различных формах новой образовательной парадигмы с учетом географических и исторических особенностей развития систем образования, приоритетов национальной политики и других факторов. В России национальная система образования была одной из первых в мире, от-

кликнувшихся на инициативы ООН по продвижению образования для УР в практику преподавания, обучения, просвещения и воспитания [Касимов с соавт., 2005; Образование ..., 2008; Мазуров, 2014].

В 2012 г. требования к диссертационным советам изменились, в результате чего их количество стало сокращаться, что сопровождалось резким уменьшением числа защищенных диссертаций: в 2013 г. их было 67, в 2014 г. – 41, а в 2015 г. – всего 31.

Распределение диссертаций по отраслям наук и специальностям. По отраслям наук диссертации по УР распределены крайне неравномерно (табл. 1): экономические работы составляют более 83% от общего числа диссертаций (среди кандидатских – более 85%, а среди докторских – более 70%). До 1995 г. диссертации по экономическим наукам составляли три четверти, в 1995–1996 гг. – не более 50%, затем их доля выросла, колеблясь в районе 50–65% до 2000 г., и не опускалась ниже 79% с 2001 г. (рис.). Это связано, по-видимому, с повышенным вниманием на начальных этапах к разработке философских вопросов концепции УР. Так, до 1995 г. и между 1997 и 2000 гг. до трети диссертаций по УР защищались по философским наукам (1996 г. их было 57%), а начиная с 2001 г. их доля резко уменьшилась до первых процентов за счет обращения внимания ученых с теоретических аспектов концепции УР к ее практическому применению в экономике и хозяйстве разных стран и регионов.

Среди экономических наибольшее число составляют исследования по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством – 690 кандидатских и 111 докторских, что в сумме дает около 71% от общего количества диссертаций по УР. Большую долю занимают диссертации по специ-

Таблица 1

Диссертации по устойчивому развитию и отрасли наук (1987–2015 гг.)

Отрасль науки	Кандидатские		Докторские		Всего	
	число работ	доля, %	число работ	доля, %	число работ	доля, %
Экономические	803	85,5	133	70,7	936	83,1
Философские	41	4,4	13	6,9	54	4,8
Географические	28	3,0	5	2,7	33	2,9
Технические	9	1,0	11	5,9	20	1,8
Политические	13	1,4	4	2,1	17	1,5
Социологические	12	1,3	3	1,6	15	1,3
Биологические	10	1,1	5	2,7	15	1,3
Сельско-хозяйственные	6	0,6	7	3,7	13	1,2
Педагогические	4	0,4	4	2,1	8	0,7
Юридические	6	0,6	1	0,5	7	0,6
Архитектура	2	0,2	2	1,1	4	0,4
Культурология	3	0,3	нет	нет	3	0,3
Физико-математические	2	0,2	нет	нет	2	0,2
Итого	939	100	188	100	1127	100

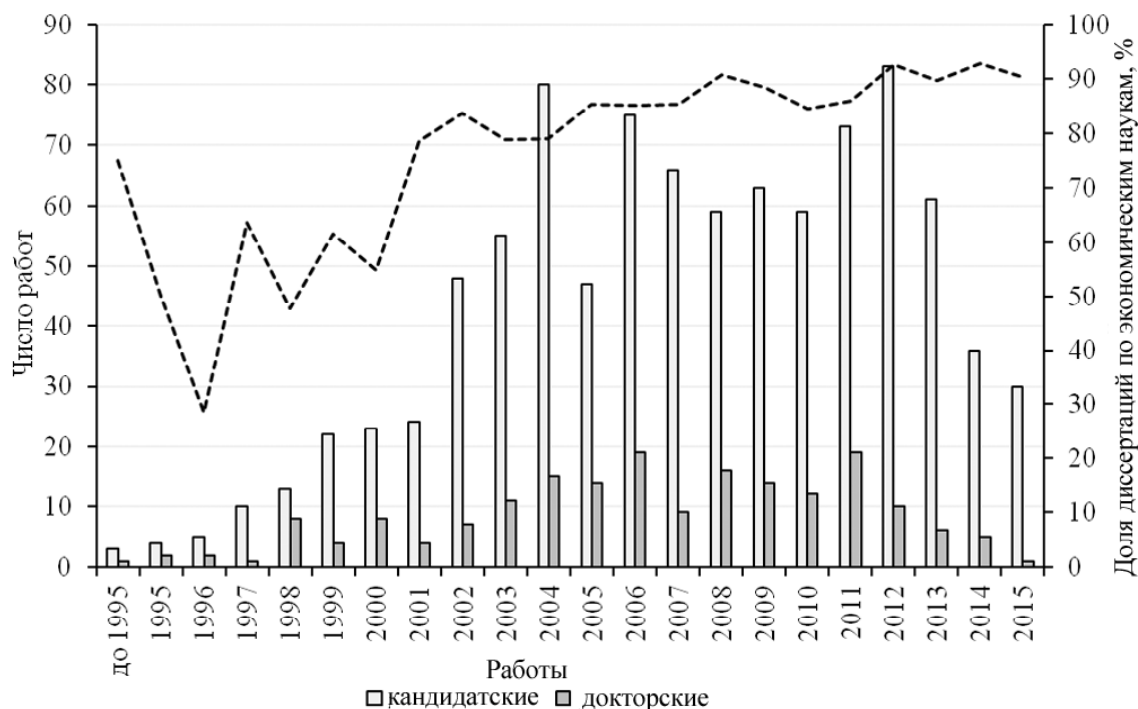


Рис. Динамика защит кандидатских и докторских диссертаций по устойчивому развитию. Пунктирной линией показана доля экономических работ в общем числе диссертаций

Fig. Dynamics of PhD and D.Sc. theses in sustainable development. Dashed line is for the works in economic sciences, as percentage of the total

альностям 08.00.01 – Экономическая теория (54 кандидатских и 9 докторских), 08.00.14 – Мировая экономика (24 и 2 соответственно) и 08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит (13 и 4 соответственно). Меньший вклад вносят работы по специальностям 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики, 08.00.19 – Экономика природопользования и охрана окружающей среды (действовала до 2001 г.), 08.00.12 – Бухгалтерский учет, статистика, 05.02.22 – Организация производства, 08.00.04 – Региональная экономика (до 2001 г.), 08.00.07 – Экономика труда (до 2001 г.) и 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах.

Философские работы занимают 4,8% от общего количества диссертаций по УР, причем их доля выше среди докторских, чем кандидатских (6,9 и 4,4%). Преобладающие специальности – 09.00.08 – Философия науки и техники (19 кандидатских и 2 докторские) и 09.00.11 – Социальная философия (19 и 10 соответственно). По остальным специальностям данной отрасли науки были защищены единичные работы.

Вклад географических исследований в изучение проблем УР и устойчивого природопользования невелик: среди кандидатских диссертаций их доля составляет 3,0%, а докторских – около 2,7% (табл. 1). Больше всего создано диссертаций по специальности 25.00.36 – Геоэкология, по которой в 1987–2015 гг. защищена докторская [Моргунов, 2006] и 19 кандидатских диссертаций. К этой же группе можно отнести работы по специальности 11.00.11 – Охрана окружающей среды и рациональное использование

природных ресурсов (действовавшей до 2001 г.): одну кандидатскую [Мартынов, 2000] и две докторские диссертации [Денисов, 1998; Сысуев, 1998].

Значительно меньше географических работ по УР было защищено по специальности 25.00.24 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география: 5 кандидатских [Рубанов, 2004; Сычев, 2006; Сурзакова, 2007; Спирин, 2007; Тахер Задех Абдаллах, 2012] и 2 докторские [Красноярская, 2005; Пинцукова, 2011]. Остальные специальности характеризуются единичными исследованиями: по 25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель – 2 кандидатские диссертации [Глаголев, 2006; Сератирова, 2012], по 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов – 1 кандидатская [Панченко, 2013].

По техническим, политическим, социологическим, биологическим и сельскохозяйственным наукам защищены от 1 до 2% диссертаций по УР, менее 1% – по педагогическим, юридическим, физико-математическим наукам, архитектуре и культурологии. Среди докторских исследований вклад работ по техническим наукам поднимается до 5,9%, сельскохозяйственным – до 3,7%, биологическим – до 2,7%, политическим и педагогическим – до 2,1%, а по социологическим, юридическим и архитектуре составляет менее 2% (табл. 1).

Тематика диссертаций. Для выяснения основных направлений диссертационных исследований была проанализирована их тематика. Почти две трети работ (735 шт., 65,2%) посвящены экономическим аспектам УР (табл. 2). Среди них наиболее

Таблица 2

Тематика диссертаций по устойчивому развитию (1987–2015 гг.)

Тема	Кандидатские		Докторские		Всего	
	число работ	доля, %	число работ	доля, %	число работ	доля, %
Экономические аспекты УР, в том числе:	619	65,9	116	61,7	735	65,2
УР экономики в целом	124	13,2	31	16,5	155	13,8
УР экономических комплексов	83	8,8	20	10,6	103	9,1
УР отдельной отрасли или их групп	129	13,7	32	17,0	161	14,3
УР отдельных предприятий или их групп	283	30,1	33	17,6	316	28,0
УР территорий, в том числе:	260	27,7	48	25,5	308	27,3
Стран	12	1,3	3	1,6	15	1,3
федеральных округов и физико-географических районов	8	0,9	6	3,2	14	1,2
Регионов	128	13,6	21	11,2	149	13,2
муниципальных районов	–	–	6	3,2	6	0,5
Городов	43	4,6	4	2,1	47	4,2
сельских территорий	36	3,8	7	3,7	43	3,8
рекреационных комплексов	9	1,0	–	–	9	0,8
речных бассейнов	3	0,3	–	–	3	0,3
без указания конкретных территорий	15	1,6	7	3,7	22	2,0
Философские аспекты УР	26	2,8	13	6,9	39	3,5
Общество и УР	14	1,5	3	1,6	17	1,5
Образование для УР	7	0,7	4	2,1	11	1,0
Политика в области УР	8	0,9	3	1,6	11	1,0
Правовые аспекты УР	5	0,5	1	0,5	6	0,5
Итого	939	100	188	100	1127	100

популярной темой является изучение УР отдельных предприятий (283 кандидатские и 33 докторские). С увеличением масштаба объекта исследований количество работ уменьшается – по УР отдельных отраслей или групп отраслей было защищено 161 (14,3%), по УР экономики стран или регионов – 155 (13,8%), по УР экономических комплексов – всего 103 (9,1%) диссертаций.

Еще больший интерес к исследованиям локального масштаба проявляется в кандидатских работах – среди них почти треть (30,1%) посвящены изучению отдельных предприятий, в то время как популярность остальных тем, посвященных экономическим аспектам УР, еще меньше. Для докторских такие диспропорции практически не выражены: на работы по УР экономики в целом, отдельных отраслей или предприятий приходится примерно по 16,5–17,5%, а изучению экономических комплексов посвящены 10,6% работ.

После экономических аспектов популярной является тема УР территорий различного иерархического уровня (табл. 2), разработка которой проводилась в 260 кандидатских (27,7%) и в 48 (25,5%) докторских диссертациях. Главная проблематика этих работ – региональные исследования (128 кандидат-

ских и 21 докторская), а также УР городских (43 и 4) и сельских территорий (36 и 7). Изучение устойчивого развития стран, федеральных округов, физико-географических районов, муниципальных районов, рекреационных комплексов и территорий речных бассейнов менее популярно, в сумме на данные темы приходится всего 33 исследования, то есть около 4% от общего числа диссертаций.

Таким образом, диссертации по экономическим и территориальным аспектам УР в сумме составляют 92,5%. Оставшиеся 7,5% работ посвящены анализу философских, социальных, педагогических, правовых и политических проблем УР.

Страны и регионы в заглавиях диссертаций.

Анализ активности упоминания территориальных единиц в заглавиях диссертационных исследований позволяет определить степень и детальность их изученности, поскольку примерно треть работ посвящена УР территорий, а во многих других (экономических, социальных, политических, технических и т. д.) поставленные цели и задачи решаются на примере какого-либо физико- или экономико-географического объекта. Поэтому нами проведен анализ упоминания стран мира и субъектов Российской Федерации в названиях диссертаций по УР. Всего было выделено 348 таких работ, из

Таблица 3

Упоминание стран мира и регионов России в названиях диссертаций по устойчивому развитию (1987–2015 гг.)

Регион	Количество упоминаний	Доля, %
Страны, в том числе:	135	38,8
Россия	87	25,0
Таджикистан	13	3,7
Казахстан	5	1,4
Европейский Союз в целом, Китай	по 4 (всего – 8)	по 1,1 (всего – 2,2)
Иран, Кыргызстан	по 3 (всего – 6)	по 0,9 (всего – 1,8)
Вьетнам, США	по 2 (всего – 4)	по 0,6 (всего – 1,2)
Ангола, Армения, Бангладеш, Белоруссия, Ирак, Коста-Рика, Монголия, Палестина, Руанда, Узбекистан, Франция, Швеция	по 1 (всего – 12)	по 0,3 (всего – 3,4)
Регионы России, в том числе:	213	61,2
Кабардино-Балкария	21	6,0
Дагестан	16	4,6
Краснодарский край	13	3,7
Ставропольский край	11	3,2
Ростовская обл.	8	2,3
Башкирия, Татарстан	по 7 (всего – 14)	по 2,0 (всего – 4,0)
Карачаево-Черкесия, Кемеровская обл., Московская обл.	по 6 (всего – 18)	по 1,7 (всего – 5,2)
Адыгея, Алтайский край, Воронежская обл., Самарская обл.	по 5 (всего – 20)	по 1,4 (всего – 5,7)
Коми, Северная Осетия, Томская обл.	по 4 (всего – 12)	по 1,1 (всего – 3,4)
Алтай, Астраханская обл., Белгородская обл., Брянская обл., Бурятия, г. Москва, Омская обл., Орловская обл., Саратовская обл., Челябинская обл.	по 3 (всего – 30)	по 0,9 (всего – 8,6)
Ингушетия, Калмыкия, Калужская обл., Камчатский край (в т.ч. Камчатская обл. и Корякский автономный округ), Липецкая обл., Мордовия, Нижегородская обл., Новгородская обл., Новосибирская обл., Пермский край, Приморский край, Рязанская обл., Тамбовская обл., Тюменская обл. (в т.ч. Ямало-Ненецкий автономный округ), Удмуртия	по 2 (всего – 30)	по 0,6 (всего – 8,6)
Амурская обл., Архангельская обл., Иркутская обл., Калининградская обл., Кировская обл., Красноярский край, Ленинградская обл., Мурманская обл., Оренбургская обл., Пензенская обл., Псковская обл., г. Санкт-Петербург, Сахалинская обл., Свердловская обл., Смоленская обл., Тверская обл., Тульская обл., Хабаровский край, Чечня, Якутия	по 1 (всего – 20)	по 0,3 (всего – 5,7)
Итого	348	100

которых в 135 указаны страны (38,8%), а в остальных 213 (61,2%) – регионы России (табл. 3).

Чаще всего (четверть всех работ) в заглавиях диссертаций указывается Россия, являющаяся страной проживания и работы большинства соискателей. Еще 13 исследований (3,7%) посвящены изучению Таджикистана, так как под юрисдикцией ВАК России находятся и диссертационные советы Таджикистана [Агирречу, 2014]. Значительно реже в заглавиях упоминаются Казахстан (5 раз), Европейский Союз и Китай (по 4 раза), Иран и Кыргызстан (по 3), а также Вьетнам и США (по 2). Единичные диссертации посвящены изучению Анголы, Армении, Бангладеш, Белоруссии, Ирака, Коста-Рики, Монголии, Палестины, Руанды, Узбекистана, Франции и Швеции.

Из 213 работ, в названиях которых упоминаются регионы России, почти половина (92 диссертации) посвящена субъектам Южного и Северо-Кавказского федеральных округов – Кабардино-Балкарии (21), Дагестану (16), Краснодарскому (13) и Ставропольскому (11) краям, Ростовской (8) и Аст-

раханской (3) областям, Карачаево-Черкесии (6), Адыгее (5) Северной Осетии (4), Ингушетии (2), Калмыкии (2) и Чечне (1). Достаточно популярны Башкирия и Татарстан (по 7 работ), Кемеровская и Московская области (по 6), Алтайский край, Воронежская и Самарская области (по 5), Республика Коми, Томская область (по 4), Республика Алтай, Бурятия, г. Москва, Белгородская, Брянская, Омская, Орловская, Саратовская и Челябинская области (по 3). Вероятно, это связано с тем, что работы, в которых в качестве объектов исследования выступали указанные территориальные единицы, были защищены соискателями в диссертационных советах регионов своего проживания или ближайших субъектов, что также характерно для исследований по социально-экономической географии [Агирречу, 2014].

Анализ заглавий диссертаций позволил выявить наименее изученные в плане УР субъекты России, к которым относятся упоминающиеся дважды регионы – Камчатский, Пермский и Приморский края, Мордовия, Удмуртия, Калужская, Липецкая, Нижегород-

кая, Новгородская, Новосибирская, Рязанская, Тамбовская и Тюменская области; или всего один раз – г. Санкт-Петербург, Красноярский и Хабаровский края, Якутия, Амурская, Архангельская, Иркутская, Калининградская, Кировская, Ленинградская, Мурманская, Оренбургская, Пензенская, Псковская, Сахалинская, Свердловская, Смоленская, Тверская и Тульская области. По целому ряду ресурсодобывающих, промышленных, туристических и других регионов (Республики Карелия, Крым, Марий Эл, Тыва, Хакасия и Чувашия, Забайкальский край, Владимирская, Волгоградская, Вологодская, Ивановская, Костромская, Курганская, Курская, Магаданская, Ульяновская и Ярославская области, г. Севастополь, Еврейская автономная область, Чукотский и Ханты-Мансийский автономные округа) диссертации по УР отсутствуют, что требует их более детального изучения.

Выводы:

– ежегодно в России защищаются десятки кандидатских и докторских диссертаций, посвященных различным аспектам УР. Пики приходились на 2004, 2006, 2011 и 2012 гг., когда защищалось более 90 работ в год, что объясняется действием прежних правил при проведении ряда реформ Министерства образования и науки России. После 2012 г. количество диссертаций по УР резко уменьшилось;

– среди диссертаций по УР преобладают экономические работы (более 85% кандидатских и более 70% докторских). Наибольшее число среди них составляют исследования по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством. Философские работы занимают 4,8%, при-

чем преобладающие специальности – 09.00.08 – Философия науки и техники и 09.00.11 – Социальная философия. Меньший вклад характерен для географических исследований (2,9%) с преобладанием работ по специальности 25.00.36 – Геоэкология;

– около 92,5% диссертаций посвящены экономическим и территориальным аспектам УР, оставшиеся 7,5% – философским, социальным, педагогическим, правовым и политическим проблемам УР. Для кандидатских диссертаций характерен больший интерес к исследованиям локального масштаба – почти треть посвящена изучению отдельных предприятий. Главная проблематика территориальных работ по УР – региональные исследования, а также УР городов и сельских территорий;

– в названии 348 диссертаций указываются страны мира (38,8%) и субъекты Российской Федерации (61,2%). Помимо России в заглавиях чаще всего фигурирует Таджикистан, значительно реже – Казахстан, Европейский Союз, Китай, Иран, Кыргызстан, Вьетнам, США. Среди регионов России наиболее популярны субъекты Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. По целому ряду крупных ресурсодобывающих, промышленных, туристических и других регионов диссертации по УР отсутствуют, что требует более подробного их изучения – это Республики Карелия, Крым, Марий Эл, Тыва, Хакасия и Чувашия, Забайкальский край, Владимирская, Волгоградская, Вологодская, Ивановская, Костромская, Курганская, Курская, Магаданская, Ульяновская и Ярославская области, г. Севастополь, Еврейская автономная область, Чукотский и Ханты-Мансийский автономные округа.

Благодарности. Автор выражает благодарность заведующему кафедрой геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова академику Н.С. Касимову за обсуждение рукописи статьи и ценные замечания. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 15-17-30009).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агирречу А.А. Структура и динамика защит диссертаций по социально-экономической географии в России в 2000-е годы // Региональные исследования. 2014. № 1(43). С. 145–153.

Бобылев С., Перелет Р. Устойчивое развитие и «зеленая» экономика в России: актуальная ситуация, проблемы и перспективы // Устойчивое развитие в России / Под ред. С. Бобылева и Р. Перелета. Берлин–Санкт-Петербург: Русско-Немецкое Бюро Экологической Информации, 2013. С. 11–18.

Ву Тхизу. Проблемы устойчивого развития экономики Социалистической Республики Вьетнам на основе оптимизации территориальных пропорций. Дис. ... докт. эконом. н.: 08.00.13. М., 1987. 365 с.

Глазголев С.Б. Ландшафтно-географический анализ и оптимизация землепользования для целей устойчивого развития сельского района (на примере Ахтубинского района Астраханской области). Дис. ... канд. геогр. н.: 25.00.26. Астрахань, 2006. 143 с.

Денисов В.В. Эколого-географические основы обеспечения устойчивого развития в регионе Баренцева моря. Дис. ... докт. геогр. н.: 11.00.11. СПб., 1998. 386 с.

Евдокимов В.И., Клименко Б.А., Трапезников С.А. Анализ материалов диссертационных исследований по проблеме формирования здорового образа жизни в России (1995–2010 гг.) //

Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. 2011. № 2. С. 74–79.

Касимов Н.С., Глазовский Н.Ф., Мазуров Ю.Л., Тихонов В.С. География и образование для устойчивого развития // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2005. № 1. С. 38–49.

Каталог диссертаций. Российская государственная библиотека, 2016. URL: http://aleph.rsl.ru/F/?func=file&file_name=find-b&local_base=xdis (дата обращения: 30.05.2016).

Кожеевникова Т.М., Тер-Акопов С.Г. «Зеленая экономика» как одно из направлений устойчивого развития // Социально-экономические явления и процессы. 2013. № 3(049). С. 78–82.

Красноярова Б.А. Географические основы устойчивого развития аграрного природопользования в Сибирских регионах. Дис. ... докт. геогр. н.: 25.00.24. Барнаул, 2005. 339 с.

Лаврик О.Л. Научометрический анализ отечественного библиокодеведения и библиографокодеведения // Библиосфера. 2010. № 2. С. 51–59.

Мазуров Ю.Л. Образование в интересах развития: постнагойский дискурс // На пути к устойчивому развитию. 2014. № 70. С. 44–52.

Мартынов А.В. Эколого-географические основы стратегии устойчивого лесопользования в Байкальском районе. Дис. ... канд. геогр. н.: 11.00.11. Улан-Удэ, 2000. 143 с.

Моргунов Б.А. Методология учета экологического фактора в процессе выработки стратегии устойчивого развития Арктической зоны России. Дис. ... докт. геогр. н.: 25.00.36. СПб., 2006. 331 с.

Мохначева Ю.В., Харыбина Т.Н. Методика определения значимости научных публикаций // Библиосфера. 2008. № 3. С. 23–32.

Образование для устойчивого развития в высшей школе России: научные основы и стратегия развития / Под ред. Н.С. Касимова. М.: Географический ф-т МГУ, 2008. 238 с.

Панченко Е.М. Эколого-хозяйственный анализ Обь-Томского междуречья как основа организации устойчивого и экологически безопасного природопользования. Дис. ... канд. геогр. н.: 25.00.23. Томск, 2013. 148 с.

Пинчукова С.Д. Научные основы устойчивого лесопользования в регионах с экологическими ограничениями (на примере Республики Бурятия). Дис. ... докт. геогр. н.: 25.00.24. Улан-Удэ, 2011. 345 с.

Рубанов И.Н. Типы устойчивого развития и химизация сельского хозяйства в зарубежных странах. Дис. ... канд. геогр. н.: 25.00.24. М., 2004. 164 с.

Сератирова В.В. Ландшафтно-географический анализ и оптимизация землепользования как основа устойчивого развития сельских территорий (на примере Республики Калмыкия). Дис. ... канд. геогр. н.: 25.00.26. Астрахань, 2012. 161 с.

Спирин П.П. Проблемы и перспективы устойчивого развития приграничных территорий Алтайского края (на примере Локтевского района). Дис. ... канд. геогр. н.: 25.00.24. Барнаул, 2007. 227 с.

Сурзакова С.П. Модель устойчивого развития горного региона (на примере Республики Алтай). Дис. ... канд. геогр. н.: 25.00.24. Барнаул, 2007. 204 с.

Сысцев В.В. Теория и методы моделирования бореальных геосистем для устойчивого управления природопользованием. Дис. ... докт. геогр. н.: 11.00.11. М., 1998. 428 с.

Сычев С.Л. Комплексное освоение прибрежной зоны Черного моря – важнейший фактор ее устойчивого развития. Дис. ... канд. геогр. н.: 25.00.24. Краснодар, 2006. 234 с.

Тахер Задех Абдаллах. Экономико-географические особенности формирования развития устойчивого землепользования в Северо-Восточном Иране (на примере Кучанского региона). Дис. ... канд. геогр. н.: 25.00.24. Душанбе, 2012. 139 с.

Тикунов В.С., Цапук Д.А. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. М.-Смоленск: Изд-во СГУ, 1999. 176 с.

Our Common Future: report of the World Commission on Environment and Development. United Nations, 1987. 247 p. URL: https://cesarom.files.wordpress.com/2013/03/ onu_1987_report_our_common_future-brundtland.pdf (дата обращения: 29.07.2016).

Поступила в редакцию 31.10.2016

Принята к публикации 09.12.2016

D.V. Vlasov¹

THE CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN RUSSIAN THESIS WORKS (1987–2015)

An original database was compiled by the author with the use of the Electronic catalog of the Russian State Library. By its analysis it was found out that in 1987–2015 939 Ph.D. and 188 D.Sc. theses on sustainable development have been defended in Russia and the USSR. The largest numbers were recorded in 2004, 2006, 2011 and 2012, mainly because of the transitional period during the reforms of the RF Ministry of Education and Science when the previous regulations were temporally operating. After 2012 the amount of defended theses on sustainable development decreased sharply. About 92.5% of theses are devoted to economical and territorial aspects of sustainable development and the rest 7.5% to philosophical, social, educational, legal and political issues. Territorial aspects of sustainable development are usually studied by regional examples and examination of rural and urban areas. The titles of 348 works include names of different countries (38,8%) as well as the territorial entities of the Russian Federation (61,2%). Aside from Russia, Tajikistan very often appears in the titles whereas Kazakhstan, the European Union, China, Iran, Kyrgyzstan, Vietnam, the United States and other countries are less frequently mentioned. The most studied regions of Russia are the Southern and the North-Caucasian federal districts. No theses on sustainable development were found for a number of principal resource-exploration, industrial, tourist and other regions of Russian Federation such as Karelia, Crimea, Mari El, Tuva, Khakassia, Chuvashia, Zabaykalsky Krai, Vladimir Oblast, Volgograd Oblast, Vologda Oblast, Ivanovo Oblast, Kostroma Oblast, Kurgan Oblast, Kursk Oblast, Magadan Oblast, Ulyanovsk Oblast, Yaroslavl Oblast, Sevastopol, Jewish Autonomous Oblast, Chukotka Autonomous Okrug and Khanty-Mansi Autonomous Okrug.

Key words: bibliometrics, sustainable development, economic sciences, geography, philosophic sciences, theses dynamics.

Acknowledgements. The author is grateful to the Head of the Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, MSU Faculty of Geography, Academician N.S. Kasimov for discussions and valuable comments to the manuscript. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project 15-17-30009).

REFERENCES

Aguirrechu A.A. Struktura i dinamika zashhit dissertacij po social'no-ekonomicheskoy geografii v Rossii v 2000-e gody [Structure and dynamics of Ph.D. theses on social and economic geography in Russia in the 2000-ies] // Regional'nye issledovaniya. 2014. № 1(43). P. 145–153 (in Russian).

Bobylev S., Perelet R. Ustojchivoe razvitie i «zelenaya» ekonomika v Rossii: aktual'naya situaciya, problemy i perspektivy [Sustainable development and «green» economy in Russia: the current situation, problems and prospects] // Sustainable development in Russia / Ed. by S. Bobylev and S. Perelet. Berlin–

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Research Scientist, PhD in Geography, e-mail: vlasgeo@yandex.ru.

Saint-Petersburg. Russko-Nemeckoe Byuro Ekologicheskoy Informacii, 2013. P. 11–18 (in Russian).

Denisov V.V. Ekologo-geograficheskie osnovy obespecheniya ustojchivogo razvitiya v regione Barencevogo morja [Basic ecological and geographic principles of sustainable development in the Barents Sea region]. D.Sc. Thesis in Geography, Saint-Petersburg, 1998, 386 p. (in Russian).

Evdokimov V.I., Klimenko B.A., Trapeznikov S.A. Analiz materialov dissertacionnykh issledovanij po probleme formirovaniya zdorovogo obraza zhizni v Rossii (1995–2010) [Analysis of thesis works on the problem of healthy way of life formation in Russia (1995–2010)] Aktual'nye problemy fizicheskoy i special'noj podgotovki silovykh struktur, 2011. № 2. P. 74–79 (in Russian).

Glagolev S.B. Landshaftno-geograficheskij analiz i optimizaciya zemlepol'zovaniya dlya celej ustojchivogo razvitiya sel'skogo rajona (na primere Ahtubinskogo rajona Astrakhanskoy oblasti) [Landscape-geographical analysis and optimization of land use for sustainable development of rural areas (Akhtubinskij raion, Astrakhan Oblast)]. Ph.D. Thesis in Geography, Astrakhan, 2006. 143 p. (in Russian).

Kasimov N.S., Glazovsky N.F., Mazurov Yu.L., Tikonov V.S. Geografiya i obrazovanie dlya ustojchivogo razvitiya [Geography and education for sustainable development] // Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya Geografiya. 2005. № 1. P. 38–49 (in Russian).

Katalog dissertacij [Catalog of theses], Rossijskaja gosudarstvennaja biblioteka, 2016. URL: http://aleph.rsl.ru/F/?func=file&file_name=find-b&local_base=xdis (accessed: 30.05.2016) (in Russian).

Kozhevnikova T.M., Ter-Akopov S.G. «Zelenaya ekonomika» kak odno iz napravlenij ustojchivogo razvitiya [«Green Economy» as a direction of the sustainable development] // Social'no-ekonomicheskie yavleniya i processes. 2013. № 3(049). P. 78–82 (in Russian).

Krasnoyarova B.A. Geograficheskie osnovy ustojchivogo razvitiya agrarnogo prirodopol'zovaniya v Sibirskikh regionakh [Basic geographical principles of sustainable development of the agricultural nature management in Siberian regions]. D.Sc. Thesis in Geography, Barnaul, 2005. 339 p. (in Russian).

Lavrik O.L. Naukometricheskij analiz otechestvennogo bibliotekovedeniya i bibliografovedeniya [Scientometric analysis of the national librarianship and bibliography] // Bibliosfera. 2010. № 2. P. 51–59 (in Russian).

Martynov A.V. Ekologo-geograficheskie osnovy strategii ustojchivogo lesopol'zovaniya v Bajkal'skom rajone [Basic ecological and geographical principles of sustainable forest management strategies in the Baikal region]. Ph.D. Thesis in Geography, Ulan-Ude, 2000. 143 p. (in Russian).

Mazurov Yu.L. Obrazovanie v interesakh razvitiya: postnagovskij diskurs [Education for development: post-Nagoya discourse]. Na puti k ustojchivomu razvitiyu. 2014. № 70. P. 44–52 (in Russian).

Mohnacheva Yu.V., Kharybina T.N. Metodika opredeleniya znachimosti nauchnykh publikacij [Methods of evaluation of scientific publications] // Bibliosfera. 2008. № 3. P. 23–32 (in Russian).

Morgunov B.A. Metodologiya ucheta ekologicheskogo faktora v processe vyrabotki strategii ustojchivogo razvitiya Arkticheskoy zony Rossii [The methodology of integrating environmental considerations into the process of elaborating the sustainable development strategy for the Arctic zone of Russia]. D.Sc. Thesis in Geography, Saint-Petersburg, 2006. 331 p. (in Russian).

Obrazovanie dlya ustojchivogo razvitiya v vysshej shkole Rossii: nauchnye osnovy i strategiya razvitiya [Education for sustainable development in the high schools of Russia: basic scientific concepts and development strategy] / Ed. by N.S. Kasimov. Moscow: Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 2008. 238 p. (in Russian).

Our Common Future: report of the World Commission on Environment and Development. United Nations, 1987, 247 p. URL: https://cesarom.files.wordpress.com/2013/03/ onu_1987_report_our_common_future-brundtland.pdf (accessed: 29.07.2016).

Panchenko E.M. Ekologo-hozyajstvennyj analiz Ob'-Tomskogo mezhdurech'ya kak osnova organizacii ustojchivogo i ekologicheskij bezopasnogo prirodopol'zovaniya [Environmental and economic analysis of the Ob-Tom' interfluvium as a basis for the organization of sustainable and ecologically safe nature management]. Ph.D. Thesis in Geography, Tomsk, 2013. 148 p. (in Russian).

Pintsukova S.D. Nauchnye osnovy ustojchivogo lesopol'zovaniya v regionakh s ekologicheskimi ogranicheniyami (na primere Respubliki Burjatiya) [Basic scientific principles for sustainable forest management in areas with environmental constraints (case study of the Republic of Buryatia)]. D.Sc. Thesis in Geography, Ulan-Ude, 2011. 345 p. (in Russian).

Rubanov I.N. Tipy ustojchivogo razvitiya i khimizaciya sel'skogo khozyajstva v zarubezhnykh stranakh [Types of sustainable development and chemicalization of agriculture in foreign countries]. Ph.D. Thesis in Geography, Moscow, 2004. 164 p. (in Russian).

Seratirova V.V. Landshaftno-geograficheskij analiz i optimizaciya zemlepol'zovaniya kak osnova ustojchivogo razvitiya sel'skikh territorij (na primere Respubliki Kalmykiya) [Landscape-geographical analysis and optimization of land use as a basis for sustainable development of rural areas (case study of the Republic of Kalmykia)]. Ph.D. Thesis in Geography, Astrakhan, 2012. 161 p. (in Russian).

Spirin P.P. Problemy i perspektivy ustojchivogo razvitiya prigranichnykh territorij Altajskogo kraja (na primere Loktevskogo rajona) [Problems and prospects of sustainable development of the border zone of the Altai Krai (Loktevsky raion)]. Ph.D. Thesis in Geography, Barnaul, 2007. 227 p. (in Russian).

Surzakova S.P. Model' ustojchivogo razvitiya gornogo regiona (na primere Respubliki Altaj) [The model of sustainable development of a mining region (case study of the Altai Republic)]. Ph.D. Thesis in Geography, Barnaul, 2007. 204 p. (in Russian).

Sychev S.L. Kompleksnoe osvoenie pribrezhnoj zony Chernogo morja – vazhnejshij faktor eyo ustojchivogo razvitiya [Integrated development of the Black Sea coastal zone – a key factor of its sustainable development]. Ph.D. Thesis in Geography, Krasnodar, 2006. 234 p. (in Russian).

Sysuev V.V. Teoriya i metody modelirovaniya boreal'nyh geosistem dlya ustojchivogo upravleniya prirodopol'zovaniem [Theory and methods of modeling of the boreal geosystems for sustainable nature management]. D.Sc. Thesis in Geography, Moscow, 1998. 428 p. (in Russian).

Taher Zadeh Abdallah. Ekonomiko-geograficheskie osobennosti formirovaniya razvitiya ustojchivogo zemlepol'zovaniya v Severo-Vostochnom Irane (na primere Kuchanskogo regiona) [Economic-geographical features of the development of sustainable land management in the North-Eastern Iran (case study of Kuchansky region)]. Ph.D. Thesis in Geography, Dushanbe, 2012. 139 p. (in Russian).

Tikonov V.S., Tsapuk D.A. Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie [Sustainable development of territories: cartographic and GIS support]. Moscow-Smolensk: Izd-vo SGY, 1999. 176 p. (in Russian).

Vu Thizu. Problemy ustojchivogo razvitiya ekonomiki Socialisticheskoy Respubliki V'etnam na osnove optimizacii territorial'nykh proporcij [Economic issues of sustainable development of the People Republic of Vietnam via the optimization of territorial proportions]. D.Sc. Thesis in Economics, Moscow, 1987. 365 p. (in Russian).

Received 31.10.2016

Accepted 09.12.2016

МЕТОДИКА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 551.79;551.351.2(262.81)

А.А. Свиточ¹, Р.Р. Макшаев²**ВЗАИМОСВЯЗИ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ
В ПОНТ-МАНЫЧ-КАСПИЙСКОЙ СИСТЕМЕ В ПОЗДНЕМ
ПЛЕЙСТОЦЕНЕ-ГОЛОЦЕНЕ**

По материалам событийного анализа в позднелейстоцен-голоценовой истории Понт-Маньч-Каспийской (ПМК) системы определены стадии с различным ходом палеогеографического развития: карангат-позднехазарская; тарханкут-буртасско-раннеателская; новозвксин (регрессивная)-буртасско-позднеателская; новозвксин (трансгрессивное)-раннехвалынская; голоценовая (ранняя и поздняя). Установлено, что в эпохи развития Понт-Маньч-Каспийских структур между ними существовали разные типы взаимодействия и сопряжения, когда основные природные компоненты изменялись взаимообусловленно и синхронно, либо автономно, без заметной трансформации. Показано, что сопряженный тип взаимодействия отмечался в карангат-верхнехазарскую и новозвксин-раннехвалынскую стадии, а в другие эпохи господствовал автономный путь развития.

Ключевые слова: морские бассейны, водообмен, неоплейстоцен, событийный анализ, сопряжение, автономия.

Введение. История развития Понт-Маньч-Каспийской (ПМК) системы водоемов в позднем плейстоцене-голоцене богата разнообразными палеогеографическими событиями. Эти бассейны являются непосредственными предшественниками современного Черного и Каспийского морей, во многом определяют их нынешнее состояние. В то же время, существовавшие геологически совсем недавно, по своим характеристикам они существенно отличались от современных водоемов. На это впервые обратил внимание Н.И. Андрусов [1888], а впоследствии многие исследователи (Г.И. Горецкий [1953], П.А. Православлев, Л.И. Невеская [1965], П.В. Федоров [1977], Д.Д. Ковалев [2004], А.А. Свиточ [2010], А.Л. Чепалыга [1995], Т.А. Янина [2012], Г.И. Попов [1983] и др.), что и определяет актуальность изучения заключительного этапа их развития. Высокая актуальность анализа также обусловлена спецификой существовавших бассейнов, развивающихся в течение крайне непродолжительного времени, и необходимостью прогнозирования типов взаимодействия Понт-Маньч-Каспийских структур. Среди вопросов сложной истории ПМК бассейнов остановимся на одном слабоизученном – рассмотрении типов взаимосвязи, существовавшей между отдельными элементами ПМК системы в позднем плейстоцене-голоцене. Известно, что геологическое и геоморфологическое строения элемента системы ПМК существенно разное. Понт представляет собой глубокоководную котловину, ограниченную с севера разнообразными структурами Русской и Скифской платформ, а также Крымско-Кавказской гео-

синклинальной области (Индо-Кубанский прогиб). В геоморфологическом отношении это обширная низменная территория, осложненная по периферии невысокими плосковершинными поднятиями.

Маньчская депрессия расположена между Прикаспийской и Азово-Черноморской низменностями. В структурном отношении это активный Маньчский прогиб, осложненный поперечными поднятиями Ставропольского-Ергенинского вала. В настоящее время днище Маньчской депрессии занято террасированными долинами Западного и Восточного Маньча. С востока Маньчская депрессия граничит с плоской низменной равниной глубокой Прикаспийской впадины с активной солянокупольной тектоникой, закрытой сверху покровом фациально разнообразных плейстоценовых отложений.

Постановка задачи. Позднелейстоцен-голоценовая эпоха ПМК системы – одна из наиболее динамичных и драматичных в ее истории. За ее непродолжительную историю в 100–120 тыс. лет произошли две крупнейшие трансгрессии Понта и Каспия с активным водообменом по Маньчу; происходили глубокие регрессии с осушением шельфа и полной изоляцией остаточных водоемов, изменением состава воды и населяющих их фаунистических сообществ. Представляется актуальным и интересным рассмотреть типы взаимосвязи, возникавшие и существовавшие между отдельными структурами ПМК системы в ее конечный этап плейстоценово-голоценового развития.

Материалы и методы исследований. Материалом для написания работы послужили многолет-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, глав. науч. сотр., докт. геогр. н; e-mail: a.svitoch@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, науч. сотр.; e-mail: radikm1986@mail.ru

ние наработки полевых исследований авторов в Понт-Каспийской области и критический анализ литературных данных. Среди них в первую очередь надо отметить фундаментальные сводки Г.И. Попова [1983] и Г.И. Горещкого [1953], в которых рассматривается развитие системы Понт-Маныч-Каспия в плейстоцене. В последние годы этим вопросом посвящены работы Е.Н. Бадюковой [2001] и А.Л. Чепалыги, с соавт. [2004].

Использованные в работе сведения представляют результаты комплексного, критического обобщения обширных палеогеографических, хронологических и гидрологических данных по Понт-Маныч-Каспийскому региону.

Основным приемом анализа был комплексный сопряженный метод, предложенный академиком К.К. Марковым, в котором отсутствует метод-фаворит и который позволяет разносторонне обосно-

вывать палеогеографические выводы и исключать ошибки, связанные с применением такого метода-фаворита.

Описание основных этапов (стадий) позднелейстоцен-голоценовой истории ПМК системы. По материалам событийного палеогеографического анализа в новейшей истории ПМК системы отмечается ряд этапов (стадий) с характерным ходом природных событий, отличных от смежных с ними по времени. Выделяются (рис. а и б) стадии; карангат-позднехазарская; тарханкут (суроужская)-буртасская-раннеательская; новоэвксино (регрессивная)-буртасско-позднеательская; новоэвксино (трансгрессивная)-раннехвалынская и голоценовая (ранняя и поздняя).

1. *Карангат-позднехазарская стадия* ПМК системы представлена такими значимыми палеогеографическими событиями, как карангатская

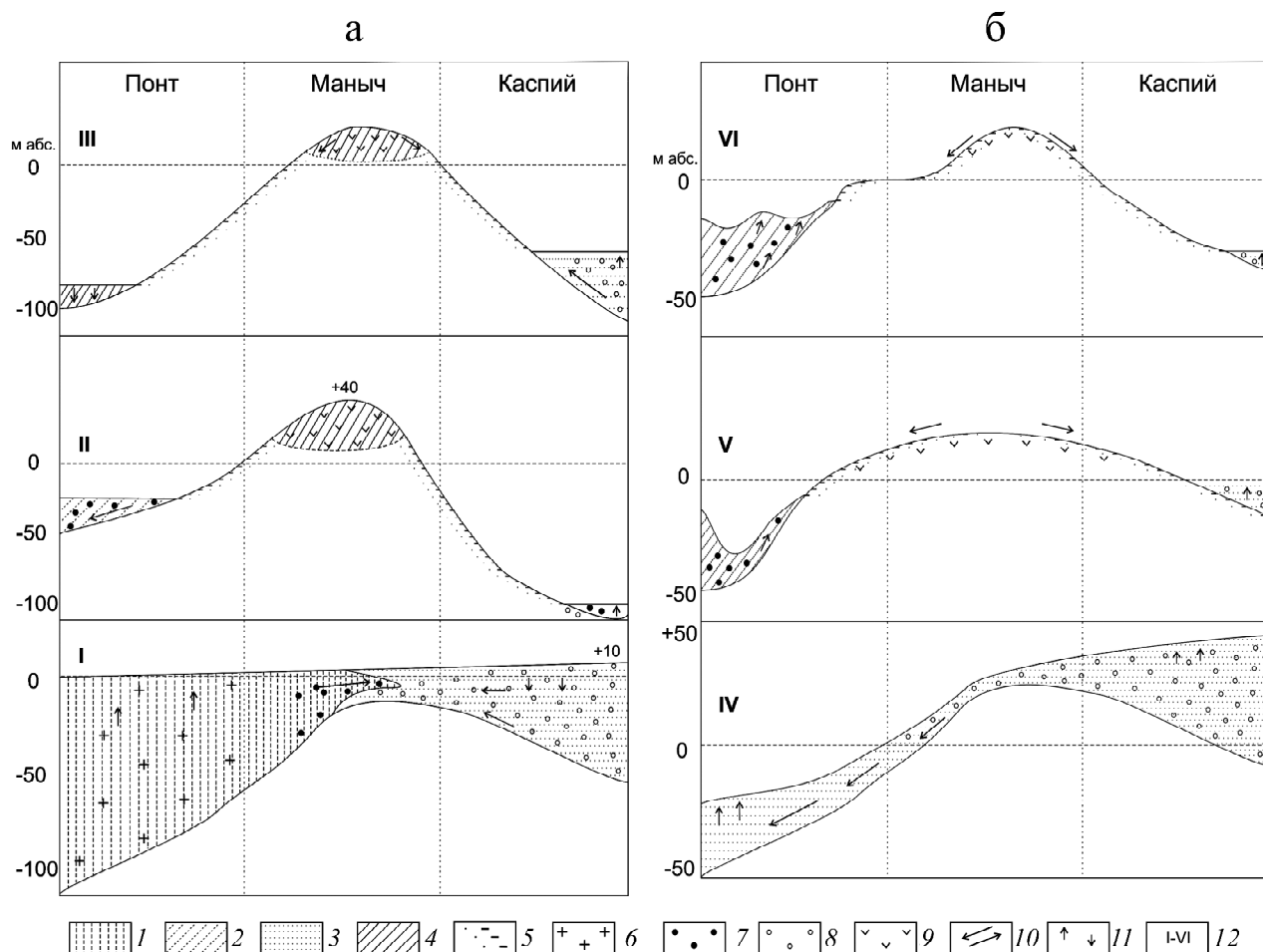


Схема развития Понт-Маныч-Каспийской системы в позднем плейстоцене-голоцене. Бассейны и условия накопления осадков: 1 – средиземноморский, 2 – черноморский, 3 – каспийский, 4 – наземноводный, 5 – континентальный. Фауна: 6 – средиземноморская, 7 – черноморская, 8 – каспийская, 9 – пресноводная; 10 – направление сброса вод, 11 – направление колебания уровня, 12 – стадии (эпохи) палеогеографического развития: I – карангат-позднехазарская; II – тарханкут (суроужская)-буртасско-раннеательская; III – новоэвксино (регрессивная)-буртасско-позднеательская; IV – новоэвксино (трансгрессивная)-раннехвалынская; V – голоценовая ранняя; VI – голоценовая поздняя

Scheme of the development Pont-Manych-Caspian stage in the Late Pleistocene-Holocene. Basins and conditions of sedimentary deposition: 1 – Mediterranean, 2 – Black Sea, 3 – Caspian, 4 – subaquatic, 5 – subaerial. Fauna: 6 – Mediterranean, 7 – Black Sea, 8 – Caspian, 9 – freshwater, 10 – current of water discharge, 11 – current of level fluctuation, 12 – stages (epocs) of the paleogeographic development: I – Karangat-Late Khazarian; II – Tarkhankut (Surozh) Burtass-Early Atelian; III – New Euxinian (regression)-Burtass-Late Atelian; IV – New Euxinian (transgression)-Early Khvalynian; VI – Holocene (late)

трансгрессия Черного моря и позднехазарская трансгрессия Каспия, сообщавшиеся по Манычско-му проливу.

Карангатская трансгрессия – яркое событие плейстоценовой истории Понта, имевшая водоем площадью не менее 4,5 млн км², с уровнем воды, достигавшем +5 м и более, на тектонически поднятом до 10–14 м Керченском полуострове. Выделяются две фазы карангатской трансгрессии [Невесская, 1965; Янина, 2013] – тобечикская, заселенная малакофауной, близкой современной черноморской, и собственно карангатская – максимальная по уровню и солёности (до 30‰), с фауной стеногалинного типа. По торий-урановому датированию возраст стадии оценивается в 140–170 тыс. лет назад [Арсланов с соавт., 1975; Балабанов с соавт., 1989]. Более молодой возраст карангатских отложений Керченско-Таманского района урано-иониевым методом определен А.Б. Островским с соавт. [1977] в 77–85 тыс. лет. Точная хронологическая оценка по этим датировкам невозможна, но она однозначно ограничивает возрастной диапазон этих событий.

На Каспии в это время располагался позднехазарский бассейн – следствие малоамплитудной трансгрессии моря, с высотой подъема уровня до первых положительных отметок, его возрастной интервал по урано-иониевому датированию оценивается в диапазоне 122–87 тыс. л. н. [Арсланов с соавт., 1978; Зубаков, 1986; Shkatova, 2010]. Близкие результаты изучены методом электронно-магнитного резонанса – 140–85 тыс. л. н. [Болиховская с соавт., 2008] для отложений морской межледниковой трансгрессии Севера Европы. Как видно, хронология карангат-позднехазарских событий ПМК системы существенно различается, что затрудняет их временную оценку. Причин этому несколько: возможности ограничения хронологических методов; их малочисленность и, по-видимому, самая главная – различные методы, результаты которых не всегда могут быть сравнимы.

В климатическом отношении это была теплая (микулинская) эпоха. В Северном Прикаспии в долинах располагалась травянистая растительность, на востоке с господством ксерофитовых. В Дагестане существовали леса с преобладанием сосны. Судя по обилию в верхнехазарских отложениях дидакн группы «*Crassa*», солёность моря, возможно, достигала 15‰. Существует мнение [Горецкий, 1953; Попов, 1983], что в конце позднехазарской эпохи существовал самостоятельный гирканский водоем, по Т.А. Яниной [2013], это была обширная лагуна, заселенная лиманно-каспийскими видами моллюсков.

В начале позднего плейстоцена в депрессии Маныча располагался пролив обусловленный карангатской и позднехазарской трансгрессиями Понта и Каспия, представлявший систему проток шириной до 25 км, протяженностью более 400 км. Днище пролива было выполнено разнообразными осадками, содержащими комплексы морских, солоноватоводных и пресноводных моллюсков. Анализ их рас-

пределения указывает на пестрое и неустойчивое распространение в проливе вод разного происхождения. В максимум карангатской трансгрессии в депрессии Маныча существовал протяженный (до 200 км) эстуарий, заполненный солёными (18–21‰) [Янина, 2005] черноморскими водами, заселенный опресненной черноморской фауной. Во время ее спада со стороны Каспия в депрессии находился глубокий залив позднехазарского моря, по которому на запад происходила миграция каспийских солоноватоводных моллюсков.

2. *Тарханкутская (сурожская)-буртасская-раннеатльская стадия.* ПМК системы по развитию резко отличалась от предыдущей эпохи. Тарханкутская трансгрессия Понта представляла продолжительную заключительную стадию деградации средиземноморского водоема, располагавшегося внутри современного контура Черного моря, с положением уровня не выше –20 м, с солёностью не более 14–15‰, заселенного бедной – эвригалийной по составу – средиземноморской фауной (*Cerastoderma glaucum*, *Abra avata* и др.). По литературным данным [Горецкий, 1953; Попов, 1983], в самом конце позднего плейстоцена в Черном море отмечалась небольшая (до –25–20 м) сурожская (аланская) трансгрессия, ее осадки предположительно обнаружены на шельфе черноморской котловины [Щербаков, 1977]. Время существования трансгрессии оценивается от 63 до 40–25 тыс. л. н. [Динамика ландшафтных компонентов ..., 2002; Щербаков, 1977].

В каспийском регионе это было время начала атльской континентальной эпохи – времени глубокой регрессии Каспия, глубина которой определялась положением на шельфе разнообразных форм рельефа и слагающих их отложений. Максимальный уровень регрессии установлен сейсмическими исследованиями, обнаружившими на шельфе Среднего Каспия погребенную дельту р. Волги на глубине 100–120 м [Лохин с соавт., 1990]. В атльских отложениях Поволжья установлены таежные споро-пыльцевые спектры, костные остатки мамонта и северного оленя, криогенные структуры грунтов, свидетельствующие о холодных климатических условиях.

В системе Маныча в это время существовал обширный буртасский водоем, занимавший всю низменную часть манычской депрессии, шириной более 25 км, с частичным сбросом озерно-речных вод в черноморско-азовскую депрессию и Северный Прикаспий. Буртасские отложения имели тонкий литологический состав и содержали многочисленные раковины пресноводных моллюсков (*Dreissena polymorpha*, *Pisidium amnicum*, *Sphaerium rivicola*, *Unio pictorum* и др.).

3. *Новозвксинская (регрессивная)-буртасская-позднеатльская стадия.* Падение уровня карангатского моря, начавшееся с тарханкутского времени, к концу позднего плейстоцена привело его в состояние глубокой регрессии, вероятно наиболее крупной в истории плейстоценового Понта, когда на месте его глубоководной котловины существовал

озерный водоем, объемом ~500 км³, площадью ~20 тыс. км² [Квасов, 1975], заселенный пресноводной фауной, с возможным периодическим сбросом черноморских вод в Мраморное море. Это была холодная климатическая эпоха, когда на осушенных частях дна Черного и Азовского морей на низменных побережьях располагались близкие к перигляциальным ландшафты [Никонов с соавт., 1993]. Дно Азовского моря представляло плоскую равнину с переуглубленными речными системами рек Дона и Кубани, в которых накапливались грубые фации аллювия. В конце эпохи широкое распространение получили степные ландшафты, свидетельствующие о потеплении климата (средний вюрм).

В Каспийском регионе завершилась холодная ательская эпоха, во время которой в разнообразной континентальной обстановке формировались погребенные почвы. В сильно обмелевшем и сократившемся по площади Каспийском море полностью вымерли хазарские дидакны группы «*Crassa*» и, судя по материалам бурения и датирования [Свиточ с соавт., 2008], началось образование хвалынской фауны дидакн – фиксирующей начало хвалынской трансгрессии, случившейся около 30 тыс. л. н.

В структуре Маныча на осушенном дне деградирующего буртасского озера происходили знаковые рельефообразующие события – активное образование грядового рельефа [Свиточ с соавт., 2010]. Судя по строению гряд, их конфигурации, строгому субширотному простираю, основная роль в их формировании принадлежала динамичной эрозии и абразии протоков и озер, эпохи деградации озерного водоема, начавшейся несколько ранее, в позднебуртасско-дохвалынское время [Свиточ, 2010].

4. *Новоэвксино (ранняя)-раннехвалынская стадия.* Проникновение вод хвалынской трансгрессии Каспия в Азово-Черноморский водоем началось около 15 тыс. л. н. В начале трансгрессии Керченский пролив и Азовское море были осушены, и там существовала система крупных протоков, по которой происходил сброс хвалынских вод. Новоэвксинская трансгрессия развивалась стадийно. В период 15–12,5 тыс. л. н. (еникальская стадия) уровень водоема поднялся до отметки –30 м абс. высоты, потом кратковременно опустился до –45 м. И вновь, в период 12–10,5 тыс. л. н., поднялся до своего максимума – 20 м абс. выс., однако вскоре (>10,5 тыс. л. н.) поступление хвалынских вод в Азово-Черноморский бассейн прекратилось.

Для отложений трансгрессии характерен разнообразный фациальный состав и отсутствие комплекса азовских моллюсков, для которого типично отсутствие каспийских элементов, последние их представители – тригоноидные дидакны, не смогли пройти западнее устья Маныча. Около 13 тыс. л. н., возможно, возобновился сток черноморских вод через Босфор в Мраморное море.

В самом конце позднего плейстоцена на Каспии отмечается раннехвалынская трансгрессия, одна из крупнейших в плейстоцене, обусловленная в основном климато-гидрологическими факторами. В

максимум ее площадь составляла 872 тыс. км² [Aladin с соавт., 2006], уровень моря достигал +50 м абс. выс. и происходил перелив каспийских вод по Манычу в Понт. По материалам массового датирования, возраст максимума трансгрессии определяется как 16–12 тыс. л. н. [Arslanov с соавт., 2015], а ее начало было в конце ательской эпохи. Бассейн развивался стадийно, крупные подъемы чередовались с длительными задержками и отступлениями. Судя по комплексам хвалынских моллюсков, соленость водоема в Среднем и Южном Каспии была не меньше современной, а в Северном Каспии возможно больше (6–7‰). В.А. Николаев [1956] по материалам В.П. Гричука отмечает в начале хвалынского времени в прибрежных районах Поволжья лесную таежную растительность, позже сменившуюся степным травянистым покровом.

Структура хвалынского Маныча. В конце позднего плейстоцена, когда уровень хвалынского моря превысил порог Зунда-Толга, на востоке Маныча произошел перелив каспийских вод в регрессивный Понтический бассейн. Хвалынский пролив Маныча по морфологии и длительности существования заметно отличался от более древних проливов, он был наименьшим по площади и по длительности (~3–4 тыс. л.). Судя по составу хвалынской фауны (*Didacna protracta*, *D. trigonoides* и др.), соленость вод на входе в пролив была близкой солености всего бассейна (11–12‰). В средней части и на выходе, за счет опреснения впадавшими реками соленость была меньше (7–5‰). Сброс хвалынских вод, возможно, проходил в 2 этапа: – начальный эрозионный и последующий – аккумулятивный [Янина, 2013].

5. *Голоценовая история ПМК структур,* несмотря на относительную кратковременность, очень динамична по развитию и масштабам; она состоит из двух стадий: ранне- и позднеголоценовой.

Раннеголоценовая стадия характеризуется резкими разноамплитудными колебаниями уровней водоемов. В начале стадии Черное море находилось в глубокой предбугазской регрессии, с положением уровня ниже –40 м. В дальнейшей (по одним оценкам – около 7–8 тыс. л. [Квасов, 1966; Федоров, 1977], по другим – 12–15 тыс. л. [Дагенс с соавт., 1971]) после прорыва через Босфор средиземноморских вод отмечалась поздняя новоэвксинская трансгрессия. В ее начале соленость моря не превышала 9–10‰, а среди моллюсков наряду с азовской фауной появились средиземноморские вселенцы: *Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata*, *Mytilaster lineatus* и др. По [Вронский, 1988], в начале голоцена на низменных побережьях Черного и Азовского морей преобладали полупустынно-степные ландшафты с возрастающей ролью в речных долинах древесных пород. Голоценовая ритмика по-разному соотносится с климатической периодизацией голоцена: новоэвксинская трансгрессия – с поздним дриасом – началом бореала, предбугазская регрессия – с ранним бореалом, бугазская трансгрессия – со средним-поздним бореалом, витязевская трансгрессия – с ранней атлантикой.

Каспийское море в раннеголоценовую эпоху испытывает непродолжительную (1,0–1,5 тыс. л.) верхнехвалынскую трансгрессию. Судя по составу дидакн, среди которых преобладают тригоноидные формы (*D. praetrigonoides*, *D. trigonoides*), бассейн был достаточно опресненным (~10‰). В первую половину его существования на западном побережье и в Поволжье широкое распространение имели лесные растительные формации, позднее распространилась травянистая сухолюбивая растительность. В устьевых частях степных рек южного Поволжья происходило формирование экзотичных форм рельефа – бэровских бугров.

Позднехвалынская трансгрессия ограничена глубокими падениями уровня Каспия – енотаевской и мангышлакской регрессиями, когда уровень моря падал на 70–80 м ниже современного положения, и резко менялся состав солоноватоводной фауны. Судя по палинологическим данным [Вронский, 1988], климат мангышлакской регрессии был аридным, с широким развитием на побережьях сухих степей.

Маныч. После прекращения сброса хвалынских вод в ложе пролива вновь формируется речная система восточного и западного Манычей, частично унаследовавшая его протоки, со сбросом вод в Азовскую и Прикаспийскую низменности. В долинах образуются речные террасы, речными водами активно подрабатывается буртасский грядовый рельеф.

Позднеголоценовая (поздненовозвксинская, фландрская стадия) совпала с теплым послеледниковым высоким положением уровня (до 0 м абс. выс. и более) Черного моря и повышенной соленостью бассейна (14–19‰). Поступление в Черноморскую котловину тяжелых, богатых сульфатами, соленых средиземноморских вод привело к формированию мощного слоя сероводородного заражения. В максимум голоцена на побережьях Черного и Азовского морей господствовали степные ландшафты при значительном участии широколиственной растительности. В конце эпохи произошло усиление континентальности; стали доминировать степные ландшафты.

Каспий. Почти весь каспийский голоцен приходится на послехвалынскую регрессионную стадию, состоящую из системы положительных и отрицательных колебаний, во время которых уровень моря не поднимался выше –20 м и опускался до –50 м и ниже. Изменения уровня моря хорошо отражаются следами реликтовых береговых линий на его побережьях и акватории. Продолжительность новокаспийской трансгрессии оценивается в 6–7 тыс. л. [Свиточ с соавт., 2011].

Комплексы новокаспийских моллюсков существенно отличаются от хвалынской фауны, они более разнообразны, с господством крассоидных и тригоноидных дидакн, и среди них многочисленен черноморский вселенец *Cerastoderma glaucum*. Концентрация каспийских вод в новокаспийское время в глубоководные южно- и среднекаспийскую котловины и уменьшение площади мелководий послу-

жили причиной увеличения солености водоема в его западной и восточной частях. Одновременное расширение мелководий Северного Каспия привело к его опреснению и исчезновению в нем стеногалинных видов дидакн.

Позднеголоценовая стадия в депрессии Маныча завершает его новейший этап развития формированием современных долин Западного и Восточного Манычей. Долина Западного Маныча слабо разработана, шириной 1,0–1,5 км, с заболоченной поймой и низкой (2–3 м) террасой. В долине Восточного Маныча помимо поймы (1,2–2,0 м) отмечаются две террасы высотой 2,5–3,0 и 4,0–4,5 м [Вронский, 1988]. Склоны Манычской депрессии асимметричны, более крутые на севере, к Ергеням и относительно пологие к югу; сложены разнообразными неоген-плейстоценовыми породами, закрытыми маломощным субаэральным покровом.

Результаты исследований и их обсуждение. *Типы взаимодействия ПМК структур в позднем плейстоцене-голоцене.* Обзор стадийного развития ПМК структур (рис.) показывает, что между ними существовали два основных вида (типа) взаимосвязи (взаимоотношения): сопряженное и автономное, которые можно подразделить на двусторонние и односторонние, непрерывные, либо прерывистые (частичные). Кратко рассмотрим стадийные взаимоотношения ПМК структур.

Карангат-позднелазарская (стадия) в развитии ПМК структур характеризуется сопряженным двусторонним типом взаимоотношения, обусловленным существованием крупных морских карангатского и позднелазарского бассейнов, соединявшихся посредством Манычского пролива. Судя по многослойному строению морских осадков, содержащих обильную малакофауну и выполняющих ложе пролива, его история достаточно сложная. Вначале здесь располагался глубокий залив позднелазарского моря, заселенный проникавшими из Каспия моллюсками (*Didacna surachanica*). По мере развития карангатской трансгрессии, ее соленые средиземноморские воды заполнили протяженный эстуарий Западного Маныча, в котором появилась фауна средиземноморского типа (*Cerastoderma*, *Paphia* и др.). В заключительную фазу развития Манычского пролива в его осадках вновь появились каспийские моллюски, свидетельствующие о новом сбросе позднелазарских вод в Азовскую котловину. Следовательно, двустороннее сопряжение структур на Маныче было прерывистым, со сменой направления переброса морских Понто-Каспийский вод.

Тарханкут-буртасско-ательская стадия характеризует автономный тип взаимоотношения структур. В Понтическом бассейне заканчивалась заключительная (тарханкутская) фаза карангатской трансгрессии, Азовское море было осушено. В Северном Прикаспии установилась продолжительная (холодная) ательская эпоха. На Маныче образовалось обширное Буртасское озеро с активным накоплением озерных осадков и с частичным сбросом пресных вод в Азово-Черноморскую котловину и

Северный Прикаспий. Однако заметных следов такого сброса до настоящего времени не установлено, как и какого-либо присутствия морских осадков смежных бассейнов на Маныче.

Новоэвксино-буртасско-ательская стадия по существу продолжает предыдущий этап автономного развития ПМК структур. Черное море находится в глубокой новоэвксинской регрессии с падением уровня до –100 м и ниже. Столь же глубокая регрессия отмечается и на Каспии. Его шельф и прибрежные территории выполняются разнообразными субаквальными и субаэральными ательскими отложениями. В депрессии Маныча продолжает существовать буртасское озеро, заселенное пресноводной фауной (*Dreissena*, *Sphaerium*, *Planorbis*, *Anisus* и др.); со временем оно мелеет, частично осушается, а в кровле озерных отложений образуются погребенные автоморфные и гидроморфные почвы.

Новоэвксино-раннехвалынская стадия – это второй этап тесного сопряженного развития ПМК структур, отмечавшийся в самом конце позднего плейстоцена. Крупнейшая хвалынская трансгрессия Каспия, начавшаяся еще в конце ательской эпохи, около 15 тыс. л. н. преодолела порог Зунда-Толга и образовала в днище Маныча протяженный пролив, по которому проходил сброс хвалынских вод в Азово-Черноморскую впадину. В начале их поступления там располагался пресноводный регрессивный водоем, заселенный пресноводной фауной. В максимум трансгрессии уровень водоема достиг своего максимума –20 м, частично осолонился, однако каспийская фауна из-за опреснения речными водами в Черное море не проникала. Длительность поступления хвалынских вод в Азово-Черноморскую котловину составила около 5 тыс. лет, это вызвало подъем ее уровня на 30 м и увеличение солёности на 4–5‰. В отличие от карангат-позднехазарской эпохи, новоэвксин-раннехвалынская стадия в ПМК структурах имела односторонне-сопряженный тип взаимодействия с решающей ролью хвалынского Каспия.

Голоценовый тип взаимодействия ПМК структур является преимущественно автономным, без

какого-либо заметного влияния на природную обстановку водоемов. В начале этапа для Черного и Каспийского морей были характерны резкие, никак не связанные между собой трансгрессивно-регрессивные колебания уровней. На Маныче в это время речной эрозией подрабатывался рельеф буртасских гряд. Позднее Черноморско-Азовская впадина была охвачена фландрской трансгрессией с подъемом уровня до 0 м и выше и солёностью 17–19‰, а в Каспии установился низкий уровень Новокаспийского моря, даже во время периодических подъемов, не превышавший –20 м. На Маныче продолжалось развитие речных долин с формированием низких террас.

Выводы:

– ПМК система структур в позднем плейстоцене-голоцене характеризовалась двумя типами взаимодействия: сопряженным и автономным. Сопряженный тип взаимосвязи (взаимоотношения) представляет тесно связанное и взаимообусловленное развитие основных природных процессов. В структурах этот тип взаимосвязи отмечается в карангатско-позднехазарскую и новоэвксин-раннехвалынскую стадии, когда происходили крупные трансгрессии Черного и Каспийского морей, активно сообщавшихся посредством Манычского пролива;

– автономный тип развития характерен для структур, между которыми отсутствуют следы заметного взаимодействия, определявшие их развитие. Он отмечается для большинства стадий развития ПМК структур: тарханкутско-ательской и голоценовой и по времени несколько превышает эпохи сопряженной взаимосвязи Понт-Каспийских бассейнов. Выполненный анализ развития Понт-Маныч-Каспийских структур в позднем плейстоцене показывает их сложную историю, возможно лишь частично отраженную в работе. Причин здесь несколько. Основная – недостаток хронологических данных, не позволяющий выполнить площадную и временную корреляцию палеогеографических событий. При их наличии очевидно появление других версий решений.

Благодарности. Авторы признательны рецензентам за конструктивный и критический анализ статьи. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-17-10103).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андрусов Н.И. Очерк истории развития Каспийского моря и его обитателей // Изв. Русского географического общества. 1888. Т. 24. Вып. 1–2. С. 91–114.
- Арсланов Х.А. Радиоуглеродная геохронология верхнего плейстоцена Европейской части СССР (ледниковая и перигляциальная зоны) // Бюл. комис. по изучению четвертичного периода. 1975. № 44. С. 102–110.
- Арсланов Х.А., Герасимова С.А., Контев О.К. и др. О возрасте плейстоценовых и голоценовых отложений каспийского моря (по данным радиоуглеродного и урано-иониевых методов датирования) // Бюл. комис. по изучению четвертичного периода. 1978. № 48. С. 39–48.

- Бадюкова Е.Н. Некоторые вопросы истории развития Маныча в позднем плейстоцене – голоцене // Человечество и береговая зона Мирового океана в XXI веке. М.: ГЕОС, 2001. С. 320–334.
- Балабанов И.П., Измайлов Я.А. Новое обобщение данных по хронологии позднего плейстоцена и голоцена Азово-Черноморского бассейна // Геохронология четвертичного периода. М.: Наука, 1989. 42. с.
- Болиховская Н.С., Молодьков А.Н. Периодизация, корреляция и абсолютный возраст теплых и холодных эпох последних 200 тыс. л. // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. 2008. Вып. 2. С. 45–64.

Вронский В.А. Палеоклиматы южных морей СССР в голоцене (по палинологическим данным) // Палеоклиматы голоцена Евразии и территории СССР. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1988. С. 150–157.

Горецкий Г.И. О палеогеографии Приазовья и Западного Приманья в узунларско-гирканский и бургасские века // Вопр. географии. 1953. Сб. 33. С. 190–221.

Дагенс Э.Т., Хант Д.М. История черноморского бассейна за последние 25 000 // Межд. геохим. Конгресс. М., 1971. Т. 2. С. 47–48.

Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 тыс. лет. М.: ГЕОС, 2002. 232 с.

Зубаков В.А. Глобальные климатические события плейстоцена. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 288 с.

Квасов Д.Д. Палеогидрология Каспия в хвалынское время // Верхний плейстоцен: стратиграфия и абсолютная хронология. М.: Наука, 1966. С. 175–180.

Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука, 1975. 278 с.

Ковалев В.В. Эвтазия Каспийского моря: причины, следствия, прогнозы, возможные пути регулирования. Автореф. ... дис. Ростов-на-Дону, 2004.

Лохин М.Ю., Маев Е.Г. Позднеплейстоценовые дельты на шельфе северной части Среднего Каспия // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, география. 1990. № 3. С. 34–39.

Невесская Л.А. Позднечетвертичные двусторчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология. М., 1965. 192 с.

Николаев В.А. Геоморфология района строительства Чогарайского водохранилища в долине Восточного Маньча // Матлы по изуч. Ставропольского края. 1956. Вып. 8. С. 87–95.

Николаев В.А. К истории Восточного Маньча // Изв. АН СССР. 1988. № 2. С. 88–94.

Никонов А.А., Пахомов М.М. К палеогеографии послекарангасского времени в бассейне Азовского моря // Докл. АН СССР. 1993. № 6. С. 753–756.

Островский А.Б., Измайлов Я.А., Щеглов А.П. и др. Новые данные о стратиграфии и геохронологии плейстоценовых морских террас черноморского побережья Кавказа и Керченско-Таманской области // Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М.: Наука, 1977. С. 61–68.

Попов Г.И. Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов. М.: Наука, 1983. 216 с.

Свиточ А.А., Арсланов Х.А., Большаков В.А. и др. Материалы изучения керна скважины 1 в Северном Прикаспии (описание керна, малакофаунистический, радиоуглеродный и магнитные анализы, стратиграфия и условия накопления) // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. М., 2008. Вып. 2. С. 128–143.

Свиточ А.А., Янина Т.А., Новикова Н.Г., Соболев В.М., Хоменко А.А. Плейстоцен Маньча (вопросы строения и развития). М.: Россельхозакадемия, 2010. 135 с.

Свиточ А.А., Янина Т.А. О влиянии перетока вод Каспийских трансгрессий на плейстоценовые моря // Изучение и освоение морских экосистем в условиях арктического и аридного климата. Ростов-на-Дону: ЮНЦ, 2011. С. 204–207.

Фёдоров П.В. Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1977. 165 с.

Чепалыга А.Л., Михайлеску К.Д., Измайлов Я.А. и др. Проблемы стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Черного моря // Четвертичный период, стратиграфия. М.: Наука, 1995. С. 113–121.

Щербаков Ф.А., Куприн П.Н., Забелина Э.К. Палеогеография Азово-Черноморья в позднем плейстоцене и голоцене // Палеогеография и отложения южных морей СССР. М.: Наука, 1977. С. 51–60.

Янина Т.А. Дидакны Понто-Каспия. М.; Смоленск: Маджента, 2005. 300 с.

Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: био-стратиграфия, палеогеография, корреляция. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. 264 с.

Янина Т.А. Эволюция природной среды Понто-Каспия в условиях глобальных изменений климата в позднем плейстоцене // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, география. 2013. № 1. С. 3–15.

Aladin N.V., Plotnikov I.S. How changing of the Caspian Sea level makes influence on biodiversity of fishes and free-living aquatic invertebrates // 4th International Conference of UNESCO programme 481. Dating «Caspian Sea Level Change». Aktau, Mangistau District, Kazakhstan 20–23 May, 2006. Materials of a Conference. Abstracts-Articles. 2006. P. 15–16.

Arslanov Kh. A., Yanina T.A., Chepalyga A.L., Svitoch A.A., Makshaev R.R., Maksimov F.E., Chernov S.B., Tertychniy N.I., Starikova A.A. On the age of the Khvalynian deposits of the Caspian Sea coasts according to ¹⁴C and ²³⁰Th/²³⁴U methods. Quaternary International. 2015. № 409. P. 81–87.

Shkatova V.K. Paleogeography of the late Pleistocene Caspian basins: geochronometry, paleomagnetism, paleotemperature, paleosalinity and oxygen isotopes // Quaternary International. 2010. № 225. P. 221–229.

Поступила в редакцию 01.06.2016

Принята к публикации 09.12.2016

A.A. Svitoch¹, R.R. Makshaev²

THE INTERCONNECTIVITY OF PALAEOGEOGRAPHIC EVENTS WITHIN THE PONTUS-MANYCH-CASPIAN SYSTEM DURING THE LATE PLEISTOCENE AND THE HOLOCENE

Materials of the event analysis during the Late Pleistocene and the Holocene history of the Pontus-Manych-Caspian (PMC) system suggested several stages with different courses of paleogeographic evolution, i.e. the Karangatian-Late Khazarian; Tarkhankut-Burtass-Early Atelian; New Euxinian (regressive)-Burtass- Late Atelian; New Euxinian (transgressive)-Early Khvalynian; and the Holocene (Early and Late). It is established that during the evolution of PMC structures there were different types of interaction and

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Recent Deposits and Pleistocene Paleogeography, Chief Research Scientist, D.Sc. in Geography; e-mail: a.svitoch@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Recent Deposits and Pleistocene Paleogeography, Research Scientist; e-mail: radikm1986@mail.ru

interface between them when the principal natural components changed interdependently and synchronously, or autonomously without noticeable transformation. The conjugate type of interaction is typical of the Karangatian-Late Khazarian and the New Euxinian-Early Khvalynian stages; during other epochs the independent path of development dominated.

Key words: marine basins, water exchange, Neo-Pleistocene, event analysis, conjugation, autonomy.

Acknowledgements. The authors are grateful to the reviewers for their constructive criticism of the paper. The work was financially supported by the Russian Science Foundation (project 16-17-10103).

REFERENCES

- Aladin N.V., Plotnikov I.S. How changing of the Caspian Sea level makes influence on biodiversity of fishes and free-living aquatic invertebrates. In: 4th International Conference of UNESCO programme 481. Dating «Caspian Sea Level Change». Aktau, Mangistau District, Kazakhstan 20–23 May, 2006. Materials of a Conference. Abstracts-Articles. P. 15–16.
- Andrusov N.I. Oчерk istorii razvitiya Kaspijskogo morja i ego obitatelej [Outline of the history of the development of the Caspian Sea and its inhabitants] // Izvestija Russkogo geograficheskogo obshchestva. 1888. T. 24. V. 1–2. P. 91–114 (in Russian).
- Arslanov Kh. A., Yanina T.A., Chepalyga A.L., Svitoch A.A., Makshaev R.R., Maksimov F.E., Chernov S.B., Tertychniy N.I., Starikova A.A. On the age of the Khvalynian deposits of the Caspian Sea coasts according to ^{14}C and $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ methods, Quaternary International. 2015. № 409. P. 81–87.
- Arslanov Kh.A. Radiouglerodnaya geohronologiya verhnego plejstocena Evropejskoj chasti SSSR (lednikovaya i pereglyacial'naya zony) [Radiocarbon geochronology of the Upper Pleistocene of the European part of the USSR (glacial and periglacial zones)] // Byul. komis. Po izucheniyu chetvertichnogo perioda. 1975. № 44. P. 102–110 (in Russian).
- Arslanov Kh.A., Gerasimova S.A., Koptev O.K. i dr. O vozraste plejstocenovykh i golocenovykh otlozhenij kaspijskogo morya (po dannym radiokarbonovoj i urano-ionievykh metodov datirovaniya) [About age the Pleistocene and the Holocene deposits of the Caspian Sea (according to radiocarbon and the uran-ion methods of dating)] // Byull. komiss. po izucheniyu chetvertichnogoperioda. 1978. № 48. P. 39–48 (in Russian).
- Badjukova E.N. Nekotorye voprosy istorii razvitiya Manycha v pozdnem plejstocene-golocene [Some questions about history of Manych development in the Late Pleistocene-Holocene] // Chelovechestvo i beregovaja zona Mirovogo okeana v 21 veke. M.: GEOS, 2001. P. 326–333 (in Russian).
- Balabanov I.P., Izmaylov Ya.A. Novoe obobshchenie dannyh po khronologii pozdnego plejstocena i golocena Azovo-Chernomorskogo bassejna [New synthesis of data on chronology of the Late Pleistocene and Holocene of the Azov-Black Sea basins] // Geohronologiya chetvertichnogo perioda. M.: Nauka, 1989. 42 p. (in Russian).
- Bolihovskaya N.S., Molod'kov A.N. Periodizaciya, korrelyaciya i absoljutnyj vozrast tyoplykh i holodnykh ehposh poslednih 200 tys. l. [Periodization, correlation and absolute age of warm and cold epochs of the last 200 ka] // Problemy paleogeografii i stratigrafii plejstocena. 2008. Vyp. 2. P. 45–64 (in Russian).
- Chepalyga A.L., Mihajlesvu K.D., Izmajlov Ja.A. i dr. Problemy stratigrafii i paleogeografii plejstocena Chjornomogorja [Problems of stratigraphy and paleogeography of the Pleistocene Black Sea] // Chetvertichnyj period, stratigrafija. M.: Nauka, 1995. P. 113–121 (in Russian).
- Dagens E.T., Hant D.M. Istoriya chernomorskogo bassejna za poslednie 25000 [History of the Black Sea basin for the last 25 ka] // Mezhd. geohim. Congress. M., 1971. T. 2. P. 47–48 (in Russian).
- Dinamika landshaftnykh komponentov i vnutrennih morskikh bassejnov Severnoj Evrazii za poslednie 130 tys. let. [Dynamics of landscape components and internal sea basins of Northern Eurasia for the last 130 thousand years] // M.: GEOS, 2002. 232 p. (in Russian).
- Fedorov P.V. Plejstocen Ponto-Kaspiya [Pleistocene of the Ponto-Caspian]. M.: Nauka, 1977. P. 51–60 (in Russian).
- Goreckiy G.I. O paleogeografii Priazov'jai Zapadnogo Primanych'ya v uzunlarsko-girkanskij i burtasskie veka [About paleogeography of Priazov and Western Manych regions in uzunlarsogirkanian and burtass epochs] // Vopr. Geografii. 1953. Sb. 33. P. 190–221 (in Russian).
- Kovalev V.V. Jevstazija Kaspijskogo morja: prichiny, sledstvija, prognozy, vozmozhnye puti regulirovaniya [Evstaziya of the Caspian Sea: causes, consequences, forecasts, potential regulatory path]. Avtoref. dis. Rostov-na-Donu, 2004.
- Kvasov D.D. Paleogidrologiya Kaspiya v hvalynskoe vremya [Paleogeography of the Caspian Sea in the Khvalynian period] // Verhnijplejstocen: stratigrafija i absoljutnaya khronologiya. M.: Nauka, 1966. P. 175–180 (in Russian).
- Kvasov D.D. Pozdnechetvertichnaya istoriya krupnykh ozer i vnutrennih morej Vostochnoj Evropy [Late quaternary history of large lakes and closed seas of the Eastern Europe]. L.: Nauka, 1975. 278 p. (in Russian).
- Lohin M.YU., Maev E.G. Pozdneplejstocenovyje del'ty na shel'fe severnoj chasti Srednego Kaspiya [Late quaternary deltas on the shelf of Northern part of the Middle Caspian Sea] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya. 1990. № 3. P. 34–39 (in Russian).
- Nevesskaya L.A. Pozdnechetvertichnye dvustvorchatye mollyuski Chjornogomorya, ih sistematika i ehkologiya [Late quaternary two-part mollusks of the Black Sea, their systematization and ecology]. M., 1965. 192 p. (in Russian).
- Nikolaev V.A. Geomorfologiya rajona stroitel'stva Chograjskogo vodohranilishcha v doline Vostochnogo Manycha [Geomorfology of the area of construction of the Chogrsky reservoir in the valley of the East Manych] // Mater. poizuch. Stavropol'skogo kraja. 1956. Vyp. 8. P. 87–95 (in Russian).
- Nikolaev V.A. K istorii Vostochnogo Manycha [To history of the East Manych] // Izv. AN SSSR. 1988. № 2. P. 88–94 (in Russian).
- Nikonov A.A., Pahomov M.M. K paleogeografii poslekarangatskogo vremeni v bassejne Azovskogo moray [To paleogeography of postkarangatian time in the basin of the Sea of Azov] // Doklady AN SSSR. 1993. № 6. P. 753–756 (in Russian).
- Ostrovskiy A.B., Izmailov Ya.A., Shheglov A.P. i dr. Novye dannye o stratigrafii i geohronologii plejstocenovykh morskikh terras chernomorskogo poberezh'ja Kavkaza i Kerchensko-Tamanskoj oblasti [New data about stratigraphy and geochronology of the Pleistocene marine terraces of the Black Sea coasts of the Caucasus and the Kerch-Taman area] // Paleogeografija i otlozhenija plejstocena juzhnykh morej SSSR, M.: Nauka, 1977. P. 61–68 (in Russian).
- Popov G.I. Plejstocen C Hernomorsko-Kaspijskikh proливov [Pleistocene of the Black Sea and Caspian Sea passages]. M.: Nauka, 1983. 216 p. (in Russian).
- Scherbakov F.A., Kuprin P.N., Zabelina E.K. Paleogeografija Azovo-Chernomor'ya v pozdnemplejstocene i golocene [Paleogeography of the Azov-Black Sea coasts in the Late Pleistocene

and the Holocene] // *Paleogeografiya i otlozheniya yuzhnyh morej SSSR*. M.: Nauka, 1977. P. 51–60 (in Russian).

Shkatova V.K. Paleogeography of the late Pleistocene Caspian basins: geochronometry, paleomagnetism, paleotemperature, paleosalinity and oxygen isotopes // *Quaternary International*. 2010. № 225. P. 221–229.

Svitoch A.A., Arslanov Kh.A., Bol'shakov V.A. i dr. Materialy izucheniya kerna skvazhiny 1 v Severnom Prikaspii (opisanie kerna, malakofaunisticheskij, radiouglerodnyj i magnitnye analizy, stratigrafiya i usloviya nakopleniya) [Materials of studying of a core of the well 1 in the Northern Caspian sea (the description of well, malakofaunistic, radio-carbon and magnetic analyses, a stratigraphy and conditions of accumulation)] // *Problemy paleogeografii i stratigrafii plejstocena*. M., 2008. Vyp. 2. P. 128–143 (in Russian).

Svitoch A.A., Yanina T.A. O vliyanii peretoka vod Kaspijskikh trasgressij na plejstocenove morya [About influence of an overflow of waters of the Caspian Sea transgressions on the Pleistocene seas] // *Izuchenie i osvoenie morskikh ehkositsem v usloviyah arkticheskogo i aridnogo klimata*. Rostov-na-Donu, 2011. izd.YUNC. P. 204–207 (in Russian).

Svitoch A.A., Yanina T.A., Novikova N.G., Sobolev V.M., Homenko A.A. Plejstocen Manycha (voprosy stroeniya i razvitiya) [Pleistocene of the Manych (questions about structure and

development)]. M.: Rossel'hozakademiya, 2010. 135 p. (in Russian).

Vronskiy V.A. Paleoklimat yuzhnyh morej SSSR v golocene (po palinologicheskim dannym) [Paleoclimate of the Southern Seas of the USSR in the Holocene (according to palynological data)] // *PaleoklimatygolocenaEvraziiterritorii SSSR*. Rostov-na-Donu, izd-vo RGU, 1988. P. 150–157 (in Russian).

Yanina T.A. Didakny Ponto-Kaspiya [Didacnas of the Ponto-Caspian] // Moskva; Smolensk: Madzhenta, 2005. 300 p. (in Russian).

Yanina T.A. Evolyuciya prirodnoj sredy Ponto-Kaspiya v usloviyah global'nyh izmenenij klimata v pozdnem plejstocene [Environment evolution of the Ponto-Caspian in the conditions of global climate changes in the Late Pleistocene] // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5, Geografiya*. 2013. № 1. P. 3–15 (in Russian).

Yanina T.A. Neoplejstocen Ponto-Kaspiya: biostratigrafiya, paleogeografiya, korrelyaciya [Neopleistocene of the Ponto-Caspian: biostratigraphy, paleogeography, correlation] M.: MGU, 2012. 264 p. (in Russian).

Zubakov V.A. Global'nye klimaticheskie sobytiya plejstocena [Global climatic events of the Pleistocene] L.: Gidrometeoizdat, 1986. 288 p. (in Russian).

Received 01.06.2016

Accepted 09.12.2016

УДК 556.54:528.8 (282.252.2)

В.И. Кравцова¹, В.Н. Михайлов²

АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОСИСТЕМ СОВРЕМЕННОЙ ДЕЛЬТЫ ХУАНХЭ

По космическим снимкам информационной системы GoogleEarth составлена карта естественных и антропогенных геосистем дельты Хуанхэ – одной из наиболее динамичных дельт мира. Обусловленное большим стоком наносов быстрое выдвижение в море дельтовых лопастей сопровождается активным освоением нарастающей суши, прежде всего, сельскохозяйственным, и, соответственно, заселением территории. Карта показывает, что наряду с традиционным сельскохозяйственным использованием поверхности дельты в последние годы широкое развитие получили аквакультура и добыча нефти. Материалы дешифрирования снимков раскрывают неизбежно возникающие конфликты природопользования – наступление нефтедобычи на сельскохозяйственные поля, аквакультурные хозяйства, природоохранные объекты.

Ключевые слова: дельта, геосистемы, природопользование, сельское хозяйство, аквакультура, нефтедобыча, карта, космические снимки.

Введение. Река Хуанхэ – одна из крупнейших рек мира – обладает очень большим стоком наносов и, соответственно, наиболее динамичной дельтой, неоднократно менявшей в прошлом свое положение. Современной дельтой Хуанхэ считают серию дельтовых лопастей, сформировавшихся севернее Шаньдунского полуострова после выхода Хуанхэ в залив Бохайвань Желтого моря в 1855 г. История развития этой дельты до 1996 г. подробно рассмотрена в работах [4–8, 10–13]. За это время в пределах дельты речной поток изменял свое направление не менее 11 раз; соответственно возникли 11 новых дельтовых лопастей. Процесс дельтообразования путем прорывов и скачкообразного развития гидрографической сети свойственен лишь устьям рек с очень большим стоком наносов [5].

В дельте Хуанхэ интенсивность выдвижения дельтовых лопастей и удлинения русла прежде достигала огромной величины – 30 км²/год и 10 км/год. В прошлом большинство прорывов было естественным, то есть происходило в результате размыва берегов русла. Но в четырех последних случаях (в 1953, 1964, 1976 и 1996 гг.) резкое изменение направления стока реки в пределах дельты и начало формирования новой дельтовой лопасти и ее гидрографической сети было осуществлено искусственно – с целью понижения уровней воды реки выше по течению от дельты и предотвращения наводнений. В 1953 г. через искусственный прокоп с левой стороны старого русла в районе поселка Нинхай поток был направлен на северо-восток и сформировалась дельтовая лопасть рукава Шэньсянгоу. В 1964 г. с целью борьбы с наводнениями вновь было изменено направление речного стока в дельте – из района поселка Нинхай поток был направлен на север, в результате чего возник новый рукав Дяокоу. Его

быстрое удлинение вынудило в 1976 г. повернуть речные воды в восточном направлении. Образовался мощный рукав Циншуйгоу. Его быстрое выдвижение в залив также привело к повышению уровня воды и возникновению опасности наводнений. Это вынудило вывести сток рукава в северо-восточном направлении (проран был создан в 25 км от устья рукава Циншуйгоу). Сформировался новый рукав Чахэ. Необходимо особо отметить, что во всех рассмотренных четырех случаях одновременно с созданием прорана в защитных дамбах для обеспечения нового пути речным водам в сторону залива старое русло ниже по течению перекрывается поперечной дамбой. В последние десятилетия интенсивность выдвижения новых дельтовых лопастей в залив Бохайвань заметно уменьшилась, что связано, прежде всего, с существенным уменьшением стока поступающих в дельту наносов.

Дельта Хуанхэ давно и активно используется местным населением. Здесь развито орошаемое земледелие, вблизи городов – садоводство. По основным каналам налажено местное судоходство. В последнее десятилетие в приморской части дельты стали активно развиваться хозяйства аквакультуры, в основном по выращиванию креветок. В качестве новой отрасли хозяйства, появившейся в дельте с 1980-х гг., следует назвать нефтедобычу и первичную переработку нефти. Традиционные и новые отрасли хозяйства существенно изменили природный комплекс дельты и ее естественные геосистемы.

Постановка проблемы. Обладая большими природными ресурсами (водными, земельными, биологическими, энергетическими) крупные речные дельты во многих регионах мира давно активно используются в различных хозяйственных целях и плотно населены. При хозяйственном использова-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, вед. науч. с., докт. геогр. н.; e-mail: valentinamsu@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, ст. науч. с., докт. геогр. н.; e-mail: vn.mikhailov@mail.ru

нии природных ресурсов дельт нередко появляются сложные проблемы, связанные с рациональным размещением разнородных производительных сил в пределах ограниченного пространства дельты, а также с противоречиями, образующимися между разными отраслями хозяйства. Так, например, в крупных дельтах южных рек России (Волги, Кубани, Терека) традиционно возникают трудно разрешимые противоречия между разными хозяйственными потребностями и требованиями охраны природы, между судоходством и рыбным хозяйством, сельским и рыбным хозяйством [5].

Дельта Хуанхэ, давно и активно осваиваемая в различных хозяйственных целях, – очень интересный и поучительный пример многоцелевого использования своих природных ресурсов. В последние десятилетия в этой дельте появились новые противоречивые проблемы, связанные с бурным развитием аквакультурных хозяйств и нефтедобычи. Анализ китайского опыта совместного развития традиционных и новых отраслей хозяйства представляет большой интерес для специалистов в области изучения речных дельт и освоения их ресурсов и поэтому является главной задачей статьи. На примере дельты Хуанхэ предполагается рассмотреть проблемы сочетания активного хозяйственного использования поверхности дельты и ее урбанизации с природоохранными мероприятиями, а также «наступления» приоритетного направления в современной экономике дельты – нефтедобычи – на сельскохозяйственные поля и хозяйства по разведению креветок.

Материалы и методы исследования. В качестве основного источника информации о состоянии и хозяйственном использовании поверхности дельты Хуанхэ служили космические снимки общедоступной информационной системы GoogleEarth, обеспечивающей возможность просмотра обзорных изображений всей дельты на снимках со спутника Landsat (с разрешением 30 м) и перехода для детального дешифрирования хозяйственных объектов к появившимся с 2000 г. снимкам сверхвысокого разрешения (1–2 м) со спутников Ikonos, QuickBird, GeoEye. Дешифрирование экранных изображений выполняли при увеличении детальных снимков до масштаба 1:2000–1:10 000, а результаты дешифрирования фиксировали на отпечатках обзорных снимков в масштабе 1:200 000. При дешифрировании учитывались результаты предыдущих исследований дельты Хуанхэ, упомянутых выше и перечисленных в списке литературы, а также опубликованные сведения о современном состоянии геосистем этой дельты и ее хозяйственном использовании. В соответствии с разработанной легендой по материалам дешифрирования составлена карта естественных и антропогенных геосистем дельты, представленная в статье в масштабе 1:500 000. В процессе работы над ней учтены достижения отечественной школы в изучении речных дельт и их изменений [5], а также методы дешифрирования космических снимков дельт и анализа их динамики, разработанные в лаборатории аэрокосмических методов МГУ [2, 3].

Результаты исследования и их обсуждение.
Гидрографическая сеть и границы дельты. Действующая естественная гидрографическая сеть современной дельты Хуанхэ, показанная на **рис. 1**, ограничивается основным рукавом Циншуйгоу, теперь не доходящим до моря, и новым, ответвляющимся от него с 1996 г. рукавом Чахэ. На территории дельты также сохранились отмершие русла и старицы прежних рукавов Дяокоу (функционировавшего в 1964–1976 гг.) и Шэньсянгоу (в 1953–1964 гг.). Вместе с тем, в дельте создана и действует густая сеть искусственных каналов, используемых, главным образом, для водоснабжения населенных пунктов, сообщения между ними и орошения сельскохозяйственных полей, а также сеть искусственных прудов-водоемов. На схемах отражены также защитные дамбы вдоль русел, эстакады и причалы строящегося аванпорта, выдвинутые в море из-за отменности берега, защитные стенки вдоль морских берегов, предотвращающие заливание территории во время приливов и нагонов. В 1985 г. были сооружены ограждения морского порта и стенка Гудун на восточном берегу, защищающая нефтепромыслы, а в 1998 г. – стенка Чэндао на северо-восточном берегу дельты [13].

Схема гидрографической сети дельты показывает, что определить ее вершину по разветвлению рукавов в устьевой области не представляется возможным. Китайские исследователи [8] принимают за вершину дельты изгиб русла выше населенного пункта Нинхай. Согласно [1], этот изгиб представляет собой наивысшее по течению место ответвления ранних отмерших рукавов 1885 и 1897 гг., что и дает основание рассматривать его как вершину дельты.

Границы дельты в работе [8] показаны условно в виде прямых линий, идущих от Нинхай в северо-западном и в юго-восточном направлениях. Эти линии примерно соответствуют крайним северо-западным и юго-восточным рукавам, действовавшим после 1855 г. Такие прямолинейные границы никак не выражены в особенностях рельефа, растительности, характера использования земель, рассекая поверхность дельты «по живому». Чтобы избежать этого, авторы статьи решили условно принять за внутренние границы дельты искусственные каналы, отходящие от реки (а точнее – от ящикообразных дамб, ограждающих русло) к периферии дельты, также включая в территорию дельты участки прежде функционировавших крайних северо-западных и юго-восточных рукавов. На северо-западе это узкий канал для орошения сельскохозяйственных полей, переходящий в приморской зоне в устьевую часть одного из крайних рукавов, действовавших в 1904–1926 гг., на юго-востоке это канал для транспортного обеспечения и водоснабжения города Дуньин и водохранилища Гуаннань, переходящий в приморской зоне в устьевую часть рукава, функционировавшего в 1929–1934 гг. Правда, этот канал пересекает город Дуньин, часть которого оказывается за пределами дельты. Принятые нами грани-

цы дельты показаны на рис. 1, 2. Площадь современной дельты Хуанхэ в этих границах составляет около 6 тыс. км².

Типы геосистем дельты Хуанхэ и карта геосистем. Как выявлено при дешифрировании космических снимков, для дельты Хуанхэ в выделенных выше границах характерны различные типы естественных и антропогенных геосистем и соответственно – разные виды землепользования, отраженные на карте (рис. 2).

Естественные геосистемы сохранились лишь вдоль морских границ дельты и представляют собой приливные осушки и слабо освоенные растительностью равнины по периферии дельты на ее недавно вышедших из-под воды участках. Большую часть дельты занимают антропогенные геосистемы, включая аквакультурные хозяйства, искусственные водно-болотные угодья, сельскохозяйственные, селитебные и промышленные объекты. На карте показаны также водохозяйственные и защитные сооружения.

Анализ космических снимков и составленной карты позволяет детально охарактеризовать состояние естественных и антропогенных геосистем дельты.

Естественные геосистемы дельты. Для всей дельты характерно интенсивное использование ее поверхности – аквакультурное, сельскохозяйственное, селитебное, связанное с нефтедобычей и обслуживающей ее промышленностью. Невозделанные земли с естественными ландшафтами характерны лишь для лопастей дельты, выдвинувшихся в залив в последние десятилетия; это крайние восточные участки дельты, образовавшиеся вдоль переставшего функционировать с 1996 г. рукава Циншуйгоу и нового, действующего с 1996 г., рукава Чахэ. Естественные геосистемы сохранились также вдоль северного побережья дельты в виде узкой прибрежной зоны шириной 1–2 км. Эта зона расширяется до 5 км в районе выступов бывших рукавов Дяокоу и Шэньсянгоу, функционировавших до 1976 г. и 1964 г. соответственно; небольшие невозделанные

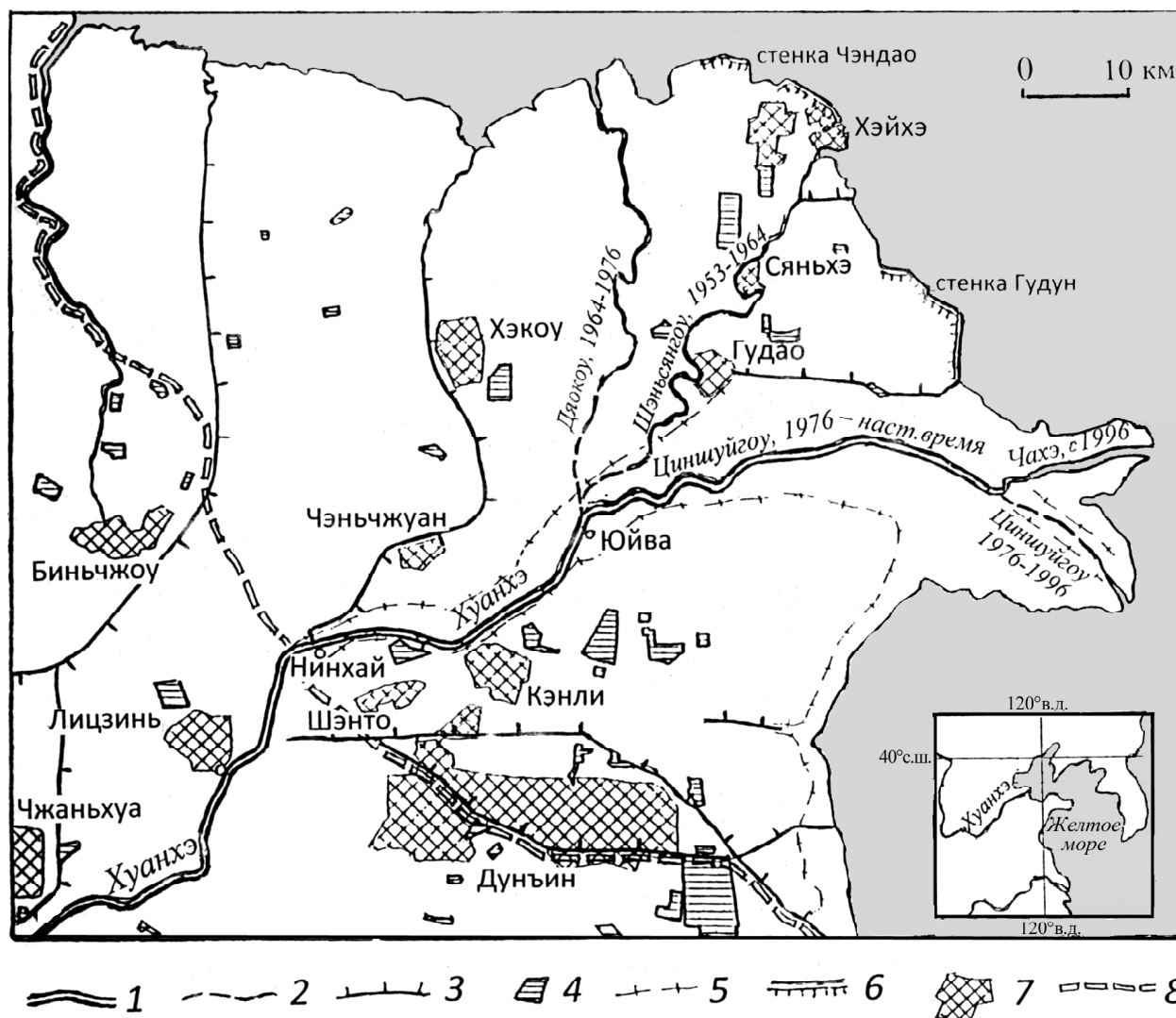


Рис. 1. Схема современной гидрографической сети дельты Хуанхэ. Условные обозначения: 1 – действующие рукава; 2 – отмершие рукава; 3 – каналы; 4 – водоемы; 5 – дамбы; 6 – защитные морские стенки; 7 – города; 8 – границы дельты

Fig. 1. Present-day hydrographic network of the Huang He delta: 1 – active channels, 2 – dead channels, 3 – canals, 4 – water bodies, 5 – dams, 6 – sea walls, 7 – towns, 8 – delta boundary

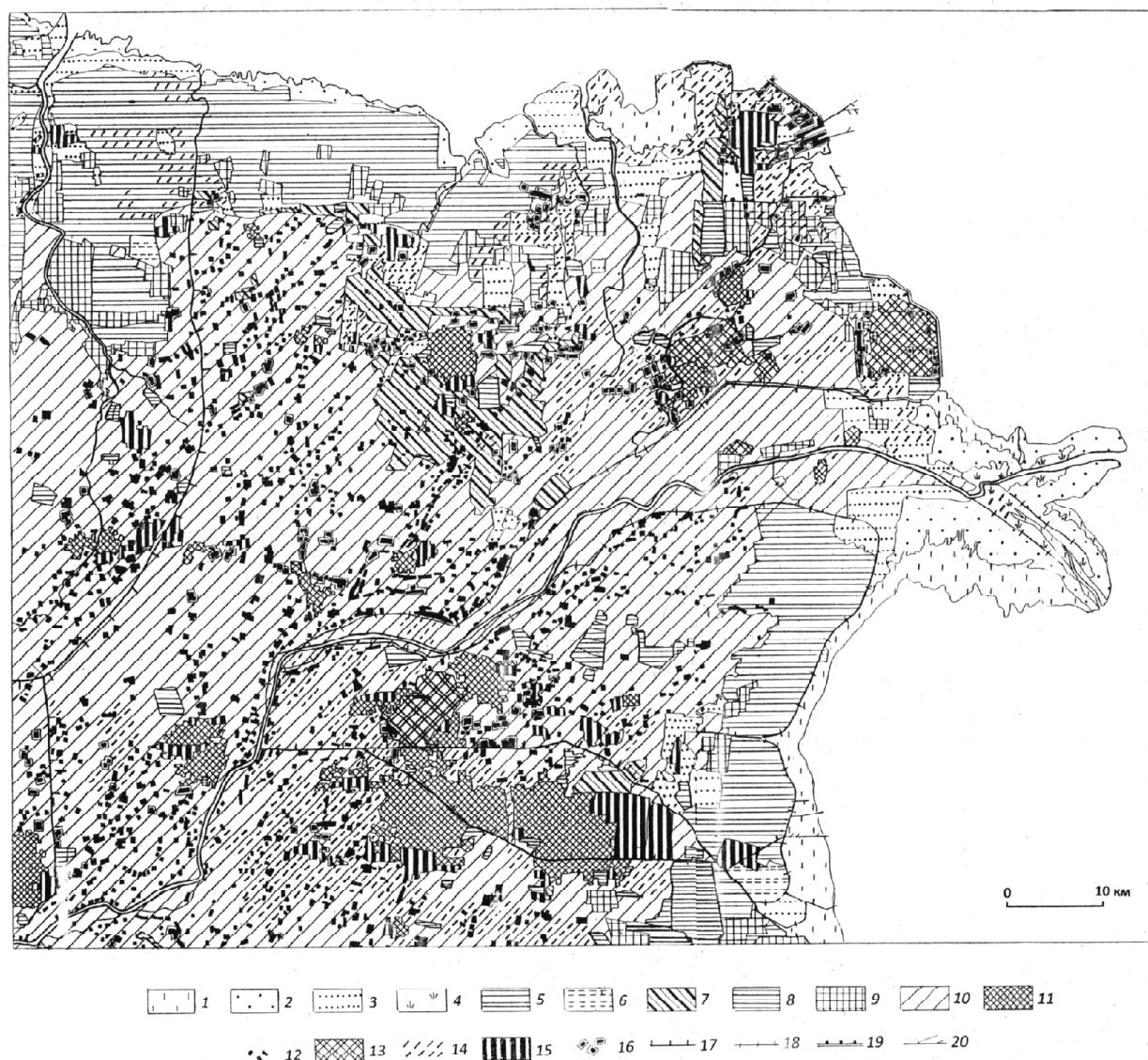


Рис. 2. Природные и антропогенные геосистемы дельты Хуанхэ: А – природные геосистемы дельты: 1 – песчано-илистая приливная осушка, не освоенная растительностью; 2 – песчано-илистые равнины у морского края дельты, слабо освоенные галофитной растительностью; 3 – илисто-песчаные равнины периферийной зоны дельты, слабо освоенные галофитной растительностью, подготавливаемые к мелиорации; 4 – илисто-песчаные равнины прирусловых участков дельты с зарослями тростниковой растительности; Б – антропогенные геосистемы: аквакультурные хозяйства: 5 – разделенные дамбами приморские водоемы аквакультурного использования; 6 – обустриваемые водоемы, предназначенные для аквакультурного использования; искусственные водно-болотные угодья: 7 – чередование узких пресноводных водоемов с полосами суши с тростниковой растительностью; 8 – искусственные водоемы и водохранилища; сельскохозяйственные поля: 9 – рисовые чеки; 10 – поля продовольственных и технических культур; селитебные земли: 11 – города и крупные поселки; 12 – небольшие поселки; промышленные объекты: 13 – поля нефтедобычи (сплошная сеть нефтяных скважин); 14 – разреженная сеть площадок нефтяных скважин, распространяющихся на поверхность различных природных и антропогенных геосистем; 15 – крупные промзоны преимущественно первичной переработки нефти и складирования нефтепродуктов; 16 – небольшие промзоны разной специализации; водохозяйственные и защитные сооружения: 17 – каналы; 18 – дамбы; 19 – защитные морские стенки; 20 – эстакады с нефтепроводами и причалами для танкеров

Fig. 2. Natural and anthropogenic geosystems of the Huang He delta: A – natural geosystems of the delta: 1 – the sand-silt tidal foreshore not covered by vegetation; 2 – the sand-silt plains at the sea edge of the delta slightly covered by halophyte vegetation; 3 – the silt and sandy plains of the delta fringe slightly covered by halophyte vegetation, under preparation for amelioration; 4 – silt and sandy plains of near-channel parts of the delta with reed thickets; B – anthropogenic geosystems: aquaculture farms: 5 – dam-separated seaside aquaculture ponds; 6 – ponds under development for aquaculture; artificial wetlands: 7 – narrow fresh-water ponds alternating with reed-covered land strips; 8 – artificial ponds and reservoirs; agricultural fields: 9 – rice paddies; 10 – fields of food and commercial crops; settled lands: 11 – cities and large settlements; 12 – small settlements; industrial facilities: 13 – oil production areas (continuous network of oil wells); 14 – rare network of oil well sites expanding over various natural and anthropogenic geosystems; 15 – large industrial zones with primary petroleum refining and storage of oil products; 16 – small industrial zones of different specialization; water management and protective constructions: 17 – canals; 18 – dams; 19 – protective sea walls; 20 – platforms with oil pipelines and tanker loading terminals

участки вклиниваются также узкими полосами вдоль русел некогда действовавших и давно покинутых рукавов. Эти пока оставшиеся в естественном состоянии территории представляют собой выровненные поверхности, сложенные песчано-илистыми и илисто-песчанистыми отложениями, в разной степени освоенные галофитной растительностью.

Приморская периферийная зона дельтовых лопастей, подверженная заливанию морскими водами при приливах и нагонах, представляет собой приливные осушки, которые практически лишены растительности, сильно увлажнены даже при отливах и подвержены эрозирующему воздействию волн и приливных течений. Здесь образуются многочисленные эрозионные борозды, система которых хорошо видна на космических снимках высокого разрешения.

Выдвинувшиеся дельтовые лопасти рукавов Циншуйгоу и Чахэ, как и прибрежная зона северного побережья дельты, сложены песчано-илистыми отложениями. Эти геосистемы характеризуются засолением грунтов, на которых произрастают галофиты – сведы, солянки, солеросы, образующие неровный растительный покров, иногда представляющий собой обширные заросли.

Картина изменяется на прирусловых участках дельтовой лопасти Циншуйгоу, огражденных дамбами, где сохранились старицы отмершего ныне русла. Для этих участков характерны пресные грунтовые воды в приповерхностном слое грунта. Эти территории заняты сплошными зарослями тростника; такие заросли распространяются и на прирусловые участки нового рукава Чахэ.

Значительная часть естественных илисто-песчанистых участков дельты, более удаленных от берега залива, в разной степени освоенных растительностью, после выхода территории из-под уровня моря

подвергаются мелиорации, особенно там, где эти участки примыкают к сельскохозяйственно освоенным районам дельты. На таких мелиорируемых участках первичного освоения на снимках видны линии дамб, защищающих эти участки от проникновения морских вод, и мелиоративных каналов, подающих пресную воду для рассоления грунтов.

В целом естественные геосистемы дельты (включая мелиорируемые) занимают относительно небольшую площадь около 990 км², что составляет 16% поверхности всей дельты.

Антропогенные геосистемы. Аквакультурные хозяйства. Для современной дельты Хуанхэ характерно активно развивающееся в последние годы использование береговой зоны: в приморской полосе дельты создаются аквакультурные хозяйства, что типично вообще для приморских районов Юго-Восточной Азии, на которую приходится около 90% произведенной в искусственных условиях рыбы и креветок в мире. Большая их часть выращивается именно в речных дельтах, где нет проблем с грунтовыми водами, заполняющими создаваемые искусственные водоемы. Для аквакультурного использования в приморской части дельты Хуанхэ дамбами огораживают систему водоемов, обычно правильной прямоугольной формы, различных размеров (от 100 м до 1 км), предназначенных для разведения рыбы, выращивания креветок и других морепродуктов (рис. 3, а). Сеть таких водоемов образует сплошную полосу шириной 10–15 км вдоль восточного и северного берегов дельты Хуанхэ. Нередко в эти обводненные участки вторгаются массивы рисовых полей.

Аквакультурное освоение прибрежных районов в Китае развито очень широко. В районе дельты Янцзы для этих целей осваивают мелководную зону моря; дамбами огораживают полосы осушки, при

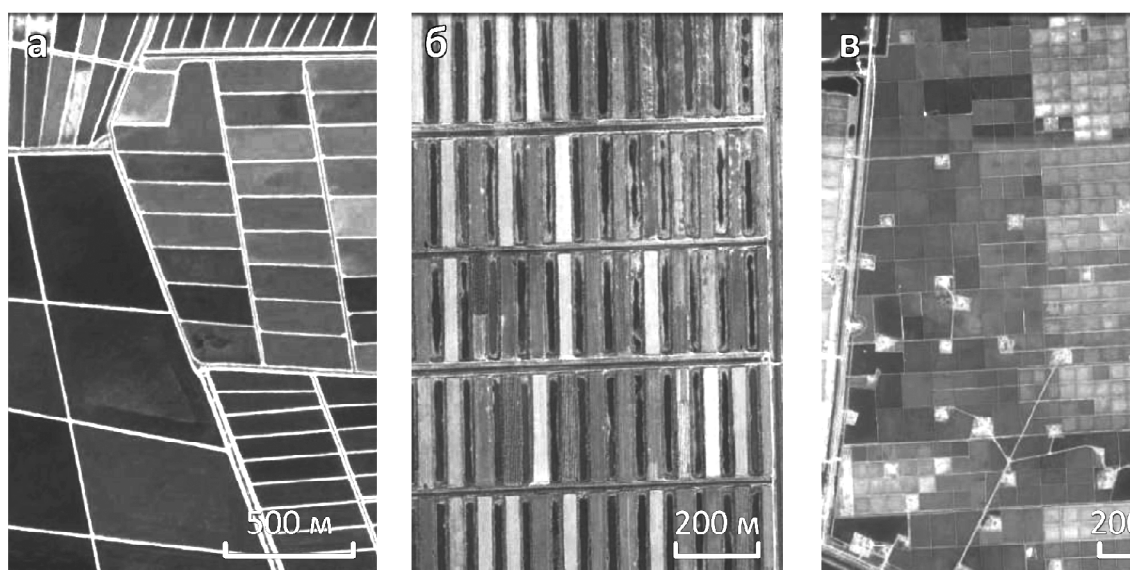


Рис. 3. Отображение некоторых антропогенных геосистем дельты Хуанхэ на космических снимках GoogleEarth: а – водоемы хозяйств аквакультур; б – система водоемов для рассоления почв и создания искусственных водно-болотных угодий; в – распространение площадок с нефтяными скважинами на рисовые поля

Fig. 3. Some anthropogenic geosystems of the Huang He delta as seen at satellite images in GoogleEarth: а – aquaculture ponds; б – system of ponds for soil desalination and creation of artificial wetlands; в – spreading of oil extraction sites to rice fields

освоении и обустройстве которых «наращивается» берег. В дельте Хуанхэ такого искусственного наращивания берега нет, а под аквахозяйства обустроятся площади естественного нарастания дельты, обусловленного значительным отложением речных наносов. Анализ разновременных космических снимков позволяет проследить за развитием таких хозяйств.

К 2000 г. широкие полосы аквакультурных хозяйств появились на берегах залива Лайчжоувань южнее дельты Хуанхэ и на берегах залива Бохайвань севернее дельты. На снимке со спутника Landsat 5 мая 2000 г. прибрежных водоемов для выращивания аквакультур в пределах дельты еще не было ни на восточном, ни на северном побережье. А к 2003 г. появились вначале отдельные аквакультурные хозяйства южнее дельтовой лопасти Циншуйгоу и севернее береговой защитной стенки Гудун, огородившей поле скважин нефтедобычи со стороны моря. В это же время в северной части дельты, в районе бывшего устья рукава Дяокоу, были оборудованы участки аквакультурных хозяйств и одновременно начата широкая подготовка окружающих территорий береговой зоны для создания таких хозяйств путем строительства системы дамб. К 2010 г. отдельные участки сомкнулись в единые аквакультурные зоны как на юго-восточном, так и на северо-восточном и северном побережьях дельты. Такие зоны заняли значительные площади (около 1430 км², что составляет 23% поверхности всей дельты). Расширение аквакультурных хозяйств продолжается – в юго-восточной части дельты начато не только обустройство новых хозяйств, но и обвалование приливных осушек для их дальнейшего хозяйственного использования.

Однако такое активно развивающееся аквакультурное использование дельты может иметь и неблагоприятные последствия. Высказываются опасения, что изъятие грунтовых вод на заполнение искусственных водоемов может привести к просадке грунта и опусканию суши. Контроль за изменением уровня земной поверхности, предпринятый с применением радиолокационных методов и интерферометрической обработки снимков с использованием в качестве отражателей крыш рыбных ферм, показал, что самая быстрая просадка грунта отмечена именно вблизи аквакультурных хозяйств, а не соседних нефтяных месторождений, разработка которых также приводит к опусканию поверхности [14]. Эти процессы требуют систематического мониторинга состояния поверхности дельты, теперь возможного с помощью радиолокационной съемки.

Искусственные водно-болотные угодья. Болота, ранее распространенные на севере дельты, где базировались перелетные птицы, после отмирания рукава Дяокоу деградировали, биоразнообразие было нарушено, исчезли околотовные растения и водоплавающие птицы, которыми славился северный берег [11].

С 2001 г. Комиссия охраны реки Хуанхэ Министерства водных ресурсов Китая начала выполнять

проект по обводнению этой территории и восстановлению водно-болотных угодий. В 2010 г. с помощью насосов осуществлен водозабор в бывшее русло Дяокоу. Вода стала поступать в восстанавливаемые болота созданного здесь заповедника. Обводнение болот сопровождалось наземными наблюдениями, которые показали, что уровень грунтовых вод заметно поднимается лишь вблизи болотных водоемов, но уже на расстоянии 0,5 км от них он снижается, а на расстоянии 1–1,5 км повышения уровня грунтовых вод не наблюдается. Обводнение привело к заметному уменьшению солености грунтовых вод, что проявилось даже в течение одного вегетационного сезона в замещении солянковой растительности на тростниковую. Этот эксперимент показал целесообразность обводнения территории путем создания сети небольших узких водоемов, чередующихся с узкими полосами суши, в пределах которых эффективно проявляется подъем уровня грунтовых вод и их рассоление, а значит и развивается тростниковая растительность. Очевидно, именно эти рекомендации начали реализовывать в крупном проекте создания искусственных водно-болотных угодий в виде системы водоемов длиной 200–500 м и шириной 20–30 м, разделенных полосами суши шириной 50–70 м (рис. 3, б). Дешифрирование космических снимков показало, что к 2015 г. такие угодья уже занимали обширные площади (более 300 км²) в окрестностях города Хэкоу. Видимо, часть этих площадей и выделена в заповедник дельты Хуанхэ, где создана вторая по размерам в мире зона для размножения Китайской чайки (чайки Сондерса), находившейся на грани вымирания. С 2010 г. были приняты меры по организации специальной зоны для размножения чаек, в которой была запрещена хозяйственная деятельность. Государственный орнитологический заповедник площадью 153 тыс. га, где обитают 265 видов пернатых, создан с целью сохранить уникальную водно-болотную экосистему в дельте Хуанхэ [15]. Часть заповедника используется для экотуризма.

Сельскохозяйственные поля. Основное, однако, направление в использовании поверхности дельты Хуанхэ, преобладающее на всей ее площади, – сельскохозяйственное, несмотря на то, что земли дельты в той или иной степени засолены. Засоление связано с проникновением в дельту морских вод. Во время сильных нагонов морские воды иногда проникают на несколько десятков километров вглубь суши. Такие случаи были, например, в 1938 и 1949 гг. Грунты выдвигающихся в залив лопастей дельты становятся пригодными для земледелия лишь после длительных процессов естественного вымывания солей или специальных мероприятий по их рассолению. Непременным условием освоения приморских земель, наряду с их рассолением, становится сооружение морских защитных стенок и дамб для защиты полей от вторжения морских вод. Однако наиболее высокие стенки Гудун и Чэндао, сооруженные в северо-восточной части морского края дельты, защищают не столько сельскохозяйственные

поля, сколько нефтепромыслы. Дамбы вдоль северного и восточного берегов дельты, первоначально препятствовавшие вторжениям морских вод на сельскохозяйственные земли дельты, с созданием прибрежного пояса аквакультурных хозяйств получили новое предназначение – защиту этих хозяйств. Сейчас необвалованными со стороны моря остаются лишь выдвинувшиеся в последние десятилетия новые дельтовые лопасти.

Равнины внутренних частей дельты полностью распаханы. Используется почти каждый пригодный для обработки клочок земли. Из сельскохозяйственного оборота изымаются лишь земли для застройки поселков и городов, для создания промышленных зон, а после открытия нефтяных месторождений – также для полей нефтедобычи. Для полива посевов во время весенней засухи, кроме самотечного и машинного (насосного) водозабора из рукавов, используется множество колодцев и скважин; созданы искусственные водоемы и водохранилища, наполняемые ливневыми водами в сезон муссонных дождей. Из этих водоемов вода подается на поля по мелиоративным каналам.

Ведущая отрасль сельского хозяйства – растениеводство. В сельском хозяйстве дельты, как и всего Шандунского экономического района, сочетается производство культур – «северных» продовольственных (рис, пшеница, соевые бобы, батат) и важных технических (хлопок, арахис, табак). На представленной на рис. 2 карте геосистем дельты Хуанхэ отдельно выделены массивы полей главной для Китая культуры – риса. Массивы рисовых полей, разделенных дамбами на чеки (размером десятки метров), заливаемые водой, хорошо выделяются на космических снимках. Карта свидетельствует о том, что эта культура, требующая большого количества пресной воды, тяготеет к периферийным участкам дельты – массивы рисовых полей внедряются в зону аквакультурных хозяйств, искусственных водно-болотных угодий или расположены вблизи крупных водохранилищ. Поля других сельскохозяйственных культур показаны на карте без их подразделения на типы, но для всех них характерна четкая геометрическая структура сетки полей, имеющих преобладающие размеры в 100 м – 1 км.

Проблемы сельскохозяйственного использования земель связаны с водообеспечением. Для решения таких проблем, как указывалось, созданы многочисленные водохранилища, от которых к полям протягиваются оросительные каналы. В последние десятилетия возникли также серьезные проблемы, связанные с развитием промышленности, расширением площадей нефтедобычи, распространяющейся на сельскохозяйственные районы.

Населенные пункты. Как и большинство речных дельт в мире, дельта Хуанхэ плотно населена. Преобладающее по площади сельскохозяйственное использование поверхности дельты, необходимость обработки занимающих большую часть площади дельты сельскохозяйственных полей, нередко с трудомкими культурами, предопределила густую сеть

сельских поселений. Однако в соотношение сельского и городского населения в дельте Хуанхэ внесло свои коррективы открытие в 1961 г. крупного нефтяного месторождения Шэнли. В 1983 г. был образован муниципальный округ Дуньин как база для развития нефтедобычи. Он включает все города и поселки дельты, охватывая площадь 7923 км² (в том числе за пределами выделенных границ дельты) с населением 1790 тыс. чел. [16]. Муниципальный округ Дуньин делится на два района – Дуньин и Хэкоу и три уезда – Гуанжао, Кэнли и Лицзинь, кроме того, по административному делению разделяются также 15 волостей и 23 поселения. При дешифрировании снимков в дельте выделено более 1000 небольших населенных пунктов.

В южной части дельты значительную площадь (более 200 км², с примыкающей к нему промзоной около 100 км²) занимает сам город Дуньин, к муниципальному образованию которого относится и вся дельта. Другие города в дельте – Кэнли, Хэкоу – занимают площадь по 20–30 км², есть и около 20 городов меньшей площади. Все они имеют промзоны, преимущественно для первичной переработки нефти, добываемой в их окрестностях. Промзоны непосредственно примыкают к городам, редко отделяясь от них санитарной зоной. Но сами города имеют достаточно благоустроенную территорию, четко распланированную квартальную сеть улиц, в городах есть парки с водоемами, спортивными сооружениями, зонами отдыха и даже садово-парковыми ансамблями. Четкая прямоугольная планировка кварталов, характерная для городов, свидетельствует о единовременном и планомерном строительстве жилых массивов.

Сельские населенные пункты равномерно распределены среди массивов сельскохозяйственных полей, что хорошо отражает карта (рис. 2). Размеры поселков невелики (обычно не превышают 1 км²). Поселки имеют четкую прямоугольную планировку с тремя–пятью рядами продольных и поперечных улиц, застроены одинаковыми по размеру домами, плотно примыкающими один к другому. Густота сети сельских поселков и их внутренняя структура различны на участках дельты, образовавшихся в разное время. В той части дельты, которая была сушей уже во второй половине XIX века, села отстоят друг от друга на расстоянии 2–3 км, застройка в них менее плотная, при домах имеются озелененные участки. На поверхности дельты, образовавшейся к середине XX века, сеть сельских поселений реже, расстояние между селами 5–10 км; для них характерна очень плотная застройка без приусадебных участков. Распределение сел по пространству дельты относительно равномерное, но наблюдается некоторое сгущение их сети вдоль старых русел отмерших рукавов и вдоль защитных дамб, отделяющих прирусловые участки. В более молодой периферийной части дельты, в зонах аквакультурных хозяйств, поселки редки, а на образовавшихся в последние десятилетия илисто-песчанистых лопастях рукавов Циншуйгоу и Чахэ поселения отсутствуют.

Особым в отношении населенности является крайний северо-восточный участок дельты, где сельских поселений также почти нет, но имеется множество промзон в окрестностях промышленных городов Сяньхэжэнь и Гудаочжэнь. На крайнем севере этого региона находится крупная промзона первичной переработки нефти Чжуанси. Здесь формируется строительство порта Хэйхэ для вывоза нефти танкерами. Строительство порта осложнено из-за мелководности прилегающей прибрежной зоны залива (глубины здесь менее 10 м и недоступны для тяжелых нефтеналивных судов). Поэтому от берега в залив выдвигаются на несколько километров эстакады с нефтепроводами и десятками причалов для танкеров.

Нефтедобыча. Использование поверхности современной дельты Хуанхэ находится под сильным влиянием открытого в 1961 г. месторождения нефти Шэнли – второго по величине в Китае. В дельте продолжается разведка залежей нефти, открываются новые нефтяные поля, развивается сеть нефтяных скважин и нефтепроводов, предприятий по первичной переработке нефти и нефтепродуктов. Кроме того, создаются нефтехранилища, развивается промышленность по производству нефтеоборудования, строится порт, а для вывоза нефти танкерами в условиях мелководья – аванпорт с выдвинутыми в залив эстакадами и причалами. В данной работе, посвященной экосистемам дельты и их хозяйственному использованию, остановимся лишь на аспектах этой проблемы, связанных с землепользованием.

Месторождения нефти и газа, встречающиеся во многих дельтах мира, приурочены к осадочным породам. В дельте Хуанхэ месторождения расположены на глубине 21 м. На карте (рис. 2) показано несколько полей нефтедобычи, отдешифрированных по космическим снимкам высокого разрешения. Это – участки площадью 30–50 км², в пределах которых создана густая сеть нефтяных скважин, находящихся на близком расстоянии друг от друга (до 100 м) и соединенных линиями нефтепроводов. Здесь скважины и нефтепроводы служат основным видом использования территории дельты. Такие поля нефтедобычи в южной части дельты занимают территорию между городами Дуньин, Кэнли и Шенточжэнь, и в северной части дельты между городами Сяньхэжэнь и Гудаочжэнь, есть также поле на восточном побережье дельты, отделенное от залива стенкой Гудун. Имеются также небольшие специально выделенные для нефтедобычи участки площадью 4–5 км², окруженные защитными дамбами, в пределах прирусловых зон рукава Цуйшингоу, защищенные от наводнений двойными ящикообразными дамбами.

Однако добыча нефти далеко не ограничивается этими специально выделенными нефтяными полями. Отдельные площадки нефтяных скважин выдвинуты далеко за пределы этих полей и распространяются на илисто-песчаные поверхности недавно сформированных дельтовых лопастей, окружающие

их приливные осушки и в прибрежную зону залива. Кроме того, нефтяные скважины распространяются на участки дельты с различными другими видами использования, на которых по космическим снимкам четко выделяются светлые прямоугольники платформ с вышками и качалками нефтяных скважин. Они вторгаются на сельскохозяйственные поля, в том числе рисовые (рис. 3, в), в искусственные водно-болотные угодья, водоемы, аквакультурные хозяйства. Такие площадки отстоят друг от друга на расстоянии от 100 до 500 м, но соединяются линиями нефтепроводов. На карте (рис. 2) они показаны особым знаком в сочетании с основным видом хозяйственного использования поверхности дельты.

Выводы:

– результаты дешифрирования космических снимков высокого разрешения и созданная на его основе карта естественных и антропогенных геосистем современной дельты Хуанхэ свидетельствуют, что эта дельта представляет собой яркий пример активного хозяйственного использования богатых природных ресурсов при сочетании традиционных отраслей хозяйства (орошаемого земледелия, водоснабжения населенных пунктов), с новыми (аквакультурой, добычей и переработкой нефти, градостроительством);

– в настоящее время в дельте Хуанхэ к числу естественных геосистем можно отнести лишь приливные осушки и узкие полосы равнин, недавно вышедших из-под воды, вдоль морского края дельты. Остальные геосистемы (аквакультурные хозяйства, орошаемые поля, водохранилища, восстанавливаемые водно-болотные угодья, нефтяные поля, промзоны и др.) являются антропогенными;

– в процессе исследования выявлены особенности пространственного распределения и взаимного влияния разнородных геосистем в дельте Хуанхэ. Резко проявляется экспансия нефтяных промыслов (приоритетной отрасли экономики), а также промзон и урбанизированных территорий, на смежные сельскохозяйственные поля, аквакультурные хозяйства и природоохранные объекты (восстанавливаемые водно-болотные угодья);

– в XXI веке могут ожидать, во-первых, дальнейшее и еще более сильное обострение противоречий между разными отраслями хозяйства в дельте Хуанхэ, а во-вторых, существенное усиление внешнего воздействия на дельту Хуанхэ и ее геосистемы. Это, с одной стороны, дальнейшее уменьшение поступающего в дельту стока воды и наносов в связи с интенсивным землепользованием и водохозяйственными мероприятиями в бассейне реки, а с другой – повышение уровня Желтого моря, усугубленное в приморской части дельты антропогенной просадкой грунта, вызванной откачкой нефти и подземных вод. Такое сочетание факторов может привести к изменению тенденции развития дельты от ее роста к сокращению;

– проведенное исследование подтвердило большую эффективность применения космических снимков при изучении не только пространственного

распределения дельтовых экосистем, но и их естественных и антропогенных временных изменений. Продемонстрированы широкие возможности исполь-

зования общедоступных спутниковых информационных систем типа GoogleEarth для тематического картографирования.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-05-00288).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас бассейна реки Хуанхэ / Под ред. Вэн Хуаюань. Пекин: Китайская карта, 1989. 356 с. (на китайском языке).

Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И. Аэрокосмические исследования динамики географических явлений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 205 с.

Кравцова В.И. Анализ динамики дельт на основе космических снимков // Водные ресурсы. 2001. Т. 28. № 4. С. 402–409.

Лю Ш., Чжон Ч., Бабич Д.Б., Иванов В.В., Коротаев В.Н., Михайлова М.В. Сток р. Хуанхэ и динамика дельты // Эрозионные и русловые процессы. 2010. Вып. 5. С. 317–330.

Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1998. 176 с.

Михайлова М.В. Гидрологический режим и динамика гидрографической сети устьевой области Хуанхэ // Водные ресурсы. 1998. Т. 25. № 1. С. 105–117.

Эстуарно-дельтовые системы России и Китая / Под ред. В.Н. Коротаева, В.Н. Михайлова, Д.Б. Бабича, Ц. Ли, Ш. Лю. М.: ГЕОС, 2007. 445 с.

Chu Z.X., Sun X.G., Zhai S.K., Xu K.H. Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) subaerial delta, China: Based on remote sensing images // Marine Geology. 2006. 227. P. 13–30.

Liu B., Liu G., Shu L.C., Wang X.G., Zhu B. Hydrological process and its ecological effect on a re-established freshwater

wetland in the Yellow River delta, China // Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities // Proceedings of HP1, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, Gothenburg, Sweden, July 2013 (IAHS Publ.358, 2013). P. 226–233.

Pang J.Z., Si S.H. Evolution of the Yellow River mouth: 1. Historical Shifts // Oceanol. Limnol. Sin. 1979. V. 10(2). P. 136–141.

Rosen T., Xu J.Y., Ma Z., Xu X. What can we learn from recent development of the Atchafalaya River delta, USA and the Yellow River delta, China? // Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities // Proceedings of HP1, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, Gothenburg, Sweden, July 2013 (IAHS Publ.358, 2013). P. 209–217.

Yang Z.S., Liu J.P. A unique Yellow River- derived distal subaqueous delta in the Yellow Sea // Marine Geology. 2007. V. 240. P. 169–176.

Yanyan V.A., Guangxue L.I. Evolution history and trend of the modern Huanghe River delta // Acta Oceanol. Sin. 2010. V. 29. № 2. P. 40–52.

www.agroxii.ru/users/zav52

www.hyconference.edu.cn/russian/165546.html

www.us-carsin/cars26475/Дуньин

Поступила в редакцию 07.04.2016

Принята к публикации 09.12.2016

V.I. Kravtsova¹, V.N. Mikhajlov²

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF GEOSYSTEMS IN THE PRESENT-DAY HUANG HE DELTA

Space imagery of the GoogleEarth information system made it possible to compile a map of natural and anthropogenic geosystems of the Huang He delta – a most dynamic delta of the world. Rapid advancing of delta wings into the sea caused by the great sediment runoff is followed by intensive, predominately agricultural, development of the «new» land and, respectively, the settlement of the territory. The map shows that in recent years the aquaculture and oil production become widespread in the delta area along with traditional agricultural land use. The materials of imagery interpretation disclose the inevitable conflicts of nature management related to the expansion of oil production that displace agricultural fields, aquacultural farms and nature protection areas.

Key words: delta, geosystems, nature management, agriculture, aquaculture, oil production, map, space imagery.

Acknowledgements. The work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 16-05-00288).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Cartography and Geoinformatics, Leading Research Scientist, D.Sc. in Geography; e-mail: valentinamsu@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Senior Research Scientist, D.Sc. in Geography; e-mail: vn.mikhajlov@mail.ru

REFERENCES

- Atlas basseina reki Huanghe [Atlas of Huanghe River basin]. Pod red. Ven Huayuan. Pekin: Kitaiskaya karta. 1989. 356 s. (in Chinas).
- Chu Z.X., Sun X.G., Zhai S.K., Xu K.H.* Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) subaerial delta, China: Based on remote sensing images // *Marine Geology*. 2006. V. 227. P. 13–30.
- Estuarno-deltovye sistemy Rossii i Kitaya [Estuarial-deltaic systems of Russia and China] / Pod red. V.N. Korotaeva, V.N. Mikhailova, D.B. Babicha, C. Li, Sh. Liu. M.: GEOS, 2007. 445 p. (in Russian).
- Knizhnikov Yu.F., Kravtsova V.I.* Aerokosmicheskie issledovaniya dinamiki geograficheskikh yavlenii [Aerospace investigations of geographical phenomena dynamics]. M.: Izd-vo MGU, 1990. 205 p. (in Russian).
- Kravtsova V.I.* Analiz dinamiki del't na osnove kosmicheskikh snimkov [Analyzing of deltas dynamics by satellite images] // *Water Resources*. 2001. V. 28. № 4. P. 402–409 (in Russian).
- Liu Sh., Chzhon B., Babich D.B., Ivanov V.V., Korotaev V.N., Mikhailova M.V.* Stok reki Huanghe i dinamika del'ty [The Huanghe River discharge and delta dynamics] // *Eroziionnye i ruslovyie process*. M.: MGU, 2010. V. 5. P. 317–330 (in Russian).
- Liu B., Liu G., Shu L. C., Wang X. G., Zhu B.* Hydrological process and its ecological effect on a re-established freshwater wetland in the Yellow River delta, China // *Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities* // *Proceedings of HP1, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, Gothenburg, Sweden, July 2013 (IAHS Publ.358, 2013)*. P. 226–233.
- Mikhailov V.N.* *Gidrologia ustyev rek* [River mouths hydrology]. Izd-vo MGU, 1998. 176 p. (in Russian).
- Mikhailova M.V.* *Gidrologicheskiy rezhim i dinamika gidrograficheskoi seti ustyevoi oblasti Huanghe* [Hydrological regime and dynamics of hydrographic network in Huanghe mouth area] // *Water Resources*. 1998. V. 25. № 1. P. 105–117 (in Russian).
- Pang J.Z., Si S.H.* Evolution of the Yellow River mouth: 1. Historical Shifts // *Oceanol. Limnol. Sin.* 1979. V. 10(2). P. 136–141.
- Rosen T., Xu J.Y., Ma Z., Xu X.* What can we learn from recent development of the Atchafalaya River delta, USA and the Yellow River delta, China? // *Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities* // *Proceedings of HP1, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, Gothenburg, Sweden, July 2013 (IAHS Publ.358, 2013)*. P. 209–217.
- Yang Z.S., Liu J.P.* A unique Yellow River- derived distal subaqueous delta in the Yellow Sea // *Marine Geology*. 2007. V. 240. P. 169–176.
- Yanyan V.A., Guangxue L.I.* Evolution history and trend of the modern Huanghe River delta // *Acta Oceanol. Sin.* 2010. V. 29. N 2. P. 40–52.
- www.agroxii.ru/users/zav52
- www.hyconference.edu.cn/russian/165546.html
- www.us-carsin/cars26475/Дунъин

Received 07.04.2016

Accepted 09.12.2016

УДК 339.91, 910.1

Т.Х. Ткаченко¹, П.А. Янгаев²

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЦЕПОЧКИ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Относимые к критическим видам минерального сырья редкоземельные металлы (РЗМ) становятся все более важным звеном в материалообеспечении высокотехнологичного сектора мировой экономики. Анализ распределения РЗМ-содержащего сырья по странам мира отражает его более низкую концентрацию по сравнению со сложившейся пространственной структурой производства, где львиная доля до последнего времени приходилась на Китай. На мировом рынке Китай выступает главным поставщиком как концентратов сырья (редкоземельных оксидов), так и, в последнее время, чистых металлов и их сплавов. Удорожание рабочей силы в Китае, ужесточение экологических стандартов производства, но, прежде всего, растущий внутренний спрос на продукцию в совокупности вызвали ограничения китайских поставок на мировой рынок. В ответ на рыночную дестабилизацию развитые страны приступили к осуществлению концепции создания полной производственной цепочки вне Китая. Показаны значительные инвестиционные проекты во «внекитайском» пространстве, возрождение вертикально-интегрированной формы ведения бизнеса в развитых странах с целью контроля и управления материнской компанией по всей длине цепочки, отмечены возможности для России вхождения в глобальную цепочку РЗМ.

Ключевые слова: редкоземельные металлы, география цепочек добавленной стоимости, Китай, США, вертикально-интегрированная компания.

Введение. В современных высокотехнологичных сферах производства немного есть сегментов, которые в той или иной степени не были бы зависимы от применения редкоземельных материалов³. Последние являются неотъемлемым элементом в производстве постоянных магнитов (более 22% от всего объема производимых РЗМ в мире), автомобильных катализаторов для дожигания выбросов из двигателей внутреннего сгорания (18% от всех РЗМ), высококачественной оптики и стекла (15%), люминофоров, промышленной керамики, катализаторов для нефтеперерабатывающей промышленности, сверхпроводников, лазеров, кино- и фотоаппаратуры. Кроме того, РЗМ широко используются и в традиционных сферах потребления, в частности, в металлургии для производства высококачественных высоколегированных сталей (не менее 15%) [Самсонов, 2014]. Прогнозы роста потребления РЗМ в мире строятся на возрастании сектора альтернативной энергетики, где в производстве ветрогенераторов и солнечных батарей одним из важнейших конструктивных компонентов являются высококачественные магниты; на ужесточении экологических требований, что приводит к росту спроса на катализаторы для дожигания топлива; на опережающем развитии энергосберегающих технологий, что, в частности, приведет к росту объемов производства гибридных автомобилей, компактных люминесцентных ламп, светодиодов, сверхпроводников; на постоян-

ном росте спроса на новые конструкционные материалы, особенно в аэрокосмическом комплексе, в автомобилестроении и др., производимых с применением РЗМ. При этом важно иметь в виду, что структура спроса на РЗМ³ существенно различна для разных стран. Так, например, в структуре спроса США преобладает сектор катализаторов – более 2/5 по сравнению с 16–18% в среднемировой структуре.

В целом очевидно, что число «валентных» связей РЗМ со сферами применения, причем с самыми современными высокотехнологичными сферами, очень велико, и это одна из причин отнесения их к категории «критического» сырья, то есть сырья, «существенного для национальной безопасности, наличие и распределение которого в известной мере необходимо контролировать» [Еремичев, 2012]. Департамент энергетики США относит в категорию «критических» 9 редкоземельных элементов – неодим (Nd), диспрозий (Dy), европий (Eu), иттрий (Y), тербий (Tb), празеодим (Pr) и др. [Critical Materials Strategy, 2011].

Объемы потребления РЗМ в физических единицах измерения невелики, не идут ни в какое сравнение с многотоннажными сырьевыми отраслями. Но применение даже малых количеств этих веществ позволяет получать уникальные по свойствам и качеству продукты. Рынок РЗМ, являющийся одним из самых молодых товарных рынков, растет быстрыми темпами: за последние 50 лет объем мирово-

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

² Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, аспирант; e-mail: iangaev.pavel@gmail.com

³ К РЗМ относится группа из 17-ти элементов, включающая иттрий, скандий, лантан и 14 лантаноидов, в том числе «тяжелые» РЗМ (с атомным весом от 64 до 71), более востребованные, способные выдерживать более высокие температуры по сравнению с «легкими» (с атомным весом от 57 до 63).

го производства и потребления РЗМ увеличился более чем в 25 раз – с 4 тыс. т в 1965 г. до 110 тыс. т в 2014 г. Прогнозируется, что к 2020 г. объем мирового спроса на РЗМ вырастет еще в 1,5 раза и составит порядка 190–200 тыс. т в год [U.S. Geological Survey, 2014].

Столь впечатляющие цифры роста основаны на том, что значительная часть отраслей, использующих РЗМ, лежит в основе формирующегося шестого технологического уклада, а в современных условиях именно технологическое развитие определяет перспективную конкурентоспособность государства. С учетом важности отрасли, особенности ее места в системе межотраслевых связей, актуальным представляется разработка географических аспектов развития рынка РЗМ.

Материалы и методы исследований. В настоящее время опубликовано достаточно большое количество материалов по геологии редкоземельных металлов, экономических исследований по сферам применения, по распределению по странам мира сырьевых запасов [Михайлов, 2010; British Geological Survey, 2014]. Оценки развития спроса и предложения на мировом рынке РЗМ регулярно даются Геологической службой США (USGS), событийные аналитические обзоры составляются исследовательским отделом австралийской компании ИМКОА (Industrial Minerals Company of Australia – IMCOA), в последнее время значительное число публикаций дает Китайская Ассоциация промышленности редкоземельных металлов (Chinese Rare Earth Industry Association). Но предметно географических исследований в этой отрасли нет. Нами предпринята попытка анализа географии редкоземельной индустрии с позиций цепочек создания стоимости (ЦСС). Именно анализ географии ЦСС продукта становится одним из важнейших направлений современных промышленно-географических исследований. Вообще исследовательский интерес и объем публикаций по трансграничным цепочкам создания стоимости резко возрос с начала 2000-х годов. «Современная мировая экономика все больше выстраивается вокруг глобальных цепочек добавленной стоимости» [Кондратьев, 2015]. Но одним из мало разрабатываемых аспектов остается анализ географии ЦСС в современных материалопроизводящих отраслях индустрии, и, в частности, в быстро набирающей объемы отрасли редкоземельных металлов.

Результаты исследований и их обсуждение. *ЦСС в редкоземельной индустрии.* К анализу глобальных цепочек создания стоимости в области РЗМ обратились относительно недавно. Этому предшествовали в известной степени «драматические» события на рынке этих материалов.

С середины 1960-х до конца 1980-х годов американская добывающая компания Моликорп Маунтин Пас (Molycorp's Mountain Pass mine) была доминирующим в мире поставщиком редкоземельных оксидов. Но к началу 2000-х почти все сепарированные оксиды РЗМ в США уже были импортными, главным образом из Китая. Более дешевое пред-

ложение со стороны Китая, а также ряд экологических проблем на Маунтин Пас привело к тому, что производство там к 2002 г. практически прекратилось. Начиная с этого времени и до конца 2000-х гг., США потеряли почти все свои позиции в редкоземельной цепочке создания стоимости, включая и интеллектуальные позиции [Marc Humphries, 2013]. Ценой такого пике стало абсолютное доминирование Китая на мировом рынке РЗМ.

Производственная цепочка в отрасли начинается с добычи руды, далее идут ступени извлечения оксидов, очистки, производства чистых металлов, их сплавов и конечная ступень включения сплавов в компоненты конечной продукции. К началу 2010-х гг. 97% продукции апстрим (добыча, получение оксидов) было сконцентрировано в Китае при контроле им до 45% мировых запасов в целом и 80% мировых запасов РЗМ тяжелой группы (наиболее востребованных) при наличии крупнейшего в мире редкоземельного месторождения (Баян-Обо во Внутренней Монголии) [Situation ..., 2012]. Подавляющая часть концентратов и оксидов поступала на экспорт, преимущественно в развитые страны, где осуществлялись последующие стадии переработки сырья.

На международном рынке Китай произвел фурор в начале 2010-х, ограничив экспорт продукции в Японию в ответ на незначительный пограничный инцидент с рыболовным траулером. Цены подскочили в несколько раз, что вызвало сильнейшую озабоченность стран-потребителей, не помогло и обращение ведущих индустриальных стран Евросоюза с иском в ВТО. Прогнозы развития цен стали занимать не только бизнесменов, но и исследователей.

В общих чертах можно утверждать, что издержки на стадии добычи будут возрастать в связи с ухудшением качества вовлекаемых в переработку руд и с ростом капиталоемкости производства. Китайские издержки скорее всего будут возрастать по мере того, как экологические параметры и потенциальный рост издержек труда все в большей степени будут «инкорпорироваться» в цепочку производства РЗМ Китая. Китай будет не в состоянии увеличивать объемы добычи с тем, чтобы сбивать цены на рынке, выводя с него конкурентов, как это он и делал в прошлом: у него самого растут издержки на добычу, но самое главное – возрастает свой внутренний спрос на сырье, да и экспортный рынок предъявляет спрос на продукцию с высокой степенью добавленной стоимости.

Издержки на стадии производства потребительских товаров, содержащих РЗМ, то есть издержки на конечной стадии (в расчете на единицу продукции), со всей вероятностью могут снижаться, даже несмотря на рост издержек сырьевой стадии. Но в целом рост спроса на конечную продукцию оказывает повышающий эффект на сырьевые цены. В этих условиях развитый мир стал искать ответы на «китайский» вызов.

Китай в редкоземельной цепочке создания стоимости. Последовательное продвижение вверх

по цепочке Китай начал с конца 1990-х: началось производство магнитов, фосфора, полировальных порошков. До 80% постоянных магнитов производится в настоящее время в Китае. К началу 2010-х в Китае уже широко развиваются производства электромоторов, LCD, мобильных устройств и др., использующих редкоземельные компоненты. Высказываются мнения, что редкоземельная индустрия сыграла чуть ли не ключевую роль в трансформации и взрывном росте китайской экономики.

Центром редкоземельной лихорадки XXI века и столицей мировой РЗМ-индустрии называют комплекс Баотоу (на северном берегу Хуанхэ, Внутренняя Монголия). Еще в 1950 г. Баотоу насчитывал 97 тыс. жителей, в настоящее время – это крупный город с 2,5 миллионным населением. Ему принадлежит решающая роль как в китайской, так и в мировой РЗМ-индустрии. Расположенное в нескольких километрах севернее от города крупнейшее в мире бастензитовое месторождение Баян-Обо, сосредоточивает, по некоторым оценкам, немногим менее половины всех разведанных мировых запасов РЗМ. В непосредственной близости от добывающих шахт располагаются предприятия, производящие продукцию даунстрим – по сепарации, производству чистых металлов (подавляющая часть китайского неодайма и празеодима) и готовой продукции – магнитов, полировальных порошков и др. Баотоу – крупнейший центр НИОКР в редкоземельной области, здесь расположен Baogang Rare Earth Research Institute.

Но оценки места и значимости Китая в цепочке стоимости редкоземельной продукции подвергаются пересмотру, и в частности, под воздействием экологического фактора. Приведем выдержки из полевых обследований сотрудников БиБиСи (апрель 2015 г.):

«Добро пожаловать в Баотоу, город о котором мало кто слышал, но на продукции которого многое держится в нашей современной жизни. Трудно сказать, где заканчивается производственный комплекс Баотоу, а где начинается город. Массивные трубы вздымаются из-под земли, проложены вдоль улиц и бульваров, арками перекрывают дороги. Ширина улиц рассчитана на бесконечный поток огромных дизельных грузовиков, подминающих все остальные виды транспорта. После дождей они пропахивают себе путь через черную от угольной пыли грязь. Куда ни глянь, видны ректификационные колонны, бесконечные столбы электросвязи. Можно сказать, что доминирование Китая на РЗМ рынке обусловлено не столько геологией (наличием сырья), сколько готовностью принять на себя экологический удар, которого так страшатся другие страны. Особо наглядна эта жертва на примере озера Баотоу. В 20 минутах езды от центра города по покинутой жителями местности раскинулся огромный (11 км²), до горизонта, отстойник. Десятки труб вдоль береговой линии изрыгают в озеро потоки густой, черной, дурно пахнущей массы. Рев труб и серная вонь наводят мысль об аде на Земле. Пробы грунта на радиацию показа-

ли 3-кратное превышение ПДК». [Tim Maughan. The dystopian lake ..., 2015]. В Баян-Обо были проведены исследования воздействия РЗМ-комплекса на состояние здоровья жителей. Замеры утренней мочи показали значительное превышение контрольных норм содержания тяжелых и легких РЗМ и параллельное этому повышенное содержание тяжелых металлов и урана».

Очевидно, что низкие экологические барьеры в Китае – в сочетании с ресурсным и трудовым факторами – и были решающим компонентом подъема Китая на позицию безоговорочного лидера в мировой РЗМ-индустрии. И, хотя ужесточение экологических стандартов как приоритетное официально заявленное направление развития в Китае, вероятно, снизит рентабельность производства и может повести к ценовым изменениям, многие эксперты все же предсказывают сохранение китайского лидерства еще на долгие годы. Странам для разработки имеющихся у них месторождений, поиска альтернатив и создания новых каналов поставок, не связанных с Китаем, потребуются годы работы и существенные финансовые ресурсы.

Но есть и другие, альтернативные этому выводу, предположения. Как ответ на «китайский вызов» прокладывает себе дорогу концепция создания полной цепочки вне Китая, что может кардинально поменять пространственную структуру мировой индустрии РЗМ.

Создание производственных цепочек вне Китая. Развитие мощностей в апстрим сегменте. Страны приступили к созданию стратегических запасов редкоземельных металлов. Так, например, в феврале 2012 г. Германия и Казахстан заключили соглашение о стратегическом партнерстве, которое гарантирует «право немецких компаний на изыскания и добычу редких земель и других ископаемых в Казахстане в обмен на инвестиции, в том числе в развитие технологий». Аналогичное соглашение было заключено ФРГ с Монголией в октябре 2011 г. В апреле 2012 г. немецкая горнорудная компания Tantalus Rare Earths AG в партнерстве с французской Rhodia вошли в проект по добыче 15 тыс. т редких земель в год из ионно-абсорбционных глин месторождения на северо-западе Мадагаскара [Самсонов, 2014].

В Австралии имеется богатое бастензитовое месторождение Mount Weld, содержащее в руде 16% оксидов РЗМ в расчете на 1 млн т запасов, что в три раза превышает соответствующее значение для китайского Bayan Obo и американского месторождения Mountain Pass. В настоящее время месторождение подготавливают к освоению. Австралийская компания Lynas Corp. предполагает производить в ближайшие годы более 20 тыс. т РЗМ в год на этом месторождении. Проект относится к числу наиболее перспективных в мире по добыче РЗМ вне Китая. Суммарные запасы РЗМ другого австралийского месторождения, Nolans Bore, оцениваются в 577 тыс. т.

Компания Greenland Minerals & Energy Ltd. планирует добычу сырья на руднике в юго-западной

части Гренландии, затраты на реализацию проекта первоначально оцениваются в 2,2 млрд дол.

Главным событием на рынке РЗМ в 2015 г. стала ликвидация системы квот на экспорт РЗМ Китаем. Данное решение было инициировано Всемирной Торговой Организацией. После жалоб США, ЕС и Японии по поводу ограничений Китая на вывоз РЗМ в конечном итоге было принято решение о том, что ограничения КНР на экспорт являются нарушением правил международной торговли. Но отметим, что это не отменило курса многих стран на «отвязку» от китайских поставок, на поиски другой ниши в ЦСС.

Возвращение Моликорп к вертикально-интегрированной стратегии. С конца 2000-х гг. в США на правительственном уровне было констатировано, что в глобальной цепочке создания стоимости редкоземельной продукции американское присутствие явно недостаточно. США импортируют критически важную продукцию, необходимую, в том числе, и в производстве военной техники. Эксперты подчеркивают, что недостаточно развивать только добывающие мощности без одновременного продвижения по цепочке даунстрим. Один из предлагаемых вариантов развития – воссоздание вертикально интегрированных компаний.

С начала XXI века Моликорп приступает к кампании восстановления редкоземельной индустрии США, разворачивая новую бизнес-модель, модель вертикальной интеграции бизнеса «от шахты до магнита». С 2008 г., года выкупа группой инвесторов предприятия Molycorp Mountain Pass у Шеврона (который избавлялся от непрофильных, то есть неэнергетических, активов), начался этап «возрождения». Одним из первых шагов было совершенствование процесса сепарации оксидов с тем, чтобы уменьшить негативные экологические характеристики. Был разработан процесс с меньшим использованием реагентов и с рециркуляцией воды без использования отстойников. Новое предприятие по сепарации было заложено в Маунтин Пас в 2011 г.

Недавние изменения в цепочках создания стоимости компании Моликорп [Marc Humphries, 2013]:

- Приобретение Neo Materials Technology, Inc. Это компания, базирующаяся в Торонто (переименована в Моликорп Торонто), имеющая мощности по переработке РЗЭ и производству магнитов (permanent magnet powder) в Китае. 18% продукции Neo Materials идет на внутренний рынок Китая, 33% напрямую экспортируется в Японию, а еще 11% поставляется на японские компании, действующие на территории Китая. Критики этой сделки отмечают возможную опасность наложения китайских ограничений на экспорт этой высокоценной продукции. Но Моликорп планирует переместить часть своих производственных мощностей на площадки Neo Materials в Китае.

- Моликорп создал СП с японской Daido Steel and Mitsubishi Corporation и теперь производит маг-

ниты (NdFeB) в Японии и поставляет их на мировой рынок.

- Недавно Моликорп приобрел филиал японской компании Santoku в Америке, переименовал его в Molycorp Metals and Alloys (MMA). Это поглощение – часть стратегии вертикального интегрирования. Теперь MMA производит неодимовые (NdFeB) и самарий-кобальтовые (SmCo) магниты и сплавы, используемые затем в авиационной и компьютерной технике, в современных носимых приборах и устройствах и т. д.

- В 2011 г. Моликорп приобрел 90% (а позже и оставшиеся 10%) акций расположенного в Эстонии предприятия AS Silmet. Выросший из советской «фабрики № 7» по производству урана⁴ эстонский Silmet в 1970-х годах полностью перешел в редкоземельную отрасль и сейчас является крупнейшим в Европе по сепарации металлов. В глобальной цепочке Silmet занимает «серединное» место, получая почти 100% необходимого сырья извне (из Бразилии, из России с Ловозерских месторождений и в последние годы из США с заводов Моликорпа) и отправляя почти полностью полученные металлы вовне (в США, Японию и ЕС).

- Развитие бизнеса в сегменте даунстрим требует большого финансирования, квалифицированных кадров, наличия рынка сбыта. Ставя своей стратегической целью «от шахты до магнита», Моликорп придает большое значение воссозданию научно-исследовательского потенциала в отрасли [Molycorp Corp. [Electronic resource]. – URL: // <http://www.molycorp.com/>].

Пространственный же аспект анализа деятельности компании выявляет сохранение глобального распределения цепочки. Пример Моликорп – это пример компании с вертикальной управленческой организацией цепочки и с горизонтальной глобальной пространственной производственной ее организацией. При этом, как показал анализ, значительная часть «моликорповских» мощностей в сегменте даунстрим размещается и планируется размещать на территории Китая, что, как будто, не вписывается в концепцию «цепочки вне Китая», но по сути означает возврат американского капитала и управления в цепочку.

Россия в редкоземельной ЦСС. В СССР существовала развитая редкоземельная промышленность полного производственного цикла. Суммарное производство РЗМ-продукции в 1991 г. достигало 8,5 тыс. т, что составляло порядка 15% мирового рынка и обеспечивало СССР третье место в мире. Но при этом РСФСР производила не более 10% конечной РЗМ-продукции; основные мощности по добыче и верхним ступеням передела были сосредоточены в Украинской ССР, Казахской ССР, Киргизской ССР, Эстонской ССР.

В настоящее время российская РЗМ-промышленность фактически только начинает формировать-

⁴ Что не удивительно, поскольку собственно появившиеся в 60-е годы 20-го века технологии выделения чистых РЗМ металлов базировались на основе использования технологий разделения изотопов урана.

ся. Россия, находясь на втором месте в мире по объему запасов РЗМ, ежегодно производит менее 2 тыс. т РЗМ (1,3% мирового рынка) [Самсонов, 2014]. РЗМ производятся в виде продукции начального передела – коллективных карбонатов РЗМ, почти весь объем продукции экспортируется в силу отсутствия в России промежуточных переделов технологической цепочки (разделительного и металлургического производств). Текущее потребление РЗМ (индивидуальные оксиды и металлы) российскими производителями отдельных видов высокотехнологичной продукции (магнитов, катализаторов, оптики и др.) незначительно, составляет порядка 2 тыс. т в год и полностью удовлетворяется за счет импорта из Китая, что носит критический характер для национальной безопасности и развития отечественной промышленности.

Но, как считают руководители и сотрудники Института экономики и организации промышленного производства СО РАН, изменение создавшегося положения возможно [Крюков, 2013]. Минерально-сырьевая база РЗМ в России (прежде всего Сибири и Дальнего Востока) по объему и качеству сырья, экономическим, геологическим и горнотехническим параметрам является уникальной. Прогнозные российские запасы РЗМ – самые крупные в мире. На сверхкрупном Томторском месторождении (Западная Якутия) сибирские геологи подготовили уникальную сырьевую базу комплексных РЗМ руд. В Сибири уже имеются предпосылки для создания технологической платформы по переработке РЗМ и их использованию в качестве конструкционного материала для производства высокотехнологичной продукции. Стоимост-

ные характеристики таких продуктов в сочетании с их относительно малым весом позволяют преодолеть «проклятие» пространств и расстояний, которые влияют на возможности интеграции экономики восточных районов страны в систему мирохозяйственных связей.

Выводы:

– в настоящее время редкоземельным металлам трудно найти замену, и растущий спрос в условиях развития высокотехнологичных отраслей становится все сложнее удовлетворить. Сложившееся исторически абсолютно доминирующее место Китая в цепочке создания стоимости в редкоземельной отрасли позволяет ему контролировать ситуацию на рынке, определяющим образом влияя на динамику цен на продукцию;

– на современном этапе геополитической непредсказуемости и неустойчивости мирохозяйственного развития особенно усилилось стремление стран избавиться от «китайской» зависимости в этом жизненно важном сегменте производства. Проведенный анализ выявил наличие в этом сегменте значительных инвестиционных проектов во «внекитайском» пространстве, усиление значения вертикально-интегрированных по всей цепочке создания стоимости форм ведения бизнеса в развитых странах, наличие для России перспектив вхождения в цепочку РЗМ. Прокладывающая дорогу концепция создания полной цепочки РЗМ вне Китая – это пример деглобализационных тенденций, стремления стран укорачивать цепочки, ограничивая их национальной территорией или же отношениями со странами «своего круга», пример реиндустриализационных процессов в развитых странах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Еремин Н.И. Критическое минеральное сырье в экономиках США и ЕС [Электронный ресурс] // Научная конференция «Ломоносовские чтения», МГУ, апрель 2012 г., секция Геология – URL: http://geo.web.ru/pubd/2012/06/01/0001186421/pdf/eremin_2012.pdf
- Кондратьев В. Мировая экономика как система глобальных цепочек стоимости // МЭиМО. 2015. № 3.
- Крюков В.А., Толстов А.В., Самсонов Н.Ю. Стратегическое значение редкоземельных металлов в мире и в России (2013) [Электронный ресурс] – URL: <http://dnevnikykt.ru/ivanshamaev/544301>
- Михайлов В.А. Редкоземельные руды мира: Геология, ресурсы, экономика: монография. Киев: Киевский университет, 2010. 223 с.
- Самсонов Н.Ю., Семягин И.Н. Обзор мирового и российского рынка редкоземельных металлов // ЭКО. 2014. № 2. С. 45–54.
- British Geological Survey. Rare Earth Elements. November 2011. [Electronic resource] – URL: <http://www.mineralsuk.com/>
- Critical Materials Strategy [Electronic resource] // U.S. Department of Energy, December 2011 – URL: http://energy.gov/sites/prod/files/DOE_CMS2011_FINAL_Full.pdf
- <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>
- Marc Humphries. Rare Earth Elements: The Global Supply Chain. CRS Report, Dec.16, 2013.
- Molycorp Corp. [Electronic resource]. – URL: <http://www.molycorp.com/>
- Situation and Policies of China's Rare Earth Industry [Electronic resource] // Information Office of the State Council The People's Republic of China. – URL: http://english.gov.cn/2012-06/20/content_2165875_5.htm
- Tim Maughan. The dystopian lake filled by the world's tech lust [Electronic resource] – URL: www.bbc.com/future/story/20150402-the-worst-place-on-earth
- U.S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries, 2014: U.S. Geological Survey [Electronic resource]. – URL: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>

Поступила в редакцию 02.06.2016
Принята к публикации 09.12.2016

T.Kh. Tkachenko¹, P.A. Yangaev²SPATIAL ANALYSIS OF THE ADDED VALUE CHAINS
IN THE RARE EARTHS INDUSTRY

The rare earth metals (REM) which are considered to be critical mineral resources are becoming increasingly important for the high-tech sector of world economy. Analysis of the spatial distribution of REM-containing raw materials shows that it is less concentrated compared to that of their current production where China accounted for the lion's share until recently. China is the main supplier of both raw concentrates (rare earth oxides), and, more recently, pure metals and alloys on the global market. Increase in labor costs, stricter environmental standards of production, but above all, the growing domestic demand for REM-products resulted in the reduction of Chinese deliveries for the world market. In response to the market destabilization the developed countries have started to implement the concept of creating a complete industrial chain outside China. Significant investment projects realized in the «mon-China space» are described. The revival of vertical- integrated forms of doing business in the developed countries with the aim of monitoring and control of the entire chain by a parent company is noted. Possible entry of Russia into the global REM-chain is discussed.

Key words: rare earth metals, geography of global supply chain, China, the USA, vertical-integrated company.

REFERENCES

- British Geological Survey. Rare Earth Elements. November 2011. [Electronic resource] – URL: <http://www.mineralsuk.com/CriticalMaterialsStrategy> [Electronic resource] // U.S. Department of Energy, December 2011 – URL : http://energy.gov/sites/prod/files/DOE_CMS2011_FINAL_Full.pdf.
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>.
Kondratyev V.B. Mirovaya ekonomika kak sistema globalnykh zepochek stoimosti [The World Economy as a Global Value Chains System] // MEiMO, 2015. № 3.
Krukov V.A., Tolstov A.B., Samsonov N.Yu. Strategicheskoye znachenie redkozemelnykh metallov v mire i v Rossii (2013) – URL: <http://dnevnik.ykt.ru/ivanshamaev/544301>
Marc Humphries. Rare Earth Elements: The Global Supply Chain. CRS Report, Dec.16, 2013.
Mikhailov V.A. Redkozemelniye rudy mira: Geologiya, resursy, ekonomika [Rare Earth's Ores in the World: Geology, Resources, Economics]. Kiyev: Kiyev university. 2010. 223 p.
Molycorp Corp. [Electronic resource]. URL: // <http://www.molycorp.com/>
Samsonov N.YU., Semyagin I.N. Obzor mirovogo i rossiyskogo rynka redkozemelnykh metallov [Review of the World and Russian Rare Earth's Market] // EKO. 2014. № 2. P. 45–54.
Situation and Policies of China's Rare Earth Industry [Electronic resource] // Information Office of the State Council The People's Republic of China. – URL : http://english.gov.cn/2012-06/20/content_2165875_5.htm
Tim Maughan. The dystopian lake filled by the world's tech lust [Electronic resource] – URL: www.bbc.com/future/story/20150402-the-worst-place-on-earth
U.S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries, 2014: U.S. Geological Survey [Electronic resource]. – URL: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>
Yeremin N.I. Kriticheskoye mineralnoye syrye v ekonomikakh SSHA i ES [Critical raw materials in USA and EU]/ Nauchnaya konferenciya «Lomonosovskiy chteniya», sekciya Geologiya, MSU, April 2012 – URL: http://geo.web.ru/pubd/2012/06/01/0001186421/pdf/eremin_2012.pdf)

Received 02.06.2016

Accepted 09.12.2016

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, Associate Professor, PhD. in Geography; *e-mail:* maryasha_t@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geography of World Economy, postgraduate student; *e-mail:* iangaev.pavel@gmail.com

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 911.7(55.553+554)

В.Л. Бабурин¹, А.И. Даньшин², А.П. Катровский³ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ
СЕВЕРНОГО ИРАНА

Рассмотрены территориальные природно-хозяйственные системы Северного Ирана, выходящего широким фронтом к побережью Каспийского моря, в их развитии под влиянием сложных комплексов природных и социально-экономических аттракторов. Дан анализ спектра изменений по субширотным (запад–восток) и субмеридиональным (море – горы) осям в контексте модели природа – население – хозяйство. По результатам исследования выявлены основные черты расселения, включая закономерности ранг–людность и эффекты агломерирования. Установлена специфика современной Иранской индустриализации.

Ключевые слова: территориальная природно-хозяйственная система, аттрактор, бифуркация, система расселения.

Введение. На протяжении нескольких лет на географическом факультете МГУ осуществляются работы по созданию электронного атласа Каспийского моря. За эти годы были проведены специальные экспедиционные исследования по приморским территориям всех Прикаспийских государств. Часть полученных результатов, помимо серии карт, нашла свое отражение в двух коллективных монографиях (Двадцать лет разделенного ..., 2012; Постсоветское пространство ..., 2013), по современной географии постсоветских государств. Авторы отдавали себе отчет в том, что Иран – огромная страна с колоссальным внутренним разнообразием, и охватить всю его географическую специфику в отдельной статье невозможно. Проблемы для исследования создают и недостаточное число русскоязычных источников по Ирану. Можно упомянуть лишь достаточно устаревшие сюжеты из серии «Страны и народы», раздела по Ирану П. Милова в изданной в 1953 г. книге «У карты мира» и немногие публикации иранских аспирантов в России и других странах СНГ.

В то же время ряд общих процессов, прежде всего модернизация, проявляются во всех частях Ирана, разумеется, с учетом местных естественно-исторических и социокультурных особенностей. Таким образом, выбор этой территории для анализа связан как с исследованиями Каспийского региона в целом по гранту РГО, так и с возможностью оценить влияние столицы Ирана – Тегерана на агломерационные процессы в прилегающих к нему Прикаспийских провинциях – Гилян, Мазендеран (в других источниках Мазендаран) и Голестан.

Материалы и методы исследований. Исследование базируется на основных дефинициях систем-

ной парадигмы, которая позволяет осуществить многослойный покомпонентный анализ сложных многоуровневых иерархических систем, в том числе в районах, развивающихся в условиях быстрых трансформаций. Ответом на эти трансформации стала перестройка жестко иерархизированных систем в структуры типа «многослойных элементов в многоэшелонной системе» (Месарович с соавт., 1973). Процессы демократизации корпоративного управления, развитие территориального самоуправления, процессы ассоциирования и агломерирования, стремительно нарастающие в «прижатом» столицей к побережью Северным Ираном – все это многочисленные подтверждения формирования подобных систем. Представляется, что именно они наиболее адекватны потребностям территориальной (в том числе и районной) организации постиндустриальной инновационной волны. Нетрудно видеть, что системы (в том числе и районы), с которыми имеет дело экономическая и социальная география, относятся к неравновесной области и соответственно обладают склонностью к самоусложнению, что в нашем понимании тождественно понятию районообразования. Именно эти процессы происходят в настоящее время в Иранском Прикаспии.

Происходящие сегодня в Иране процессы модернизации также требуют уменьшения жесткого контроля государства за экономической жизнью. Так, во времена монархии, генерал-губернаторы останов (провинций) назначались шахом, а в настоящее время это уровень МВД. Останы разделены на шахрестаны (области), во главе которых стоят губернаторы, которых, как и глав нижестоящего административного уровня – бахш (районов), назначает МВД. Еще ниже по административной

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

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

³ Смоленский гуманитарный университет, проректор, докт. геогр. н; e-mail: alexkatrovsky@mail.ru

иерархии находятся дехестаны (сельсоветы), управляемые сельскими советами. За период с 1950 г. количество останов возросло с 12 до 31, что отражает процесс децентрализации власти.

Значимость проведенного исследования усиливает и тот факт, что на рассматриваемый регион (включая Тегеранскую агломерацию) приходится около 5% территории, но почти 30% населения, в том числе на Прикаспийские провинции свыше 10%, то есть это один из наиболее заселенных регионов Ирана.

По мере чередования революционных и эволюционных фаз развития соответственно меняется преобладание случайных (стохастических) и детерминистических процессов. При этом внутренним источником такого развития выступает еще одна категория диалектики – единства и борьбы противоположностей, когда внутрисистемная динамика определяется борьбой негэнтропии и энтропии, креативности и акцепторности, устойчивости и неустойчивости, организованности и хаоса, случайности и закономерности и т. п. При этом и резкое возрастание энтропии системы, ведущее к потере ее устойчивости, и резкое уменьшение энтропии, подавляющее способность к адаптации, при наличии соответствующих внешних воздействий ведут к разрушению системы. Следствием этой логической схемы является большая вероятность развития территориальной системы по «периферийному» сценарию, чем по «ядерному», и, следовательно, периферийность является более распространенной формой эволюции, чем «центральность». Для Северного Ирана все несколько иначе. Его объективная естественно-историческая аграрная периферийность во все большей степени, под влиянием быстрорастущей Тегеранской агломерации, трансформируется в субпериферию этой крупнейшей в Иране групповой системы расселения. Уже в настоящее время численность населения городов с людностью более 100 тыс. чел. приблизилась к 14 млн чел. и составляет 50% всего населения рассматриваемого региона.

Важно отметить и еще одно общее свойство эволюции районов, отражающее суть различий между досоциальными и социальными системами в границах общеприродных рамочных условий. Социальные системы, по мере своего развития и увеличения внутри них доли искусственных подсистем и элементов, по мере нарастания организованности, становятся все более предсказуемыми, поддающимися целеполагающему управлению. Северный Иран сегодня демонстрирует быстрое «выдавливание» аграрных отношений, как в образе жизни, так и в хозяйственной сфере сочетанием двух процессов – ускоренной индустриализацией и все более активной интеграцией в Тегеранскую агломерацию. В воскресные дни в летний сезон численность населения на побережье фактически удваивается.

Наконец важно учитывать, что переход системы в новое состояние и изменение пути развития и есть «событие». В точке бифуркации господствует «его величество случай», который выталкивает то,

что остается от системы, на новый путь развития, а затем, когда из бесконечного числа вариантов возможного будущего выбран единственный, вновь вступает в силу детерминизм. Для Ирана, подобной точкой бифуркации явилась Исламская революция, после которой наступил модернизационный вариант развития в условиях теократического режима.

Исследование базировалось как на интернет ресурсах и литературных источниках, так и на результатах полевых исследований, а также интервью с работниками административных органов и руководителями хозяйствующих субъектов.

Результаты исследования и их обсуждение. Огромная Тегеранская агломерация, «нависающая» над Каспийским побережьем в Северном Иране, стремительно меняет исторически сложившийся аграрный облик региона. В процессе эволюции его первоначальный монофункциональный (аграрный) облик все более преобразуется в универсальный (диверсифицированный), ведущий к повышению устойчивости всей территориальной природно-хозяйственной системы (ТПХС) Иранского Прикаспия. Новая система образования и подготовки кадров, подкрепленная десятками университетов, массовое создание свободных экономических зон (СЭЗ) по периферии городов и в межгородских пространствах, строительство современной транспортно-коммуникационной и рекреационной инфраструктуры в Иранском Прикаспии демонстрируют подобную направленность преобразований. Наши исследования показывают, что об этом регионе уже можно говорить как о классической субпериферии, в границах которой процесс диффузии производственных и социальных инноваций идет наиболее интенсивно, совмещая в себе как контактную, так и иерархическую модели.

Важнейшим механизмом происходящего процесса районообразования являются аттракторы, которые отражают состояние системы после выхода ее на «основной режим». В фазовом пространстве они проявляются либо как устойчивая особая точка, либо как предельный цикл для регулярных циклов. Контактные зоны море – суша, горы – равнина, комплексы речных долин в ландшафтах, города в социальных системах – суть аттракторы (притягивающие структуры). Именно это их свойство создает преимущества, как для притягивания новаций, так и для их трансформации в инновации. Во многом именно аттракторы, по-видимому, отвечают за процессы территориальной концентрации и районообразования в целом (Бабулин, 2012). Однако еще более распространены так называемые «странные аттракторы», суть которых заключается в том, что многие процессы при малых начальных различиях, на бесконечно длинном отрезке времени могут бесконечно удалиться друг от друга. Так, зародившиеся примерно с равными параметрами поселения через века оказываются на различных уровнях иерархии поселенческих систем, что наглядно видно в Северном Иране при сравнении эволюции систем рассе-

ления и хозяйства Аламутской долины, северных и южных макросклонов Эльбурса. Можно предположить, что «сильный аттрактор» в территориальных системах соответствует выгодному ЭГП, стимулирующему, например, формирование агломераций (в том числе втягивающих в свою орбиту сельскую местность, как это происходит в Иранском Прикаспии), а «слабый аттрактор» – неблагоприятному, консервирующему сельскую среду (Бабурин, 2009). Десятилетия антииранских санкций, вынужденный поворот на север существенно улучшили ЭГП ТПХС Северного Ирана.

Процесс районообразования не в последнюю очередь находится под сильным воздействием циклических процессов. «Чистый цикл» в процессе своего зарождения формирует новое качество и является синонимом уникальности в окружающем мире. По мере диффузии свойства уникальности уменьшаются, а нарастают признаки типичности, общепринятости и общераспространенности. С умиранием цикла он вновь приобретает черты уникальности, но уже реликтового характера. Взаимодействуя, циклы выступают по отношению друг к другу как внешняя среда, корректирующая генетическую обусловленность развития. Таким образом, каждый цикл выступает в двух лицах – и как генетически детерминированный тренд, и как стохастически воздействующая внешняя среда. Кроме того, одновременно сосуществуют разновозрастные циклы (молодые, зрелые, старые, реликтовые), разномасштабные (микро-, мезо- и макро-), с разной ритмикой (короткой, средней, длинной) и т. д. Все это детерминирует многоукладность экономики – типичной среды современного Ирана (включая его прикаспийские провинции), где индустриальные парки соседствуют с мелкотоварным традиционным земледелием.

И здесь естественным образом возникает мысль о большей адекватности процессам изменчивости и наследования в ТПХС и территориальных общностях населения инновационной модели, которая рассматривает человека как первопричину всех социальных новаций, а всю совокупность общественных отношений и их пространственных структур как инновационную среду, либо благоприятную для них, либо тормозящую (Бабурин, 2010).

Обобщая, отметим, что эволюционный подход, охватывающий всю пространственно сочлененную совокупность систем неживой и живой природы, а также общества, нанизанных на «стрелу времени», позволяет разрешить и еще одно противоречие: противоречие между закономерностями развития природы и закономерностями развития общества. Значительное число специалистов, в том числе и в рамках марксистской традиции, стоит на позициях несводимости природных и общественных закономерностей к единому знаменателю. Однако эволю-

ционная парадигма недвусмысленно показывает, что природные системы в процессе эволюции породили социальные, а следовательно, природные закономерности несут более общий, рамочный характер по сравнению с социальными. Соответственно и процесс районообразования представляет собой социально-экономическую трансформацию территориальных природных систем в природно-хозяйственные, а затем и в хозяйственно-природные, по крайней мере, в их ядерных частях. Это как нигде ярко проявляется в Северном Иране, о чем более подробно мы скажем ниже.

Северный Иран (южный Прикаспий)⁴ является классическим регионом, где природные аттракторы детерминировали социально-экономические, которые в свою очередь во многом определяют его территориальную структуру. В качестве первой детерминанты, или, мягче, камертона, выступает рельеф. Горная система Эльбурс, окаймляя Каспийское море с юга, создает барьер развития, как в транспортно-коммуникационном отношении, так и в качестве климатораздела, который в свою очередь сильно детерминирует растительность и агроклиматический потенциал северных и южных, восточных и западных макросклонов. Как следствие, количество осадков последовательно уменьшается с запада на восток от 1200–1300 мм (в высокогорьях до 1700 мм) в Гиляне и Мазендеране (климат влажных субтропиков), до 500 мм на востоке в Голестане (климат сухих субтропиков).

Как всякая контактная зона (а здесь она двойная горы – равнина и суша – море) Иранское каспийское побережье исторически является мощным аттрактором, притягивающим фауну и флору, население и хозяйствующие субъекты. Не случайно здесь самая высокая (не считая Тегеранской агломерации) плотность населения и сельских поселений в Иране. Еще один важный природный аттрактор – высотная поясность в рамках системы Эльбурс. Западная и центральная равнины вплоть до северных предгорий и далее к востоку до Туркмении имеют климат влажных субтропиков, в силу близости к морю, «отороченному» горами, отличающийся умеренными температурными перепадами и обильными осадками. С постепенным повышением высоты от равнинных территорий и с отдалением от Каспийского моря происходят заметные климатические изменения. Так, в диапазоне высот от 1500 до 3000 м царят горные, умеренные климатические условия. Одним из главных характерных свойств этой зоны является сокращение осадков и падение температуры воздуха⁵. В высокогорьях северных макросклонов Эльбурса (выше 3000 м) наблюдаем холодный горный климат, а обильный снег сохраняется до середины лета. В кальдерах ряда горных пиков (Алам-кух и Тахт-и-Сулейман), образовались постоянные ледники, что в свою очередь создает

⁴ Провинции Гилян, Мазендеран и Голестан.

⁵ Это в определенной степени формирует своеобразную систему расселения, связанную именно с умеренно теплым климатом и нейтральным количеством осадков.

предпосылки развития горных видов рекреации (здесь сконцентрированы почти все иранские горнолыжные курорты, пользующиеся спросом в основном со стороны более «продвинутого» населения Тегерана).

Важную системообразующую роль играют долины-аттракторы (реки), главные из которых Сефидруд и Горган, по их долинам и притокам сформировался долинный тип расселения с вертикальным спектром изменения специализации хозяйства. Непосредственно на приморских равнинах их дельты, своеобразные природные аттракторы второго уровня, определяют плотность освоения, размещение ядерных структур агломераций второго порядка (Махрова, 1988), общую конфигурацию системы расселения, и хозяйственной деятельности.

Рассматриваемый регион охватывает пространство между береговой линией Каспийского моря (около 1000 км в длину) и водораздельными хребтами Эльбурса, который наряду с останами Тегеран и Казвин были обследованы авторами в 2015 г. Административно он подчинен трем областям: Гилян, Мазендеран и часть провинции Голестан общей площадью свыше 50 тыс. км² и населением около 7 млн человек (рис. 1, табл.).

Под влиянием климатического «камертона» освоенность и плотность населения плавно уменьшаются с запада на восток от 170 чел./км² в Гиляне, до 80 в Голестане. Это одни из самых высоких показателей в Иране, однако, учитывая фактически пригородный характер региона по отношению к Тегерану и развитую транспортно-коммуникационную инфраструктуру, рассекающую Эльбурс по основным речным долинам, в реальной действительности наличное население может превышать в летний период в выходные дни 10 млн чел.

Хотя формально городские поселения Иранского Прикаспия концентрируют чуть более 50% населения страны (3,6 млн чел в городах с населением свыше 20 тыс. чел.), их влияние, как центров обслуживания, а в последние два десятилетия и промышленных центров приложения труда пронизывает всю

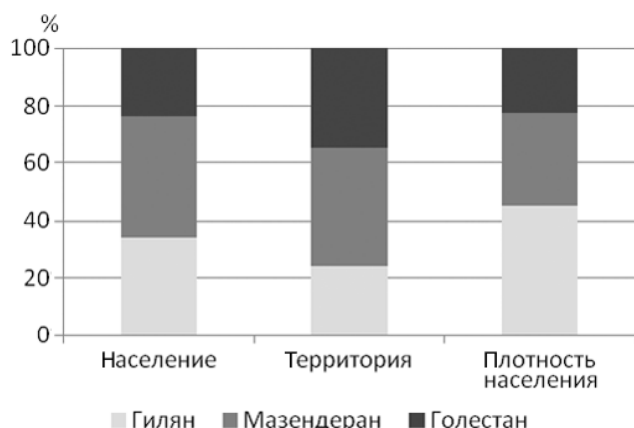


Рис. 1. Доля провинций Северного Ирана в территории и населении страны, а также различия в его плотности

Fig. 1. The share of the Northern Iran provinces in the area and population of the country, and variations in population density

ТПХС. При этом можно говорить о зрелости сложившихся систем городского расселения. Соподчиненность городских поселений достаточно хорошо соответствует правилу Ципфа (Zipf, 1949, Медведков, 1968), что отражает график на рис. 2. Однако видно, что город Решт явно выделяется на общем фоне и без него зависимость ранг–людность была бы практически функциональной ($R^2=0,98$).

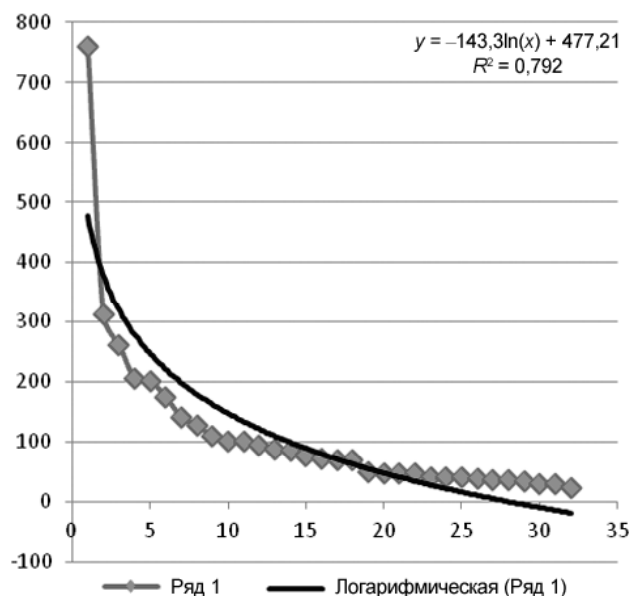


Рис. 2. Распределение людности городов Северного Ирана в зависимости от их ранга

Fig. 2. Population size of Northern Iran cities depending on their rank

Однако пространственная проекция этого распределения существенно иная. В нижнем течении Сефидруда (дельтовый аттрактор) вокруг Решта фактически сложилась моноцентричная агломерация второго порядка в составе десятка городов с общей численностью населения свыше 1 млн чел., или 40% всего населения провинции. За пределами этого ареала каркас расселения составляют крупные сельские поселения (одни из самых больших по численности в стране), фактически не отличимые от малых и средних городов. В них в последнее время формируется кустарная промышленная специализация, растут торговля и товарность сельского хозяйства, обусловленная повышенной плотностью населения и рекреационной функцией территории.

Другая, но полицентрическая агломерация сформировалась в «коллективной» дельте нескольких рек на востоке провинции Мазендеран (Амоль, Баболь, Сари и др.) с общей численностью населения также около 1 млн чел., что составляет 1/3 населения этой провинции.

Третья также полицентрическая агломерация сложилась на западе провинции Голестан с населением около 500 тыс. чел в дельте реки Горган и на побережье Каспийского моря.

За пределами этих трех основных индустриально-урбанистических аттракторов роста расположе-

Основные показатели региона исследования (по расчетам авторов)

Название остана (провинции)	Административный центр	Шахрестаны (области)	Население на 2006 г., млн чел.	Площадь, тыс. км ²	Плотность, чел./км ²	Доля в ВВП страны*, %
Тегеран	Тегеран	12	12,0	13,0	928	30
Казвин	Казвин	5	1,1	15,5	73	3
Гилян	Решт	16	2,4	14,0	171	3
Мазендеран	Сари	15	2,9	23,7	123	4
Голестан	Горган	11	1,6	20,2	80	1

*До отмены эмбарго на поставки нефти.

ны лишь малые и средние города, за исключением Гомбеде-Кавуса (около 150 тыс. чел.), который находится на границе прикаспийской и пустынной системы расселения, простирающейся вплоть до агломераций Хорасана (расстояния до 500 км)).

Помимо этих трех урбанистических ареалов вдоль всего побережья Иранского Прикаспия (непрерывная застройка тянется от Бендер-Энзели до Баболя) имеет место линейная приморская агломерации, специализирующаяся на предоставлении туристических услуг и частично сохраняющая функции рыболовства и портово-промышленные.

В ткани по периферии агломераций и в межагломерационных пространствах на равнинах сформировалась регулярная решетка сельских «агломераций», представляющая собой прилегающие к дорожной сети узкие застроенные полосы земли с сельскохозяйственными угодьями, оказывающимися внутри этих селитебных пространств. Такой конфигурации способствует и почти идеальная равнина, занимающая все пространство между горами и побережьем.

На северных макросклонах Эльбурса достаточно четко выражен долинный тип расселения, с низкими на реки цепочками сельских поселений, многие из которых под влиянием диффузии современных инноваций из Тегерана активно трансформируются в курортно-рекреационные поселки.

В целом для сельского расселения и на равнинах, и в горах характерна крупноселенность. Большинство из них (в их административных границах) имеет численность населения около 2–5 тыс. чел.

Еще одна причина неравномерного распределения населения и хозяйственного потенциала в разных районах Прикаспия (помимо зонального и центр-периферийного факторов) заключается в различиях плодородия почв. Районы с аллювиальными почвами, пригодными для сельскохозяйственной деятельности, наиболее заселены, здесь плотность населения доходит до 500 чел./км² и более. В силу ценности земельных угодий плотность населения в этих районах, как в деревнях, так и в городах, максимальна. Однако по мере продвижения от равнин к предгорьям (склонам хребта) Эльбурса плотность населения постепенно уменьшается, а в полосе сохранившихся лесов (до 1500 м), население практически

отсутствует. Хотя на больших высотах, как уже говорилось выше, складывается собственная система расселения, местами схожая по конфигурации и внутреннему строю с поселениями российского Дагестана.

Внутренние различия. Провинция (остан) Гилян (площадь 14 тыс. км² население – 2,4 млн чел.) является самой западной, и самой небольшой по территории, имеющей наиболее влажный и мягкий климат на всем Иранском побережье Каспия. Столица провинции – город Решт (по данным 2012 г., население составляет 760 тыс. человек). «Рамку» освоенности на западе провинции ограничивают Талышские горы, а на юге – Эльбурс. По административному делению Гилян состоит из 16 шахрестанов. Как и в целом на побережье, система расселения в провинции подчиняется правилу Ципфа, хотя в силу отсутствия статистики по малым городам корреляция оказывается не слишком большой (рис. 3). Не случайно в ней наиболее высокая плотность населения (171 чел./км²). Здесь сформировался максимально разнообразный природно-ресурсный потенциал, что детерминирует этнокультурную и хозяйственную дифференциацию (широколиственные с вечнозелеными элементами леса, плодородные почвы, участки занятые чайными и табачными плантациями в предгорьях, посевами риса, сахарного тростника и цитрусовых на равнинах и в нижних частях речных долин на их выходе из гор). В горах и предгорьях разведаны значительные ресурсы угля, железной руды, серебра и золота, которые издавна эксплуатируются.

На территории Гиляна находятся многочисленные месторождения минерально-строительного сырья (гипс, полевои шпат, известняк), разработка и освоение которых до недавнего времени не производились. В настоящее время многие из них консервированы и используются в первую очередь для реализации масштабных инфраструктурных проектов (строительство железнодорожных и автомагистралей, интенсивный ввод жилья, производственных и социальных объектов) для снятия природного барьера Эльбурса в северо-западном векторе развития Тегеранской агломерации.

Несмотря на наличие крупнейшей на побережье агломерации, Гилян традиционно считается

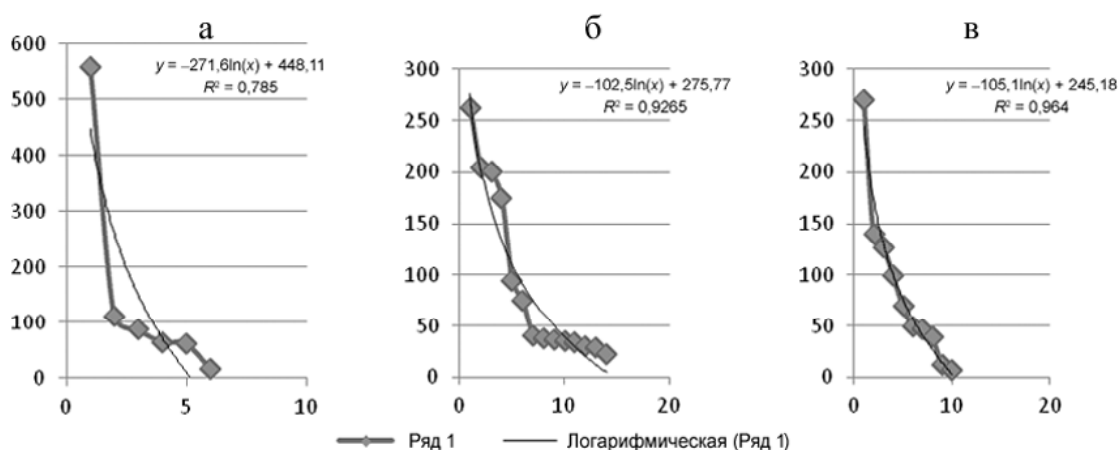


Рис. 3. Распределение городов по провинциям Северного Ирана: а – Гилян, б – Мазендеран; в – Голестан

Fig. 3. Distribution of cities in the provinces of Northern Iran: а - Gilan, б – Mazandaran; в – Golestan

сельскохозяйственной провинцией (в сельском хозяйстве занято свыше 50% населения, а в промышленности лишь около 10%, хотя эта доля стремительно растет). В последнее десятилетие в остане начался интенсивный процесс индустриализации, ускоряющий и урбанизационные тренды. Причем промышленность, как правило, развивается вне пределов городской черты, вовлекая новые территории в этот вид использования. Так как здесь существуют наиболее благоприятные условия для занятия круглогодичным сельским хозяйством, приблизительно 1/3 территории – это сельскохозяйственные угодья (430,0 тыс. га, в том числе 313 тыс. га – пашня и 117 тыс. га – сады), по общей площади которых провинция находится на 4 месте в стране. Однако высокая доля горных территорий приводит к тому, что около 40% земель (560 тыс. га) занято лесами и еще около 30% относится к малоиспользуемым землям (высокогорья, болота и т. п.). Формирующаяся структура промышленности достаточно диверсифицирована. В городах провинции (прежде всего в Рештской агломерации) представлены фармакологическая, целлюлозно-бумажная и текстильная отрасли. Пищевая промышленность (в первую очередь чайная и рисоочистительная), базирующаяся на местном сырье, распространена повсеместно, во всех типах поселений. В прибрежных населенных пунктах сохраняет свое значение рыболовство (провинция считается важным рыболовческим центром, в ней три осетровых рыбоперерабатывающих заводов). Несмотря на активные иницируемые государством модернизационные процессы, значительная часть сельского и городского населения работает в сфере ремесленно-кустарного производства. Провинция энергодефицитна и основную часть электроэнергии она получает от энергокомплекса на Сефидруде (провинция Казвин) в составе ГЭС, КЭС и крупнейшей в Иране ВЭС.

Спецификой Гиляна является мощная система образования и подготовки научных и технических кадров. Более 670 тыс. учащихся приобретают знания в различных центрах провинции. Здесь функ-

ционирует несколько университетов, профессионально-технических училищ, исследовательских и научных центров. Гилянский государственный университет (ГГУ) является одним из крупнейших высших учебных заведений Ирана на севере страны. В Университете обучается около 18 тыс. студентов, из которых более половины составляют девушки.

Провинция в летний период принимает свыше 2 млн отдыхающих, в первую очередь из Тегерана и других провинций страны, а также туристов из других государств.

Основой индустриализации региона становится развитие в нем транспортно-логистической инфраструктуры. Важную роль в этом играет ареал Порты Энзели (Бандер-Энзели), являющегося старейшим и крупнейшим портом на Иранском побережье Каспия (грузооборот около 7 млн т), а также третьим по величине портом в Иране. В настоящее время осуществляется ряд проектов по его расширению и реконструкции с ориентацией на наращивание связей с Россией (Ногаев, 2008; Справочник ..., 2015).

Другим важнейшим инфраструктурным проектом, близким к завершению, является создание транспортного коридора «Север–Юг», основой которого является железная дорога Казвин–Решт–Энзели–Астара (372 км протяженности и расчетным грузооборотом в 15 млн т). От Решта строится ветка на запад к свободной экономической зоне Энзели и сооружаемому сейчас в рамках этой СЭЗ порту «Каспиан». Пуск указанной железной дороги (Казвин–Энзели) с пропускной способностью в 10 млн т, позволит заметно разгрузить перевозку грузов в/из данного порта, осуществляемую сейчас на пределе технических возможностей автомобильным транспортом, и увеличить грузооборот порта, через который осуществляется 70% всего грузооборота между Россией и Ираном, с 7 до 15 млн т.

СЭЗ Энзели является наиболее привлекательной для российских компаний с точки зрения гео-

графического положения. Развитая инфраструктура порта и СЭЗ Энзели служат существенным фактором успешного развития торгово-экономических отношений с Россией и странами Каспийского бассейна. Развитое судоходство обеспечивает удобную логистику Энзели с российскими портами на Каспийском море: Махачкала, Оля и Астрахань. Важным преимуществом зоны является то, что открытие здесь компании обеспечит прямой доступ на внутренний рынок Ирана.

Все это усиливает экономическое значение агломерации Решта, первоначально сформированной на преимуществах дельтового положения и коммуникации с Тегераном, а Энзели приобретает роль аванпорта Тегерана на севере. В Реште также находится международный аэропорт имени Сардара Джангала. Иными словами, рештская агломерация это не только ведущий ареал концентрации населения и производства, но и важнейший транспортный узел.

Провинция **Мазендеран** (территория – 23,9 тыс. км², население – 2,9 млн чел.) – самая большая по территории и населению. Ее система расселения также хорошо описывается правилом Ципфа (рис. 4), однако при выделении агломерации становится похожей на Гилянскую.

По своим природно-климатическим и почвенным характеристикам она во многом напоминает

провинцию Гилян и сходна с ней как по расселению, так и по специализации хозяйства. Ведущей отраслью, несмотря на проводимую индустриализацию, остается сельское хозяйство, с чрезвычайно широким (вследствие переходности и природной мозаичности) спектром специализации: производство цитрусовых, плодовых и овощных культур, включая экзотические (киви), зерновых, как и в Гиляне табака, хлопка, сахарного тростника, рапса. Высокая лесистость (на провинцию приходится свыше 60% всей лесопокрытой площади Прикаспия – 900 тыс. км²), в сочетании с наличием значительных ресурсов спелой древесины делает провинцию основным регионом заготовки деловой древесины и т. д.

Другой важнейшей отраслью экономики является промышленность, со специализацией на пищевой, текстильной, автомобильной, деревообрабатывающей, металлургической, табачной, бумажной и иных подотраслях. Представлена и горнодобывающая (добыча железной руды и угля) отрасль. В связи с реализацией инфраструктурных проектов стремительно развивается производство стройматериалов, преимущественно в горной части. Высокая концентрация рыбных ресурсов способствует развитию рыбной промышленности. Другие ведущие отрасли экономики – туризм, торговля и транспорт.



Рис. 4. Административно-территориальное деление Северного Ирана

Fig. 4. The administrative-territorial division of the Northern Iran

Основной промышленный потенциал провинции сконцентрирован в городах агломерации⁶ (Амоль – Баболе – Сари – Амирабад – Каэмшехр). В Сари базируются деревообрабатывающая и бумажная компания «Санайе Чуб Кагаз» и электротехническая компания «Пишранех Электроникс», в Амолье – завод двигателей «Деса Дизель», в Баболе – автомобильный завод «Иран Ходро»/«Чери Аутомобайл»; в Ноушехре – СЭЗ и автосборочный завод «МАЗ», в Мийандоруде – автомобильный завод «Сайпа», в Неке – нефтяной терминал, ТЭС «Шахид Солейми», судостроительный завод «Садра», в Амирабаде – СЭЗ и металлургический завод «Демавенд». Фактически здесь формируется автомобильный кластер, ориентированный на избыточные трудовые ресурсы и выгодное ЭГП.

Мазедеран – основной район пригородной рекреации для Тегерана, так как связан кратчайшей дорогой со столицей; он характеризуется максимальной плотностью курортов и мест отдыха. Благодаря близости к столице и развитой транспортно-коммуникационной инфраструктуре здесь отдыхает до 4 млн человек.

В провинции расположены два крупных морских порта – Ноушехр и новый портовый комплекс в Амирабаде вместе с комплексом СЭЗ «Порт» (целлюлозно-бумажный комбинат, цементный завод и др.). Строительство комплекса началось в 1996 г. Создание СЭЗ в порту Амирабад рассчитано на 3 этапа с доведением количества причалов до 34. Порт специализируется на импорте зерна. В провинции также находятся 3 аэропорта (Ноушехр и Рамсар, обслуживающие внутренние авиалинии, а также международный «Даште Наз» в административном центре провинции – городе Сари). Каэмшехр является важнейшим транспортным узлом, где сходятся практически все шоссейные и железные дороги из городов северного Ирана и с юга.

Таким образом, как и в провинции Гилян, все сельскохозяйственные функции в подавляющем количестве сконцентрированы в агломерации, а пространственная структура ТПХС сочетает в себе зонально-высотные и центр-периферийные черты.

Самая восточная провинция **Голестан** выходит не только к побережью Каспийского моря, но также граничит с Туркменистаном. Территория провинции 20,2 км², население – 1,7 млн чел. При этом около 3/4 населения проживает в столичной агломерации. Два крупнейших в ее составе города после Горгана (Гомбеде-Кавус и Бендер-Туркман), являются основными городами проживания туркмен.

Важную роль в качестве оси расселения и зоны хозяйственной активности играет река Атрек, которая на протяжении 190 км своей длины составляет

государственную границу Ирана и Туркменистана. Развитие этой части ускорилось в связи с постройкой железной дороги Бендер-Туркман – Бендер-Имам Хомейни (бывший Шахпур, иранский порт в Персидском заливе)⁷ и возникновением рыночных и нерыночных услуг.

Климат в провинции Голестан хотя и влажный, однако, не в такой степени, как в Гиляне и Мазендеране. Увлажнение и, как следствие, спектр агроспециализаций, уменьшаются по мере продвижения на восток. Разнообразие климатических и связанных с ними почвенных условий служат причиной хозяйственного разнообразия. Основная отрасль экономики – сельское хозяйство. На долю посевных площадей в провинции приходится 1/3 территории (650,0 тыс. га). Здесь выращивается свыше 70 видов сельскохозяйственных культур. В провинции производится 50% хлопка, 72% подсолнечника (первое место в стране) и табак (второе). Значительны посевы картофеля, риса, овса, пшеницы, ячменя. Провинция выделяется пригородной специализацией – выращиванием цветов и декоративных растений для тегеранского рынка.

С аграрной специализацией традиционно связаны пищевая и текстильная отрасли. Из отраслей-символов модернизации следует выделить нефтеперерабатывающую, нефтехимическую и автомобильную промышленность. В регионе расположена крупнейшая в Северном Иране электростанция «Нека», ведется добыча угля. С вводом в строй железной дороги из Туркмении большое значение приобрел транспорт и связанные с ним отрасли машиностроения. В столице провинции – Горгане расположен крупнейший НПЗ на севере Ирана: «Нэшнл Ираниан Ойл Рефайнинг энд Дистрибьюшн Компани». В городах Бендер-Туркман и Атрек созданы свободные экономические зоны. В городе Пейванд – цементный завод «Пейванде Голестан». То есть можно утверждать, что, в отличие от других прикаспийских провинций, промышленность более рассредоточена.

Выводы:

– проведенное исследование позволило верифицировать теоретические представления о роли аттракторов в формировании и развитии ТПХС;

– система расселения и специфика хозяйственной деятельности на иранском побережье Каспийского моря сильнее всего образом детерминированы естественно-историческими и социокультурными факторами;

– природные (контактные зоны море–суша и горы–равнины, восточно-западный и приморско-высокогорный спектр климатических условий) и социально-экономические (ядро–периферия, инфраструктурный каркас) аттракторы выступают «камертонами» пространственной структуры, исторически сложившихся ТПХС;

⁶ Особенность иранской индустриализации заключается в том, что новые предприятия строятся на специально выделенных территориях (СЭЗ), которые зачастую расположены достаточно далеко от городов, к которым они приписаны. По сути, это индустриальные спутники, для которых города являются «спальной».

⁷ Portalostranah.ru

– спектр специализаций первичного сектора экономики изменяется в восточном и в горном (южном) направлениях;

– в процессе урбанизации и индустриализации население и хозяйственные функции стягиваются в 3 крупнейшие агломерации, в которых уже сконцентрировано 40% всего населения региона;

– базис иерархии расселения продолжает сохраняться на уровне поселений в диапазоне численности 2–5 тыс. чел.;

– все это свидетельствует об активном процессе пространственной концентрации и росте асимметрии развития;

– в региональной экономике растет удельный вес пригородных, транзитных и общестрановых функций;

– совокупность разнородных процессов, встроенных в природную «рамку», приводит к тому, что большая часть ТПХС стремительно преобразуется в субпериферийную зону Тегеранской агломерации с быстрым «перевариванием» в прошлом аграрной периферии.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Русского географического общества (проект 54/2015 – Р).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Едиториал УРСС, 2004. 128 с.

Артушков Е.В. Образование сверхглубокой впадины в Южном Каспии вследствие фазовых переходов в континентальной коре // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 12. С. 1289–1306.

Бабурин В.Л. Инновационные циклы в российской экономике. Изд. 4-е, испр. и доп. М.: КРАСАНД, 2010. 216 с.

Бабурин В.Л. Эволюция российских пространств. От Большого взрыва до наших дней. Инновационно-синергетический подход. Либроком, 2009. 272 с.

Бабурин В.Л. Развитие территориальных природно-хозяйственных систем как основы экономики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. № 5. С. 5–13.

Махрова А.Г., Перцик Е.Н. Агломерации второго порядка в Московском столичном регионе: развитие, границы, взаимосвязи // Московский столичный регион. Вопросы географии. М.: Мысль, 1988. Сб. 131. С. 56–63.

Медведев Ю.В. Топологический анализ сетей населенных мест // Вопросы географии. Сб. 77. Математика в экономической географии. М.: Мысль, 1968. С. 159–167.

Месарович М., Мако Д., Такаха И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973.

Ногаев Н.Э. Иран и Россия: динамика взаимоотношений в начале XXI века // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер. Гуманитарные и социальные науки. 2008. Вып. 2. С. 34–38.

Постсоветское пространство: двадцать лет перемен: монография / Под ред. В.Л. Бабурина. Смоленск: Универсум, 2013. 300 с.

Двадцать лет разделенного единства: экспедиционные записки. Смоленск: Ойкумена, 2012. 384 с.

Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант: К решению парадокса времени. М.: Прогресс, 1994.

Страны и народы. Зарубежная Азия. Общий обзор. Юго-Западная Азия. М.: Мысль, 1979.

Zipf G.K. Human Behavior and the Principle of Least Effort. Addison-Wesley Press, 1949. С. 484–490.

Справочник экспортера ИРАН 2015. Исследования рынков в Иране iranterra.ru.

Шоджаи Али. Особенности развития городов Ирана в условиях глобализации. uploads/downloads/Architektura.Portalostranah.ru

Поступила в редакцию 16.03.2016

Принята к публикации 09.12.2016

V.L. Baburin¹, A.I. Danshin², A.P. Katrovskij³

TRANSFORMATION OF NATURAL-ECONOMIC SYSTEMS OF NORTHERN IRAN

The article deals with the territorial natural-economic systems of Northern Iran which extends along the Caspian Sea coast and their development under the influence of a complex system of natural and socio-economic attractors. Changes along the latitudinal (West-East) and longitudinal (sea-mountains) axes are analyzed in the context of «nature-population-economy» models. The results of the study also identified the main features of settlement, including the rank-population size correlations and the effects of agglomeration. Specific features of modern Iranian industrialization are described.

Key words: territorial natural-economic system, attractor, bifurcation, settlement system.

Acknowledgement. The study was financially supported by the Russian Geographic Society (project 54/2015 – Р).

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, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: alivda@yandex.ru

³ Smolensk Humanitarian University, Rector, D.Sc. in Geography; e-mail: alexkatrovsky@mail.ru

REFERENCES

- Arnold V.I.* Teoriya katastrof [Theory of catastrophes]. M.: Editorial URSS, 2004. 128 s. (in Russian).
- Artushkov E.V.* Obrazovanie sverkhglubocoy vpadiny v Yuzhnom Kaspii vsledstvie fazovykh perekhodov v kontinentalnoy kore [Formation of extremely deep depression in the Southern Caspian Sea as a result of constitutional changes in the continental crust] // *Geologiya i geofizika*. 2007. T. 48. № 12. S. 1289–1306 (in Russian).
- Baburin V.L.* Evoluciya rossiyskikh prostranstv. Ot Bolshogo vzryva do nashikh dnei. Innovacionno-sinergeticheskij podkhod. [Evolution of Russian spaces. Since the Great Explosion till our days. Innovative-synergetic approach] Librokom, 2009. 272 s. (in Russian).
- Baburin V.L.* Innovacionnye cikly v rossijskoj ekonomike [Innovation cycles in Russian economy]. Izd. 4-e, ispr. i dop. M.: KRASAND, 2010. 216 s. (in Russian).
- Baburin V.L.* Razvitie territorial'nykh prirodno-hozyajstvennykh sistem kak osnovy ekonomiki [Development of territorial natural-economic systems as a basis of economy]. Izd-vo Mosk. un-ta. M., 2012. № 5. S. 5–13 (in Russian).
- Dvadcat' let razdelenogo edinstva: ekspedicionnye zapiski [Twenty years of separated unity: expeditionary notes]. Smolensk: Ojkumena, 2012. 384 s. (in Russian).
- Mahrova A.G., Percik E.N.* Aglomeracii vtorogo porjadka v Moskovskom stolichnom regione: razvitie, granicy, vzaimosvyazi [Second-order agglomerations in the Moscow metropolitan region: development, boundaries, interrelations] // *Moskovskij stolichnyj region. Voprosy geografii*. Sb. 131. M.: Mysl', 1988. S. 56–63 (in Russian).
- Medvedkov Ju.V.* Topologicheskij analiz setej naselennykh mest [Topological analysis of settlement networks] // *Voprosy geografii*. Sb. 77. Matematika v ekonomicheskoy geografii. M.: Mysl', 1968. S. 159–167 (in Russian).
- Mesarovich M., Mako D., Takahara I.* Teoriya ierarhicheskikh mnogourovnevnykh system [Theory of hierarchical multi-level systems]. M.: Mir, 1973 (in Russian).
- Nogaev N.Ye.* Iran i Rossiya: dinamika vzaimootnoshenij v nachale XXI veka [Iran and Russia: dynamics of interrelations in the early 21st century] // *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye i social'nye nauki*. 2008. V. 2. S. 34–38 (in Russian).
- Portalostanah.ru
- Postsovetское prostranstvo: dvadcat' let peremen [The post-Soviet space; twenty years of changes] / Pod. red. V.L. Baburina. Smolensk: Universum, 2013. 300 s. (in Russian).
- Prigozhin I., Stengers I.* Vremya, kaos, kvant: K resheniju paradoksa vremeni [Time, chaos, quantum: to the solution of time paradox]. M.: Progress, 1994 (in Russian).
- Shodzhai Ali.* Osobennosti razvitiya gorodov Irana v usloviyah globalizacii [Specific features of Iranian cities development under globalization]. uploads/downloads/Arhitektura (in Russian).
- Spravochnik eksportera IRAN 2015. Issledovaniya rynkov v Irane [The exporter's guide IRAN 2015. Investigations of Iranian markets]. iranterra.ru (in Russian).
- Strany i narody. Zarubezhnaya Aziya. Obshhij obzor. Yugo-Zapadnaya Aziya [Countries and peoples. Foreign Asia. General overview. South-Western Asia]. M.: Mysl', 1979 (in Russian).
- Zipf G.K.* Human Behavior and the Principle of Least Effort. Addison-Wesley Press, 1949. S. 484–490.

Received 06.03.2016

Accepted 09.12.2016

УДК 551.4, 624.1

С.И. Болысов¹, В.А. Неходцев², С.В. Харченко³

ПОДЗЕМНЫЙ РЕЛЬЕФ МОСКВЫ

На основании натурных подземных наблюдений и обобщения литературных источников в статье характеризуется «рельеф» подземных полостей на территории г. Москвы – природных и антропогенных. Дается описание морфологии, генезиса, современной динамики этих подземных поверхностей. Особое внимание уделено чрезвычайно слабо изученному вопросу – функционированию заключенных в коллекторы водотоков. Приводится приблизительная оценка колоссальных объемов подземных полостей столицы. Рассмотрены экологические аспекты динамики подземного «рельефа». Для твердой поверхности подземных полостей предлагается и используется термин «субрельеф» (буквально – ПОД рельефом и ПОЧТИ рельеф), исходя из устоявшегося представления о рельефе как совокупности неровностей твердой ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (в отличие от субрельефа).

Ключевые слова: субрельеф, территория Москвы, подземные формы рельефа, пещеры, полости, подземные геоморфологические процессы.

Введение и постановка проблемы. В последние годы активно развивается городская геоморфология (работы Э.А. Лихачевой [1991, 1995, 1998, 1999, 2000, 2001, 2006] и Д.А. Тимофеева [1998, 1999, 2000], Ю.Г. Симонова и Т.Ю. Симоновой [1993, 2004, 2015], А.А. Лукашова и Е.А. Иксановой [2005], Ф.В. Котлова [1962, 1978]). По понятным причинам в меньшей степени исследован подземный (в широком толковании) рельеф городов. При этом в крупных городах подповерхностный «рельеф» бывает весьма сложным, поскольку он является отражением как длительной истории развития естественного рельефа, так и существенной антропогенной переработки. Наглядным примером такого сложного рельефа является «подземный рельеф» Москвы – крупнейшего отечественного города и одного из крупнейших мегалополисов мира. Авторы на основе обобщения литературных сведений и обследования ряда подземных полостей различного генезиса на территории Москвы (или, точнее, ПОД Москвой) предлагают характеристику подповерхностного «рельефа» столицы.

Под формами «подземного рельефа» мы понимаем те, которые находятся ниже собственно дневной твердой земной поверхности. Нередко они образуются изначально «под землей», ниже земной поверхности, внутри толщи уже залегающих горных пород (чаще осадочных). При этом в процессе образования подземные формы, например – современные карстовые полости типа карстовых колодцев, – могут проявляться и на дневной поверхности в виде понижений или (в других случаях) возвышений, однако это будут уже формы наземные, хотя и частично или полностью подземного генезиса. По терминологической логике подобные образования следует называть «субтерральными» (буквально – под-

земными), продолжая ряд терминов «субаэральных» (наземных, то есть «подвоздушных», – наземных континентальных) и «субаквальных» (подводных). Термин «субтерральные» предложил Н.И. Николаев в 1946 г. [1946] для отложений, формирующихся изначально в подземной среде, в первую очередь – в карстовых полостях (сталактиты и т. п.). Очевидно, что термин «субтерральные» может использоваться не только для отложений, образующихся в подземной среде, но и для форм рельефа. Вместе с тем, не исключено образование некоторых подземных форм при перекрытии наземных неровностей более молодыми толщами (вероятно, это нечастый случай) либо искусственными поверхностями (что более вероятно).

Следует отметить, что классификационное положение подземных форм до сих пор остается весьма неопределенным в геоморфологической науке, на что указывал ранее один из авторов: «Речь идет о подземных формах – пещерах и норах животных, не имеющих выхода на земную поверхность. Эти проявления соответственно карстового и биогенного рельефообразования занимают особое место в ряду тех образований, которые относятся к объекту геоморфологической науки, – неровностям твердой земной поверхности разных масштабов ... Менее очевидно отнесение к рельефу изолированных от дневной поверхности полостей, причем во многих случаях их вряд ли можно отнести даже к погребенному рельефу, поскольку термин «погребенный» более подходит к палеорельефу (тогда как многие пещеры и норы – формы современные) ... На наш взгляд, положение подземных форм разного генезиса в классификационных рядах до сих пор остается проблематичным в геоморфологической науке» [Болысов, 2007, с. 347]. В этой связи возникает термини-

¹ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, кафедра геоморфологии и палеогеографии, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: sibol1954@bk.ru

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, кафедра геоморфологии и палеогеографии, аспирант; e-mail: baban.n@mail.ru

³ Казанский (Приволжский) федеральный университет, кафедра ландшафтной экологии, науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: har4enkkoff@rambler.ru

нологическая и, соответственно, гносеологическая проблема, которая реально существует в геоморфологической науке, давно уже изучающей «подземный рельеф». Эти поверхности, строго говоря, не являются рельефом («совокупностью неровностей твердой земной поверхности»). Исходя из сказанного, мы предлагаем для подобных подземных «форм рельефа» термин «СУБРЕЛЬЕФ». Действительно, приставка «суб-» имеет два основных значения: 1) расположенный ПОД, НИЖЕ чего-либо; 2) неосновной либо ПЕРЕХОДНЫЙ. Оба значения вполне отражают сущность подземных форм рельефа – они расположены «ПОД», НИЖЕ твердой земной поверхности, и они представляют собой нередко формы переходные к «обычным» неровностям земной поверхности. К тому же они занимают «переходное» положение от собственно «рельефа» к «почти рельефу». Гносеологически термин «субрельеф» устраняет несоответствие общепринятого толкования рельефа как объекта геоморфологической науки и специфики положения и морфологии подземных форм (как и их изучения). Добавим, что к формам «субрельефа» относятся из экзогенных многие карстовые, суффозионные и биогенные формы, некоторые ледниковые (или «подледниковые») и, конечно, многочисленные антропогенные; из эндогенных – некоторые тектонические (дизъюнктивного характера) и магматические (например, полости, образующиеся при застывании магмы) [Болысов, Неходцев, Шишкин, 2015]. В статье рассматривается чрезвычайно разнообразный и объемный «субрельеф» Москвы – как «природный» (карстовый, суффозионный, биогенный), так и гораздо более масштабный антропогенный.

Работ, посвященных изучению подземных полостей как форм «рельефа» и более мелких форм в самих полостях, совсем немного. Так же немного и исследований по специфике рельефообразующих процессов внутри них. Вместе с тем, изучение геологической (и «квази-геоморфологической») среды столицы имеет достаточно длительную историю. Первое крупное обобщение исследований недр на территории тогдашней Москвы составлено профессором Московского университета Г.Е. Щуровским [1866, 1867]. Зарождение научной спелеологии (науки о подземных искусственных полостях) связывают с работами по поиску библиотеки Ивана Грозного на территории Московского Кремля, осуществленные в 30-х годах прошлого века археологом И.Я. Стеллецким [Долотов, Сохин, 2001]. Стоит отметить наличие и более ранних аналогичных работ, например, на территории Нижегородского Кремля [Медоваров, 2012], касающихся, однако, менее известных объектов.

Исключительный вклад в исследование рельефа Москвы и его хроногенетической обусловленности внес Б.М. Даньшин [1936, 1947]. В контексте рассматриваемого вопроса интересно описание склонов ложбины, сделанное Б.М. Даньшиным в бассейне р. Битцы: «...на этом участке, вследствие сравнительно неглубокого залегания известняков, наблю-

даются по оврагам и долинам следы провальных ям и характерное поглощение ручьев. Единственным пока случаем (описания пещеры естественно-го происхождения – *прим. авт.*) является открытая О.И. Тихвинским карстовая пещера в известняках близ Красной Пахры. Следует, однако, отметить, что здесь В. Зуевым в конце XVIII в. указывалась штольневая добыча известняка. Для микрорельефа склонов характерно наличие многочисленных действующих и заброшенных каменоломен, огромными цирками вдающихся в склоны: в особенности близ Подольска и ниже Каширского шоссе. Заслуживают внимания многочисленные заброшенные искусственные пещеры – штольни» [Даньшин, 1947, с. 78–79].

Новый этап изучения инженерно-геологических условий на территории Москвы связан, в первую очередь, с именем геолога, проф. В.Ф. Котлова, известного серией капитальных монографий [1962, 1978] об антропогенном прессе на геологическую среду крупных городов. Немалую роль он отводит изучению «субтерральных» геолого-геоморфологических процессов, протекающих в особых условиях пещер и прочих пустот в верхней части земной коры. Приводит он и классификацию этих процессов, делая упор, однако, на те, которые находят отражение в рельефе на поверхности и представляют собой определенную опасность.

Что касается современных обобщений, уделяется внимание инженерно-геологическим условиям формирования полостей, а также сопутствующим геоморфологическим процессам на поверхности в трудах исследовательских коллективов под руководством геологов и/или географов В.И. Осипова, О.П. Медведева [1997], Г.Л. Коффа и Э.А. Лихачевой [1997, 2006].

Изучению морфологии подземных комплексов и их «внутреннего рельефа» посвящено крайне мало публикаций. Каких-либо обобщений нет вовсе. Следует отметить, что часто сами пустоты воспринимаются (или, по крайней мере, характеризуются) исследователями как нечто статичное. Кажется, что они сформированы и находятся в поддерживаемом природой или человеком устойчивом динамическом равновесии, однако во многих случаях это отнюдь не так. На поверхностях полостей протекает комплекс видоизменяющих их процессов – рельефообразующих, но со своей «подземной» спецификой. Очевидно, это и выветривание, и флювиальные процессы в руслах коллекторных водотоков и естественных подземных участков рек, и гравитационные процессы на стенках и сводах и т. д. Не исчезли и сформировавшие эти полости карстово-суффозионные и техногенные процессы. В литературе можно встретить единичные работы, посвященные современному морфолитогенезу внутренних поверхностей пещер и искусственных подземных комплексов.

Особняком стоят работы чисто инженерной тематики, посвященные освоению подземного пространства мегалополиса. Уже давно градостроительство и сопутствующие ему перестройки природы – явление не только «вширь», но и «вглубь».

Объемы искусственных полостей превысили аналогичные показатели естественных, а по разнообразию форм и сложности структуры они сравнились с крупнейшими пещерными системами мира. К примеру, общая длина только известных ходов парижских катакомб превышает 300 км [Желеховский, Фатющенко, 2010], к стати, как и общая длина туннелей московского метрополитена [Сафина, Федорова, 2012], о чем подробнее скажем ниже. Несмотря на различия в генезисе для пустот естественного и искусственного происхождения, по морфологическим критериям они зачастую конвергентны.

Учет современного подземного рельефа городов при проектировании явно недостаточен, прогноз развития геоморфологических процессов в подземельях при смене режима использования территории – обычно отсутствует. Современное положение дел характеризует высказывание Р. Стерлинга: «Совершенно неприемлемо то, что планировщики затрачивают очень много усилий и времени для работы над двухмерными моделями города и так мало для осмысления трехмерной модели, понимания геологических возможностей и ограничений своего собственного города» [Сатарова, 2011]. Тем не менее, спрос на освоение подземного пространства городов неуклонно растет по всему миру, об этом свидетельствуют обширные современные исследования по территориям таких городов, как Найроби, Ханой, Пекин, особое внимание освоению подземного пространства уделяется в островном Сингапуре. При этом инженерно-геологические проблемы развития подземного пространства в них имеют много общего (часто это разновозрастные карстующиеся породы, активные современные тектонические движения и др.). Есть и специфичные для конкретных территорий геологические лимиты. В упомянутой выше столице Кении – г. Найроби – такими ограничениями стали, например, многометровые толщи грунтов «регуров», продукта выветривания пород на поверхностях обширных неогеновых и позднеплейстоценовых лавовых плато. Обладая высокой способностью к набуханию и последующей усадке, эти грунты сильно ограничивают спектр возможных видов использования верхних нескольких метров грунтовой толщи и значительно усложняют и удорожают строительство. Немало неудобств строителям доставляет сейсмичность и сложный режим подземных вод, связанные с расположением города в зоне Восточно-Африканского рифта [Мукаби с соавт., 2012].

На территории Москвы, конечно, тоже проводятся подобные изыскания, преимущественно архитектурными и проектирующими организациями [Коротчаев, 2009, 2011]. Среди городов России Москва – несомненный лидер по объемам и сложности структуры подземных пустот, скорости преобразования геологической среды, и ведущую роль в формировании и развитии подземных пустот и их проектировании на поверхность здесь играют, конечно, антропогенные и антропогенно-инициированные процессы. Так, В.П. Хоменко с соавт. [2010], анализи-

руя проявления природной и техногенной суффозии на территории столицы, говорит о том, что природная суффозия довольно редка и проявляет себя почти всегда на незастроенных участках: в лесопарковых зонах, на склонах бортов речных долин, балок и оврагов, где происходит разгрузка водоносных горизонтов. Техногенная же суффозия связана с регулярным или «моментальным» (как правило, аварийным) обводнением грунтов (зачастую – прорыв подземных водопроводных коммуникаций) и распространена столь же широко, как и аварийные ситуации на водонесущих коллекторах. Иллюстрируя свои тезисы, В.П. Хоменко приводит пример обрушения дома по ул. Большая Дмитровка в 1998 г. При прокладке тоннеля в этом районе строителями была вскрыта кровля палеоаллювиальных водонасыщенных отложений погребенной речной долины, что привело к резкой активизации суффозионного выноса и последующему провалу.

Таким образом, подземный рельеф – «субрельеф» – крупных городов, включая Москву, имеет чрезвычайные масштабы и при этом относительно слабо изучен. В данной статье характеризуется субрельеф на территории Москвы.

Материалы, методика и обсуждение результатов. Направленных геоморфологических исследований подземного «рельефа», как отмечалось, крайне мало, а по некоторым комплексам практически не было геоморфологических описаний до последнего времени, например – по флювиальному подземному «рельефу» в коллекторах. Авторами подробное изучение подземного «рельефа» Москвы началось с 2010 г. на основе наблюдений В.А. Неходцева, проводившего (в том числе и ранее) подземные полевые работы [Болысов, Неходцев, 2011, 2016; Неходцев, 2012]. В общей сложности за 9 лет непосредственно изучено порядка 600 погонных километров около 250-ти подземных сооружений, в первую очередь – заключенных в коллекторы рек и ручьев, но и многих иных подземных объектов. Маршруты выбирались относительно случайно по объектам, доступным для свободного посещения.

В зависимости от погодных условий выбирается спуск в «сухое» подземелье (если дождливо или идет активное снеготаяние) или в реку, если нет опасности дождей и резкого повышения уровня воды. Ливни – главная опасность в подземных реках, поскольку уровень воды может подняться до потолка за считанные минуты. Поиск подземных рек – сложный и комплексный процесс, требующий не только времени на сам поиск, но и теоретической подготовки. Прежде всего, изучается топографический материал с целью нахождения точных границ «засыпанной» долины.

Для спусков под землю используются специальные (обычно непривычные для геоморфологов) средства – гидроизоляция, фонари, веревки, сигнальные жилеты. Главное под землей – свет, поэтому использовать приходится надежные сверхъяркие и водостойкие фонари. Для походов «в реки» используются полукомбинезоны из резины, позволяющие

передвигаться по груди в воде, иногда – надувные лодки. Так, в феврале 2013 г. В.А. Неходцевым в составе довольно крупной (около 30 чел.) группы энтузиастов была пройдена на лодках крупнейшая подземная река Москвы Хапиловка, глубина которой местами превышает 2 м. Поскольку основным фактическим материалом подземных исследований, помимо описаний, являются фотографии, то сделаны они должны быть качественно. Для фотографирования используется профессиональная фототехника со сменными объективами, которая устанавливается на штативе. Такая стабилизация фотоаппарата позволяет экспонировать в течение многих десятков секунд, что дает возможность осветить ручным фонарем все попадающее в объектив. Вся свето- и фототехника обычно весит около 5 кг. Описание подземных форм чаще всего проводится уже после посещения подземелий по фотоснимкам, поскольку в условиях полной темноты и высокой влажности делать записи и пометки почти невозможно. Однако в случаях посещения сильно-разветвленных систем коллекторов или каменоломен на месте строится план-схема. В качестве привязки к поверхности используются люки, через которые можно привязаться с помощью системы GPS. Описание подземных форм после посещения обычно не вызывает трудностей – ввиду необычности это надолго запоминается.

Динамика развития технофлювиальных форм в подземных реках устанавливается путем сравнения разновозрастных фотографий или по косвенным признакам (например, по отметинам на стенках коллектора). Для определения скоростей накопления наносов в подземных реках применяется комплексный метод, включающий, кроме измерения текущего осадка, еще и исторические данные о возрасте коллектора и годах прочисток, если таковые имеются. Таким способом (полустационарные методы) были определены характерные скорости накопления наносов для большинства крупных подземных рек – 3–5 мм/год (не считая куда большего объема транзита).

Несколько неоднозначным является юридический вопрос, поскольку есть ряд городских указов, запрещающих, например, вскрытие люков, что трактуется как мелкое административное правонарушение. Вместе с тем, не существует запретов на посещение заброшенных подземных объектов (наравне с пещерами), в обилии проводятся экскурсии в различные подземелья. Порядок спуска в канализационные и ливнесточные коллекторы регламентируется внутренними правилами эксплуатирующих организаций и касается лишь техники безопасности их сотрудников. Городским законодательством строго запрещено самовольное проникновение лишь в тоннели метрополитена. С 2016 г. законодательство еще усложнилось, поскольку уже на федеральном уровне под запрет посещения стали подпадать подземные и подводные объекты, охраняемые в соответствии с законодательством о ведомственной или государственной охране [ФЗ №441-ФЗ от 30.12.2015

«О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации и статьи 150 и 151 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации»]. К таким объектам не относятся ни коммуникации, ни метрополитен, ни естественные полости, а лишь различные бункеры, военные сооружения, коммуникации госкорпораций Росатом, Ростех и Роскосмос. Вместе с тем, существуют (и активно использовались для настоящей работы) различные вполне законные способы посещения подземных коммуникаций – различные пресс-туры, экскурсионные мероприятия, сотрудничество со строительными и эксплуатирующими организациями, в частности ГУП Мосводосток, ГУП Мосводоканал, Музей Воды, Газета Метростроевец, ОАО Мосметрострой и т. д., что и позволяло одному из авторов набирать фактический материал в подземных маршрутах. Сочетание прямых полевых подземных наблюдений и обзора литературы (весьма скудной) по данной тематике позволило получить общее представление о рельефообразовании в «подземной Москве».

«Субрельеф» («подземный рельеф») Москвы включает в себя современные (либо восстановленные реликтовые – экспонированные в подземные полости) формы карстового и суффозионного, специфического флювиального (правильнее сказать – антропогенно-флювиального, флювиальные формы в коллекторах), биогенного и, конечно, антропогенного происхождения.

Современное **карстообразование** наиболее активно протекает на северо-западе столицы (поверхность хорошо дренируемой третьей террасы р. Москвы). Здесь пески залегают непосредственно на карбонатных породах, много эрозионных окон. В этой связи развитие карстовых процессов здесь происходит постоянно: по данным Е.А. Иксановой [2005], насчитывалось около 50 карстовых провалов, начиная с 60-х годов XX века (то есть примерно раз в год). Как известно, в 1969 г. в результате провалов образовались воронки (по сути – карстовые колодцы) диаметром 3–5 м и разрушился пятиэтажный дом 1950-х годов постройки по Хорошевскому шоссе. В 1977 г. были частично разрушены дома 3 и 4 по Новохорошевскому проезду, образовалась воронка диаметром до 30 м и глубиной 1 м [Лихачева, 1990]. Несколько многоэтажных панельных домов по Хорошевскому шоссе были перестроены в 1980-е годы именно в связи с образованием просадок под фундаментами. В парке Березовая роща до сих пор можно наблюдать за развитием десятка воронок диаметром от 0,5 до 3 м. Современные карстовые процессы проявляются и в подземных каменоломнях к югу от Москвы, где наблюдаются купола и причудливые пещеры, полости и вертикальные «колодцы» (типа поноров) диаметром до 20 см.

Своеобразной разновидностью аккумулятивно-го карста является формирование травертиновых наростов на внутренних стенках подземных коммуникаций (прямой аналог вторичного аккумулятивно-

го карста в пещерах). Наросты локализуются с плотностью от 5–6 на квадратный метр до сплошного чехла мощностью до 30–40 сантиметров в виде зон длиной порядка 50–200 м и больше. В нормальных условиях аккумуляция травертина наблюдается в подземных коммуникациях лишь в объемах, которые допускают процессы выщелачивания кальция из бетона и цемента отделки. Размеры и обилие наростов заведомо превышают возможные объемы выщелачивания на первые порядки! Образуются они при выпадении в осадок растворенных карбонатов (иногда других солей), когда грунтовая вода под давлением через щели просачивается в коллектор. Наросты бывают и прочными, и хрупкими. Обычно они формируются сверху (сталактиты) или сбоку (как бы «прислоненные»), но иногда встречаются и сталагмиты, растущие снизу в виде «фонтанчиков», напоминающих фумаролы. Часто встречаются сталактиты в виде белых «сосулек» на сводах коллекторов, с типичным диаметром в 0,3–2 см. Всего внутри МКАД было локализовано 53 таких зоны, 50 из которых были встречены в коллекторах подземных рек. Аномальная интенсивность травертинообразования в коллекторах требует дополнительного осмысления.

Современные **суффозионные** процессы (нередко активизированные прорывом водопроводных коммуникаций) иногда проявляются и непосредственно на поверхности в форме провалов (как на Ленинградском проспекте в 2006 г., когда образовался провал глубиной 10 м), но провалы на поверхности в большинстве случаев возникают над подземными полостями. Фиксируются и многочисленные менее крупные суффозионные формы субрельефа – каналы диаметром обычно до 10 см и длиной в первые метры (проявления «тоннельной эрозии» – разновидности суффозии), а также отчасти поверхностные (с выходом на поверхность) суффозионные ниши в прибровочных частях эрозионных форм длиной вдоль бровки до первых метров и глубиной до 0,5 м.

В парковых зонах Москвы встречаются **биогенные** формы субрельефа – подземные ходы кротов и мышевидных грызунов, длиной до десятков метров, диаметром до 0,1 м (обычно на глубине 0,2–0,3 м от поверхности). Подземные логовища кротов имеют диаметр в несколько десятков сантиметров и располагаются на глубине 0,5–0,7 м. Как ни удивительно, но и биогенные процессы могут участвовать в деформациях объектов гражданского строительства. Наиболее явным проявлением такого воздействия являются вспучивания и трещины на тротуарах и мостовых, обусловленные ростом крупных корней (естественно, подземным) деревьев, растущих вдоль тротуаров.

Безусловно, несопоставимо по объемам с природными полостями распространение в крупных городах и, в частности, Москве **антропогенных** форм и комплексов субрельефа. Развитие городской среды вглубь началось буквально с первых поселений древних славян. Археологи находят остатки землянок возрастом 2–3 тыс. лет. Таким образом, види-

мо, землянка – древнейшее антропогенное подземное сооружение, наряду с захоронениями. В средние века с появлением монастырей сооружаются и тайные ходы, ведущие к другим монастырям или к рекам. В исторической литературе фигурируют и такие тайные ходы, как, например, тоннель, соединяющий Кремль и Старое Ваганьково, тоннель в сторону Воронцова поля. С развитием каменного строительства появилась возможность строить подвалы и даже системы подвалов. С развитием города начали заключать в подземные коллекторы и речки, первой – Неглинную в 1817–1819 гг. С конца XIX века в Москве вывозная система удаления нечистот постепенно начинает заменяться на подземные канализации, и к началу XX века город был полностью канализован. Освоение подземного пространства было наиболее активным, начиная с 30-х гг. XX века. С 1931 г. начинается строительство метрополитена, а в послевоенное время – активное строительство объектов гражданской обороны (бомбоубежищ) и специальных объектов (глубинных бункеров и правительственных спецтоннелей). Поскольку некоторые из подобных сооружений являются засекреченными, нельзя точно сказать, какова реальная глубина освоения подземного столичного пространства, но она находится в пределах от 150 до 180 м. Нет точных сведений и о суммарной их длине.

Условно можно разделить все подземные сооружения на несколько классов по их назначению: метрополитен, коллекторы коммуникаций, ливнево-дренажные системы, подземные путепроводы, подвалы и подземные автостоянки, сооружения гражданской обороны, пешеходные переходы, каменоломни и исторические ходы. Отметим, что функциональные различия во многом определяют и морфологические особенности подземных форм.

В первую очередь, рассмотрим наиболее повсеместно распространенный класс – *коллекторы коммуникаций*. К ним следует отнести систему водо-, газо-, теплоснабжения, городские канализации, кабельные и трубо-кабельные коллекторы. Первый водопровод из Мытищ (Екатерининский) был в основном построен в 1779–1787 гг. и открыт в 1804 г., однако многократно перестраивался. Были обнаружены 2 фрагмента Екатерининского водопровода общей длиной около 500 м, что делает их самыми старыми коммуникационными коллекторами Москвы. Открытие канализации осуществлено в 1898 г. С появлением систем отопления домов стали появляться и подземные теплотрассы, которые сейчас (как канализация и водоснабжение) подходят к каждому дому. Развитие кабельных коллекторов началось лишь в середине XX в., когда стала очевидной опасность надземных линий электропередач. Сейчас по разным оценкам протяженность кабельных коллекторов в столице составляет около 1000 км, а с кабельными трубками – в разы больше. Кабельный коллектор – сооружение обычное для нескольких групп кабелей, поэтому имеет диаметр сечения от полутора метров (районные) до 3,5 и более мет-

ров (магистральные). Коллекторы имеют круглое (коллекторы щитовой проходки) или прямоугольное (построенные котлованным способом) сечение, они обычно представляют собой железобетонные конструкции с внешней, реже внутренней, гидроизоляцией. А кабельные трубки – трубы малого сечения (10–30 см) из асбеста или композитных материалов. Трубки соединяют между собой практически все дома, светофоры и т. п. В перспективе количество кабельных коллекторов будет возрастать ввиду удобства их обслуживания. Часто в кабельных коллекторах находятся и трубы теплоснабжения. Это объясняется тем, что ремонт этих труб осуществляется весьма часто (из-за относительно быстрой деформации и износа), кроме того, воздух коллектора является дополнительной защитой от перепадов температур в зимний период и уменьшает потерю тепла. Трубы холодного водоснабжения в коллекторы обычно не укладываются ввиду их большей стойкости.

Канализация также распространена повсеместно. Как уже было отмечено, появление бытовой канализации относят к 1898 г., однако наиболее интенсивное ее строительство велось в 1965–80 гг., когда в год открывалось в общей сложности до 70 км участков сети. Общая протяженность канализационной сети г. Москвы на сегодняшний день составляет 7852,4 км, в том числе самотечной – 7074,2 км, напорной – 778,2 км. В связи со строительством жилого фонда в Москве протяженность сетей постоянно увеличивается в среднем на 120 км в год. В 2012 г. в связи со списанием 540,7 км ветхих канализационных сетей общая протяженность канализационной сети несколько уменьшилась [Канализационная сеть, URL: <http://www.mosvodokanal.ru/index.php?do=cat&category=canset>].

Город канализирован по сплавной, раздельной системе, осложненной серией межуровневых перекачек. Поскольку амплитуда высот в Москве превышает 100 м и имеются эрозионные врезки (в частности – долина реки Москвы) глубиной до 60 м, необходимо сооружение станций перекачек и канализационно-насосных станций (КНС), передающих сток на уровни выше для осуществления естественного сплава. Раздельность системы заключается в том, что нечистоты, грязные воды из жилых помещений, загрязненные воды фабрик, боен и бань поступают собственно в городскую (бытовую) канализацию, а верховые стоки (атмосферные осадки), дренажные воды и незагрязненные воды с фабрик поступают в ливнесточную канализацию (ливнестоки и подземные реки) и далее в реки без химико-биологической очистки. Ливневые и канализационные коллекторы отличаются формой сечения (круглые, прямоугольные, овальные и проч.) и размерами (от первых десятков см до 4–6 м) и построены из бетона, кирпича или металла. Стоки городских канализаций поступают на станции очистки (Курьяновская, Люблинская, Филевская и т. д.). Канализация имеет древовидную в плане форму и обычно (за редким исключением) при приближении

к станции очистки увеличивает диаметр сечения трубы. Чаще всего канализация представляет собой бетонную (реже кирпичную) трубу круглого сечения. Максимальный диаметр труб составляет 6 м, – трубы большего диаметра уже весьма неустойчивы к внешнему и внутреннему воздействию. Система газоснабжения так же, как и холодного водоснабжения, представляет собой обычные трубы (металлические), зарытые в землю. Крупнейшие газовые магистрали представляют собой трубы диаметром около 2 м.

Подвалы и подземные парковки имеют довольно равномерное распределение в городе и приурочены, за некоторыми исключениями, к домам. Подземные гаражи и автостоянки, как показывает мировой опыт развития крупных мегаполисов, являются важным элементом использования подземного пространства, особенно в центральных районах города. От этого фактора в некоторой степени зависит финансово-экономическая жизнь города. В решении этого вопроса отсутствует универсальный подход, каждая парковка или гараж строится по индивидуальному плану, на разной глубине и разной площади. Изнутри подземные парковки нередко представляют собой многоколонные сооружения из нескольких этажей (обычно 1–3). Одна из крупнейших парковок находится под Боткинским проездом (м. Динамо), несколько изогнутая в плане, состоит из двух уровней, в ширину имеет порядка 80–100 м, а в длину – более 300 м. Таким образом, ее эффективная площадь близка к 60 тыс. м², а объем сооружения превышает 0,003 км³. Парковки меньших размеров обычно строятся внутри фундамента новостроек на количество машин, примерно соответствующее удвоенному количеству квартир дома. Кроме того, в центре города сооружаются подземные гаражи под площадями, бульварами, внутри уже существовавших подвалов.

Подвалы в настоящее время используются, в основном, в качестве складов или под размещение офисов. В отличие от парковок, подвалы обычно не выходят за границы фундаментов домов. Исключения составляют лишь подвалы под ныне несуществующими домами и крупные системы подвалов. Одна из крупнейших систем исторических подвалов Москвы расположена между ул. Соляной и Ивановской горкой, состоит из четырех-пяти галерей со сводами высотой около 3–3,5 м и глубиной заложения до 10 м. В поперечнике вся система достигает 500 м. Построены они были в конце XIX в., в XX в. в них располагались гаражи, однако сейчас подвалы не используются и находятся в аварийном (частично затопленном) состоянии. Подобных систем меньшего размера известно несколько десятков. Не менее крупные подвалы были (и некоторые сохранились) под цехами таких заводов, как «Серп и Молот», Хамовнический и Бадаевский пивоваренные и др.

Исторические ходы сохранились лишь в незначительных количествах в самом центре Москвы и представляют, по большей части, археологичес-

кий интерес, хотя при проектировании и строительстве их необходимо учитывать. Уничтожены они не столько ввиду своей «старости», сколько из-за активного современного освоения подземного пространства. Такие ходы известны внутри Кремля и в его окрестностях, под Манежем, у посольства Индии. Кроме того, в центре Москвы под землей притаилось несколько тысяч старых колодцев, которые рано или поздно приведут к провалам. Поскольку деревянный город часто горел, то люди старались поблизости от дома обустроить источник водоснабжения. В 1629 г. государь Михаил Федорович приказал вырыть «в Белом городе и за ним по большим улицам» огромные колодцы. В 1736 г. Московская Сенатская контора приступила к устройству на больших улицах колодцев с насосами, а на малых улицах обыватели должны были выкопать один колодец на два двора. В правление императрицы Елизаветы Петровны улицы Москвы расширились, и колодцы, оказавшиеся на проезжей части, были ликвидированы: их засыпали мусором, а чаще перекрывали досками, насыпали на них землю, а поверху укладывали мостовую. Следующая заделка колодцев произошла после того, как заработал Мытищинский водопровод. Но, несмотря на это, к началу XIX века в Москве, по разным данным, было от 3670 до 5000 действующих колодцев. Когда доски сгнивали, образовывались глубокие – до 10–15 м – провалы: на Театральной площади, на Моховой, у Новодевичьего монастыря (Козни малого овражка, URL: <http://www.sovsekretno.ru/articles/id/906/>).

Каменоломни на территории города Москвы известны по литературным источникам в нескольких местах – Дорогомилово (около гостиницы «Украина»), Воробьевы горы, Фили, левый берег Яузы, в Крылатском. Однако не все они были подземными, часть каменоломен давно засыпана, и найти их спелеологам не удалось. Предположительно, подземными были лишь Дорогомиловские, хотя анализ современных данных по геологии этого района заставляет усомниться в реальности их существования. Периодические провалы грунта над местами предположительного расположения бывших каменоломен до сих пор указывают на возможность существования полостей (возможно, генезис провалов карстово-суффозионный).

В XX в. свое развитие получили подземные *путепроводы* – автомобильные и железнодорожные. Создание многоуровневых подземных развязок – отличительная черта наиболее крупных городов мира. В Москве примерами наиболее сложных подземных развязок могут служить пересечение Третьего транспортного кольца и Ленинского проспекта, где на верхнем уровне проложено два тоннеля – Московского центрального кольца и Третьего транспортного кольца, а под ними расположена станция метро «Ленинский проспект»; развязка Волоколамского и Ленинградского шоссе, где на самом нижнем уровне расположен тоннель Волоколамского шоссе, выше – Алабяно-Балтийский (по названию соединяющихся улиц) тоннель, еще выше –

расположенные рядом со станцией метро «Сокол» и оборотными путями метротоннели и тоннель Ленинградского шоссе.

Крупнейшие автомобильные путепроводы – Лефортовский и Северо-Западный тоннели. Длина Лефортовского тоннеля – около 3,2 км, при глубине залегания в 30 м. Диаметр тоннеля 12 м, он имеет круглое сечение и построен горнопроходческим щитом. Северо-Западный тоннель имеет длину 3,1 км, состоит из трех «ниток» – собственно тоннелей. Два тоннеля имеют диаметр 14 м, в их нижней части расположены метротоннели Арбатско-Покровской линии, над ними – автомобильные тоннели, а под сводом – системы вентиляции. Третья «нитка», меньшего диаметра (6 м), представляет собой эвакуационно-технический тоннель. Максимальная глубина залегания тоннелей – 44 м.

Отдельного внимания заслуживает, конечно, *метрополитен* – самое грандиозное сооружение в Москве. Этот класс подземных сооружений тесно связан также с бункерами и системами правительственного метро. Все они обладают в некоторой степени сходными и достаточно специфическими условиями и методами строительства (глубокое заложение, сооружение преимущественно подземным способом) и выполняют, по сути, единую транспортную функцию с элементами защиты гражданского и военного населения, а также властных структур. Общая протяженность 12 линий метрополитена с 200 станциями достигает 333,5 км [О московском метрополитене, URL: <http://mosmetro.ru/about/>], а максимальная глубина залегания метротоннелей превышает 85 м (район станции «Парк Победы»). За период 2014–2020 гг. в столице планируется построить более 160 км линий метро и открыть более 70 новых станций. В результате – к 2020 г. протяженность линий московского метрополитена должна превысить 450 км. Это вполне сопоставимо с суммарной длиной подземных ходов крупнейшей в мире карстовой пещеры Мамонтова-Флинт в Аппалачах, которую обычно оценивают в 600 км, и почти на порядок превышает общую длину наиболее протяженной в России пещеры Большая Орешная в Саянах (около 60 км). Метротоннели бывают трех типов – круглого сечения (5,6 м), бетонные прямоугольные (мелкое заложение) и совмещенные двухпутные (мелкое заложение). Из 200 станций более 170 – подземные, и более 70 – глубокого заложения. Длина станций обычно 150–165 м, ширина различная, от 40 до более чем 100 м (станция «Деловой центр»). Кроме перегонов и станций, в систему метро входят переходы, эскалаторные наклоны и шахтные стволы. Это те пространства, посредством которых происходит сообщение метрополитена с поверхностью. Также почти у каждой подземной станции расположен блок служебных помещений и электроподстанция.

В метро нередки аварии, связанные с протечками. Одна из самых крупных аварий произошла в августе 1990 г., когда подземные воды прорвались в тоннель метро на перегоне между станциями «Пе-

рово» и «Шоссе Энтузиастов». Известны деформации обделки на служебной линии между электродепо «Красная Пресня» и станцией «Белорусская». 8 июля 2013 г. в ходе строительства перегонный тоннель «Выхино» – «Лермонтовский проспект» был существенно разрушен подземным плынуном на участке около 80 м, образовался крупный провал.

По разным оценкам (информация по различным интернет-источникам), в Москве есть от 20 до 50 глубинных противоатомных бункеров. Это глубокие (до 150 м) сооружения из одного или нескольких цилиндрических блоков. Сооружения гражданской обороны не «метрополитеновского» типа представляют собой бомбоубежища поддомные, дворовые, районные. В открытых документах содержатся сведения примерно о 250 подобных объектах в Москве. Поддомные находятся внутри переуглубленного (до 10–15 м) фундамента дома и имеют утолщенные (до 1 м) стены и перекрытия. Дворовые расположены, соответственно, под двором и рассчитаны на жителей окружающих домов, имеют характерные запасные выходы в виде оголовков вентиляционных шахт. Устройство то же, только они выходят за рамки фундаментов. Районные – рассчитаны на большее количество мест (от 300 до 2000 чел.) и располагаются под парками, пустырями, гаражными кооперативами. Представляют собой обычно одноэтажное колонное сооружение со сверхпрочными перекрытиями. Основное назначение бомбоубежищ – защита гражданского населения от авиационных бомб и зараженного воздуха, в связи с чем они оборудованы герметичными дверями и фильтро-вентиляционными установками (ФВУ). Рассчитаны на проживание в них в течение 2–7 дней, в отличие от объектов метрополитена, рассчитанных на трехмесячное проживание. Самое большое защитное сооружение в Москве находится среди промышленных зданий недалеко от станции метро «Аэропорт». Площадь подвала под одним из строений на Ленинградском проспекте – более 3,3 тыс. м² [Городские бомбоубежища ..., URL: <http://www.aif.ru/realty/city/38698>].

Пешеходные переходы приурочены к наиболее широким улицам и проспектам с интенсивным автомобильным движением, к железнодорожным участкам. Обычно это – «короб» высотой 3 и шириной 3–7 м. Глубина заложения редко превышает 5 м.

Несомненно, можно сказать, что помимо известной нам «надземной» Москвы существует и еще одна Москва – подземная, поражающая своими масштабами не менее первой. То же касается и антропогенного рельефа – подземный «рельеф» мало уступает своими размерами и сложностью рельефу поверхностному.

Особым, природно-антропогенным, комплексом субрельефа является *подземный флювиальный* (или, точнее, *антропогенно-флювиальный*) комплекс. Это те неровности подземной поверхности, которые созданы подземными реками. В Москве в подавляющем большинстве случаев это – реки, заключенные в коллекторы (как известно, естествен-

ные подземные водотоки встречаются в карстовых пещерах). На схеме исходной гидрографической сети города, составленной Ю.А. Насимовичем [Насимович, 1996; Москва: геология и город, 1997], показано более 800 водотоков. Из них с поверхности исчезли (полностью засыпаны или заключены в подземные коллекторы) примерно 465 водотоков, а сохранились полностью или частично 355 водотоков. Среди 355 учтенных на схеме сохранившихся водотоков около 70 – реки, около 80 – приточные родники с короткими ручьями, около 205 – учтенные временные водотоки, то есть весенние ручьи в балках, лощинах и ложбинах.

Водотоки, текущие в коллекторах, совершают во многом ту же работу, что и в природном русле, – накапливают наносы, размывают свое русло (коллектор). Однако в отличие от природного русла, коллектор – это русло, ограниченное со всех сторон стенками, поэтому в подземных реках существует и значительная специфика. Одно из особых явлений – напорное течение, которое в природных водотоках почти не встречается. Подобное явление часто возникает при ливнях и носит разрушающий характер, вплоть до выбивания люков снизу. Характерный пример подобного явления – река Филька, текущая в ЗАО г. Москвы. В среднем течении диаметр коллектора превышает 3 м, однако в нижнем течении сужается до трубы 1,8 м, причем сильнозасоренной. Во время сильных ливней вода под напором устремлялась в эту более узкую трубу и выбивала люки. В итоге, как показал осмотр в 2010 г., на протяжении километра (на участке от станции метро «Пионерская» до станции метро «Филевский парк») более 2/3 люков и колодцев были разрушены. Вторая сторона подобных паводков – перенос наиболее крупных обломков и мусора в коллекторе, поскольку меженный поток обычно не способен переносить частицы крупнее гравия. Наиболее мелкие наносы в подземных реках – пелитовые, алевритовые и песчаные – попадают в коллектор преимущественно с поверхности через дождеприемники либо с грунтовыми водами, просачивающимися сквозь щели коллектора. Более крупный материал – обломки кирпичной кладки, бетонные блоки, люки, дренажные решетки, палки, мусорные урны и проч. поставляются в большинстве случаев людьми при ремонте или прокладке коллектора, реже привносятся потоком с поверхности, если река течет частично в открытом русле. Самые крупные предметы, встреченные в коллекторах, – кузова машин, доски, телеги и др. Каким образом попадали в коллектор они – неизвестно.

Как и в естественных руслах, основной перенос донных наносов (в данном случае – «техноаллювия») часто происходит посредством перемещения донных гряд, которые ориентированы перпендикулярно течению. Они встречаются везде, где течение в коллекторе относительно медленное и имеется достаточное количество наносов для формирования гряд. При существенных уклонах (обычно наклон в диапазоне от 2° до 4°) скорость водото-

ка возрастает до 2–5 м/с, и отложения наносов не происходит. Поток размывает днище русла (коллектора). Подобное явление привело, в частности, к разрушению кирпичного дна р. Неглинной (коллектор постройки начала XX века) и последующему провалу части коллектора (рис. 1).

Значительная часть материала в коллекторе (по объему) – обломки валунного состава (от 100 мм в поперечнике и более). Они формируют чаще всего запруды в коллекторе. Потоком влекутся только при напорном движении воды во время ливней. На внутренней стороне поворотного участка коллектора



Рис. 1. Участок коллектора р. Неглинной с размытым дном. Фото В.А. Неходцева

Fig. 1. Fragment of the Neglinnaya River sewer with eroded bottom. Photo by V.A. Nekhodtsev

Если участок разгона потока заканчивается уступом или попадает на стык двух частей коллектора (ослабленная зона), то происходит образование эвормионного котла, глубина которого может достигать 1 м (рис. 2). Обычно во избежание подобных образований в местах перепадов высот коллектора более 30–50 см сооружается глубокая камера-бассейн. Таким образом, падающая с уступа вода не размывает дно камеры. Участок разгона потока сменяется рано или поздно более пологим отрезком, где скорость потока резко падает. Это место соответствует гидравлическому прыжку – резкому, скачкообразному повышению уровня воды в открытом русле при резком уменьшении скорости. Поскольку транспортирующая сила потока резко падает, происходит накопление аллювия. Обычно кровля этих осадков располагается на 10–15 см ниже конечной точки разгонного участка коллектора. В наносах, если их толщина превышает 15–20 см, происходят процессы анаэробного разложения органики с выделением метана и сероводорода с характерными запахами. Аналогичные отложения встречаются и в местах перегораживания водотока крупными обломками или перегородками, поскольку скорость течения также падает.

могут образовываться отмели и побочни, поскольку на внешней скорости течения выше и идет более активный размыв.

Намного чаще в русле подземной реки формируются аккумулятивные формы из наносов гравийно-песчаного и более мелкого состава, поскольку легко транспортируются водотоком в «меженный» период и во время «паводков». Аккумулятивные формы – отмели и побочни – в соответствии с физическими законами формируются в местах падения энергии потока (гидравлический прыжок). К таким местам можно отнести запруды из более крупных обломков, места впадения в реку мелких притоков (в инженерной терминологии – «подключек»), реже – при слиянии сопоставимых по размеру водотоков. В устьях «подключек» нередко образуются эвормионные котлы, ооконтуренные аллювиальным валом; крутые склоны этого вала обращены к центру котла, глубина которого определяется параметрами притока и количеством наносов в принимающей реке. Так, в Калитниковском ручье находится весьма глубокий котел – глубиной 1,1 м и диаметром около 1 м. Отмели формируются и перед запрудами из крупных обломков, но только в том случае, когда уровень потока в реке часто, но не



Рис. 2. Образование эвронзионного котла на стыке двух участков коллектора ручья Поклонной горы. Фото В.А. Неходцева

Fig. 2. Formation of a kettle hole at the junction of two segments of the Poklonnaya Hill Stream sewer. Photo by V.A. Nekhodtsev

значительно (на 10–15 см) повышается без заметного увеличения скоростей, затопливая отмель и аккумулируя наносы. Вертикальный рост побочня осуществляется за счет отложения наносов при паводочном повышении уровня в реке, но без возрастания скорости потока до критического значения (когда аккумуляция сменяется размывом). Обычно при обилии наносов русло подземного водотока меандрирует, перемывая ранее отложенные наносы. Чрезвычайно динамичное развитие русловых процессов наблюдалось в коллекторе в верховье Калитниковского ручья (кирпичная труба диаметром 2,3 м), где на протяжении более чем 10 лет перегородка высотой 1,6 м «принимала на себя» наносы с площади около 1 км². По приблизительной оценке, было накоплено порядка 800–900 м³ смытого с улиц материала, то есть около 70–80 м³/год с 1 км² (!) (однако экстраполировать эту цифру на ливнесточную сеть в целом по городу сложно). Сформировалась толща аллювия разных фракций мощностью около

1,3 м. В январе 2011 г. перегородка была разрушена. Вскоре здесь образовался уступ высотой несколько десятков сантиметров, на котором скорость потока и, соответственно, его транспортирующая способность резко возрастают, что приводит, во-первых, к регрессивному отступанию уступа и, во-вторых, – к врезанию русла потока. Начали активно формироваться побочни и отмели-останцы, сформированные не в результате аккумуляции, а в результате избирательной денудации – аналог шиверов. Через 3 дня в русле уже фиксировались полноценные «острова» и «староречья». Скорость врезания русла составила около 15 см в месяц. Само новое русло меандрирует и прослеживается вверх по реке на расстояние более 400 м (Неходцев, 2012). К середине 2014 г. никаких следов этого «сюжета» не осталось на месте прежней перегородки, однако шлейф перемытых наносов прослеживался на 500–600 м вниз по течению!

Как и в наземных руслах, образовавшиеся аккумулятивные формы в коллекторе в значительной мере влияют на общий режим реки. Так, в реке Коломенке при разделении одной трехметровой трубы на три такие же сформировавшийся побочень направляет весь поток в одну из труб, вследствие чего другая труба представляет собой изредка затопляемое болото, выделяющее метан, а третья труба – сухая и затопливается только в паводок (рис. 3).

В подземных реках встречаются и весьма своеобразные био-флювиальные формы. Они образуются корнями деревьев, прорастающими сквозь щели или подключки в основной коллектор. Обычно один толстый корень, проросший в коллектор, начинает ветвиться, создавая нечто вроде «подушки», опущенной в воду, и на ней аккумулируются влекомые наносы. Встречаются такие формы, в основном, под парками, бульварами, скверами и дворами, где есть деревья. Крупный такой «побочень» был встречен в среднем течении реки Неглинной (около Самотечной площади) и достигал 2 м в поперечнике, перекрывая собой половину коллектора, однако он был ликвидирован в 2011 г. Много био-флювиальных побочней в Останкинском ручье из-за большого количества щелей в стенках коллектора. Там их насчитывается несколько десятков, а самая большая группа состоит из семи побочней, между которыми меандрирует русло. Эти формы несколько меньше, чем в Неглинной, и не превышают 1 м в поперечнике.

Как указывалось выше, характерным процессом в коллекторах является активный аккумулятив-

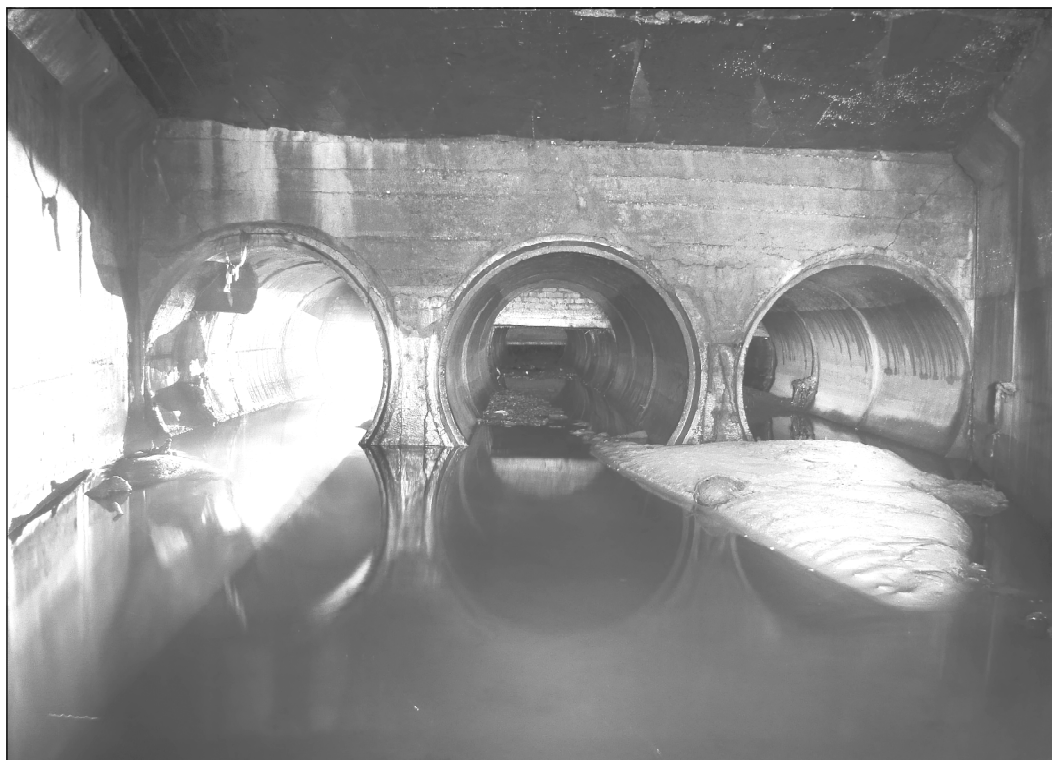


Рис. 3. Побочень в реке Коломенке. Фото В.А. Неходцева

Fig. 3. Point-bar in the Kolomenka River. Photo by V.A. Nekhodtsev

ный карст. Не менее эффектными являются и ледниковые наросты – наледи, образующиеся вблизи порталов (выходов подземных рек на поверхность). Формируются зимой при резко отрицательных температурах в местах, где грунтовые воды просачиваются в коллектор, в котором есть воздушная тяга. Поскольку воздух зимой в коллекторах теплее (и легче), чем на улице, то он выдувается через ливнесток в верховьях, а в низовьях сюда поступает холодный уличный. Поэтому обильные наледи встречаются при уличной температуре ниже $-10\ldots -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и в пределах 100–150 м вверх по течению от порталов. Такие наледи могут перекрывать коллектор полностью, и вода тогда протекает подо льдом.

Как видим, в подземных реках проявляются как обычные для водотоков гидравлические и геоморфологические процессы (и, соответственно, образуются «обычные» русловые формы рельефа), так и специфические образования, не свойственные «надземным» рекам.

Из изложенного очевидны те **экологические проблемы**, которые сопутствуют функционированию заключенных в коллекторы рек и речек (нередко – и иных подземных полостей). Наиболее острая из них – накопление в коллекторах больших объемов мусора, что приводит к чрезмерному загрязнению подземных вод, участвующих в питании наземных водотоков (как отмечалось выше – около 20% стока реки Москва), выделениям метана и сероводорода в мощных накоплениях (с опасностью взрывов и пожаров), распространению ряда инфекций. Эрозия и выветривание со временем (а иногда – через короткие периоды) разрушают оболочку кол-

лектора, и это может приводить к суффозионным эффектам и, соответственно, поверхностным провалам. Описанные выше напорные явления в подземных руслах могут приводить к взрывоподобным выбросам воды и техноаллювия с частичным разрушением коллекторных и ливневых дренажных систем (Болысов, Неходцев, 2016).

Следует отметить, что проблемы, связанные с подземными полостями, неизбежно возникнут и при освоении обширных площадей Новой Москвы, где также довольно широко распространены природные карстовые и суффозионные (или карстово-суффозионные) образования [Аникина с соавт., 2013; Лихачева, Шварев, 2013] и встречаются антропогенные (преимущественно уже заброшенные) формы [Долотов, Парфенов, 2013].

Потенциал использования геоморфологических подходов к изучению подземных полостей практически не реализован. В особенности это касается процессов морфодинамики в подземельях. Изучение спектра, особенностей и интенсивности протекания таких процессов под плотно освоенными участками городских территорий приобретает особую актуальность, и в первую очередь – именно в связи с экологическими аспектами. Совершенно очевидно, что все возрастающие объемы подземных полостей (в разных геологических условиях) вкупе с возрастающими наземными нагрузками пропорционально увеличивают опасность возможных просадок, провалов или, по крайней мере, деформаций в подземных и наземных объектах. Под угрозой оказываются сотни и тысячи обитателей и гостей столицы (как и иных крупных городов). Как отмеча-

лось, катастрофическими бывают и технические аварии в подземных коммуникациях – прорывы водопроводов могут инициировать мощные суффозионные просадки и затопления подземных помещений (как неоднократно уже бывало в Москве), прямую опасность несут повреждения электрических кабелей и т. д. Соответственно, детальные и направленные исследования городского субрельефа (включая мониторинг подземных форм) становятся необходимыми для профилактики этих геоморфологических опасностей, и эта работа – «в начале пути».

Выводы:

- масштабы подземного «рельефа» Москвы (как и большинства крупных городов) чрезвычайно велики. В Москве более или менее крупные подземные полости располагаются на глубинах от первых до, по крайней мере, 180–200 метров. Безусловно, основной объем их имеет антропогенное происхождение. Общая длина метротоннелей уже составляет около 350 км и в ближайшее пятилетие превысит 450 км. Общая протяженность подземной канализации – около 7000 км, коллекторов коммуникаций – тоже первые тысячи км. Порядка 200 водотоков заключены (полностью или частично) в подземные коллекторы, их суммарная длина – почти 1000 км. По приблизительной оценке общий объем подземных полостей под Москвой составляет порядка 0,5–0,6 км³! По существу речь идет о второй – подземной – Москве, мало уступающей по масштабам Москве надземной;

- помимо доминирующих антропогенных подземных полостей, в Москве распространены формы карстового, суффозионного, биогенного происхождения;

- особый феномен представляют собой заключенные в подземные коллекторы реки. В их функционировании сочетаются общие для водотоков механизмы (меандрирование, формирование побочной и островов, эвразийских котлов, а также своеобразных стариц и микротеррасок) и весьма специфические по сравнению с надземными реками осо-

бенности (перенос сверхкрупных частиц, особые эффекты гидравлических ударов в пределах изолированного коллектора-русла – взрывоподобные выбросы воды при паводках);

- с подземными полостями на городской территории связан целый комплекс экологических (в первую очередь – эколого-геоморфологических) проблем. Высока опасность провалов и просадок над карстовыми, суффозионными, антропогенными полостями, затопления подземными водами функционирующих тоннелей и помещений (нередко эта опасность уже реализовывалась на территории Москвы). Заключенные в коллекторы реки и ливневые стоки зачастую провоцируют засорение и загрязнение надземных водотоков, а замусоривание коллекторов может приводить к скоплению и взрывам горючих газов. Деформации в полостях могут провоцировать нарушения подземных коммуникаций, замыкания в электросетях и т. п. Подземные коллекторы рек и соседствующих с ними коммуникаций могут разрушаться и при упомянутых выше импульсивных выбросах вод. В свете сказанного крупные города (и конкретно Москва) нуждаются в регулярном мониторинге состояния подземных полостей и заключенных в коллекторы водотоков;

- до последнего времени существовало терминологическое несоответствие между определением рельефа земной поверхности как объекта геоморфологической науки и реально вовлеченными в сферу геоморфологических исследований подземными полостями. Строго говоря, их поверхность не является рельефом (рельеф – совокупность неровностей твердой земной ПОВЕРХНОСТИ), будучи расположенной ПОД поверхностью. В этой связи авторами предлагается и используется для «рельефа» подземных полостей термин «субрельеф» (буквально – «ПОД рельефом» и «почти рельеф»), что, на наш взгляд, устраняет указанное несоответствие. Термин «субтерральные» предлагается использовать не только для подземных (накопившихся ПОД землей) отложений, но и для подземных форм субрельефа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аникина Н.В., Шварев С.В., Неходцев В.А., Самойлова Е.А. Оценка природно-антропогенных геолого-геоморфологических условий Новой Москвы // Геоэкологические проблемы Новой Москвы. М.: Медиа-Пресс, 2013. С. 88–93.

Болысов С.И. Биогенное рельефообразование на суше. Том 2. Зональность. М.: ГЕОС, 2007. 466 с.

Болысов С.И., Неходцев В.А. Погребенный и подземный рельеф г. Москва // Теоретические проблемы современной геоморфологии. Теория и практика изучения геоморфологических систем: материалы XXXI Пленум геоморфологической комиссии РАН. Астрахань: Техноград, 2011. С. 151–156.

Болысов С.И., Неходцев В.А. Субрельеф и субтерральные процессы как фактор эколого-геоморфологической опасности в городах // Вестник РГУ им. С.А. Есенина. 2016. № 1(50). С. 87–105.

Болысов С.И., Неходцев В.А., Шишкин В.С. Субрельеф – «рельеф» подземных полостей // Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике: Всероссийская конференция «VII Щукинские чтения». М.: Макс-ПРЕСС, 2015. С. 42–47.

Геоэкология Москвы: методология и методы оценки состояния городской среды / Под ред. Г.Л. Коффа, Э.А. Лихачевой, Д.А. Тимофеева. М.: Медиа-ПРЕСС, 2006. 199 с.

Городские бомбоубежища: где в Москве можно спрятаться от конца света. 2012. URL: <http://www.aif.ru/realty/city/38698> (дата обращения: 08.08.2016).

Даньшин Б.М. Геологическое строение и полезные ископаемые Москвы и окрестностей. М.: Изд-во МОИП, 1947. 305 с.

Даньшин Б.М. Геологическое строение Москвы и ее окрестностей // Геология в реконструкции г. Москвы. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. С. 19–66.

Даньшин Б.М. Геологическое строение Московской области // Тр. ВИМСа и МГТ. М.-Л.: ОНТИ, 1936. Вып. 105(18). С. 58 с.

Долотов Ю.А., Парфенов А.А. Подземные горные выработки на территории Новой Москвы // Геоэкологические проблемы Новой Москвы. М.: Медиа-Пресс, 2013. С. 94–107.

Долотов Ю.А., Сохин М.Ю. Проблемы спелеологии // Пещеры. 2001. № 27–28. С. 83–96.

Желеховский С., Фатхуценко М.В. Подземные камеломни Парижа: разрушение или защита? // Спелеология и спелеология: развитие и взаимодействие наук. Сб. мат-лов междунар. научно-практ. конф. Набережные Челны: НГПИ, 2010. С. 202–204.

Иксанова Е.А. Вклад докайнозойского карбонатного карста в развитие современных просадочных процессов в г. Москве. Дис. ... канд. геогр. н. М., 2005. 155 с.

Канализационная сеть. 2016. URL: <http://www.mosvodokanal.ru/index.php?do=cat&category=canset> (дата обращения: 08.08.2016).

Коротяев В.П. Использование подземного пространства в Москве // Архитектура и строительство Москвы. 2009. № 1(543). С. 39–44.

Коротяев В.П. Москва: градостроительный потенциал подземного пространства // GRADO. Журнал о градостроительстве и архитектуре. 2011. № 2. С. 70–81.

Котлов Ф.В. Изменение природных условий территории Москвы под влиянием деятельности человека и их инженерно-геологическое значение. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 263 с.

Котлов Ф.В. Изменения геологической среды под влиянием деятельности человека. М.: Недра, 1978. 264 с.

Кофф Г.Л., Петренко С.И., Лихачева Э.А., Котлов В.Ф. Очерки по геоэкологии и инженерной геологии Московского столичного региона. М.: РЭФИА, 1997. 174 с.

Лихачева Э.А. О семи холмах Москвы. М.: Наука, 1990. 141 с.

Лихачева Э.А., Бахирева Л.В., Станковянски М., Урбанек Я. Оценка городской морфолитосистемы (на примере Москвы и Братиславы) // Геоморфология. 1991. № 1. С. 30–42.

Лихачева Э.А., Локишин Г.П., Просунцова Н.С., Тимофеев Д.А. Эколого-геоморфологическая оценка территории г. Москвы // Геоморфология. 2000. № 1. С. 48–55.

Лихачева Э.А., Маккавеев А.Н., Курбатова Л.С. Древние и современные процессы в долине реки Неглинной // Геоморфология. 2001. № 4. С. 58–66.

Лихачева Э.А., Маккавеев А.Н., Локишин Г.П., Некрасова Л.А. Анализ устойчивости и динамичности рельефа города Москва // Геоморфология. 2006. № 4. С. 32–38.

Лихачева Э.А., Маккавеев А.Н., Тимофеев Д.А., Бронгулеев В.Вад., Козлова А.Е., Курбатова Л.С., Некрасова Л.А., Горещкий К.В., Локишин Г.П. Геоморфология Москвы по материалам карты «Геоморфологические условия и инженерно-геологические процессы г. Москвы» // Геоморфология. 1998. № 3. С. 41–51.

Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А., Локишин Г.П., Просунцова Н.С. Эколого-геоморфологические критерии оценки городской территории // Геоморфология. 1999. № 3. С. 18–26.

Лихачева Э.А., Чеснокова И.В., Курбатова Л.С., Локишин Г.П. Исторический анализ геоморфологических условий урбанизации центральной части Восточно-Европейской равнины // Геоморфология. 1995. № 3. С. 32–39.

Лихачева Э.А., Шварев С.В. Геоморфологические проблемы освоения территории Новой Москвы // Геоэкологические проблемы Новой Москвы. М.: Медиа-Пресс, 2013. С. 83–87.

Медоваров Е.В. Деятельность Нижегородской губернской ученой архивной комиссии по изысканию подземных сооружений Нижегородского Кремля в начале XX века // Спелеология и спелеология. Сборник материалов III международной научной заочной конференции. Наб. Челны: НИСПТР, 2012. С. 286–288.

Москва: геология и город / Под ред. В.И. Осипова, О.П. Медведева. М.: Московские учебники и картолитогрфия, 1997. 398 с.

Мукаби Дж.Н., Кимура Й., Котеки С., Нгиги А. Основные инженерно-геологические проблемы развития подземного пространства в г. Найроби // Международный журнал «Гео-техника». 2012. № 4. С. 50–59.

Насимович Ю.А. Аннотированный список названий рек, ручьев и оврагов Москвы. М.: ВНИИ охраны природы Мин-природы РФ, 1996. 114 с.

Неходцев В.А. Эрозионно-русловые процессы и субрельеф подземных (коллекторных) водотоков // Спелеология и спелеология. Сборник материалов III международной научной заочной конференции. Наб. Челны: НИСПТР, 2012. С. 231–236.

Николаев Н.И. Об эволюционном развитии карстовых форм и значении структурно-тектонического фактора // Сов. геология. 1946. № 10. С. 46–57.

О московском метрополитене. 2016. URL: <http://mosmetro.ru/about/> (дата обращения: 08.08.2016).

Сатарова Д. Трудности подземного роста: интервью президента АСУС профессора Рэймонда Стерлинга // GRADO. Журнал о градостроительстве и архитектуре. 2011. № 2. 34 с.

Сафина Г.Ф., Федорова В.А. Искусственные подземные сооружения городов // Спелеология и спелеология. Сборник материалов III международной научной заочной конференции. Наб. Челны: НИСПТР, 2012. С. 276–280.

Симонов Ю.Г., Кружалин В.И. Инженерная геоморфология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 208 с.

Симонова Т.Ю. Эколого-геоморфологические исследования городских территорий // Экологическая геоморфология. Новые направления. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2015. С. 46–59.

Федеральный закон от 30.12.2015 № 441-ФЗ «О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации статьи 150 и 151 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации» // СПС Консультант Плюс.

Хоменко В.П., Калашников М.А., Потапов И.А. Карстовые и суффозионные провалы в г. Москве: особенности инженерно-геологических изысканий и прогнозирования // Вестник МГСУ. 2010. № 4. С. 158–162.

Человек, общество, рельеф. Основы социально-экономической геоморфологии / Под ред. В.И. Кружалина, Ю.Г. Симонова, Т.Ю. Симоновой. М.: Диалог культур, 2004. 120 с.

Щуровский Г.Е. История геологии Московского бассейна. М.: ОЛЕ, 1866, 1867. Т. 1, 2. 172, 144 с.

Поступила в редакцию 08.09.2016

Принята к публикации 09.12.2016

S.I. Bolysov¹, V.A. Nekhodtsev²,
S.V. Kharchenko³

UNDERGROUND LANDFORMS OF MOSCOW

The «relief» of natural and anthropogenic caves and cavities under the Moscow city territory is described basing on field observations and literary sources. The description of morphology, genesis and recent dynamics of the underground surfaces is also given. Special attention is paid to a poorly studied issue – the functioning of sewer streams. Volumes of Moscow caves and cavities are estimated, environmental aspects of underground landforms dynamics are also reviewed. A special term «subrelief» (meaning »UNDER landforms» and «NEARLY landforms») is introduced for describing surfaces of underground caves and cavities. It could be explained by the concept of «relief» which is regarded in the Russian geomorphologic science as a system of landforms on the Earth's surface (in contrast to «subrelief»).

Key words: subrelief, Moscow area, underground landforms, caves, cavities, underground geomorphic processes.

REFERENCES

- Anikina N.V., Shvarev S.V., Nekhodtsev V.A., Samojlova E.A. Ocenka prirodno-antropogennykh geologo-geomorfologicheskikh uslovij Novoj Moskvy [Assessment of natural and anthropogenic geological and geomorphologic features of New Moscow area] // *Geoekologicheskie problemy Novoj Moskvy*. M.: Media-Press, 2013. P. 88–93 (in Russian).
- Bolysov S.I. Biogennoe rel'efoobrazovanie na sushe. Tom 2. Zonal'nost' [Terrestrial biogenic relief formation. V. 2. Zonality] // *GEOS*. M., 2007. 466 p. (in Russian).
- Bolysov S.I., Nekhodtsev V.A. Pogrebyonnyj i podzemnyj rel'ef g. Moskva [Buried and underground landforms of Moscow], *Teoreticheskie problemy sovremennoj geomorfologii. Teorija i praktika izucheniya geomorfologicheskikh sistem: materialy XXXI Plenum geomorfologicheskoy komissii RAN*. Tehnograd, Astrahan', 2011. P. 151–156 (in Russian).
- Bolysov S.I., Nekhodtsev V.A. Subrel'ef i subterrall'nye processy kak faktor jekologo-geomorfologicheskoy opasnosti v gorodah [Subrelief and underground processes as factors of geomorphologic hazards within urban areas] // *Vestnik RGU imeni S.A. Esenina*. 2016. № 1(50). P. 87–105 (in Russian).
- Bolysov S.I., Nekhodtsev V.A., Shishkin V.S. Subrel'ef – «rel'ef» podzemnykh polostej [Subrelief as relief of underground caves], *Geomorfologicheskie resursy i geomorfologicheskaja bezopasnost': ot teorii k praktike: Vserossijskaja konferencija «VII Shhukinskie chtenija»*. Maks-PRESS. M., 2015. P. 42–47 (in Russian).
- Chelovek, obshchestvo, rel'ef. Osnovy social'no-jekonomicheskoy geomorfologii [Man, society, landforms. Basics of socio-economic geomorphology] / Pod red. V.I. Kruzhalina Ju.G. Simonova, T.Ju. Simonovoy. M.: Dialog kul'tur. 2004. 120 p. (in Russian).
- Dan'shin B.M. Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye Moskvy i okrestnostej [Geology and mineral resources of Moscow and its neighborhood]. M.: Izd-vo MOIP, 1947. 305 p. (in Russian).
- Dan'shin B.M. Geologicheskoe stroenie Moskovskoj oblasti [Geology of the Moscow oblast] // *Tr. VIMSa i MGT*. 1936. Vyp. 105(18), ONTI, Moscow-Leningrad. 58 p. (in Russian).
- Dan'shin B.M. Geologicheskoe stroenie Moskvy i ee okrestnostej [Geology of Moscow and its neighborhood]. *Geologija v rekonstrukcii g. Moskvy*. Moscow-Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1938. P. 19–66 (in Russian).
- Dolotov Yu.A., Parfenov A.A. Podzemnye gornye vyrabotki na territorii Novoj Moskvy [Underground mining developments within the New Moscow area] // *Geoekologicheskie problemy Novoj Moskvy*. M.: Media-Press, 2013. P. 94–107 (in Russian).
- Dolotov Yu.A., Sohin M.Ju. Problemy speleologii [Problems of speleology] // *Peshhery*. 2001. № 27–28. P. 83–96 (in Russian).
- Federal'nyj zakon ot 30.12.2015 № 441-FZ «O vnesenii izmenenij v Uголовnyj kodeks Rossijskoj Federacii stat'i 150 i 151 Uголовno-procussual'nogo kodeksa Rossijskoj Federacii» [Federal Act no. 441 of 12.30.2015 «About changes in the Criminal Code of RF, articles no. 150 and 151 of the Code of Criminal Procedure RF»] // *SPS Konsul'tantPljus* (in Russian).
- Geoekologiya Moskvy: metodologiya i metody ocenki sostojaniya gorodskoj sredy [Environmental geography of Moscow: methodology and the methods of assessment of the state of urban environment]. M.: Media-PRESS, 2006. 199 p. (in Russian).
- Gorodskie bomboubezhishha: gde v Moskve mozžno spryatat'sya ot konca sveta [Urban bombshelters. Where to shelter in Moscow from the end of the world?]. 2012. URL: <http://www.aif.ru/realty/city/38698> (08.08.2016).
- Homenko V.P., Kalashnikov M.A., Potapov I.A. Karstovye i suffuzionnye provaly v g. Moskve: osobennosti inzhenerno-geologicheskikh izyskanij i prognozirovaniya [Karst and suffusion failures in Moscow: specific features of engineering-geological surveys and forecasting] // *Vestnik MGSU*. 2010. № 4. P. 158–162 (in Russian).
- Iksanova E.A. Vklad dokajnozojskogo karbonatnogo karsta v razvitie sovremennykh prosadochnykh processov v g. Moskve [Influence of under-cenozoic carbonate karst on the development of modern subsidence processes in Moscow]. *Dis. ... kand. Geogr. n. M.*, 2005. 155 p. (in Russian).
- Kanalizacionnaja set' [Sewer network]. 2016. URL: <http://www.mosvodokanal.ru/index.php?do=cat&category=canset> (08.08.2016).
- Koff G.L., Petrenko S.I., Likhacheva E.A., Kotlov V.F. Ocherki po geoekologii i inzhenernoj geologii Moskovskogo stolichnogo regiona [Essays on geoecology and engineering geology of the Moscow metropolitan region] // *RJeFIA*. M., 1997. 174 p. (in Russian).
- Korotaev V.P. Ispol'zovanie podzemnogo prostranstva v Moskve [Use of the underground space in Moscow] // *Arhitektura i stroitel'stvo Moskvy*. 2009. № 1(543). P. 39–44 (in Russian).
- Korotaev V.P. Moskva: gradostroitel'nyj potencial podzemnogo prostranstva [Moscow: urban development potential

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Palaeogeography, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: sibol1954@bk.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Palaeogeography, postgraduate student; e-mail: baban.n@mail.ru

³ Kazan (Volga Region) Federal University, Institute of Environmental Sciences, Department of Landscape Ecology, Research Scientist, PhD. in Geography; e-mail: xar4enkoff@rambler.ru

of underground space] // GRADO. Zhurnal o gradostroitel'stve i arhitekture. 2011. № 2. P. 70–81 (in Russian).

Kotlov F.V. Izmenenie prirodnykh usloviy territorii Moskvy pod vliyaniem deyatelnosti cheloveka i ikh inzhenerno-geologicheskoe znachenie [Changes of natural conditions of Moscow area under anthropogenic influence and its engineering significance]. M.: Izd-vo AN SSSR, 1962. 263 p. (in Russian).

Kotlov F.V. Izmeneniya geologicheskoy sredy pod vliyaniem deyatelnosti cheloveka [Changes of geological environment under human activities]. M.: Nedra, 1978. 264 p. (in Russian).

Likhacheva E.A. O semi kholmakh Moskvy [About the seven hills of Moscow]. M.: Nauka, 1990. 141 p. (in Russian).

Likhacheva E.A., Bakhireva L.V., Stankovjanski M., Urbanek Ja. Ocenka gorodskoj morfologicheskoy sredy (na primere Moskvy i Bratislavy) [Assessment of urban morpholithosystems (with special reference to Moscow and Bratislava)] // Geomorfologiya. 1991. № 1. P. 30–42 (in Russian).

Likhacheva E.A., Chesnokova I.V., Kurbatova L.S., Lokshin G.P. Istoricheskij analiz geomorfologicheskikh usloviy urbanizatsii central'noy chasti Vostochno-Evropejskoy ravniny [Historical analysis of geomorphic control over urbanization in the central East European Plain] // Geomorfologiya. 1995. № 3. P. 32–39 (in Russian).

Likhacheva E.A., Lokshin G.P., Prosuncova N.S., Timofeev D.A. Ekologo-geomorfologicheskaya ocenka territorii g. Moskvy [Ecological-geomorphologic assessment of the Moscow territory] // Geomorfologiya. 2000. № 1. P. 48–55 (in Russian).

Likhacheva E.A., Makkaveev A.N., Kurbatova L.S. Drevnie i sovremennyye processy v doline reki Neglinnoj [Ancient and recent processes in the Neglinnaya River valley] // Geomorfologiya. 2001. № 4. P. 58–66 (in Russian).

Likhacheva E.A., Makkaveev A.N., Lokshin G.P., Nekrasova L.A. Analiz ustojchivosti i dinamichnosti rel'efa goroda Moskva [The analysis of stability and dynamism of the Moscow territory relief] // Geomorfologiya. 2006. № 4. P. 32–38 (in Russian).

Likhacheva E.A., Makkaveev A.N., Timofeev D.A., Bronguleev V.V., Kozlova A.E., Kurbatova L.S., Nekrasova L.A., Goreckij K.V., Lokshin G.P. Geomorfologiya Moskvy po materialam karty «Geomorfologicheskie usloviya i inzhenerno-geologicheskie processy g. Moskvy» [Geomorphology of Moscow according to the map «Geomorphologic conditions and geological-engineering processes in Moscow»] // Geomorfologiya. 1998. № 3. P. 41–51 (in Russian).

Likhacheva E.A., Shvarev S.V. Geomorfologicheskie problemy osvoeniya territorii Novoy Moskvy [Geomorphological problems of New Moscow territory development] // Geokologicheskie problemy Novoy Moskvy. M.: Media-Press, 2013. P. 83–87 (in Russian).

Likhacheva E.A., Timofeev D.A., Lokshin G.P., Prosuncova N.S. Ekologo-geomorfologicheskie kriterii ocenki gorodskoj territorii [Ecogeomorphological criteria for an urban territory evaluation] // Geomorfologiya. 1999. № 3. P. 18–26 (in Russian).

Medovarov E.V. Deyatel'nost' Nizhegorodskoy gubernskoy uchenoy arhivnoy komissii po izyskaniyu podzemnykh sooruzhenij

Nizhegorodskogo Kremlja v nachale XX veka [Activities of provincial scientific archival commission of Nizhny Novgorod on the search of underground buildings of the Nizhny Novgorod Kremlin in the early 20th century] // Speleologiya i speleotologiya. Sbornik materialov III mezhdunarodnoy nauchnoy zaochnoy konferencii. NISPTR, Nab. Chelny, 2012. P. 286–288 (in Russian).

Moskva: geologiya i gorod [Moscow: geology and the city] // Moskovskie uchebniki i kartolitografija. M., 1997. 398 p. (in Russian).

Mukabi Dzh.N., Kimura J., Koteki S., Ngigi A. Osnovnye inzhenerno-geologicheskie problemy razvitiya podzemnogo prostranstva v g. Najrobi [The main geotechnical problems of Nairobi underground development] // Mezhdunarodnyy zhurnal «Geotekhnika». 2012. № 4. P. 50–59 (in Russian).

Nasimovich Yu.A. Annotirovannyj spisok nazvanij rek, ruch'jov i ovragov Moskvy [Annotated list of river, small river and ravine names], VNII ohrany prirody Minprirody RF. M., 1996. 114 p. (in Russian).

Nekhodtsev V.A. Eroзионно-ruslovyye processy i subrel'ef podzemnykh (kollektornykh) vodotokov [The erosion and channel processes and subrelief of the underground water courses] // Speleologiya i speleotologiya. Sbornik materialov III mezhdunarodnoy nauchnoy zaochnoy konferencii. NISPTR, Nab. Chelny, 2012. P. 231–236 (in Russian).

Nikolaev N.I. Ob jevoljucionnom razvitii karstovykh form i znachenii strukturno-tektonicheskogo faktora [On the evolution of karst landforms and the role of structural-tectonic factor] // Sov. Geologiya. 1946. № 10. P. 46–57 (in Russian).

O moskovskom metropolitene [About the Moscow metro]. 2016. URL: <http://mosmetro.ru/about/> (08.08.2016).

Safina G.F., Fedorova V.A. Iskusstvennyye podzemnye sooruzheniya gorodov [The man-made underground urban constructions] // Speleologiya i speleotologiya. Sbornik materialov III mezhdunarodnoy nauchnoy zaochnoy konferencii. NISPTR, Nab. Chelny, 2012. P. 276–280 (in Russian).

Satarova D. Trudnosti podzemnogo rosta: interv'ju prezidenta ACUUS professora Rjejmunda Sterlinga [Problems of underground development: interview of ACUUS president Prof. R. Sterling], GRADO // Zhurnal o gradostroitel'stve i arhitekture. 2011. № 2. 34 p. (in Russian).

Shhurovskij G.E. Istorija geologii Moskovskogo bassejna. [History of geology of the Moscow basin. V. 1, 2]. OLE. M., 1866–1867. T. 1, 2. 172 p., 144 p. (in Russian).

Simonov Ju.G., Kruzhalin V.I. Inzhenernaya geomorfologiya [Engineering Geomorphology]. M.: Izd-vo MGU, 1993. 208 p. (in Russian).

Simonova T.Ju. Ekologo-geomorfologicheskie issledovaniya gorodskih territorij [Ecological-geomorphologic researches of urban areas], Ekologicheskaya geomorfologiya. Novye napravleniya, MGU (Publ.). M., 2015. P. 46–59 (in Russian).

Zhelehovskij S., Fat'jushhenko M.V. Podzemnye kamelomni Parizha: razrushenie ili zashhita? [Underground quarries of Paris: destroying or protecting?]. Speleologiya i speleotologiya: razvitie i vzaimodejstvie nauk. Sb. Mat-ov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf. NGPI, Naberezhnye Chelny, 2010. P. 202–204 (in Russian).

Received 08.09.2016

Accepted 09.12.2016

УДК 314.728

Л.Б. Карачурина¹, Н.В. Мкртчян²

ВНУТРЕННЯЯ ДОЛГОВРЕМЕННАЯ МИГРАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИИ И ДРУГИХ СТРАНАХ

Ставится под сомнение тезис о низкой миграционной активности населения России во внутри-страновых переселениях в сравнении с зарубежными странами. Анализируются причины, которые препятствуют прямому сравнению данных по внутренней миграции в России и других странах. В основном они связаны с различиями в размерах единиц административно-территориального деления и неодинаковостью в подходах к определению внутристрановой миграции. На основе данных о миграции в 2013–2014 гг. в России и ряде стран с развитой миграционной статистикой делается вывод, что различия есть, Россия отстает от стран-лидеров примерно вдвое, но она превосходит ряд стран, прежде всего – восточной и южной Европы – по показателю интенсивности миграции.

Анализ потоков внутренней миграции по возрасту показывает, что в целом у России и развитых стран наблюдается сходство возрастных профилей миграции. Однако в России пик для возраста 15–29 лет, в отличие от других сравниваемых стран, выражен более сильно и смещен к наиболее молодым возрастам. Это связано с большей сжатостью в жизненном пути социально-демографических событий, которые ведут к миграционным перемещениям. В остальных возрастах отличия возрастного профиля миграции в России от других стран, против наших ожиданий, невелики.

Ключевые слова: внутренняя миграция, межстрановые сравнения, интенсивность миграции, возрастная структура мигрантов.

Введение. Принято считать, что миграционная активность населения в России существенно ниже, чем в других странах [Andrienko, Guriev, 2004; Bell et al., 2015]. Этот тезис получил отражение и в официальных документах стратегического характера³. Используя данные российской статистики и доступные статистические источники о миграции в развитых странах, мы попытались проработать этот вопрос несколько глубже.

Рассмотрим долгосрочную миграцию, то есть переселения сроком на один год и более, данные о которой публикуются статистическими ведомствами и включаются в баланс численности населения стран и их территориальных единиц. Проанализируем миграцию в пределах стран; в России это межрегиональные и внутрирегиональные перемещения, в других странах критерии иные, но сделаем попытку, по возможности, обеспечить их сопоставимость.

В России число фиксируемых статистикой внутристрановых миграционных перемещений растет, начиная с 2011 г., когда были внесены серьезные изменения в процедуры статистического учета миграции. Стали фиксироваться перемещения, сопровождающиеся регистрацией по месту пребывания на срок 9 месяцев и более (3 месяца можно пребывать без регистрации, в итоге получается срок не менее одного года), тогда как до этого фиксации подлежали только переселения, сопровождающиеся сменой регистрации по месту жительства. С 2013 г. число внутрироссийских миграций превыси-

ло 4 млн человек и продолжает находиться на близком к этому уровне. Формально миграционная активность в России вернулась на уровень конца 1980-х гг. Сокращение объемов переселений в 1990–2000-е гг. в немалой степени было вызвано трансформацией системы учета миграции – заменой прописки регистрацией по месту жительства и пребывания, а также вытеснением долгосрочной (постоянной) миграции временными формами пространственной мобильности [Моисеенко, 2004].

Проведение корректного межстранового анализа внутренней миграции является сложной задачей и неизменно сталкиваются с рядом труднопреодолимых препятствий. Во-первых, в рассматриваемых странах источники статистических данных о миграции принципиально различны. Например, в Канаде они получаются из данных обследований домохозяйств, в Скандинавских странах, Германии и Великобритании – из регистров населения. Также используются данные переписей, в ряде стран (Франция, Новая Зеландия) они являются практически единственным источником, однако и сами методики проведения переписей различны. Таким образом, все названные источники предоставляют данные, не вполне сопоставимые по конкретным показателям, характеризующим мобильность, и обладающие разной периодичностью.

Во-вторых, в каждой из стран приняты свои критерии отнесения пространственных перемещений к миграции. Во многих европейских странах к

¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», кафедра демографии, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: likaratc@mail.ru

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт демографии, вед. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: mkrtchan2002@rambler.ru

³ Концепция государственной миграционной политики Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. Указом Президента РФ 13 июня 2012 г.

миграции может быть причислена любая смена места проживания, в том числе произошедшая в пределах самой малой территориальной единицы. Подобные перемещения называются жилищной мобильностью (Residential mobility) [Geist, McManus, 2008] и по масштабам превосходят собственно миграцию. В ряде небольших европейских стран (например, в Дании, Исландии) статистика миграции учитывает перемещения в границах общин, число которых достигает нескольких тысяч; в США они включаются в общее число перемен места проживания, но их можно вычленировать. В статистике миграции Великобритании учитываются перемещения между отдельными частями крупных городов, представляющих собой самостоятельные статистические единицы. В России все эти пространственные перемещения не являются миграцией. То есть само понятие внутренней миграции не является универсальным, его основные признаки не вполне сопоставимы с используемыми в российской статистике.

В-третьих, территориальные единицы, между которыми осуществляются миграционные перемещения, трудносравнимы по разным странам по территориальным уровням представления статистической информации. В частности, не во всех странах публикуются сведения отдельно по миграции между крупными территориями (землями, краями, воеводствами, провинциями – аналогами 85 российских регионов), и между территориями более низкого таксономического уровня (графствами, районами, муниципалитетами, которые могут быть уподоблены российским городским округам и муниципальным районам). Но даже если аналогии можно установить, сложно учитываемым фактором остается сеть административных образований: чем больше в стране территориальных единиц одного уровня, меньше их площадь и расстояние между ними, тем потенциально больше масштабы учитываемой внутренней миграции.

Размеры территории РФ делают межрегиональную миграцию несопоставимой с перемещениями между аналогичными по уровню территориальной иерархии, но существенно (часто – на порядок и более) меньшими по площади территории регионами, в целом ряде стран Европы, Японии. Например, проблематично сравнение межрегиональной миграции в России с переселениями между уездами Эстонии, здесь более подходит сравнение с миграцией в пределах регионов. И не только Россия, но и многие другие страны по объемам внутренней миграции оказываются взаимно трудно сопоставимыми.

Усилия по гармонизации данных по внутренней миграции и поиска приемлемых параметров для сравнения предпринимались неоднократно [например, Bell и Muhidin, 2009]. В последней попытке сопоставления стран по интенсивности внутренней миграции на данных переписей раундов 2000–2010 гг. [Bell et al., 2015] сравнивались так называемые «национальные интенсивности миграции». Согласно

получившимся оценкам, по числу учтенных переездов переселений, равному 2% населения ежегодно, Россия находилась в группе стран с наиболее низким значением этого показателя, наряду с рядом других восточноевропейских государств (Словенией, Украиной, Румынией, Польшей). Из рассмотренных стран наибольшие относительные объемы миграции были зафиксированы в Исландии (19%), Финляндии (16%), Дании, США, Австралии и Швеции (14–15%).

Данные и методы исследования. Мы попытались сопоставить частоту (интенсивность) внутренней миграции в отдельных развитых странах на уровне крупных (ранга субъектов РФ, штатов США, земель, провинций, округов и т. п.), а также средних и малых (ранга административных районов, графств, муниципалитетов и т. п.) территорий. Используются наиболее свежие (2013–2014 гг.) показатели, публикуемые национальными статистическими ведомствами. По ряду стран данные о внутренней миграции получены на основе переписей и обследований, поэтому мы также использовали для сравнения не только российские данные текущего учета, но и результаты Всероссийской переписи населения 2010 г. (ВПН-2010), а также данные, полученные при разработке вопроса о месте проживания за один год до переписи.

Анализируется как общий объем миграции, так и распределение мигрантов по возрасту, но список стран, по которым доступна подобная информация, не так широк. Исследовательское предпочтение было отдано странам, сопоставимым с Россией по численности населения или хотя сколько-нибудь – по территории. Для оценки корректности сопоставлений изучались методические комментарии, размещенные на сайтах национальных статистических ведомств.

Результаты и обсуждение. Субъекты РФ, городские округа и муниципальные районы России не вполне соответствуют территориям соответствующего уровня (NUTS⁴-2, 3 или иным) в зарубежных странах. В среднем регионы России по площади территории уступают только штатам и территориям Австралии, провинциям и территориям Канады (табл. 1). По численности населения субъекты РФ, напротив, уступают многим сопоставимым регионам соответствующего ранга в других странах.

Еще более значимы различия по территории и населенности – на следующем иерархическом уровне. Здесь они могут достигать более чем двух порядков (например, по площади территории – между Россией и Германией).

Полученные в результате этих примерных сопоставлений данные показывают, что по показателям общей интенсивности внутренней миграции Россия уступает целому ряду стран. Интенсивность внутренней миграции в США, Великобритании и Австралии выше, чем в России, и это при условии, что численность населения как крупных, так и более мелких регионов в этих странах превосходит российскую. Поэтому даже различия в подходах к категоризации

⁴ Nomenclature of Units for Territorial Statistics – стандарт территориального деления стран для статистических целей.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика регионов и интенсивности внутренней миграции
в России и других странах, 2013–2014 гг.**

Страна, год	Население (в среднем), тыс. человек		Территория (в среднем), тыс. км ²		Интенсивность миграции, на 1000 человек	
	крупные регионы	средние и малые регионы	крупные регионы	средние и малые регионы	крупные регионы	крупные, средние и малые регионы*
Австралия, 2013/2014	2905,9	70,9	960,9	23,4	15,0	78,7
Австрия, 2014	945,2	85,1	9,3	0,8	12,8	34,1
Великобритания, 2013/2014	5359,0	145,2	20,3	0,6	21,2	48,8
Германия, 2013	5047,9	7,2	22,3	0,032	13,7	47,6
Дания, 2014	1125,4	56,8	8,6	0,4	9,3	53,7
Испания, 2014	2448,0	788,3	26,6	8,6	7,7	10,0
Италия, 2014	3039,2	552,6	15,1	2,7	8,9	21,6
Канада, 2014	2511,0	–	713,2	–	8,0	24,1***
Нидерланды, 2013	4207,3	38,0	10,4	0,1	8,7	36,5
Норвегия, 2014	729,7	11,9	55,1	0,9	18,1	46,6
Польша, 2014	2376,1	–	19,5	–	–	10,6 (27,7****)
Россия, 2014	1730,9	61,4	205,7	7,3	13,8	28,2
Словакия, 2014	1354,0	–	12,2	–	14,1	–
США, 2014	6277,3	102,0	183,8	3,0	21,7	43,0
Финляндия, 2014	–	17,1	–	1,1	–	49,3
Чехия, 2013	1314,0	136,5	9,9	1,0	7,1	12,4
Швейцария, 2014	–	313,1	–	1,6	–	43,1
Эстония, 2014	–	82,3	–	2,8	–	11,6
Япония, 2014**	1788,5	–	5,3	–	17,8	38,7

*Соответствует российскому показателю миграции «в пределах России»; **число средних и малых регионов страны, между которыми учитывается миграция, неизвестно; ***авторская оценка на основе данных переписи 2006 г., источник: [Amirault et al., 2013]; ****с учетом зарегистрированных на срок три месяца и более.

Источники: данные национальных статистических органов соответствующих стран.

миграции (например, учет миграции между отдельными муниципалитетами в пределах крупных городов) не может повлиять на сравниваемые межстрановые показатели радикальным образом.

Однако относительно других стран различия в интенсивности внутренней миграции в России не так очевидны. Так, межрегиональная миграция в России практически соответствует межземельной в Германии, при этом численность населения земель в разы больше, чем в среднем у субъектов РФ, а площадь – меньше. В то же время площади территории на уровне городов и муниципальных районов и общин Германии малосопоставимы, российские заметно крупнее. В Японии префектуры по численности населения соответствуют российским областям и краям, но по площади территории уступают им в 40 и более раз; этим может в значительной мере определяться более высокие миграционные показатели в этой стране. При прочих равных условиях, на более плотно заселенной территории миграционные перемещения должны быть более интенсивны, так как большинство мигрантов движутся на небольшие расстояния, что было подмечено еще Е. Равенштейном [Ravenstein, 1885] и вновь показано в современных работах [Kalogirou, 2005].

Отдельные данные по Канаде на «низовом» уровне (графства, округа) для 2014 г. в открытом доступе отсутствуют, поэтому не включены в рассмотрение. Однако значимость данной страны для сравнения с Россией представляется большой, поэтому мы воспользовались для оценки материалами переписи населения Канады 2006 г., а также итогами обследования домохозяйств 2011 г. По данным переписи соотношение внутри- и межпровинциальной миграции составляло 2 к 1 [Amirault et al., 2013], результаты этой оценки приведены в табл. 1. Такая пропорция внутри- и межпровинциальной миграции – закономерное следствие больших размеров канадских провинций. Исходя из вышеприведенных соотношений, можно осторожно оценить масштабы миграции в Канаде между и внутри провинций (суммарно) в 800–850 тыс. человек, что соответствует 24 переселениям на 1000, то есть немного меньше, чем в России. По данным обследований домохозяйств Канады 2011 г., за год, предшествующий обследованию, сменили место жительства 39,6 человека на 1000⁵, при этом соотношение внутри- и межпровинциальных миграций составило 4,6 к 1, что существенно отличается от данных Amirault с соавт. [2013] – возможно, здесь в число внутрипровинциальной миг-

⁵ Лица, проживающие за год до проведения обследования за пределами страны (8,8 на 1000 населения), исключены.

рации включена жилищная мобильность. Если принимать за основу для сравнения эти данные, получается, что мобильность в Канаде на треть больше, чем в России, но меньше, чем в США.

Помимо оценки общих масштабов внутренней миграции, целесообразно сопоставить Россию с другими странами по ее возрастному профилю. Жизненный путь человека в отдельных странах различается, наступление важнейших социальных и демографических событий (начало и завершение получения образования, вступление в брак, выход на пенсию и т. п.) имеет возрастную специфику в разных обществах. Соответственно, миграция, приуроченная к этим событиям, также может иметь особенности, проявляющиеся в возрастных «пиках» и спадах ее показателей [Plane, Heins, 2003; Clark, Withers, 2007; Kley, 2011].

В России выраженный пик миграции приходится на 15–29 лет, в этом возрасте совершается, по данным текущего учета, около 40% переселений, по данным ВПН-2010 г. даже 50%. После этого возраста миграционная активность резко снижается. В детских возрастах участие в миграции примерно соответствует миграционной активности 30–40-летних – их гипотетических родителей, что естественно, ведь дети не участвуют в миграции самостоятельно.

Мы проанализировали данные по возрастной интенсивности миграции в 14-ти странах, для которых удалось собрать необходимую информацию. Интенсивность участия в миграции между регионами стран, примерно соответствующими рангу субъекта РФ, представлена в табл. 2. Видно, что почти в каждой из стран пик миграции, как и в России, приходится на возраст 15–29 лет, в других возрастных группах переселения существенно более редки. Наиболее сглаженный профиль имеет миграция между штатами США, а также в тех европейских странах, где миграционная активность населения в целом меньше, чем в России. В странах, где общая интенсивность миграции больше российской, пик молодежной миграции выражен примерно так же, как в России (Германия) или еще более явно (Швеция, Япония). При существенных различиях в общей интенсивности миграции между странами, именно в молодых возрастах показатели наиболее дифференцированы: разница в интенсивности миграции в возрасте 15–29 лет составляет в анализируемой группе стран 10 раз (между Швецией и Словакией), в то время как в остальных возрастах – в 3–3,5 раза.

Сравнение России и ряда крупных стран по пятилетним возрастным группам (рис.) показывает, что возрастной профиль миграции в России имеет остроконечный пик в возрасте 15–19 лет во внутрирегиональной миграции и существенно более сглаженный – в 15–24 лет – в межрегиональной. В других рассмотренных странах он сдвинут примерно на 5 лет к более старшим возрастам. Во многих странах интенсивность практически не различается между возрастными 20–24 и 25–29 лет, формируя своеобразное «плато». В России к 25–29-летнему интервалу наблюдается сильный спад миграционной

Таблица 2

Интенсивность внутренней межрегиональной миграции в России и других странах, 2014 г., на 1000 человек населения в соответствующей возрастной группе

Страны	0–14 лет	15–29 лет	30–49 лет	50 лет и старше
Австрия	9,5	21,3	11,1	2,8
Германия	10,3	37,1	15,0	4,5
Испания	6,1	12,9	10,3	4,0
Канада*	6,3	13,5	7,6	3,3
Польша	15,1	16,1	12,4	4,3
Польша, зарегистрированные на 3 месяца и более	20,2	31,4	16,8	8,3
Россия	11,4	26,7	14,2	6,4
Словакия	7,4	6,3	6,0	2,5
США	17,8	24,7	18,6	8,8
Чехия**	11,3	11,5	9,2	3,4
Швеция	14,5	63,5	20,8	7,1
Япония	15,7	50,8	22,4	4,8

*2011 г., **2013 г.

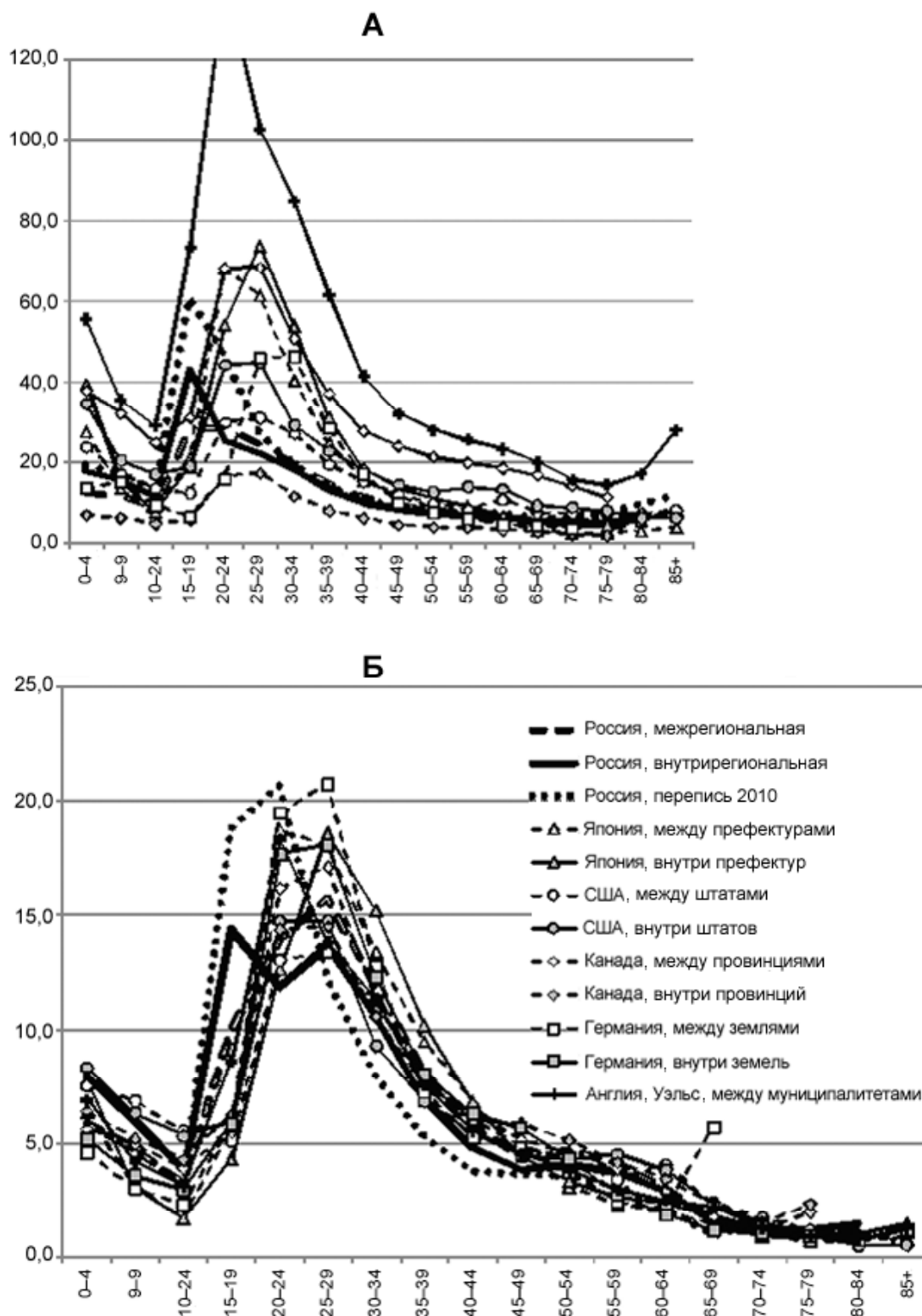
Источники: данные национальных статистических органов соответствующих стран.

активности. Имеющиеся данные не позволяют четко отделить непосредственно миграцию и жилищную мобильность, которая явно присутствует, например, в Англии и Уэльсе; считаем, что она больше влияет на общую интенсивность перемещений, но принципиально не меняет возрастные профили миграции.

Долевое распределение мигрантов по возрасту (рис., Б) нивелирует различия в миграционной активности между странами. Смещение пика в России к группе 25–29 лет и общее его сглаживание объясняется размерами когорт населения (рождения 1980-х и 1990-х гг.). Но и с учетом малого размера когорты 15–19 лет, видно, что в этом возрасте мигрантов в России сравнительно больше, чем в других странах.

Более ранний пик миграционной активности в России формируется, по-видимому, благодаря сравнительно раннему началу получения профессионального образования и связанному с ним первого самостоятельного переезда (17–18 лет, а для среднего профессионального образования – еще более ранний возраст), и в целом большей концентрации социальных и демографических событий в наиболее молодых возрастах. В других странах сам процесс получения образования и в целом модели взросления более диверсифицированы [Sage et al., 2013; Clark, Withers, 2007; McDonald, Evans, 2003].

Во всех рассмотренных странах имеет место сокращение миграционной активности в детских возрастах от 0–4 до 10–14 лет – в школьных возрастах она везде меньше, чем в дошкольных; это напрямую связано с фазами жизненного пути семей: повсеместно переезды чаще приходятся на время создания семей и рождения детей, или когда дети еще малы. С возрастом спад миграционной активности идет синхронно во всех странах, значимых пиков, связанных с выходом на пенсию, практически



Внутристрановая миграция в России и других странах по возрастным группам, 2014 г. (А – на 1000 человек населения; Б – % от общего числа мигрантов в соответствующем потоке). Источники: данные национальных статистических органов соответствующих стран

Inner migration in Russia and other countries by age groups, 2014 (A – by 1000 inhabitants; Б – percentage of the total number of migrants in the corresponding flow). Sources: national statistical data of the countries

ки не наблюдается, за исключением небольшого роста интенсивности миграции между штатами США в возрасте 60–64 года, и внутри штатов в возрасте 55–64 года. Небольшое возрастание интенсивности миграции в этих возрастных группах (на 1–2%, что, конечно, несопоставимо с молодежными

пиками), не имеет аналогов в других рассмотренных нами странах.

Сравнение интенсивности миграции в возрасте 60–64 года в России и других странах показывает, что отличий здесь меньше, чем в молодых возрастах, и они примерно такие же, какие выявились меж-

ду странами по показателю общей миграционной активности. Значимо более высокая интенсивность миграции в этой группе наблюдается только в США (примерно в 2 раза выше, чем в России, таковы различия и в целом между странами). Существенно больше миграция в этом возрасте также внутри провинций в Канаде и Германии, но при этом между провинциями активность переселений в пожилых возрастах вдвое уступает российской.

Выводы:

– представленные данные показывают, что миграция в России немного интенсивнее, чем в Италии, Испании, Чехии и Польше, хотя внутренние территории этих стран также плохо сопоставимы с российскими – их площадь меньше, а население – больше. С целым рядом стран сопоставлять Россию сложно уже в силу их размера, равного или даже меньшего, чем отдельные субъекты РФ; кроме того, миграции в них фиксируются между территориями очень низкого уровня, чаще всего – общинами, что совершенно не соответствует статистико-критериальным подходам к миграции, используемым в России и ряде других стран (например, Польши, Испании);

– несмотря на не вполне приемлемую межстрановую сопоставимость, внутренняя миграция в России не настолько низка, как долгое время было принято считать. Даже со странами – лидерами по интенсивности миграции, разница составляет примерно два раза, а не на порядки. В то же время, мы не можем судить о внутримunicipальной мобильности, переселениях в пределах городов, в том числе жилищных, которые в России к миграции не относятся и учет их в этом качестве не производится;

– дополнительную весомость произведенным межстрановым сравнениям придает анализ распределения внутренней миграции по возрастным группам. Выявленное сходство возрастной интенсивности

миграции между странами показывает, что в целом мы имеем дело с вполне сопоставимыми показателями, характеризующими общую миграционную активность. Вопросы вызывают данные по отдельным странам Восточной Европы (Чехия, Словакия, Польша), в которых и общий показатель миграционной активности существенно меньше, чем в России, и возрастной профиль миграции не имеет выраженного пика. Возможно, в этих странах миграция недоучитывается, прежде всего – в молодых возрастах, как это имело место в России в недавнем прошлом (в 1990–2000-е гг.) [Чудиновских, 2004; Мкртчян, 2009], но этот вопрос требует более детального изучения;

– в России пик миграционной активности, приходящийся на наиболее молодые трудоспособные возрасты, связан с ранними возрастами старта получения профессионального образования и возрастной однотипностью моделей взросления. Можно ожидать, что продолжающаяся модернизация демографического поведения, выражающаяся в увеличении возраста вступления в брак, рождения детей, увеличении вариации ценностных предпочтений будет способствовать дестандартизации наступления важнейших демографических и социальных событий и миграционная активность будет постепенно смещаться к более зрелым возрастам;

– наиболее интересным представляется результат, что миграционное поведение лиц старших («колонизирующих») возрастов в России мало отличается от такового в развитых странах. Причины и факторы этих переселений, преодолеваемые расстояния, возможно, различаются гораздо более существенно, чем сама интенсивность миграции. Этот сюжет, однако, до настоящего момента никак не изучался в России, но является едва ли не самой популярной «миграционной» темой в зарубежных исследованиях.

Благодарности. Исследование осуществлено в рамках проекта «Тенденции демографического развития России в 2005–2015 гг. в контексте долговременных демографических трендов» Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ 2016 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Мкртчян Н. Миграционная мобильность в России: оценки и проблемы анализа // SPERO. 2009. № 11. С. 149–164.
- Моисеев В. Внутренняя миграция населения. М.: ТЭИС, 2004. 285 с.
- Чудиновских О. О критическом состоянии учета миграции в России // Вопросы статистики. 2004. № 10. С. 27–36.
- Andrienko Y., Guriev S. Determinants of interregional mobility in Russia: evidence from panel data // Economics of Transition. 2004. № 12(1). P. 1–27.
- Amirault D., de Munick D., Miller S. Explaining Canada's Regional Migration Patterns. Bank of Canada Review. 2013. Spring. <http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2013/05/boc-review-spring13-amirault.pdf> (дата обращения: 12.05.2016)
- Bell M., Muhidin S. Cross-National Comparison of Internal Migration. UNDP. Human Development Reports. Research Paper 2009/30. July 2009.
- Bell M., Charles-Edwards E., Ueffing P., Stilwell J., Kupiszewski M., Kupiszewska D. Internal Migration and Development: Comparing Migration Intensities Around the World // Population and Development Review. 2015. № 41(1). P. 33–58.
- Clark W., Withers S. Family migration and mobility sequences in the United States: Spatial mobility in the context of the life course // Demographic Research. 2007. № 17(20). P. 591–622. DOI: 10.4054/DemRes.2007.17.20.
- Geist C., McManus P. Geographical Mobility over the Life Course: Motivations and Implications // Population, Space and Place. 2008. № 14. P. 283–303. DOI: 10.1002/psp.508.
- Kalogirou S. Examining and Presenting Trends of Internal Migration Flows within England and Wales // Population, Space and Place. 2005. № 11. P. 283–297. DOI: 10.1002/psp.376.
- Kley S. Explaining the Stages of Migration within a Life-course Framework // European Sociological Review. 2011. № 27(4). P. 469–486. DOI:10.1093/esr/jcq020.

McDonald P., Evans A. Negotiating the Life Course: Changes in individual and family transitions. Negotiating the Life Course Discussion. Melbourne: Australian Institute of Family Studies Conference, 2003. 32 p.

Plane D., Heins F. Age articulation of U.S. inter-metropolitan migration flows // *The Annals of Regional Science*. 2003. N 37. P. 107–130.

Ravenstein E. The Laws of Migration // *Journal of the Statistical Society of London*. 1885. V. 48. N 2. P. 167–235.

Sage J., Evandrou M., Falkingham J. Onwards or Homewards? Complex Graduate Migration Pathways, Well-being, and the 'Parental Safety Net' // *Population, Space and Place*. 2013. N 19. P. 738–755. DOI: 10.1002/psp.1793.

Поступила в редакцию 01.06.2016

Принята к публикации 09.12.2016

L.B. Karachurina¹, N.V. Mkrtchyan²

LONG-TERM INTERNAL MIGRATION OF POPULATION IN RUSSIA AND OTHER COUNTRIES

The article questions the idea of low migration activity of the Russian population in terms of the in-country resettlement in comparison with foreign countries. Reasons preventing a direct comparison of data on internal migration in Russia and other countries are analyzed. They are related to differences in the size of units of administrative and territorial division and diversity in approaches to the definition of in-country migration. Based on 2013–2014 migration data of it was concluded that Russia and several countries with advanced migration statistics differ substantially. Russia lags behind the leading countries about twice. However, it overpasses other countries, especially of eastern and southern Europe, in terms of migration intensity.

Analysis of internal migration flows by age shows that, in general, Russia and other developed countries have similar age migration profiles. In contrast to other comparable countries, the Russian peak at the age of 15–29 years is more clearly defined and biased to the youngest age. It results from a greater briefness of socio-demographic events, which leads to migration movements. Contrary to our expectations the differences between the age profile of migration in Russia and other countries in the rest of the age groups are not great.

Key words: Internal migration, cross-country comparisons, the intensity of migration, age structure of migrants.

Acknowledgements. The study was carried out under the project Trends of the demographic development of Russia in 2005–2015 in the context of long-term demographic trends (NRU HSE 2016 Program of fundamental research).

REFERENCES

Amirault D., de Munick D. and Miller S. Explaining Canada's Regional Migration Patterns. Bank of Canada Review. 2013. Spring. <http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2013/05/boc-review-spring13-amirault.pdf> (Adressed: 12.05.2016)

Andrienko Y., Guriev S. Determinants of interregional mobility in Russia: evidence from panel data // *Economics of Transition*. 2004. № 12(1). P. 1–27.

Bell M., Charles-Edwards E., Ueffing P., Stillwell J., Kupiszewski M., Kupiszewska D. Internal Migration and Development: Comparing Migration Intensities Around the World // *Population and Development Review*. 2015. № 41(1). P. 33–58.

Bell M., Muhidin S. Cross-National Comparison of Internal Migration. UNDP. Human Development Reports. Research Paper 2009/30. July 2009.

Chudinovskikh O. O kriticheskom sostojanii ucheta migracii v Rossii [On the critical state of migration accounting in Russia], *Voprosy statistiki*, 2004, № 10. P. 27–36 (in Russian).

Clark W., Withers S. Family migration and mobility sequences in the United States: Spatial mobility in the context of the life course // *Demographic Research*. 2007. № 17(20). P. 591–622. DOI: 10.4054/DemRes.2007.17.20

Geist C., McManus P. Geographical Mobility over the Life Course: Motivations and Implications // *Population, Space and Place*. 2008. № 14. P. 283–303. DOI: 10.1002/psp.508.

Kalogirou S. Examining and Presenting Trends of Internal Migration Flows within England and Wales // *Population, Space and Place*. 2005. № 11. P. 283–297. DOI: 10.1002/psp.376.

Kley S. Explaining the Stages of Migration within a Life-course Framework // *European Sociological Review*. 2011. № 27(4). P. 469–486. DOI:10.1093/esr/jcq020.

McDonald P., Evans A. Negotiating the Life Course: Changes in individual and family transitions. Negotiating the Life Course Discussion. Melbourne: Australian Institute of Family Studies Conference, 2003. 32 p.

Mkrtchyan N. Migracionnaya mobil'nost' v Rossii: ochenki i problemy analiza [Migration mobility in Russia: estimates and problems of the analysis], SPERO, 2009, № 11. P. 149–164 (in Russian).

Moiseenko V. Vnutrennjaja migracija naselenija [Internal migration of the population]. M.: TJeIS, 2004. 285 p. (in Russian).

Plane D., Heins F. Age articulation of U.S. inter-metropolitan migration flows // *The Annals of Regional Science*. 2003. № 37. P. 107–130.

Ravenstein E. The Laws of Migration // *J. the Statistical Society of London*. 1885. V. 48. No. 2. P. 167–235.

Sage J., Evandrou M., Falkingham J. Onwards or Homewards? Complex Graduate Migration Pathways, Well-being, and the 'Parental Safety Net' // *Population, Space and Place*. 2013. № 19. P. 738–755. DOI: 10.1002/psp.1793.

Received 01.06.2016

Accepted 09.12.2016

¹ National Research University Higher School of Economics, Department of Demography, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: likaratc@mail.ru

² National Research University Higher School of Economics, Institute of Demography, Leading Research scientist, PhD. in Geography; e-mail: mkrtchan2002@rambler.ru

УДК 911.3

Е.В. Романова¹, А.Н. Носова², О.А. Меркушева³, А.А. Потапова⁴,
А.Г. Савченкова⁵, Е.А. Шустов⁶

ВЛИЯНИЕ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ НА РАЗМЕЩЕНИЕ НОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В КАЛИНИНСКОМ РАЙОНЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследование опирается на агломерационные концепции французской школы пространственной экономики (А. Торр, Б. Пекер и др.), которые акцентируют внимание как на пространственных (географическом соседстве), так и на внепространственных (внутриорганизационных связях, а также когнитивном сходстве, институциональном соответствии, социальных связях) измерениях соседства. Преимущества, возникающие вследствие агломерации предприятий, могут быть связаны с концентрацией фирм одной и многих отраслей. В первом случае речь идет об эффектах локализации (MAR-эффектах), во втором – об эффектах урбанизации (Джейкобс-эффектах). Реже выделяются Портер-эффекты, возникающие благодаря концентрации конкурирующих предприятий одной отрасли.

На основе глубинных интервью на заводах Хитачи, СКФ и Парето-Принт в Калининском районе Тверской области было выявлено, что наиболее значимыми эффектами для всех компаний являются MAR-эффекты, что связано с географическим соседством фирм одной отрасли. Портер-эффекты более выражены в полиграфической отрасли в связи с наличием конкурирующих между собой производителей продукции. Джейкобс-эффекты для изучаемого региона не характерны, так как нет условий для возникновения локализованных перетоков знания между компаниями, а также слабо дифференцирована отраслевая структура района.

Ключевые слова: факторы размещения промышленности, агломерационные эффекты, Тверская область, Тверь, Калининский район, индустриальные парки, кластер, экономика знаний, скрытое знание, эффекты локализации, эффекты урбанизации, конкуренция производителей.

Введение. Изучение размещения производительных сил является одним из важнейших направлений исследований в российской и зарубежной региональной науке. Выделяется три этапа в развитии научных теорий:

I. 1890-е – 1950-е гг. – возникновение первых статических концепций, описывающих оптимальные места размещения промышленных предприятий в зависимости от максимизации прибыли или минимизации издержек (В. Лаунхардт, А. Вебер, А. Леш). Важная роль перетоков знания, наряду с внутренними эффектами на масштабе отмечается А. Маршаллом [Marshall, 1920]. Исследования в области географии промышленности в СССР были связаны с зарождением районной школы (Н.Н. Баранский, Г.М. Кржижановский, И.Г. Александров);

II. 1950-е – начало 1980-х гг. – господство вертикально-интегрированных фирм в условиях фордизма и появление динамических концепций (Т. Хегерstrand, Р. Вернон, Г. Мюрдаль и Дж. Фридман, Ф. Перру, М. Сторпер и Р. Уолкер). В СССР в рам-

ках районной школы развивалась теория территориально-производственных комплексов [Колосовский, 1958; Моделирование ..., 1976]. Большое значение имели работы по типологии промышленных узлов и районов [Хрущев, 1970], исследованию элементарных систем производства [Бакланов, 1978]. И.М. Маергойзом разработано представление о территориальных структурах хозяйства [Маергойз, 1986]. В работах А.П. Горкина и Л.В. Смирнягина обсуждаются факторы и условия размещения промышленности [Горкин, Смирнягин, 1973]. Выделяются исследования экономистов А.Е. Пробста, Я.Г. Фейгина;

III. Середина 1980-х гг. – настоящее время – с переходом к постфордизму центральным направлением зарубежных исследований стало исследование роли знания в размещении фирм. Концепция маршалловых промышленных округов возрождена в трудах Дж. Бекаттини и Э. Маркусен. Представители французской школы пространственной экономики А. Торр, Ж.-П. Жилли [Gilly, Torre, 2000], Б. Пекер

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, доцент, канд. экон. н.; e-mail: ekat.romanova@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, аспирантка; e-mail: a.n.nosova@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, аспирантка; e-mail: olam2004@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, студентка; e-mail: alexandra.potapova@inbox.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, студентка; e-mail: savchenkova.anastasiya@mail.ru

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, студент; e-mail: egorshustoff@mail.ru

[Pecqueur, Zimmermann, 2002], продолжая работы Ф. Перру и Ж. Будвиля, систематизировали представления о пространственных и внепространственных факторах соседства. Возрастание конкуренции и ускорение темпов внедрения инноваций привели к появлению представлений об инновационных средах⁷ (Ф. Айдало, Швейцария), кластерах (М. Портер, США), инновационных системах (Б.-О. Люндваль, Дания). В контексте перехода на постиндустриальный этап развития изучается промышленность России (В.Л. Бабурин, А.И. Трейвиш, А.Н. Пилясов). Многочисленные авторы исследуют новые территориальные формы инновационной деятельности на примере России (Л.М. Гохберг, Ю.Г. Лаврикова, А.С. Куценко, Л.С. Маркова, И.Г. Дежина, Н.В. Смородинская, Г.А. Унтура и др.). В Тверской области исследования размещения хозяйства проводились А.А. Ткаченко.

В данной работе поставлена задача изучения, как на примере России работают зарубежные концепции размещения. В основу легли работы, посвященные исследованию измерения территориального соседства (или «близости»⁸) [Gilly, Torre, 2000], еще мало исследованные в русскоязычной литературе. Пространственным измерением является географическое соседство. Внепространственные измерения – это внутриорганизационные связи, а также когнитивное сходство, институциональное соответствие, социальные связи, рассмотренные в более поздних работах. Такое расширенное представление дает новые возможности для изучения факторов размещения. Идеи французской школы использовали следующие зарубежные авторы: Р. Бошма [Boschma, 2005], А. Лагендейк [Lagendijk, Oinas, 2005], Р. Пачи и С. Усаи [Marrocu et al., 2011], Т. Брекель [Broeckel, Boschma, 2012], Я. Маттес [Mattes, 2012] и др. В российской экономической географии в указанном контексте изучаются институциональные (Н.В. Зубаревич) и когнитивные (Н.В. Замятина) аспекты.

Географическое соседство. Наиболее простым способом оценки географического соседства является измерение расстояний [Torre, Zuideau, 2008]. Вследствие минимизации расстояний и размещения предприятий в одном месте снижаются транзакционные издержки, улучшается доступ к факторам производства. Общими становятся поставщики и потребители, рабочая сила, накопленные информация и знание, что может служить фактором для новых компаний.

Преимущества, возникающие вследствие агломерации предприятий, могут быть связаны с концентрацией фирм одной и многих отраслей. В первом случае речь идет об эффектах локализации

(MAR-эффектах⁹), во втором – об эффектах урбанизации (Джейкобс-эффектах¹⁰). Реже выделяются Портер-эффекты¹¹, возникающие благодаря концентрации конкурирующих предприятий одной отрасли.

Вопрос, какие из указанных видов агломерационных эффектов влияют на экономическое развитие регионов и инновационную активность в наибольшей мере, остается дискуссионным. Полагается, что MAR-эффекты при узкой специализации могут привести к «технологическому замыканию» региона. В отношении Джейкобс-эффектов считается, что они зарождаются в диверсифицированной городской среде с разнообразием знаний, и это ведет к развитию высокотехнологичных производств. Подавляющее большинство работ подтверждают положительное влияние на производительность как эффектов локализации, так и эффектов урбанизации [Beaudry, Schiffrauerova, 2009]. Практически не отмечено негативное влияние последних. Изучение влияния всех трех типов эффектов показывает, что Портер-эффекты подтверждаются чаще в совокупности с Джейкобс-эффектами.

Под *организационным сближением* подразумевается способность организации создавать взаимодействия между ее участниками [Torre, Rallet, 2005]. Принадлежность к одной организации определяется не обязательно корпоративным признаком, а скорее наличием связей между отдельными элементами структуры. Считается, что взаимодействия в современной экономике знаний особенно важны. Производство инновационной продукции зачастую требует усилий многих акторов – материнских компаний, их специализированных поставщиков, а также НИИ и университетов. С другой стороны, чрезмерно сильные организационные связи, особенно в рамках иерархических структур, могут ограничивать инновационную активность.

К этому понятию близко представление об *институциональном соответствии*. Речь идет о степени взаимной конгруэнтности (соответствия) между акторами (например, фирмами) и институциональной инфраструктурой, в рамках которой они функционируют, а также принятие ее легитимности [Freel, 2003]. Наличие институциональных условий, соответствующих нормам и представлениям компаний, которые размещаются в регионе, является благоприятствующим фактором. С другой стороны, дисбалансы могут ограничивать деятельность фирм.

Значимую роль играют *социальные связи*. Положительный эффект от персональных контактов возникает благодаря передаче подразумеваемого (или неявного¹²) знания ввиду того, что не все знания можно передать в письменной форме [Polanyi,

⁷ Milieu (фр.).

⁸ Proximité (фр.).

⁹ По первым буквам фамилий ученых-экономистов Альфреда Маршалла (первые теоретические представления в 1890 г.), Кеннета Эрроу (1962) и Пола Ромера (1986).

¹⁰ По имени американской ученой-урбаниста Джейн Джейкобс.

¹¹ По имени американского экономиста Майкла Портера, основателя концепции кластеров.

¹² Tacit knowledge (англ.).

1996]. С другой стороны, сильные социальные связи могут приводить к риску оппортунистического поведения одного из участников группы или формированию устойчивого сообщества, мало восприимчивого к новым идеям, что замедляет инновационную активность [Boschma, 2005].

Когнитивное сходство подразумевает сближение в плане совокупности знаний, набора компетенций, технологий. Р. Бошма показал на примере многих стран, что больший экономический эффект для фирм достигается при обмене сходным, но не одинаковым, то есть комплементарным знанием [Frenken et al., 2004]. Напротив, совокупность одинаковых знаний может привести к замедлению инновационной активности.

Изложенное выше показывает наличие противоречий как в пространственных, так и во внепространственных измерениях соседства. Р. Бошма обозначает эти расхождения «парадоксом близости»¹³.

Гипотезой исследования стало предположение о том, что в российских условиях факторы соседства имеют несколько отличное влияние на размещение предприятий, чем предполагают западные теории. Задачей исследования, таким образом, стало выявление, какие из факторов (социальные связи, институты, организационное сходство, общность знаний) имеют первостепенное значение.

Материалы и методы. На основе изложенных теоретических представлений авторы разработали схему исследования, которая состоит из последовательного анализа пространственных и внепространственных факторов, влияющих на размещение. В качестве «полигона» исследования был выбран Калининский район Тверской области, где в январе 2015 г. состоялась полевая часть работы. Были проведены глубинные интервью с представителями трех компаний – Парето-Принт (российское полиграфическое предприятие), SKF (шведский производитель подшипников для железнодорожных вагонов), Hitachi (японский производитель экскаваторов). Выбор этих фирм определялся следующими условиями:

- наличие собственного производства в регионе;
- принадлежность к отраслям с неоднозначными факторами размещения (не бралась во внимание, например, пищевая промышленность, фактором размещения которой могла бы быть близость к Москве);
- время основания компаний – 2000-е гг., что позволяет изучить значимые факторы размещения на современном этапе.

Обсуждение результатов. Экономико-географическое положение Калининского района Тверской области в современной России. Калининский район – самый крупный по площади муниципальный район Тверской области (площадь – 4158 км²). Рас-

положен на юго-востоке области, граничит с шестью районами Тверской области, а также на юге – с Лотошинским районом Московской области. Окружает городской округ Тверь, который является его административным центром. Расстояние до крупнейших городов страны, Москвы и Санкт-Петербурга – 170 и 520 км соответственно.

Согласно районированию Е.Е. Лейзеровича, Калининский район относится к Тверскому экономическому микрорайону, в который кроме него входят граничащие с ним районы Тверской области с добавлением Кувшиновского района [Лейзерович, 2007]. Двумя основными особенностями географического положения Калининского района объясняется специфика его экономической специализации: выгодным транспортно-географическим положением (через район проходят железнодорожная магистраль Москва – Санкт-Петербург, а также федеральная трасса М10, соединяющая эти города, и региональные трассы Р84 (Тверь – Устюжна) и Р90, соединяющая федеральную трассу М10 с федеральной трассой М1), а также влиянием города Тверь, административного центра района и области.

В Твери в советский период были созданы и функционировали предприятия таких отраслей промышленности, как транспортное машиностроение (Тверской вагоностроительный завод, завод «Тверской экскаватор»), полиграфическая промышленность (Тверской полиграфический комбинат, Тверской полиграфический комбинат детской литературы), химическая промышленность («Тверьстеклопластик», Тверской лакокрасочный завод), производство запчастей и оборудования.

В период экономических реформ 1990-х гг. экономический и трудовой потенциал существенно снизился, однако в 2000-х гг. Калининский район стал вновь привлекателен для иностранных инвестиций, прежде всего, благодаря удачному сочетанию нескольких факторов: близости к Москве, транспортной доступности потенциальных промышленных площадок района, а также накопленному за советские годы человеческому капиталу, который недостаточно использовался сохранившимися здесь промышленными предприятиями. Таким образом, здесь возникли предприятия, по специализации и ассортименту продукции в большой степени дублирующие предприятия города Твери, однако использующие иностранные технологии и преимущества положения в индустриальных парках.

Инновационный потенциал Тверской области. В рейтинге инновационного развития субъектов РФ, подготовленном НИУ ВШЭ, в 2013 г., Тверская область находилась на 30-м месте в составе 83 субъектов РФ по РРИИ (Российскому региональному инновационному индексу)¹⁴. Однако, для сравнения, в 2012 г. она занимала 26-е место. Индекс включает ряд промежуточных индикаторов, в том

¹³ Proximity paradox (англ.).

¹⁴ В основу расчетов взяты показатели, сопоставимые с индикаторами европейского рейтинга Европейской комиссии: Regional Innovation Scoreboard, 2014.

числе индекс «Социально-экономических условий инновационной деятельности», представляющий агрегированную оценку экономического, образовательного и информационного уровней развития регионов (Тверская область – 60 место); индекс «Научно-технического потенциала» (условия финансового и кадрового обеспечения научных исследований и разработок, публикационная активность и т. д.) (на 19-м месте), индекс «Инновационная деятельность» отражает интенсивность процессов создания, внедрения и практического использования разного рода инноваций (на 45-м месте). Таким образом, при высоком уровне научно-технического потенциала и росте инновационного потенциала (с 2012 по 2013 г. область переместилась с 56 на 45-е место), наибольшие проблемы возникают именно в сфере социально-экономического развития области в целом и невысокого по сравнению с другими субъектами РФ образовательного потенциала [Рейтинг инновационного развития, 2015].

Так, в 2015 г. по показателю используемых передовых производственных технологий область занимала 3-е место в ЦФО (5,7% доля в ЦФО) после Москвы и Московской области, на которые приходится более половины объема внедренных технологий [Госкомстат, 2016, Используемые передовые технологии.]. Еще в 2000 г. область была на 11-м месте по ЦФО, но во второй половине 2000-х гг. наблюдается интенсивный рост показателя: в 2009 г. Тверская область вышла на 4-е место, уступая, помимо Москвы и Московской области, Воронежской области. С 2013 г. она прочно занимает 3-е место в регионе.

Приход иностранных инвесторов и обновление промышленной площадки не сопровождалось подъемом инновационной активности. Так, по числу поданных заявок на патенты и затратам на технологические инновации Тверская область отстает не только от конкурирующей с ней за прямые иностранные инвестиции в промышленности Калужской области, но и от таких регионов, как Тульская и Владимирская области [Госкомстат, 2016, Затраты на технологические инновации], [Госкомстат, 2016, Поступление патентных заявок], а по разработанным передовым производственным технологиям Тверская область отстает от Калужской более чем в 20 раз [Госкомстат, 2016, Разработанные передовые производственные технологии].

Все это свидетельствует о том, что в Тверской области в целом и Калининском районе в частности сложившиеся в советские годы научно-производственные связи практически не работают на сегодняшний день, а современное производство промышленной продукции с использованием иностранных технологий пока не сочетается с локальными научно-исследовательскими разработками передовых технологий и их внедрением.

Инвестиционная политика в Тверской области. Тверская область занимает лишь 59-е место в России по инвестициям в основной капитал на душу населения (в 2014 г. объем составил около 56 ты-

сяч рублей на душу населения). Более 70% данных средств составляют привлеченные средства, остальное – средства из регионального бюджета [Регионы России, 2016]. Около 12% средств из регионального бюджета 2015 г. было направлено на реализацию государственной программы «Экономическое развитие и инновационная экономика Тверской области», подразумевающей инвестиции в различные промышленные проекты, прежде всего, связанные с развитием инноваций.

В отчете Doing Business Всемирного банка Тверь заняла 18-е место среди 30 рассмотренных российских городов по простоте ведения бизнеса (для сравнения, лидирует Ульяновск, Калуга – на 6-м месте, а Москва – на 30-м). В рейтинге учитывалось, насколько просто в городе зарегистрировать собственность, новое предприятие, получить разрешение на строительство и подключиться к системе энергоснабжения [Doing Business, 2016]. В российском Национальном рейтинге состояния инвестиционного климата субъектов РФ Тверская область также не занимает лидирующие позиции, попав в группу IV из пяти возможных. В этой группе 19 субъектов РФ, такие как Архангельская, Псковская, Смоленская, Новгородская, Омская, Калининградская области, Пермский край, Ставропольский край и др. Рейтинг оценивал регионы по развитию регуляторной среды и институтов для ведения бизнеса, инфраструктуры, поддержке малого предпринимательства. Лидирующие позиции заняли Татарстан, а также Калужская, Белгородская, Тамбовская и Ульяновская области [Национальный рейтинг, 2016].

Всего за период 2010–2015 гг. в Тверской области реализовано около 60-ти крупных и значимых инвестиционных проектов с общим заявленным объемом вложенных инвестиций более 65 млрд рублей, в результате которых в области создано более 10 тыс. рабочих мест. Основная часть инвестиций привлекается в рамках созданных индустриальных парков. В настоящее время в Тверской области создано 6 индустриальных парков, из которых два находятся в Калининском районе: «Боровлево» (Калининский район), «Раслово» (Калининский район), а также «Две Башни» (г. Тверь), «MSB-Удомля» (Удомельский район), «Композит Сити» (г. Тверь), «Итомля» (Ржевский район) [Правительство Тверской области, 2016]. Рассматриваемые предприятия – заводы Hitachi, Парето-принт и SKF – правительство Тверской области относит к крупнейшим инвестиционным проектам. Общие объемы инвестиций в данные предприятия составили 3, 2,8 и 1,2 млрд рублей соответственно.

В настоящее время Тверская область продолжает проводить активную инвестиционную политику. Расходы областного бюджета на реализацию адресной инвестиционной программы Тверской области на 2015 г. составили 1,4 млрд рублей, на 2016 г. – 564 млн и на 2017 г. – 1,1 млрд рублей [Закон о бюджете, 2016]. Также на реализацию государственной программы «Инновационное развитие и модернизация

ция экономики» в Тверской обл. на 2016 г. запланировано около 5 млрд ассигнований из федерального бюджета. Однако следует отметить спад инвестиций в 2015 г. почти на 18% по сравнению с 2014 г. в связи с ухудшением экономической ситуации. Сходный спад наблюдался и в других регионах Центрального федерального округа – Калужской, Брянской, Костромской областях, максимальный (более 30%) – в Ивановской области [Зубаревич, 2015].

На сегодняшний день можно выделить следующие формы поддержки инвесторов в Тверской области:

- *административная поддержка* осуществляется при помощи специально созданного подразделения местного правительства – Управления инвестиционного развития и предпринимательства Министерства экономического развития Тверской области, а также других институтов регионального развития – Фонда содействия развитию венчурных инвестиций, Старт-Ап фонда и Фонда содействия кредитованию малого и среднего предпринимательства;

- *инфраструктурная поддержка*: на региональном уровне принят Закон Тверской области от 28.04.2010 № 41-ЗО «О мерах государственной поддержки при создании и развитии промышленных парков и туристско-рекреационных парков», который предполагает активное участие региональных властей в финансировании строительства инфраструктуры. Наиболее крупным проектом, реализованным в рамках этого закона, стало создание промышленного парка «Раслово» в Калининском районе, где расположен завод Hitachi;

- *кадровая поддержка*: правительство области поддерживает создание специальных обучающих программ в местных школах и профессиональных технических училищах, ориентированных на то или иное производство.

На сегодняшний день в Тверской области заявлено уже 67 инвестиционных проектов различной отраслевой направленности, общий объем инвестиций по которым составляет 165 млрд рублей, а количество создаваемых рабочих мест – около 18 тысяч. Инициаторами проектов являются как отечественные, так и зарубежные компании. Горизонт сроков реализации проектов доходит до 2022–2025 гг.

Существенной проблемой является отсутствие налоговых льгот для инвесторов. Налоговые льготы действовали только в период с 1995 по 2002 гг. Тем не менее, в апреле 2015 г. было подписано постановление о создании особой экономической зоны в Тверской области туристско-рекреационного профиля «Завидово». ОЭЗ будет построена к 2023 г., а общий бюджет проекта составит около 25 млрд руб. Резиденты получают налоговые льготы, а в будущем возможно претендовать и на федеральное финансирование для развития инфраструктуры.

Что касается Калининского района, то очевидно, что он является основным центром привлечения

промышленных инвестиций в Тверской области. Осознавая это, власти района в муниципальной программе экономического развития района на 2016–2018 гг. указывают, что «формирование благоприятной среды, способствующей привлечению инвестиций, и снятие административных барьеров являются основным приоритетом развития района» [Муниципальная программа, 2016]. Помимо уже действующих промышленных парков, планируется развивать перспективные площадки, которые располагаются в пределах Бурашевского сельского поселения вдоль трассы М10 «Россия», а также по направлению из Москвы в Санкт-Петербург у деревень Садыково, Боровлево, Бирюлино [Администрация Калининского района, 2016].

Факторы размещения новых предприятий в Калининском районе Тверской области.

Эмпирическая часть работы базировалась на изучении факторов размещения трех указанных компаний¹⁵.

Выбор иностранным инвестором площадки для размещения производства обусловлен рядом факторов (табл. 1). В данной работе они указаны в порядке убывания их значимости (1–4) по оценке самого инвестора.

Основные факторы, повлиявшие на выбор площадки «Раслово» компанией Hitachi:

- расположение большинства клиентов компании в европейской части России;

- близость к Санкт-Петербургу и его порту, откуда на завод доставляются комплектующие из-за рубежа, и удобное транспортное положение на трассе Москва – Санкт-Петербург;

- дешевый рабочий труд (по сравнению с привлекательной для инвесторов Калужской областью, вариант которой также анализировался);

- фактор промышленной базы. Тверская область является значимым промышленным центром и имеет развитые традиции производства. Фактор близости к Тверским экскаваторному и вагоностроительному заводам имел значение, поскольку компания полагала, что сможет найти соответствующих поставщиков в регионе. Были найдены производители противовесов и ходовой части экскаватора;

- высокий образовательный уровень населения. Необходимые для компании местные специалисты имеют высшее техническое образование. Подготовка специалистов происходит на площадке Тверского колледжа им. А.Н. Коняева;

- поддержка местных органов власти, Посольства Японии, а также служб, занимающихся строительством промышленного парка, созданного под потребности компании. Альтернативными городами для размещения производства были Калуга, Кострома, Иваново, Череповец (близость к ПАО «Северсталь»), а также Приморский край. В итоге компания выбирала между Тверской областью и Приморским краем. Однако пропускная способность

¹⁵ В данном случае факторы размещения производства понимаются в широком смысле как любые обстоятельства, обусловившие решение о размещении производства.

Таблица 1

Факторы размещения предприятий в Калининском районе Тверской области

Факторы размещения	Компания и год открытия завода		
	Hitachi, 2014	SKF, 2010	Парето-Принт, 2009
Спрос	1. Клиенты в европейской части РФ (работа через дистрибьютора)	Не упоминался. Основные клиенты: Тихвин, Нижний Тагил, Брянск, Верхняя Пышма	Не упоминался. Основные клиенты: Москва (70%), Санкт-Петербург (20%)
Наличие сходных производств	4. Близость к поставщикам местных вагоностроительного и экскаваторного заводов	1. Кластер железнодорожного машиностроения (близость к клиентам и поставщикам)	1. Полиграфический кластер (близость к поставщикам)
Транспортная доступность	2. Трасса Москва – Санкт-Петербург; порт Санкт-Петербург	2. Трасса Москва – Санкт-Петербург; аэропорт «Шереметьево»	Не упоминался
Стоимость и качество факторов производства	3. Дешевая и квалифицированная рабочая сила	3. Дешевая земля	2. Квалифицированная рабочая сила
Институциональный фактор	Поддержка со стороны администрации		

Источник: отчет научно-студенческой экспедиции [2015].

Примечание. 1–4 – объяснение в тексте.

железнодорожной сети в Сибири оказалась недостаточной для компании, и выбор был сделан в пользу Твери.

Основные факторы, повлиявшие на выбор площадки для размещения компании SKF в Боровлево:

- наличие развитого железнодорожного кластера. Фактор близости к Тверскому и Торжокскому вагоностроительным заводам как потенциальным клиентам компании;
- удобное положение на трассе Москва – Санкт-Петербург, близость к аэропорту «Шереметьево»;
- невысокая стоимость земли, поэтому строительство завода обошлось относительно недорого;
- поддержка местных органов власти, обмен мнениями с другими бизнесменами, анализ открытых источников информации.

Фактор наличия рабочей силы не имел значения, поскольку компания производит обучение кадров самостоятельно (на заводах SKF в Польше, Германии, Италии).

Альтернативными городами для размещения были Нижний Тагил (близость к «Уралвагонзаводу»), Владимир, Старый Оскол.

Основные факторы, повлиявшие на выбор площадки для размещения компании Парето-Принт в Боровлево:

- близость к тверским полиграфическим комбинатам (в 2007–2008 гг. они обеспечивали 23–25% общего объема книжного производства в России);
- наличие специалистов с большим опытом работы в полиграфической отрасли. В Твери есть кварталы полиграфистов и целые поколения, работающие в этой сфере, а также Тверской полиграфический колледж. Однако компания была вынуждена также самостоятельно обучать специалистов работе на новейшем импортном оборудовании;
- планы администрации области по развитию индустриального парка Боровлево, субсидии с ее стороны, контакты с другими бизнесменами.

Альтернативным местом для размещения компании была площадка в Рыбинске.

Таким образом, Тверь была выбрана компаниями как место локализации производства по совокупности многих критериев, указанных выше, которые превысили возможные преимущества других регионов России со схожей специализацией. Немаловажную роль в принятии решения о локализации в области сыграли фактор многолетних индустриальных традиций и наличие технологически сходных производств, поддержка администрации, а также дешевые факторы производства (рабочая сила и земля) (табл. 1).

Агломерационные эффекты при размещении новых предприятий в Калининском районе Тверской области. Результаты исследования отдельных элементов MAR-, Портер- и Джейкобс-эффектов (общий пул поставщиков и смежников, рабочей силы, локализованные перетоки знания) обобщены в табл. 2.

На каждом из предприятий была отмечена необходимость выстраивания местной сети поставщиков, наладить контакты с уже имеющимися поставщиками удалось частично. Компании SKF и Парето-Принт импортируют основные компоненты для своего производства из-за рубежа или других субъектов РФ. Основными местными поставщиками Hitachi стали ОАО «Центросвармаш» и ООО «Транслак», построенные уже в постсоветское время. Эти же фирмы обслуживают местное вагоностроение.

Что касается пула рабочей силы, то переход с одного места работы на другое происходил только в полиграфической отрасли, доступ к высококвалифицированному персоналу наибольшее значение имел для компании Парето-Принт. Иностранные фирмы были в меньшей степени связаны со старыми заводами. Для них Тверская область в кадровом контексте была привлекательна в связи с наличием

Таблица 2

Анализ агломерационных эффектов для заводов Hitachi, SKF и Парето-Принт в Калининском районе Тверской области, 2015 г.

Элементы MAR, Портер и Джейкобс-эффектов	Hitachi Construction Manufacturing	SKF	Парето-Принт
Общие поставщики/смежники	<i>Производство в РФ:</i> рукоять, стрела, платформа, противовес, ходовая часть. <i>Традиционные японские партнеры:</i> Тверь: НиккоТиЭрАй Евразия, Ивасиро Сталь Евразия (планы по локализации в РФ). <i>Российские партнеры:</i> Северсталь (Череповец), Центросвармаш, Транслак (Тверь) – поставщики для вагоностроения. <i>Импорт:</i> кабины, станки (Япония), сварочное оборудование (Япония, Италия).	<i>Импорт:</i> Ролики (Германия), кольца (Италия), уплотнения (Китай), смазка (США), станки и оборудование (Германия). Затруднен поиск местных поставщиков.	<i>Производство в РФ:</i> офсетная бумага (Краснокамск, Архангельск, Сыктывкар). <i>Импорт:</i> Мелованная бумага (Австрия), нить, краски, офсетные пластины (Германия), станки (Германия, Швейцария, Италия). Сотрудничества с Тверским заводом полиграфических красок нет.
Общий пул рабочей силы, старые кадры	Массового перетока кадров с ТвЭЗа не было, но несколько человек трудоустроились. <i>Новые меры:</i> площадка для обучения в колледже имени А.Н. Коняева. Стажировки в Японии.	<i>Новые меры:</i> обучение на заводах в Германии.	Старые кадры – значимый фактор. <i>Новые меры:</i> обучение на месте, за рубежом.
Локализованные перетоки знания	Нет контактов с ТвЭЗом.	Непостоянные контакты с ТВЗ.	Дружеский обмен мнениями.

Источник: отчет научно-студенческой экспедиции [2015].

учебных заведений, которые выпускают специалистов с техническим образованием, и где можно было организовать площадку для обучения (как, например, в случае компании Hitachi, которая проводила обучение кадров на базе колледжа им. А.Н. Коняева).

При создании новых предприятий инфраструктура старых заводов той же отрасли не использовалась. Были выбраны площадки типа «гринфилд», созданные на незастроенных земельных участках.

Поставок оборудования и полуфабрикатов между соответствующими предприятиями в настоящее время нет. Однако компания Парето-Принт на некоторое время передавала в пользование станки другим полиграфическим комбинатам (на время ремонта, для выполнения большого или сложного заказа). В настоящее время компания Hitachi не связана с Тверским экскаваторным заводом, компания SKF не имеет производственного взаимодействия с Тверским вагоностроительным заводом. В то же время SKF участвует в цепочках добавленной стоимости с вагоностроительными компаниями в Тихвине и Нижнем Тагиле.

Фактор личных контактов с руководством местных предприятий не играл существенной роли при выборе компаниями места размещения в Твери. Сейчас директора трех изучаемых фирм либо не имеют контактов со старыми предприятиями (Hitachi), либо контактировали с ними ранее по вопросам приобретения производимой ими продукции (SKF), либо более активно обмениваются друг с другом мнениями по разным вопросам (Парето-Принт).

По результатам интервью с представителями каждого предприятия было выявлено, что наиболее значимы оказались MAR-эффекты, что связано с географическим соседством фирм одной отрасли. Портер-эффекты более выражены в полиграфической отрасли в связи с наличием конкурирующих между собой производителей продукции. Джейкобс-эффекты для изучаемого региона не характерны, так как нет условий для возникновения локализованных перетоков знания между компаниями, слабо дифференцирована отраслевая структура.

Выводы:

– Калининский район обладает двумя ключевыми особенностями географического положения: выгодным транспортно-географическим положением (через район проходят железнодорожная магистраль «Москва – Санкт-Петербург», а также федеральная трасса М10, соединяющая эти города). Район опоясывает город Тверь, административный центр района и области, что, определенно, является важным фактором развития. В советский период в Твери были созданы и функционировали предприятия транспортного машиностроения, полиграфической промышленности, химической промышленности и производство запчастей и оборудования;

– Тверская область не занимает лидирующих позиций по состоянию инвестиционного климата субъектов РФ. Несмотря на это, местная администрация оказывает разнообразные формы поддержки (административную, инфраструктурную, кадровую) для развития инвестиций. Всего за период 2010–2015 гг. в Тверской области реализовано около 60 крупных и значимых инвестиционных проектов;

– в результате проведенного исследования были сделаны следующие наблюдения;

– исследование практического опыта трех предприятий, разместившихся в Калининском районе Тверской области в 2000-е гг., показало, что важную роль в принятии решения об их локализации сыграли: наличие сходных производств в полиграфической отрасли, вагоностроении и производстве экскаваторов; транспортная доступность; стоимость факторов производства; близость к потребителям; поддержка администрации;

– в контексте *географического соседства* подтверждена значимая роль MAR-эффектов, что связано с географической концентрацией фирм одной отрасли. Ее преимущества были использованы тремя компаниями по-разному. Сотрудничество с несколькими местными поставщиками смогла наладить фирма Hitachi. Во всех случаях была отмечена заинтересованность и сложность в поиске локальных поставщиков. Преимущества, возникающие благодаря концентрации высококвалифицированной рабочей силы, в наибольшей мере использовала компания Парето-Принт. Все три фирмы осуществляли обучение сотрудников в России или за рубежом;

– перетоки знания, преимущества *когнитивно-го сходства* и *организационная близость* отмечаются в полиграфической отрасли благодаря наличию взаимосвязей между предприятиями; в других отраслях они не выражены. В производстве экскаваторов это обусловлено разными отраслевыми сегментами, в которых работают новое и старое предприятие; в производстве подшипников это связано с более низким спросом со стороны местного вагоностроительного завода по сравнению с другими клиентами шведской компании;

– на первых этапах значимая роль фактора *социальных связей* при выборе места размещения была зафиксирована во всех случаях. Речь идет об обмене опытом с другими предпринимателями, контактах с внешними консультантами или посольствами стран, местной администрацией;

– инвесторам были предложены *институциональные условия*, связанные с инфраструктурной поддержкой (развитие промышленных парков), предоставлением налоговых льгот на определенном этапе (для компании Парето-Принт). Для большего институционального соответствия требуется работа над преодолением административных барьеров.

Благодарности. Авторы выражают признательность докт. геогр. н. А.Н. Пилясову и канд. геогр. н. Н.Ю. Замятиной (Совет по изучению производительных сил Минэкономразвития РФ) за научную идею, дискуссии и ценные советы, которые впоследствии легли в основу данной работы, и финансовую поддержку научной экспедиции, результаты которой были использованы для подготовки стратегии социально-экономического развития Калининского района Тверской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бакланов П.Я. Динамические пространственные системы промышленности: теоретический анализ. М.: Наука, 1978.

Горкин А.П., Смирнягин Л.В. О факторах и условиях размещения капиталистической промышленности // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1973. № 3. С. 68–75.

Закон «Об областном бюджете Тверской области» в ред. 01.12.2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/423909195> (Дата обращения 24.04.2016).

Затраты на технологические инновации организаций по видам инновационной деятельности по субъектам Российской Федерации в 2014 году // Федеральная служба государственной статистики URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innovz.xls (Дата обращения: 30.04.2016).

Зубаревич Н.В. Мониторинг кризиса и посткризисного развития регионов России. Независимый институт социальной политики. Социальный атлас российских регионов. URL: http://www.socpol.ru/atlas/overviews/social_sphere/kris.shtml#no36 (Дата обращения 24.04.2016).

Используемые передовые производственные технологии по субъектам Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov9.xls (Дата обращения: 30.04.2016).

Колосовский Н.Н. Основы экономического районирования. М.: Госполитиздат, 1958.

Лейзерович Е. Типология местностей России (экономические микрорайоны России: сетка и типология) // Социальная реальность. 2007. № 7. С. 84–125.

Маергойз И.М. Территориальная структура хозяйства. М., 1986.

Министерство экономического развития РФ. URL: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/investmentPolicy/indexdocs> (Дата обращения 18.04.2016).

Моделирование формирования территориально-производственных комплексов. Новосибирск: Наука, 1976.

Муниципальная программа Муниципального образования Тверской области «Калининский район» «Экономическое развитие муниципального образования Тверской области «Калининский район» на 2016–2018 годы» URL: http://kalinin-adm.ru/files/adm/MunProg/2016_46_ekonomika.pdf (дата обращения 20.04.2016).

Национальный рейтинг состояния инвестиционного климата в субъектах РФ. URL: <http://www.investinregions.ru/rating/> (Дата обращения: 30.04.2016).

Отчет научно-студенческой экспедиции 29–30 января 2015 г. в Тверскую область Калининского района (Экспертные интервью с директорами на предприятиях СКФ, Парето-Принт и Хитахи) в составе: Вознюк К., Меркушевой О., Носовой А., Патрушевой А., Романовой Е.В., Потаповой А., Савченковой А., Чаплыгиной П. при информационной, консультационной финансовой поддержке СОПС (Пилясов А.Н., Замятина Н.Ю.).

Официальный сайт администрации Калининского района URL: <http://kalinin-adm.ru/articles/180> (дата обращения 20.04.2016).

Официальный сайт правительства Тверской области. URL: <http://тверскаяобласть.рф/ekonomika-regiona/investitsionnyy-potentsial-tverskoy-oblasti/> (дата обращения 20.04.2016).

Поступление патентных заявок и выдача охранных документов в России, по субъектам Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov7.xls (Дата обращения: 30.04.2016).

Разработанные передовые производственные технологии по субъектам Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov8.xls (Дата обращения: 30.04.2016).

- Рейтинг инновационного развития субъектов РФ. НИУ ВШЭ, Институт статистических исследований и экономики знаний. Российская кластерная обсерватория. Вып. 3. М., 2015.
- Социально-экономические показатели 2015 г. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b15_14p/Main.htm (Дата обращения 19.04.2016).
- Хрущев А.Т. Промышленные узлы и принципы их типологии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. Геогр. 1970. № 2. С. 5–25.
- Beaudry C., Schiffauerova A. Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate // Research Policy. 2009. № 8. P. 18–337.
- Boschma R. Proximity and Innovation: A Critical Assessment // Regional Studies. 2005. V. 9(1). P. 1–74.
- Broekel T., Boschma R. Knowledge networks in the Dutch aviation industry: the proximity paradox // J. Economic Geography. 2012. V. 12(2). P. 409–433.
- Doing Business 2016. Группа Всемирного банка. URL: <http://russian.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/russia/sub/tver> (Дата обращения 20.04.2016).
- Freel M.S. Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity // Research Policy. 2003. V. 32. P. 751–770.
- Frenken K., van Oort F., Verburg Th., Boschma R. Variety and regional economic growth in the Netherlands // Final report to the Ministry of Economic Affairs. 2004.
- Gilly J.-P., Torre A. Proximity Relations: Elements for an Analytical Framework / Eds.: M.B. Green, R.B. McNaughton // Industrial Networks and Proximity. Ashgate Publishing, Aldershot, 2000. P. 1–16.
- Legendijk A., Oinas P. Towards Understanding Proximity, Distance and Diversity in Economic Interaction and Local Development / Eds.: A. Legendijk, P. Oinas // Proximity, Distance and Diversity, Issues on Economic Interaction and Local Development. Ashgate, 2005. P. 307–332.
- Marrocu E., Paci R., Usai S. Proximity, Networks and Knowledge Production in Europe // Contributi di RicercaCRENoS. Working papers. 2011. № 9. P. 1–24.
- Marshall A. Principles of Economics. L.: Macmillan and Co, 1920.
- Mattes J. Dimensions of Proximity and Knowledge Bases: Innovation between Spatial and Non-spatial Factors // Regional Studies. 2012. V. 46. Iss. 8. P. 1085–1099.
- Pecqueur B., Zimmermann J.B. Les fondements d'une économie de proximités // GREQAM, Document de Travail. 2002. № 02A26. P. 1–21.
- Polanyi M. The tacit dimension. NY: Doubleday & Company, 1966.
- Torre A., Zuindeau B. Économie de la proximité et environnement: état des lieux et perspectives, Canadian Journal of Regional Science // Revue canadienne des sciences régionales. 2008. V. 31. № 1. P. 133–160.
- Torre A., Rallet A. Proximity and Localization // Regional Studies. 2005. V. 39(1). P. 47–59.

Поступила в редакцию 10.05.2016
Принята к публикации 09.12.2016

**E.V. Romanova¹, A.N. Nosova², O.A. Merkusheva³,
A.A. Potapova⁴, A.G. Savchenkova⁵, E.A. Shustov⁶**

IMPACT OF AGGLOMERATION EFFECTS ON THE LOCATION OF NEW ENTERPRISES IN THE KALININ RAION OF THE TVER' OBLAST

This article is based on agglomeration theories of the French spatial economics school (A. Torre, B. Pecqueur et al.) that focus on the spatial (proximity) as well as non-spatial (intracorporate connections, cognitive similarity, institutional conformity, social connections) collocation dimensions. Agglomeration economies could be achieved by territorial concentration of firms from the same or different industry sectors. The first case refers to localization effects (MAR-effects), the second one is about urbanization influence (Jacobs effect). Porter effects produced by concentration of competing firms of the same branch are less common.

Basing on the results of in-depth interviews at Hitachi, SKF and Pareto-Print plants in the Kalinin region of the Tver' Oblast, it was revealed that MAR-effects are the most important ones for the firms. This is due to the proximity of the same branch firms. Porter-effects are more specific for printing and publishing due to the presence of competing goods producers in the cluster. Jacobs effects are non-relevant for the target area as there are no appropriate conditions for appearance of localized knowledge spillover and the industrial composition of district economy is weakly diversified.

Key words: industrial localization factors, agglomeration economies, Tver' Oblast, Tver', Kalinin region, industrial parks, cluster, knowledge-based economy, implicit knowledge, localization effects, urbanization effects, producers' competition.

Acknowledgements. The authors are grateful to D.Sc. A.N. Pilyasov and Ph.D. N. Yu. Zamyatina (Council for the Study of Productive Forces of the Russian Ministry of Economic Development) for the idea of the study, discussions and useful advices, as well as for the financial support of scientific expedition. The results of expedition were incorporated for elaboration of strategy for social-economic development of Kalinin region of Tver' oblast.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Socio-Economic Geography of Foreign Countries, Associate Professor, PhD. in Economics; e-mail: ekat.romanova@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Socio-Economic Geography of Foreign Countries, post-graduate student; e-mail: a.n.nosova@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Socio-Economic Geography of Foreign Countries, post-graduate student; e-mail: olam2004@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Socio-Economic Geography of Foreign Countries, student; e-mail: alexandra.potapova@inbox.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Socio-Economic Geography of Foreign Countries, student; e-mail: savchenkova.anastasiya@mail.ru

⁶ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Socio-Economic Geography of Foreign Countries, student; e-mail: egorshustoff@mail.ru

REFERENCES

- Baklanov P.Ya.* Dinamicheskiye prostranstvennyye sistemy promyshlennosti. Teoreticheskiy analiz [Dynamic spatial systems in industry. Theoretical analysis.]. Moscow: Nauka, 1978 (in Russian).
- Beaudry C., Schiffauerova A.* Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate // *Research Policy*. 2009. N 38. P. 318–337.
- Boschma R.* Proximity and Innovation: A Critical Assessment // *Regional Studies*. 2005. V. 39(1). P. 61–74.
- Broekel T., Boschma R.* Knowledge networks in the Dutch aviation industry: the proximity paradox // *J. Economic Geography*. 2012. V. 12(2). P. 409–433.
- Doing Business 2016. URL: <http://russian.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/russia/sub/tver> (дата обращения 20.04.2016)
- Freel M.S.* Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity // *Research Policy*. 2003. V. 32. P. 751–770.
- Frenken K., van Oort F., Verburg Th., Boschma R.* Variety and regional economic growth in the Netherlands // Final report to the Ministry of Economic Affairs. 2004.
- Gilly J.-P., Torre A.* Proximity Relations: Elements for an Analytical Framework / Eds.: M.B. Green, R.B. McNaughton // *Industrial Networks and Proximity*. Ashgate Publishing, Aldershot, 2000. P. 1–16.
- Gorkin A.P., Smirnyagin L.V.* O faktorakh i usloviyakh razmeshcheniya kapitalisticheskoy promyshlennosti [On location factors and conditions of the capitalistic industry] // *Izvestiya AN SSSR. Ser. Geografiya*. 1973. № 3. P. 68–75 (in Russian).
- Ispol'zuemye peredovye proizvodstvennyye tekhnologii po sub'yektam Rossiyskoi Federatsii [Cutting-edge manufacturing technologies in use by subjects of the Russian Federation] // Rosstat. URL.: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov9.xls (Last access: 30.04.2016) (in Russian).
- Khrushchyov A.T.* Promyshlennyye uzly i printsipy ikh tipologii [Industrial hubs and the principles of its typology] // *Vetsnik MGU. Ser. Geografia*. 1970. № 2. P. 15–25 (in Russian).
- Kolosovskiy N.N.* Osnovy ekonomicheskogo rajonirovaniya [The principles of economic zoning]. Moscow: Gospolitizdat, 1958 (in Russian).
- Lagendijk A., Oinas P.* Towards Understanding Proximity, Distance and Diversity in Economic Interaction and Local Development / Eds.: A. Lagendijk, P. Oinas // *Proximity, Distance and Diversity, Issues on Economic Interaction and Local Development*. Ashgate, 2005. P. 307–332.
- Leyzerovich E.* Tipologiya mestnostei Rossii (ekonomicheskiye mikrorajony Rossii: setka i tipologiya) [Typology of Russian regions (economic subdivisions of Russia: net and typology)] // *Sotsial'naya real'nost'*. 2007. № 7. P. 84–125 (in Russian).
- Marroux E., Paci R., Usai S.* Proximity, Networks and Knowledge Production in Europe // *Contributi di Ricerca CRENoS. Working papers*. 2011. № 9. P. 1–24.
- Marshall A.* Principles of Economics. L.: Macmillan and Co, 1920.
- Mattes J.* Dimensions of Proximity and Knowledge Bases: Innovation between Spatial and Non-spatial Factors // *Regional Studies*. 2012. V. 46. Iss. 8. P. 1085–1099.
- Mayergojz I.M.* Territorial'naya struktura khozyaistva [Territorial structure of economy]. Moscow, 1986 (in Russian).
- Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya RF [Official site of the Ministry of Economic Development]. URL: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/investmentPolicy/indexdocs> (Last access: 18.04.2016) (in Russian).
- Modelirovaniye formirovaniya territorial'no-proizvodstvennykh kompleksov. Novosibirsk.: Nauka, 1976 [Modeling the formation of territorial production complexes]. Novosibirsk: Science, 1976. (in Russian).
- Munitsipal'naya programma Munitsipal'nogo obrazovaniya Tverskoi Oblasti «Kalininsky Rayon» «Ekonomicheskoye razvitiye munitsipal'nogo obrazovaniya Tverskoi oblasti «Kalininsky Rayon» v 2016–2018 gody» [The municipal program of the Tver' Oblast municipal entity «Kalinin rayon» «Economic development of the Tver' Oblast municipal entity «Kalinin rayon» in 2016–2018»] URL: http://kalinin-adm.ru/files/adm/MunProg/2016_46_ekonomika.pdf (Last access: 20.04.2016) (in Russian).
- Natsional'nyy reiting sostoyaniya investitsionnogo klimata v sub'yektakh RF [The national rating of investment climate state in RF subjects]. URL.: <http://investinregions.ru/rating/> (Last access: 30.04.2016) (in Russian).
- Ofitsial'nyi sait administratsii Kalininskogo rayona [Official site of the Kalinin raion municipal administration] URL: <http://kalinin-adm.ru/articles/180> (Last access: 20.04.2016) (in Russian).
- Ofitsial'nyi sait pravitel'stva Tverskoi oblasti [Official site of the Tver' Oblast regional administration]. URL: <http://tvercкая-область.рф/ekonomika-regiona/investitsionnyy-potentsial-tverskoy-oblasti/> (Last access: 20.04.2016) (in Russian).
- Otchyot nauchno-studencheskoy ekspeditsii 29–30 yanvarya 2015 g. v Kalininsky rayon Tverskoi Oblasti (Ekspertnye interv'y u direktorami na predpriyatiyakh SKF, OAO IPK «Pareto-Print» i Hitachi) v sostave: Voznyuk K., Merkushevoj O., Nosovoj A., Patrushevoj A., Romanovoj E.V., Potapovoj A., Savchenkovoj A., Chaplyginoy P. pri informatsionnoi, konsultatsionnoi, finansovoi podderzhke SOPS (Pilyasov A.N., Zamyatina N.Yu.) [Report of the student scientific expedition (29–30.01.2015) in the Kalinin raion, Tver' Oblast (Interviews with SKF, Pareto-Print, Hitachi plant directors); participants: Voznyuk K., Merkusheva O., Nosova A., Patrusheva A., Romanova E.V., Potapova A., Savchenkova A., Chaplygina P.; with information and financial support of the CSPF (Pilyasov A.N., Zamyatina N.Yu.)]
- Pecqueur B., Zimmermann J.B.* Les fondements d'une économie de proximités // *GREQAM, Document de Travail*. 2002. N 02A26. P. 1–21.
- Polanyi M.* The tacit dimension. NY: Doubleday & Company, 1966.
- Postuplenie patentnykh zayavok i vydacha okhrannykh dokumentov po sub'yektam Rossiyskoi Federatsii [Inflow of patent applications and release of the titles of protection by RF subjects] // Rosstat. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov7.xls (Last access: 30.04.2016) (in Russian).
- Razrabotannyye peredovye proizvodstvennyye tekhnologii po sub'yektam Rossiyskoi Federatsii [Developed cutting-edge manufacturing technologies by RF subjects] // Rosstat. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov8.xls (Last access: 30.04.2016) (in Russian).
- Reiting innovatsionnogo razvitiya sub'yektov RF [Innovative development rating of RF subjects] // HSE Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, Russian Cluster Observatory. Moscow. 2015. № 3 (in Russian).
- Sotsial'no-ekonomicheskiye pokazateli 2015 goda [Socio-economic indicators in 2015]. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b15_14p/Main.htm (Accessed: 19.04.2016) (in Russian).
- Torre A., Rallet A.* Proximity and Localization // *Regional Studies*. 2005. V. 39(1). P. 47–59.
- Torre A., Zuideau B.* Économie de la proximité et environnement: état des lieux et perspectives, Canadian Journal of Regional Science // *Revue canadienne des sciences régionales*. 2008. V. 31. N 1. P. 133–160.
- Zakon «Ob oblastnom byudgete Tverskoi oblasti» v red. 01.12.2015 [Law «On the regional budget of the Tver' Oblast» as rev. 01.12.2015] URL.: <http://docs.cntd.ru/document/423909195> (Accessed: 24.04.2016) (in Russian).
- Zatraty na tekhnologicheskie innovatsii organizatsii po vidam innovatsionnoi deyatel'nosti po sub'yektam Rossiyskoi Federatsii v 2014 godu [Expenditures on technological innovations by the types of innovation activities in RF subjects in 2014] // Rosstat. URL.: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innovz.xls (Last access: 30.04.2016) (in Russian).
- Zubarevich N.V.* Monitoring krizisa i postkrizisnogo razvitiya regionov Rossii [Monitoring of the crisis and post-crisis development of Russian subjects]. Independent Institute for Social Policy. Social Atlas of Russian Regions. URL: http://www.socpol.ru/atlas/overviews/social_sphere/kris.shtml#no36 (Accessed: 24.04.2016) (in Russian).

Received 10.05.2016

Accepted 09.12.2016

УДК 551.345.3

И.Д. Стрелецкая¹, М.О. Лейбман², А.И. Кизяков³, Г.Е. Облогов⁴, А.А. Васильев⁵,
А.В. Хомутов⁶, Ю.А. Дворников⁷

ПОДЗЕМНЫЕ ЛЬДЫ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ВОРОНКИ ГАЗОВОГО ВЫБРОСА НА ПОЛУОСТРОВЕ ЯМАЛ

Анализируются результаты гидрогеохимических и изотопных исследований пластового подземного льда и озерной воды воронки газового выброса на Ямале. Данные сопоставляются с результатами аналогичных исследований пластового и полигонально-жильного льда, а также поверхностных и атмосферных вод Ямала. Установлено сходство по изотопному и ионному составу пластового льда воронки и слоистого пластового льда района Марре-Сале и отличие этих льдов от ионного и изотопного состава поверхностных и атмосферных вод, а также полигонально-жильных льдов региона.

Ключевые слова: воронка газового выброса, подземные льды, стабильные изотопы, химический состав, метан.

Введение. Воронка газового выброса (ВГВ) на Центральном Ямале (N 69° 34'58" E 68° 13'20" в координатах системы WGS 84) образовалась в результате взрыва в верхних горизонтах многолетнемерзлых пород в период с 09.10.2013 по 01.11.2013 г. [Leibman et al., 2014]. ВГВ расположена в 40 км к югу от куста газовых скважин 610 Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения, в 65 км к северо-востоку от метеостанции Марре-Сале (рис. 1) и в 4 км к востоку от действующего магистрального газопровода Бованенково–Ухта. Поскольку радиус разброса вылетевших из ВГВ фрагментов породы и, вероятно, льда, составляет 120 и более метров, то ясно, что потенциальная опасность для людей и сооружений в зоне образования такой воронки крайне велика. Поэтому происхождение этой формы является предметом активного обсуждения [Leibman et al., 2014], особенно в связи с тем, что на севере Западной Сибири обнаружены еще несколько аналогичных воронок и отсутствуют представления о том, где, когда и с какой частотой подобные явления могут повторяться.

Район ВГВ западнее субмеридионального отрезка р. Мордыаха и южнее субширотного отрезка р. Сеяха относится к зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород со средней годовой температурой пород на глубине нулевых годовых колебаний до –7°C и глубиной сезонного протаивания менее 1,0 м. В мерзлом состоянии породы содержат значительное количество льда, в том числе ледяные клинья (полигонально-жильные льды) и мономинеральные линзы и прослои толщиной от нескольких до

более 20 м (пластовые льды) [Стрелецкая, Лейбман, 2002]. Есть свидетельства загазованности (преобладающим газом является метан) верхней части разреза на Ямале [Якушев, 2009]. Газопроявления приурочены к мерзлым, в разной степени засоленным песчано-глинистым породам неоплейстоценового возраста в интервале глубин от 20 до 130 м [Бондарев с соавт., 2008]. При бурении в газонасыщенных горизонтах отмечались криопэги, ледяные прослои, в глинах – изометричные каверны, частично заполненные фирноподобным снегом [Строение ..., 2007].

Первые обследования ВГВ показали, что разрез до глубины 25 м от бровки воронки представлен почти исключительно мономинеральным льдом с вертикально ориентированной, облекающей цилиндрическую часть воронки, слоистостью по минеральным включениям [Лейбман с соавт., 2014]. Берега озер и склоны водоразделов в районе ВГВ подвержены криогенному оползанию. В стенках соседних с ВГВ термоцирков на поверхность выходят пластовые льды, что свидетельствует о близком к поверхности залегании пластового льда и/или сильнольдистых мерзлых пород и их широкое распространение [Лейбман, Кизяков, 2007]. Вскрытые в стенках ВГВ мощные льды внешне похожи на пластовые залежи, часто встречающиеся в четвертичных отложениях Центрального и Западного Ямала.

Цель исследований – определить изотопно-геохимические характеристики подземного льда ВГВ, сравнить лед в воронке с подземными льдами Центрального и Западного Ямала и установить их отличия или схожесть.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, кафедра криолитологии и гляциологии, доцент, ст. науч. с.; e-mail: irinastrelets@gmail.com

² Институт криосферы Земли СО РАН, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, ведущ. науч. с.; e-mail: moleibman@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, кафедра криолитологии и гляциологии, ст. науч. с.; e-mail: akizyakov@mail.ru

⁴ Институт криосферы Земли СО РАН, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, ст. науч. с.; e-mail: oblogov@mail.ru

⁵ Институт криосферы Земли СО РАН, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, ведущ. науч. с.; e-mail: al.a.vasiliev@gmail.com

⁶ Институт криосферы Земли СО РАН, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, ведущ. науч. с.; e-mail: akhomutov@gmail.com

⁷ Институт криосферы Земли СО РАН, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, науч. с.; e-mail: ydvornikow@gmail.com

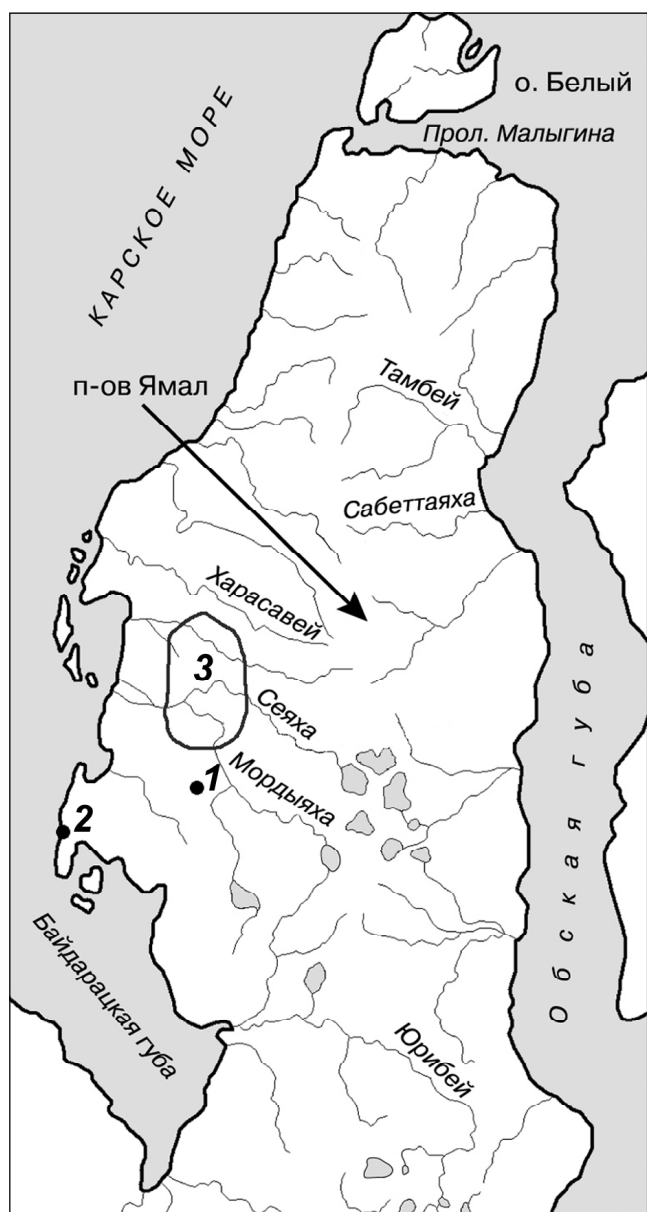


Рис. 1. Расположение воронки на карте полуострова Ямал. Условные обозначения: 1 – район воронки газового выброса, 2 – метеостанция Марре-Сале, 3 – территория Бованенковского газоконденсатного месторождения

Fig. 1. Location of the crater on the map of the Yamal Peninsula: 1 – area of the gas-emission crater, 2 – the Marre-Sale meteorite station, 3 – area of the Bovanenkov gas condensate field

Подземные льды и четвертичные отложения Центрального и Западного Ямала. Разрезы четвертичных отложений, вмещающие мощные залежи подземных льдов, расположенные в радиусе 40–70 км от воронки, достаточно хорошо изучены [Инженерно-геологический ..., 1996; Ананьева, 1997; Каневский с соавт., 2005; Стрелецкая с соавт., 2006; 2013; Строение ..., 2007; Крицук, 2010; Криосфера нефтегазоконденсатных месторождений ..., 2013].

Среднелепистоценовые отложения представлены засоленными суглинками и глинами с многочисленными прослоями песков и супесей с включениями вивианита и тонких прослоев торфа. К прослоям песков приурочены линзы криопэггов и 90%

всех газопроявлений. Газовыделения характерны также для горизонтов пород с многочисленными кавернами и пустотами диаметром 5–8 мм [Криосфера нефтегазоконденсатных ..., 2013].

Верхнелепистоценовые морские, прибрежно-морские отложения представляют собой чередование прослоев супесей, суглинков и песков с большим количеством в разной степени разложившейся органики. Глинистые отложения содержат пластовые монокристаллические линзы льдов. Пресные и слабозасоленные пески содержат большое количество органического вещества (до 1,2%) и слоистые линзы льда с песчано-глинистыми минеральными включениями и пузырьками зашумленных газов [Строение ..., 2007; Васильев с соавт., 2015].

Континентальные отложения верхнелепистоценового возраста, перекрывающие морские отложения, представлены озерными и аллювиальными слоистыми супесями и песками, реже суглинками, с растительными включениями, нередко с мощными сингенетическими полигонально-жильными льдами.

Голоценовые морские, аллювиальные, озерные, болотные, эоловые и склоновые отложения мощностью до 8–10 м слагают верхние части разрезов лайд, пойм, водоразделов и озерных котловин.

Из 3 тысяч скважин глубиной от 10 до 100 м, пробуренных в пределах Бованенковской площади, в 260 скважинах вскрыты пластовые льды. Большинство ледяных залежей приурочены к породам морского и прибрежно-морского генезиса, реже они встречаются в аллювиальных, склоновых, озерно-болотных отложениях. Пластовые льды имеют форму протяженных (до нескольких километров), мощных (до 30 м) линз. Кровля залежей часто залегает непосредственно под сезонно-талым слоем. Подошва пластовых залежей ниже абсолютной отметки –21,5 м не была установлена [Стрелецкая, Лейбман, 2002; Васильчук с соавт., 2009].

В районе метеостанции Марре-Сале в 45% скважин вскрыты пластовые монокристаллические или слоистые льды мощностью от 0,3 до 17,5 м. В пределах водоразделов на глубинах 32 и 92 м зафиксированы линзы криопэггов, при бурении наблюдались мощные выбросы газа. На глубинах от 58 до 61 м и от 92 до 125 м отмечались провалы бурового оборудования, что косвенно может свидетельствовать о свободных полостях в разрезах [Крицук, 2010]. В морских береговых обрывах в разные годы наблюдались многочисленные залежи пластовых льдов на глубинах 1,5–20,0 м, мощностью более 17 м, подошва которых уходила под уровень моря [Стрелецкая с соавт., 2006; Крицук, 2010; Стрелецкая с соавт., 2013; Васильев с соавт., 2015].

В районе озера Халэв-То в 12 км к северу от ВГВ в разрезах водораздельных поверхностей бурением установлено несколько сильнольдистых горизонтов и линзы чистого льда мощностью 1,5–4,0 м на глубинах от 2,0 до 15,0 м [Ананьева, 1997].

Объект исследования – воронка газового выброса (ВГВ). Ямальская ВГВ на момент первого обследования в июне 2014 г. представляла собой ци-

линдрическое углубление глубиной более 50 м с раструбом в верхней части, окруженное грунтовым брусстером (рис. 2). Диаметр цилиндрической части с вертикальными стенками составил 18–20 м. Образовавшаяся воронка пространственно совпадает с положительной формой рельефа, существовавшей на этом месте до 01.11.2013 г. Диаметр основания бугра составлял 45,0–58,0 м, относительная высота 5–6 м [Кизяков с соавт., 2015]. В ноябре 2014 г. глубина воронки составляла уже 25,5 м, а в нижней части северной вертикальной стенки на глубине 20,5 м хорошо был виден грот в виде усеченной сферы высотой 5,0 м и радиусом 2,0 м. О том, что грот имел большие размеры, свидетельствуют кадры видеосъемки в момент первого обследования воронки. Съемка проводилась портативной камерой, которая опускалась на тросе в кратер. Предполагаемая высота грота могла составлять более 30,0 м (рис. 2).

Геофизическими исследованиями установлено, что в разрезе выделяются слои различного удельного электрического сопротивления, которые интерпретируются следующим образом: верхняя часть разреза сложена высокольдистыми супесями с пластовыми залежами льда, нижняя с глубины 60,0–70,0 м – засоленными мерзлыми и охлажденными суглинками ямальской серии. Слой мощностью 7,5–

20,0 м на контакте проводящих и непроводящих горизонтов, возможно, является коллектором газогидратов [Оленченко с соавт., 2015].

К началу сентября 2015 г. (через 2 года после газового выброса) воронка представляла собой круглое озеро правильной формы диаметром 45,0–55,0 м, окруженное вертикальными стенками высотой до 6,0 м. По периферии сохранился брусстер, однако его ширина и высота существенно сократились. За 2014 г. уровень озера от дна воронки поднялся примерно на 24,0 м, а до сентября 2015 г. еще на 20,0 м. Таким образом, стенки воронки постоянно и постепенно оттаивают; талые воды с частицами породы стекают вниз по стенкам и заполняют воронку. За счет отступления стенок вскрылся иной по строению и составу разрез с пластовыми льдами обычного для региона облика. С глубины 3,5 м лед в стенках воронки представляет собой чередование слоистого (с включениями глины) и стекловидного.

Геофизическими методами и натурными наблюдениями установлено, что криолитологический разрез района воронки газового выброса аналогичен ранее исследованному на Центральном Ямале.

Методы исследования. Отбор образцов производился для определения комплексного химического анализа пород и водорастворимых солей во льду,

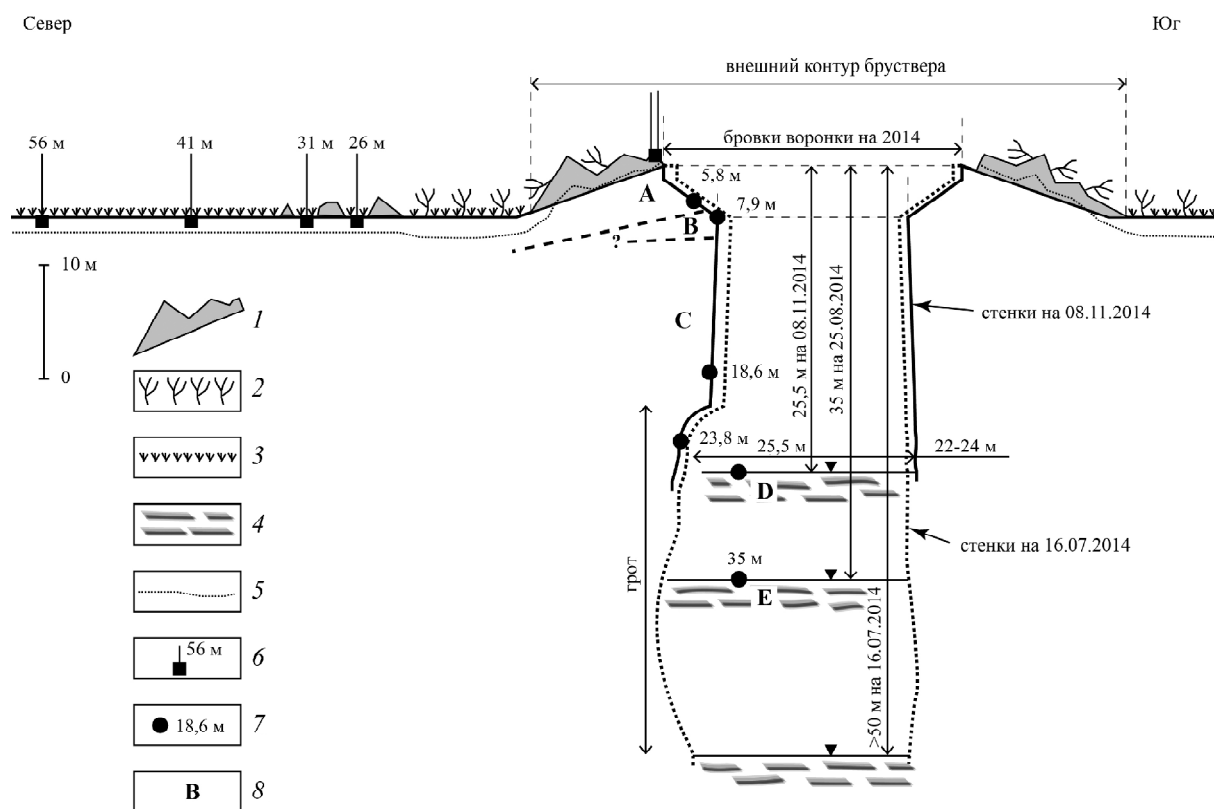


Рис. 2. Принципиальная схема строения воронки в 2014 г. и точки отбора образцов. Условные обозначения: 1 – выброшенный из воронки материал, 2 – кусты ивы, 3 – травяная растительность, 4 – вода озера в воронке, 5 – подошва сезонно-талого слоя, 6 – точки отбора проб пород из закопшек и расстояние от бровки воронки в июле 2014 г., 7 – точки и глубина отбора проб льда из стенки воронки и воды из озера в воронке в ноябре 2014 г., 8 – горизонты льда (А, Б, С) и уровень воды в кратере: D – август 2014 г.; Е – ноябрь 2014 г.

Fig. 2. Principal scheme of the crater structure and sampling points: 1 – emitted material, 2 – willow shrubs, 3 – grass vegetation, 4 – lake water in the crater, 5 – bottom of the seasonally melting layer, 6 – sampling points (July 2014) and the distance from the crater edge, 7 – sampling points (November 2014) and the depth of ice sampling from the crater wall and water sampling from the crater lake, 8 – ice layers (A, B, C) and water levels in the crater (D – August 2014, E – November 2014)

значений стабильных изотопов кислорода и водорода воды из расплавов льда и озерной воды, для определения количества метана, заключенного в пузырьках во льду и воздухе.

Первая коллекция образцов была собрана при посещении объекта в июле 2014 г. Образцы пород и почв слоя сезонного оттаивания отбирались из шурфов на бруствере вокруг кратера и на расстоянии 26,0; 31,0; 41,0 и 56,0 м от воронки. Анализ шести образцов пород проведен в Центре лабораторного анализа и технических измерений по Уральскому Федеральному округу Национального центра изучения Арктики (г. Салехард, Тюменская область). В ноябре 2014 г. исследовалась стенка воронки и вода из озера внутри воронки. По характеру включений, слоистости и цвету льда, стенка воронки была разделена сверху вниз на несколько горизонтов от поверхности: от 0,5 до 7,0 м (слой А), от 7,0 до 10,0 м (слой В), от 10,0 до 20,5 м (слой С), от 20,5 до 25,5 м (слой D). На глубинах 5,8, 7,6, 18,6 и 23,8 м отобраны монолиты льда (рис. 2). Часть образцов льда хранилась и транспортировалась в виде монолитов, а часть – в виде талой воды. Вода из озера, расположенного на глубине 35 м от края ВГВ, была отобрана в августе 2014 г., и на глубине 25,5 м от края ВГВ в ноябре 2014 г. (рис. 2, D, E). В третье посещение в августе-сентябре 2015 г. исследовался состав воды из небольших озер в районе ВГВ и еще раз отобрана вода из озера на глубине около 6 м от края воронки.

Гидрохимический анализ 16-ти образцов льда и воды был выполнен в лаборатории физико-химических исследований ВСЕГИНГЕО (п. Зеленый, Московская область). Определения значений изотопов кислорода ($\delta^{18}\text{O}$) и дейтерия (δD) расплава льда (37 образцов) и озерной воды (51 образец) были выполнены в Институте Полярных и Морских исследований им. А. Вегенера (Потсдам, Германия). Для 21-го дубликата образцов контрольные определения значений изотопов кислорода ($\delta^{18}\text{O}$) и дейтерия (δD) выполнены в Лаборатории изотопных и ядерных методов ВСЕГИНГЕО (п. Зеленый, Московская область). Результаты изотопных исследований в двух независимых лабораториях показали хорошую сходимости, разница в значениях изотопов кислорода не превышала 0,5‰, а дейтерия 1‰.

Концентрация метана в воздухе определялась в кратере с помощью портативного газоанализатора во время первого посещения воронки 16.07.2014 г. Для определения содержания метана в мерзлых стенках воронки и фоновых значений метана в воздухе был проведен пробоотбор в ноябре 2014 г. Газ из пузырьков льда выделялся и консервировался методом «Headspace» (Alperin, Reeburgh, 1985). Определение количества метана во льду по 28 образцам выполнено с помощью газового хроматографа ХПМ-4 с пламенно-ионизационным детектором в Институте физико-химических и биологических проблем почвоведения (г. Пушкино, Московская область).

Результаты лабораторных анализов. Породы бруствера и окрестностей ВГВ. Результаты комплексного химического анализа образцов пород се-

зонно-талого слоя бруствера и по профилю от кратера воронки по 13-ти компонентам показало практически неизменные их значения. Существенные вариации значений установлены только для иона хлора. Содержание хлор-иона в породах, слагающих бруствер, изменялось от 16,4 до 23,3 мг/кг, а в отложениях верхней части сезонно-талого слоя сначала увеличивалось по мере удаления от воронки до 81,8 мг/кг на расстоянии 26 м, а дальше уменьшалось до 55,8 мг/кг на расстоянии 41 м и до 31,4 мг/кг на расстоянии 56 м от ВГВ.

Строение стенок воронки. На момент опробования разрез стенок воронки выглядел следующим образом. В «раструбе» ВГВ (горизонт А) вскрывались субвертикально ориентированные прослои льда толщиной 1,0–3,0 см с включениями блоков минеральных частиц размером 2–4 мм, чередовавшиеся с прослоями чистого льда толщиной 0,5–1,0 см. С глубины 7 м, в перегибе стенки к цилиндрической части залегала линза льда горизонта В мощностью до 3 м с большим количеством пузырьков воздуха и редкими тонкими (толщиной около 1 см) прослоями мутного за счет минеральных включений льда. Лед цилиндрической части (горизонт С) на глубинах от примерно 10 до 25 м представлял собой вертикально-слоистую толщу: лед с минеральными включениями чередовался с прослоями чистого льда толщиной от 0,5–1 до 2 см. Пузырьки газа во льду практически отсутствовали.

Изотопный состав льда ВГВ и воды из озер. Значения содержания изотопов $\delta^{18}\text{O}$ (‰) во льду стенок воронки изменяются от –22,5 до –18,4, δD от –172,0 до –142,0, а дейтериевый эксцесс (d_{exc}) от 5,7 до 10,7 (таблица). Для воды из озера внутри воронки значения содержания изотопов от 25 августа 2014 г. составляли для $\delta^{18}\text{O}$ –19,9‰ (слой Е), а через несколько месяцев, 9 ноября 2014 г. – –19,7‰ (слой D), то есть мало изменились. Значения содержания изотопов воды тундровых озер в районе воронки изменялись в большей степени для $\delta^{18}\text{O}$ (‰) от –14,5 до –11,5, для δD от –111,2 до –89,6, среднее значение d_{exc} составило 3,5.

Изотопный состав льда стенок грота на глубине 23,8 м (слой С) и лед слоя А характеризовались близкими значениями, лед слоя В отличался более легким составом и наибольшим дейтериевым эксцессом (среднее значение d_{exc} составило 10,5‰).

Ионный состав воды и льда воронки. Лед стенок воронки и вода из озера пресные и практически не содержат солей при pH 6,5–7,1. Минерализация льда слоя А не превышает 0,18 г/л, с глубины 6,0 м (слои В и С) минерализация льда меньше и составляет 0,01–0,1 г/л. Вода из озера имеет минерализацию в 2 раза больше – 0,29 г/л (слой D).

В составе ионов водорастворимых солей во льду слоев А, В и С преобладает гидрокарбонат-ион (45–81%) (рис. 3), а в воде озера (слои D и Е) гидрокарбонат-ион составляет 57%. Ионов хлора в растворах оказалось меньше, чем гидрокарбонатов, их количество не превышало 42%. Количество сульфат-иона во льду и воде озера изменяется в неболь-

Изотопный состав подземных льдов воронки газового выброса (слои А, В, С) и озерной воды (D, E). $\delta^{18}\text{O}$ – значения изотопного состава по кислороду; δD – значения изотопного состава по дейтерию; d_{exs} – дейтериевый эксцесс

Слой льда и уровень воды в озере	Глубина, м	N	$\delta^{18}\text{O}$			δD			d_{exs}		
			min	mean	max	min	mean	max	min	mean	max
			‰								
A	5,8	9	-21,3	-20,9	-20,6	-165,0	-161,7	-159,0	6,4	7,7	8,2
B	7,6	9	-22,5	-22,2	-21,7	-172,0	-167,0	-163,0	10,0	10,5	10,7
C	18,6	18	-20,6	-19,1	-18,4	-157,0	-146,5	-142,0	5,7	6,7	8,6
C	23,8	9	-20,6	-20,4	-20,1	-160,0	-156,1	-153,7	7,3	8,0	8,6
D	25,5	10	-19,9	-19,7	-19,3	-150,2	-149,2	-147,0	8,6	9,4	10,3
E	35,0	3	-19,9	-19,9	-19,8	-150,2	-149,7	-149,6	9,1	9,4	9,6

Примечание: N – количество образцов.

шом диапазоне от 9 до 13% (слои В, С, D), во льду слоя А сульфат-иона еще меньше – 5%. Количество ионов натрия меняется от 28 до 70%. Во льду (слои А, С) и воде (D) ионы натрия преобладают над остальными, но для льда горизонта В среди катионов преобладает кальций-ион, его почти в два раза больше (44%), чем натрий-иона (28%). В остальных образцах льда количество кальций-иона не превышало 13%, а в воде озера ионов кальция было еще меньше – 5%. Во льду слоя С количество ионов кальция изменялось от 3 до 23% в образцах, отобранных из одного монолита. Количество ионов магния во льду и воде озера изменялось в диапазоне от 20 до 33% и максимальных своих значений достигало на глубине 23,8 м.

Содержание метана в воздухе и в воздушных пузырьках во льду. Показания портативного газоанализатора, настроенного на определение содержания метана в атмосфере, в июне 2014 г. увеличивались с глубиной от 0,3–2,8% до 9,6–9,8% (26 000–98 000 ppmV) при измерении от поверхности до придонного воздуха в ВГВ. В ноябре 2014 г. значения содержания метана в воздухе в ВГВ составляли 8–16 ppmV по двум образцам, что во много раз меньше. В то же время метана в воздухе ВГВ оставалось в несколько раз больше, чем в атмосфере, для которой среднее значение метана составляет 2 ppmV.

Во льду больше всего метана обнаружено в слое А, где количество метана в пузырьках воздуха составляло от 683,5 до 1794,5 ppmV, в среднем 1286,5 ppmV. Ниже, соответственно в слоях В и С, количество метана в воздушных пузырьках по разрезу почти в 50 раз меньше и незначительно меняется по глубине, в среднем составляя 19,0 ppmV. Количество метана в пузырьках льда с одной и той же глубины (18,6 м) на расстоянии 2 м менялось на 10 ppmV в зависимости от количества включенных пузырьков и минеральных примесей во льду. Более чистый стекловидный лед содержал 28,4 ppmV (в среднем по шести образцам), а лед с суммарно большим количеством минеральных включений только 19,6 ppmV (в среднем по пяти образцам). Содержание метана в воздушных пузырьках во льду стенок воронки превышает его значения в воздухе ВГВ.

Обсуждение результатов. Льды, наблюдавшиеся в стенках ВГВ в разное время, отличались на первых этапах исследования вертикальной слоистостью, свидетельствовавшей о деформации изначально горизонтальной слоистой толщи, вмещающей лед. Это подтвердилось, когда деформированные слои оттаяли, воронка частично заполнилась водой и в верхней части стенки обнажились пластовые льды с субгоризонтальной слоистостью. Материалы региональных исследований по пластовым льдам и поверхностным водам Центрального и Западного Ямала позволяют по характеру слоистости и расположению минеральных включений во льду стенок ВГВ отнести их к группе ранее описанных пластовых льдов Ямала [Стрелецкая с соавт., 2006; 2013; Крицук, 2010; Leibman et al., 2011].

Минерализация льда стенок воронки 0,01–0,18 г/л, как и у большинства пластовых залежей Ямала не превышает 0,3 г/л по 168 пробам [Фотиев, 1999] и соответствует минерализации слоистого пластового льда в районе полярной станции Марре-Сале (0,04–0,18 г/л) [Стрелецкая с соавт., 2013]. В составе ионов водорастворимых солей во льду воронки, как и в целом для ультрапресных пластовых льдов Ямала, половина анионов приходится на гидрокарбонат-ион (рис. 3, а, 6). Количество хлор-иона (14–42%) и сульфат-иона (5–13%) во льду стенок воронки такое же или несколько меньше, чем в пластовых льдах Ямала (в среднем 37 и 13% соответственно). Магний-иона во всех образцах льда стенки воронки было столько же, сколько в слоистых пластовых льдах в районе Марре-Сале, и столько же ионов натрия и калия (54–70%), но в 2 раза меньше ионов кальция. Исключение составляет лед слоя В: количество кальций-иона в нем достигает 44%, что является косвенным свидетельством участия атмосферных вод в формировании этого ледяного тела.

Значения изотопного состава льда стенок воронки и воды из озера в воронке сопоставлены с значениями изотопного состава подземных льдов района Марре-Сале и глобальной линией метеорных вод (рис. 4). Значения стабильных изотопов льда стенки воронки и в слоистых пластовых льдах в районе Марре-Сале оказалось в близком диапазоне (рис. 4, III), как и значения дейтериевого эксцесса. Однако льды

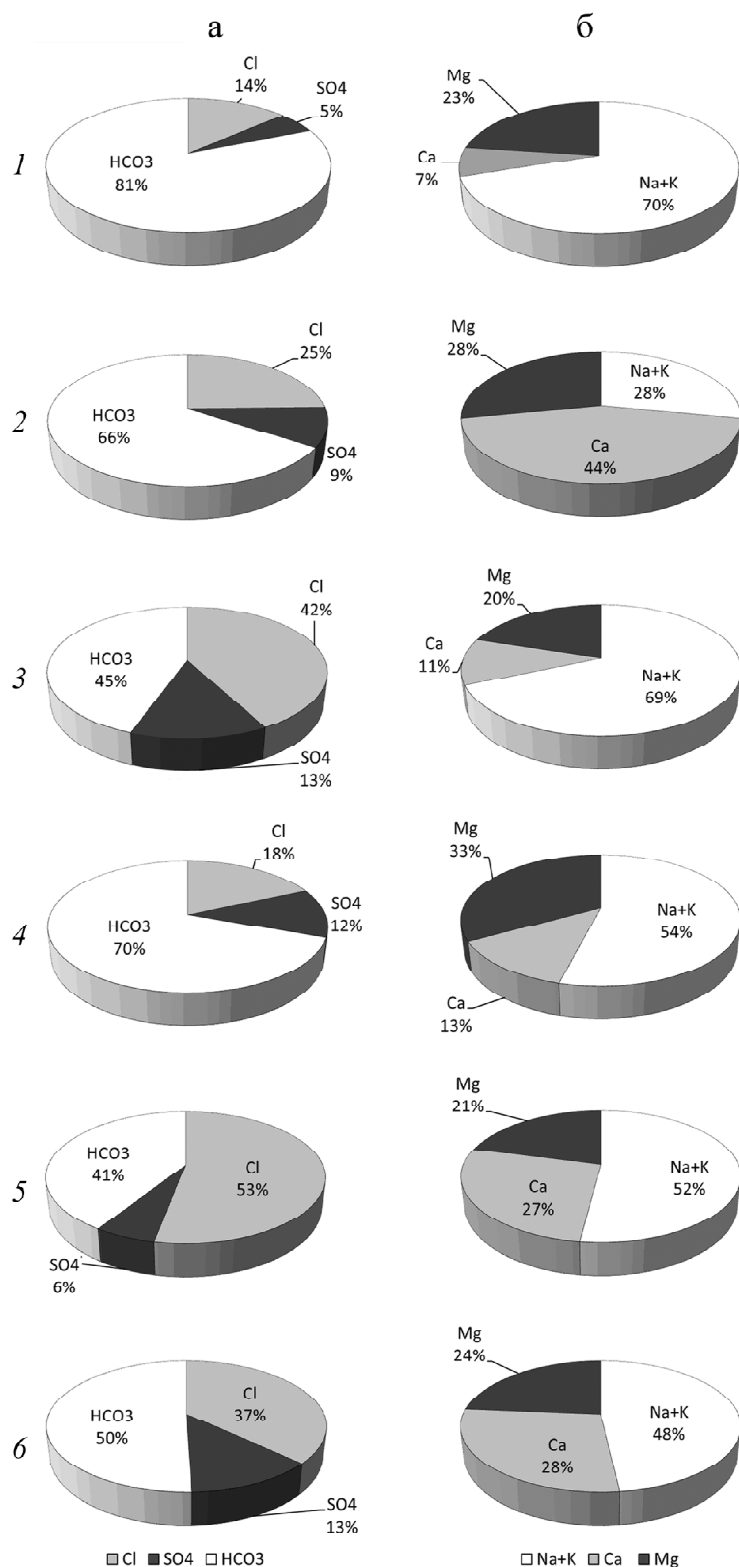


Рис. 3. Средний ионно-солевой состав льда стенок воронки и пластовых льдов Ямала. а – анионы, б – катионы. Условные обозначения: лед из воронки: 1 – горизонт А (глубина 5,8 м); 2 – горизонт В (глубина 7,9 м); 3 – горизонт С (глубина 18,6 м); 4 – горизонт С (глубина 23,8 м); 5 – ледогрунтовая толща, Марре-Сале; 6 – пластовые льды Западного Ямала (по С.М. Фотиеву, 1999)

Fig. 3. Mean ion-salt composition of ice from the crater walls and the massive ice of the Yamal Peninsula: а – anions, б – cations; crater ice: 1 – A layer (5,8 m), 2 – B layer (7,9 m), 3 – C layer (18,6 m), 4 – D layer (23,8 m); 5 – ice-ground layer, Marre-Sale; 6 – massive ice of the Yamal Peninsula (after S.M. Fotiev, 1999)

стенок ВГВ отличаются от стекловидных пластовых льдов (рис. 4, V), перекрытых засоленными морскими глинами, и от полигонально-жилых льдов голоценового и верхнеоплейстоценового возраста (рис. 4, I и IV). Значения стабильных изотопов кислорода и дейтерия льда стенок воронки хорошо коррелируют с данными, полученными по неглубоко залегающим пластовым залежам в толще третьей террасы р. Сеяха (Мутная) в районе Бованенковского месторождения, но отличаются от пластовых льдов с глубины 28 м, перекрытых морскими глинами в том же районе [Васильчук с соавт., 2009].

По значениям изотопного состава воды из озера воронки можно предположить, что воронка заполняется водой и отражает смесь из тающих слоев льда стенок с различным изотопным составом. Значения стабильных изотопов вод озер, расположенных недалеко от воронки, резко отличаются от воды из озера воронки.

Концентрация метана во льду стенки воронки в немногих проанализированных образцах на порядок меньше, чем в слоистых пластовых льдах в районе Марре-Сале, [Васильев с соавт., 2015]. Высокое содержание метана в пластовых льдах является результатом его миграции из вмещающих пород и концентрирования в ледяном теле. В случае ВГВ метан, видимо, концентрировался и заполнял полость, которая фиксируется по наличию «грота» (рис. 2) внутри ледяного тела. При образовании воронки метан полностью вышел на поверхность и смешался с воздухом. О том, что в воронке находился газ, в том числе метан, свидетельствуют большие значения концентрации газа, зафиксированные газоанализатором при первом посещении воронки в августе 2014 г., и повышенное содержание метана в воздухе внутри воронки, установленное в ноябре 2014 г. В пузырьках воздуха во льду слоя А метана было во много раз больше, чем в атмосфере. По нашим данным, лед слоя А и лед из стенки грота на глубине 28,3 м (слой С) имеют близкий изотопный и химический состав, что позволяет предполагать их общий генезис. Слой А – это перемещенный при взрыве воронки слой льда с глубины. Об этом свидетельствует и то, что эта линза льда полностью исчезла при отступании стенок воронки, то есть существовала только в границах предшествовавшего воронке бугра. На то, что из воронки фонтанировала смесь газа, льда и минерализованной воды, свидетельствует повышенное содержание ионов хлора, зафиксированное на расстоянии 26,0–41,0 м от воронки, в радиусе максимального выброса породы.

Выводы:

– полученные результаты позволили: (1) сопоставить результаты исследования льда стенок ВГВ с результатами исследований под-

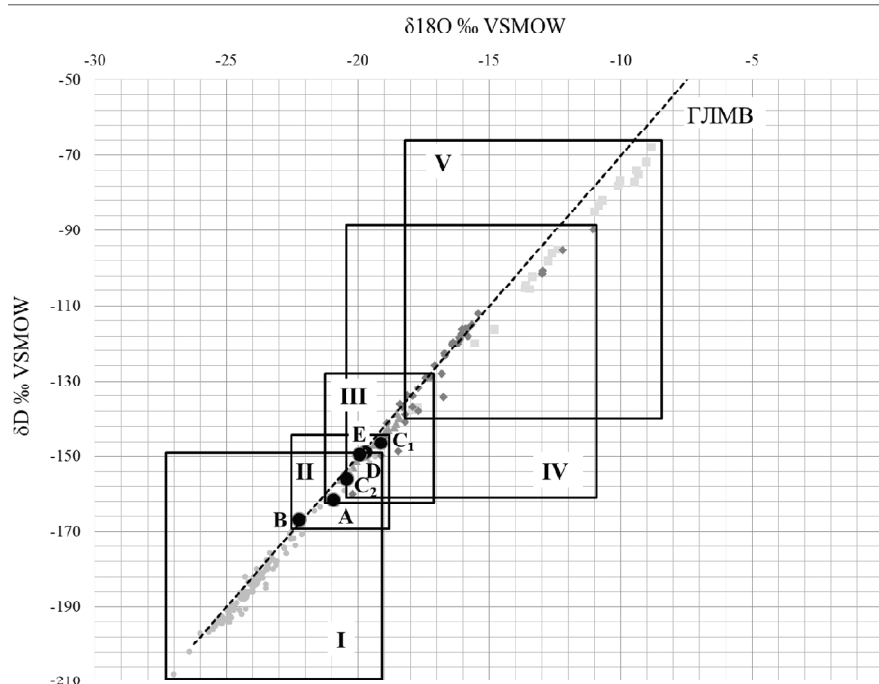


Рис. 4. Изотопный состав подземных льдов в районе метеостанции Марре-Сале, подземных льдов воронки газового выброса и озерной воде в воронке. Диапазоны значений изотопного состава: I – полигонально-жильные льды неоплейстоценового возраста, Марре-Сале, II – пластовый лед из стенок воронки, III – слоистый пластовый лед, Марре-Сале, IV – полигонально-жильные льды голоценового возраста, Марре-Сале, V – пластовый стекловидный лед, Марре-Сале. Черными точками показаны значения изотопного состава льда стенок воронки и воды в озере. Буквы соответствуют горизонтам льда (A, B, C) и уровням воды в кратере: D – август 2014 г.; E – ноябрь 2014 г. (см. табл. и рис. 1). ГЛМВ – глобальная линия метеорных вод

Fig. 4. Isotope composition of the ground ice in the Marre-Sale area, the ground ice of the gas-emission crater and the lake water in the crater. Range of the isotope composition values: I – Neo-Pleistocene polygonal ice wedges, Marre-Sale, II – massive ice from the crater walls, III – layered massive ice, Marre-Sale, IV – Holocene polygonal ice wedges, Marre-Sale, V – massive glassy ice, Marre-Sale. Black dots are for the isotope composition values in the ice from the crater walls and the lake water. Letters indicate the ice layers (A, B, C) and water levels in the crater: D – August 2014, E – November 2014. GMWL – Global Meteoric Water Line

земных льдов, поверхностных и атмосферных вод Ямала; (2) установить место концентрации газа; (3) объяснить различие между объемом воронки и объемом выброшенного материала; (4) оценить вероятность возникновения подобного процесса в будущем;

– мощные, залегающие неглубоко от поверхности, линзы пресного пластового льда – характерная особенность четвертичного разреза полуострова Ямал, в том числе и для района ВГВ;

– так как изотопный состав льда стенок воронки значительно легче, чем озерная вода Ямала, то современные озерные воды не могли быть источником воды при формировании льда воронки;

– существование и форма «грота» на глубине 20 м, имеющего больший диаметр, чем жерло воронки, свидетельствует о полости, в которой мог накапливаться газ и находиться минерализованная вода, криопэг. Метан находился в полости воронки до

ее разрушения, об этом свидетельствуют его высокое содержание в воздухе внутри кратера воронки в июле 2014 г. и резкое уменьшение этого показателя в ноябре 2014 г. О накоплении метана во льду на глубине свидетельствует и высокое его содержание в воздушных пузырьках самого верхнего слоя льда (A), который был поднят на поверхность при взрыве и локализовался в границах бугра, разрушающегося сейчас на поверхности;

– о существовании линзы минерализованной воды и ее излиянии на поверхность при взрыве свидетельствует повышенная концентрация хлор-иона в породах сезонно-талого слоя на расстоянии 26,0 м от воронки;

– предположительно, именно процесс формирования, расширения и заполнения воронок, активность которого относится к наиболее теплomu периоду голоцена (примерно 10–8 тыс. лет назад), отвечает за формирование части озер Ямала, имеющих округлую форму и аномальную глубину.

Благодарности. Авторы благодарят рецензентов за ценные советы и замечания. Авторы признательны Российскому центру освоения Арктики (Салехард) за организацию полевых исследований на воронке и частичное финансирование лабораторных работ, Институту полярных и морских исследований им. А. Вегенера (Потсдам, Германия) за изотопные анализы воды и расплавов льда, Институту физико-химических и биологических проблем почвоведения (Пушино) за определения количества метана во льду и воздухе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (№ 16-17-10203). Данные по пластовым льдам Марре-Сале получены в рамках проекта РФФИ № 16-05-00612 А, НИР ГЗ 1.5. «Изменение криосферы Земли под влиянием природных факторов и техногенеза».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананьева Г.В. Особенности инженерно-геокриологических условий северного отрезка проектируемой трассы железной дороги Обская-Бованенково // Итоги фундаментальных исследований криосферы Земли в Арктике и Субарктике. Мат-лы между. конф. Пушино, 23–26 апреля 1996 г., Новосибирск: Наука, Сиб. отд. РАН, 1997. С. 116–123.
- Бондарев В.Л., Миротворский М.Ю., Зверева В.Б., Облеков, Г.И., Шайдуллин Р.М., Гудзенко В.Т. Газогеохимическая характеристика надсеноманских отложений полуострова Ямал (на примере Бованенковского нефтеконденсатного месторождения) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2008. № 5. С. 22–34.
- Васильев А.А., Стрелецкая И.Д., Мельников В.П., Облогов Г.Е. Метан в подземных льдах и мерзлых четвертичных отложениях Западного Ямала // Докл. Академии наук. 2015. Т. 465. № 5. С. 604–607.
- Васильчук Ю.К., Васильчук А.К., Буданцева Н.А., Чижова Ю.Н., Папеш В., Подборный Е.Е., Сулержицкий Л.Д. Изотопно-кислородная и дейтериевая индикация генезиса пластовых льдов и их C^{14} возраст (Бованенково, Центральный Ямал) // Докл. Академии наук. 2009. Т. 428. № 5. С. 675–681.
- Инженерно-геологический мониторинг промыслов Ямала. В 2-х т. Т. 2. Геокриологические условия освоения Бованенковского месторождения. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1996. 240 с.
- Кизяков А.И., Сонюшкин А.В., Лейбман М.О., Зимин М.В., Хомутов А.В. Геоморфологические условия образования воронки газового выброса и динамика этой формы на Центральном Ямале // Криосфера Земли. 2015. Т. IX. № 2. С. 15–25.
- Криосфера нефтегазоконденсатных месторождений полуострова Ямал. Т. 2. Криосфера Бованенковского нефтеконденсатного месторождения / Под общ. ред. Ю.Б. Бадю, Е.А. Гафарова, Е.Е. Подборного. М.: ООО «Газпром эксп», 2013. 424 с.
- Крицук Л.Н. Подземные льды Западной Сибири. М.: Научный мир, 2010, 352 с.
- Лейбман М.О., Кизяков А.И. Криогенные оползни Ямала и Югорского полуострова. М.: Институт криосферы Земли СО-РАН, 2007. 206 с.
- Лейбман М.О., Кизяков А.И., Плеханов А.В. Ямальская воронка газового выброса: результаты предварительного обследования // Холодок. 2014. № 2(12). С. 9–15.
- Оленченко В.В., Синицкий А.И., Антонов Е.Ю., Ельцов И.Н., Кушнаренко О.Н., Плотников А.Е., Потапов В.В., Эпов М.И. Результаты геофизических исследований территории геологического новообразования «Ямальский кратер» // Криосфера Земли. 2015. Т. XIX. № 4. С. 94–105.
- Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Облогов Г.Е., Матюхин А.Г. Изотопный состав подземных льдов Западного Ямала (Марре-Сале) // Лед и снег. 2013. № 2 (122). С. 83–92.
- Стрелецкая И.Д., Каневский М.З., Васильев А.А. Пластовые льды в дислоцированных четвертичных отложениях западного побережья Ямала // Криосфера Земли. 2006. Т. X. № 2. С. 68–78.
- Стрелецкая И.Д., Лейбман М.О. Криогеохимическая взаимосвязь пластовых льдов, криопэггов и вмещающих их отложений Центрального Ямала // Криосфера Земли. 2002. Т. VI. № 3. С. 15–24.
- Строение и свойства пород криолитозоны южной части Бованенковского газоконденсатного месторождения / Отв. ред. Е.М. Чувилин. М.: ГЕОС, 2007. 137 с.
- Фотиев С.М. Закономерности формирования ионно-солевого состава природных вод Ямала // Криосфера Земли. 1999. Т. III. № 2. С. 40–65.
- Якушев В.С. Природный газ и газовые гидраты в криолитозоне. М.: ВНИИГАЗ, 2009. 192 с.
- Alperin M.J., Reeburgh W.S. Inhibition experiments on anaerobic methane oxidation // Appl. Environ. Microbiol. 1985. V. 50. P. 940–945.
- Leibman M.O., Kizyakov A.I., Plekhanov A.V., Streletskaia I.D. New permafrost feature – deep crater in Central Yamal, West Siberia, Russia, as a response to local climate fluctuations // Geography, environment, sustainability. 2014. V. 7(4). P. 68–80.
- Leibman M.O., Perednya D.D., Kizyakov A.I., Lein A.Y., Savvichev A.S., Vanshtein B.G. Sulfur and carbon isotopes within atmospheric, surface and ground water, snow and ice as indicators of the origin of tabular ground ice in the Russian Arctic // Permafrost and Periglacial processes. 2011. V. 22(1). P. 39–48. DOI: 10.1002/ppp.716.

Поступила в редакцию 19.07.2016

Принята к публикации 09.12.2016

I.D. Streletskaia¹, M.O. Leibman², A.I. Kizyakov³,
G.E. Oblogov⁴, A.A. Vasiliev⁵, A.V. Khomutov⁶,
Y.A. Dvornikov⁷

GROUND ICE AND ITS ROLE IN THE FORMATION OF GAS-EMISSION CRATER IN THE YAMAL PENINSULA

The results of hydro-geochemical and isotopic studies of tabular ground ice and crater-lake water from the gas-emission crater in the Yamal Peninsula are analyzed. These data are compared with the results of similar studies of tabular and ice-wedge ice, as well as surface and atmospheric waters of the Yamal Peninsula. Similarity in the isotopic and ionic composition of the crater tabular ground ice and stratified tabular ice of Marre-Sale area was found, in contrast to the ionic and isotopic composition of surface and atmospheric waters, as well as polygonal ice wedges in the region.

Key words: Gas-emission crater, ground ice, stable isotopes, chemical composition, methane.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Department of Cryolithology and Glaciology, Associate Professor, Senior Research Scientist; e-mail: irinastrelets@gmail.com

² Earth Cryosphere Institute, SB RAS, Tyumen State University, Tyumen, Leading Research Scientist; e-mail: moleibman@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Department of Cryolithology and Glaciology, Senior Research Scientist; e-mail: akizyakov@mail.ru

⁴ Earth Cryosphere Institute, SB RAS, Tyumen State University, Tyumen, Senior Research Scientist; e-mail: oblogov@mail.ru

⁵ Earth Cryosphere Institute, SB RAS, Tyumen State University, Tyumen, Leading Research Scientist; e-mail: al.a.vasiliev@gmail.com

⁶ Earth Cryosphere Institute, SB RAS, Tyumen State University, Tyumen, Leading Research Scientist; e-mail: akhomutov@gmail.com

⁷ Earth Cryosphere Institute, SB RAS, Tyumen State University, Tyumen, Research Scientist; e-mail: ydvornikov@gmail.com

Acknowledgements. The authors are grateful to the Russian center of Arctic development (Salekhard) for the organization of field research and partial financing of laboratory analyses, to the Vegener Institute of Polar and Marine Studies (Potsdam, Germany) for isotope analyses of water and melted ice, and to the Institute of physical-chemical problems of soil science (Pushhino) for analyses of methane concentrations in ice and air.

The study was financially supported by the Russian Science Foundation (№16-17-10203). Data on the ground ice in Marre-Sale were obtained in the framework of the Russian Foundation for Basic Research project № 16-05-00612 A and NIR GZ 1.5. «Cryosphere changes under the influence of natural factors and technogenesis».

REFERENCES

- Alperin M.J., Reeburgh W.S. Inhibition experiments on anaerobic methane oxidation // Appl. Environ. Microbiol. 1985. V. 50. P. 940–945.
- Ananeva G.V. Osobennosti inzhenerno-geokryologicheskikh usloviy severnogo otrezka proektiruemoy trassy zhelezniy dorogi Obskaya-Bovanenkovo [Specific features of engineering and permafrost conditions of the northern section of the planned route of the Obskaya-Bovanenkovo railway] // Itogi fundamentalnykh issledovaniy kriosfery Zemli v Arktike i Subarktike: Materialy Mezhd. Konf., Pushchino, 23–26 aprelya 1996 g., Novosibirsk: Nauka, 1997. S. 116–123 (in Russian).
- Bondarev V.L., Mirotvorskiy M.Yu., Zvereva V.B., Oblekov G.I., Saidulin R.M., Gudzenko V.T. Gazokhimicheskaya kharakteristika nadsenomanskikh otlozheniy poluostrova Yamal (na primere Bovanenkovskogo neftekondensatnogo mestorozhdeniya) [Geochemical characterization post-Senoman Yamal deposits (case study of deposits of the Bovanenkovo oil and condensate field)] // Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy. 2008. V. 5. S. 22–34 (in Russian).
- Fotiev S.M. Zakonomernosti formirovaniya ionno-solevogo sostava prirodnkh vod [The regularities in the formation of ionic-salt composition of natural waters, the Yamal Peninsula] // Kriosfera zemly. 1999. T. III. № 2. S. 40–65 (in Russian).
- Inzhenerno-geologicheskii monitoring promyslov Yamala [Engineering and geological monitoring of the Yamal gas fields] T. II. Geokriologicheskie usloviya osvoeniya Bovanenkovskogo mestorozhdeniya / Pod red. V.V. Baulin, V.A. Aksenov, G.I. Dubikov i dr. Tyumr: IPOS RAN, 1996. 240 s. (in Russian).
- Kizyakov A.I., Sonyushkin A.V., Leibman M.O., Zimin M.V., Khomutov A.B. Geomorfologicheskie usloviya obrazovaniya voronki gazovogo vybrosa i dinamika etoi formy na Tsentralnom Yamale [Geomorphological conditions of the gas-emission crater and its dynamics in Central Yamal] // Kriosfera zemly. 2015. T. IX. № 2. S. 15–25 (in Russian).
- Kriosfera neftegazokondensatnykh mestorozhdeniy poluostrova Yamal [Cryosphere gas condensate fields on the Yamal Peninsula], t. 2 Kriosfera Bovanenkovskogo neftekondensatnogo mestorozhdeniya / Pod obshch. red. Yu.B. Badu, E.A. Gafarova, E.E. Podbornogo. M.: OOO «Gazprom ekspoz», 2013. 424 s. (in Russian)
- Kritsuk L.N. Podzemnye ldy Zapadnoy Sibiry [Ground ice of West Siberia]. M.: Nauchnyy Mir, 2010. 352 s. (in Russian).
- Leibman M.O., Kizyakov A.I. Kriogennyye opolzny Yamala i Yugorskogo poluostrova [Cryogenic landslides of Yamal and Yugorsky peninsular] Moskva: Institute kriosfery Zemli SO RAN, 2007. 206 s. (in Russian).
- Leibman M.O., Kizyakov A.I., Plekhanov A.V. Yamalskaya voronka gazovogo vybrosa: rezultaty predvaritel'nogo obsledovaniya [The Yamal crater gas emissions: the results of the preliminary survey] // Kholodok. 2014. № 2(12). S. 9–15 (in Russian).
- Leibman M.O., Kizyakov A.I., Plekhanov A.V., Streletskaia I.D. New permafrost feature - deep crater in Central Yamal, West Siberia, Russia, as a response to local climate fluctuations // Geography, environment, sustainability. 2014. V. 7(4). P. 68–80. (in Russian).
- Leibman M.O., Perednya D.D., Kizyakov A.I., Lein A.Y., Savvichev A.S., Vanshtein B.G. Sulfur and carbon isotopes within atmospheric, surface and ground water, snow and ice as indicators of the origin of tabular ground ice in the Russian Arctic // Permafrost and Periglacial processes, V. 22 (1). 2011, P. 39–48. DOI: 10.1002/ppp.716.
- Olenchenko V.V., Sinitsky A.I., Antonov E.Y., Eltsov I.N., Kushnarenko O.N., Plotnikov A.E., Potapov V.V., Epov M.I. Rezultaty geofizicheskikh issledovaniy territorii geologicheskogo novoobrazovaniya «Yamalskii krater» [Results of geophysical researches of the area of new geological formation «Yamal Crater»] // Kriosfera zemly. 2015. T. XIX. № 4. S. 94–105 (in Russian).
- Streletskaia I.D., Kanevskiy M.Z., Vasiliev A.A. Plastovye ldy v dislozirovannykh chetvertichnykh otlozheniyakh Yamala [Massive ground ice in dislocated Quaternary sediments of Western Yamal] // Kriosfera zemly. 2006. T. X. № 2. S. 68–78 (in Russian).
- Streletskaia I.D., Leibman M.O. Kriogeokhimicheskaya vzaimosvyaz plastovykh ldov, kriopogov i bmeshchayushchikh ikh otlozheniy [Cryogeochemical interrelation of massive ground ice, cryopegs, and enclosing deposits of Central Yamal] // Kriosfera zemly. T. VI. № 3. 2002. S. 15–24 (in Russian).
- Streletskaia I.D., Vasiliev A.A., Oblogov G.E., Matyukhin A.G. Izotopnyy sostav podzemnykh ldov Zapadnogo Yamala [Isotopic composition of ground ice in Western Yamal (Marre-Sale)] // Led i sneg. № 2(122). 2013. S. 83–92 (in Russian).
- Stroenie i svoystva porod kriolitozony yuzhnoy chaste Bovanenkovskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya [Structure and properties of rocks in the permafrost zone south of the Bovanenkovo gas condensate field] / Otv. red. E.M. Chuvilin. M.: GEOS, 2007. 137 s. (in Russian).
- Vasil'chuk Yu.K., Vasil'chuk A.C., Budantseva N.A., Chizhova Ju.N., Papesch W., Podborny Ye., Sulerzhitsky L.D. Izotopno-kislородnaya i deuteriyeaya indikatsyya genesis plastovykh ldov i ikh C14 vozrast (Bovanenkovo, Tsentralnyy Yamal) [Oxygen Isotope and Deuterium Indication of the Origin and 14C Age of the Massive Ice, Bovanenkovo, Central Yamal Peninsula] // Doklady Akademii nauk. 2009. T. 428. № 5. P. 675–681 (in Russian).
- Vasiliev A.A., Streletskaia I.D., Melnikov V.P., Oblogov G.E. Metan v podzemnykh ldakh i merzlykh chetvertichnykh otlozheniyakh Zapadnogo Yamala [Methane in massive ground ice and frozen Quaternary Deposits of Western Yamal] // Doklady Akademii nauk. 2015. T. 465. № 5. P. 604–607. (in Russian)
- Yakushev V.S. Prirodnyy gaz i gazovye gidraty v kriolitozone [Natural gas and gas hydrates in permafrost]. M.: VNIIGZ, 2009. 192 s. (in Russian)

Received 19.07.2016

Accepted 09.12.2016

УДК 550.47:556.54

И.А. Немировская¹, А.В. Полякова², А.М. Титова³

МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СНЕЖНО-ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ ПЕРИФЕРИИ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Представлены результаты исследований (начало февраля 2010, 2012 и 2015 гг.) органических веществ: органического углерода, липидов и углеводов в сопоставлении с содержанием взвешенного вещества в снежно-ледяном покрове губы Ругозерской, в районе биологической станции МГУ (ББС) – периферии Кандалакшского залива Белого моря. Показано, что различия в накоплении изучаемых соединений зависят от физических условий формирования снега и льда и биогеохимических процессов, происходящих на границах снег–лед и лед–вода. В снеге содержание органических веществ в феврале оставалось близким в разные годы исследования и не превышало 34 мкг/л, так как в начале зимы деятельность ББС практически не сказывалась на загрязнении снежного покрова. В то же время во взвеси снега наряду с минеральными частицами, диатомовыми водорослями и спорами растений обнаружены сферы сгорания. Доминирование в снеге в составе полиаренов пирена указывает на поступление из атмосферы продуктов пиролиза органического сырья, количество которых увеличивается с февраля по март.

Во льду в зависимости от условий льдообразования, концентрация изучаемых веществ происходит в разных частях керна. В верхней части льда, как и в снеге, минеральная часть преобладала над биологической. Видовое разнообразие водорослей последовательно увеличивалось от снега к нижней части льда. К марту аккумуляция органических веществ происходила в нижних слоях льдов из-за активных биогеохимических процессов на границе лед–вода. Проведено сопоставление полученных данных с результатами изучения органических веществ в снеге и льдах в других районах Белого моря и в фоновых районах Арктики и Антарктики.

Ключевые слова: Белое море, снег, лед, взвесь, органическое вещество, алифатические и полициклические ароматические углеводороды.

Введение. Исследование снежно-ледяного покрова Арктики до последнего времени ограничивалось в основном интересами ледокольного флота и судоходства [Лисицын, 2001]. Геохимические исследования льдов пока находятся в самой начальной стадии [Агатова с соавт., 2012; Кодина с соавт., 2001; Лисицын с соавт., 2013; Немировская, Кравчишина, 2015; Faksness, 2010]. В то же время была установлена большая роль ледовых экосистем в процессах образования органического вещества (ОВ) в снежно-ледяном покрове Северного Ледовитого океана, Белого моря и в прибрежных водах Антарктики [Агатова с соавт., 2012; Кодина с соавт., 2001; Лисицын с соавт., 2013; Сажин, Ратькова, 2012; Melnikov, 1998].

По классификации Н.Н. Зубова, Белое море относится к замерзающим морям большой ледовитости [Зубов, 1944]. Ледяной покров в море формируется под воздействием трех основных процессов: 1 – образования и нарастания льда при охлаждении морской воды ниже температуры замерзания; 2 – движения льдов под воздействием ветра и течений; 3 – таяния ледяного покрова [Лисицын, 2001]. Развитие ледяного покрова в Белом море отличается большой пространственной и временной изменчи-

востью [Думанская, 2004; Пантюлин, 2012]. Большая площадь поверхности делает лед эффективной ловушкой для переносимых воздухом соединений и из воды во время ледостава [Немировская, 2013]. В прибрежной зоне лед может захватывать осадочный материал эрозии берегов, речного стока и донных отложений.

Для определения содержания и состава ОВ – взвешенного органического углерода, липидов, углеводов (УВ) и взвеси было проведено их изучение в снежно-ледяном покрове периферии Кандалакшского залива (район Беломорской биологической станции МГУ имени Н.А. Перцова – ББС, губа Ругозерская) (рис. 1) в сравнении с устьем Северной Двины и другими высокоширотными акваториями.

Исследование ОВ в высокоширотных акваториях интересно с нескольких точек зрения. Во-первых, даже при низких температурах в морской среде образуется автохтонное ОВ, синтезируемое, главным образом, фитопланктоном [Gutt et al., 2010; Horner et al., 1992; Melnikov, 1998]. Во-вторых, снег и лед содержат ОВ, имеющее терригенное происхождение и поступающее с эоловой взвесью [Немировская, 2013; Немировская, Кравчишина, 2015].

¹ Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН, заведующая лабораторией, докт. геол.-минерал. н.; e-mail: nemir@ocean.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра океанологии, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: anpol@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра океанологии, студентка, e-mail: ZDESSSS@yandex.ru

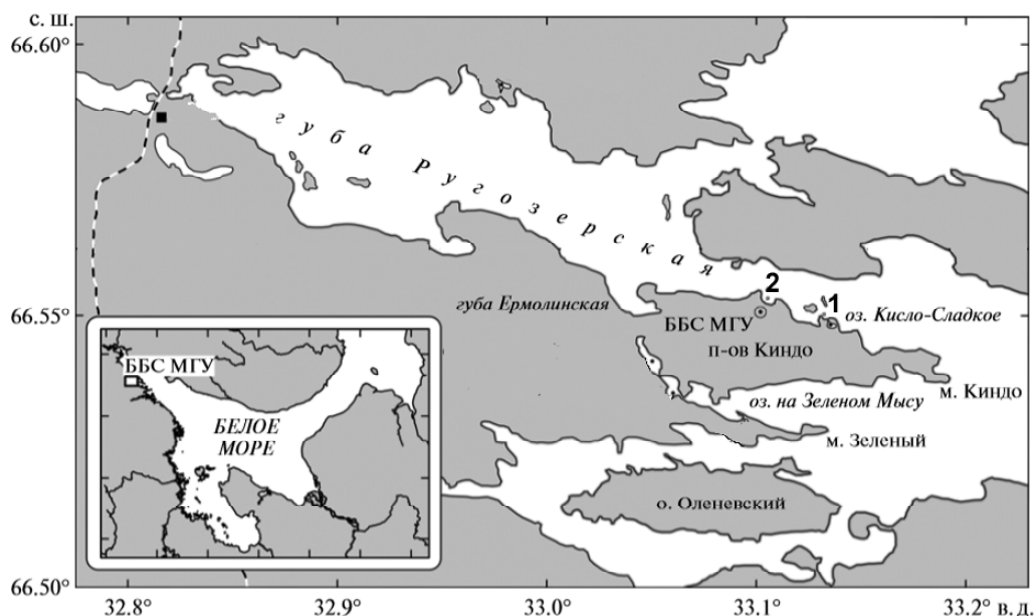


Рис. 1. Схема отбора проб в губе Ругозерской (ББС МГУ) Канда拉克шского залива (1 – оз. Кисло-Сладкое, 2 – пирс ББС). На врезке расположение ББС в Белом море (ст. 1)

Fig. 1. The scheme of sampling in the Rugozerskaya Guba (the MSU BBS) of the Kandalaksha Bay (1 – the Kiso-Sladkoe Lake, 2 – the BBS pier). The inset map shows the location of the BBS on the White Sea coast (st. 1)

Изучение этих соединений позволяет выявить источник их поступления в результате атмосферного переноса [Шевченко с соавт., 2012; Hogner et al., 1992]. Кроме того, интерес к исследованию УВ в значительной степени обусловлен нефтяным загрязнением морских акваторий, так как на их долю приходится до 95% нефти и нефтепродуктов [Руководство ..., 1993]. По расчетным оценкам [АМАР, 2007; Brandvik et al., 2010; Fingas, Hollebone, 2003], в арктических условиях ледовые поля способны удерживать до 1 миллиона баррелей нефти на одну квадратную милю ледового покрова, а скорость их дрейфа достигает 150 км в месяц в зимнее время. Эта аккумулированная во льдах нефть практически не подвергается трансформации, и поэтому при таянии и ломке льдин она почти полностью переходит в воду [Измайлов, 1999; Bobra, Fingas, 1986; Fingas, Hollebone, 2003; Petroleum ..., 1985].

Территория ББС относится к зоне повышенного увлажнения и характеризуется продолжительной, относительно теплой зимой, длящейся приблизительно 4–4,5 месяца – с середины ноября по март. Первый снег обычно выпадает в середине октября. Снежный покров существует 170–190 дней в году, высота его составляет 40–50 см, достигая максимума в марте. Осадков выпадает здесь около 450–550 мм в год, колебания от года к году часто составляют большие величины, но не превышают 650 мм. В течение года преобладают ветры юго-западного и западного направлений, захватывающие аэрозоли из Европы [Шевченко с соавт., 2012].

Материалы и методы исследований. Во время исследований пробы отбирали в снежно-ледяном покрове в районе пирса ББС и на озере Кисло-Сладком (рис. 1). Все оборудование для сбора и таяния снега и льда (скребки, мешки, полиэтиленовые фла-

ги и баки) были предварительно тщательно протерты кашицей из пищевой соды для удаления жировых загрязнений с поверхности полиэтиленовой посуды. Затем посуда была ополоснута разбавленным раствором соляной кислоты для удаления металлических загрязнений и потом промыта несколько раз дистиллированной водой. При отборе проб также соблюдали меры по предотвращению загрязнения. Снег собирали с поверхности льда пластиковым совком (в 2015 г. снег на льду в районе пирса отсутствовал). Пробы льда отбирали с помощью ручного кольцевого бура ($d=14,5$ см). Лед распиливали на части с помощью титановой пилы, учитывая его строение, и помещали в специальные баки для таяния. Для получения необходимого количества талой воды одновременно растапливали 5–8 кернов. Время плавления кернов – 2–2,5 суток.

Взвесь выделяли из воды методом мембранной фильтрации на предварительно отмытые (4% особо чистой соляной кислотой) поликарбонатные ядерные фильтры (диаметр пор 0,45 мкм) под вакуумом 0,4 атм. и определяли концентрацию гравиметрически. Для определения концентраций ОБ, взвесь выделяли фильтрацией из воды под вакуумом 0,2 атм. на предварительно прокаленные при $t=450^\circ\text{C}$ стекловолокнистые фильтры GF/F фирмы Whatman (эффективный размер пор 0,7–1,2 мкм). Липиды (суммарная фракция) экстрагировали из подсушенных на воздухе фильтров метиленхлоридом на ультразвуковой бане «Сапфир» при 30°C .

УВ из липидной фракции выделяли с помощью колонной хроматографии на силикале гексаном. Концентрацию липидов (до колонной хроматографии) и УВ (после колонной хроматографии) определяли ИК-методом на приборе IR-435, фирмы Shimadzu. В качестве стандарта использовали смесь

**Содержание алифатических углеводородов (мкг/л) в снежно-ледяном покрове
Кандалакшского залива Белого моря в сопоставлении с другими районами**

Район/ год исследования	Объект	Интервал	Район/ год исследования	Объект	Интервал
Губа Ругозерская 2010 г., февраль	Снег	8–20	Устье Северный Двины, 2007 г., март	Снег	83–583
	Лед, верх	23–38		Лед, верх	50–300
	Лед, низ	17–18		Лед, низ	78–420
	Подледная вода	25–32		Подледная вод	130–249
Губа Ругозерская 2012 г., февраль	Снег	23–34	Устье Северный Двины, 2008 г., февраль	Снег	5–83
	Лед, верх	18–69		Лед, верх	2–39
	Лед, низ	33–80		Лед, низ	3–40
	Подледная вода	19–25		Подледная вода	0–17
Губа Ругозерская 2015г., февраль	Снег	15	Устье Северный Двины, 2015 г., март	Снег	27–616
	Лед, верх	17–33		Лед, верх	46–55
	Лед, низ	23–84		Лед, низ	73–103
	Подледная вода	31–81			
Губа Ругозерская 2015 г., март	Снег	40–92	СЛО, поднятие Менделеева, 2000 г., сентябрь, паковый лед	Снег	0–39
				Лед, верх	2–8
				Лед, низ	28–132
				Подледная вода	18–38
Губа Чупа, 2004, март	Снег	80–239	Антарктида, море Содружества залив Прюдс, 2012 г., март, многолетний лед	Снег	8–16
	Лед, верх	60–271		Лед, верх	16–40
	Лед, низ	264–471		Лед, низ	116–162
	Подледная вода	6–46		Подледная вода	7–9

(по объему): 37,5% изооктана, 37,5% гексадекана и 25% бензола, используемую при анализе нефтяных УВ [Руководство ..., 1993]. Чувствительность метода – 3 мкг/мл экстракта.

Содержание органического углерода (С орг) во взвеси определяли методом сухого сжигания при 800° С на приборе АН-7529М с кулонометрическим окончанием. Фильтр помещали в фарфоровый тигель, и использовали обычные процедуры, применяемые при определении С орг в донных осадках [Люцарев, 1986]. Чувствительность метода 6 мкг углерода в пробе, точность 3–6 относительных процентов. Для пересчета концентраций УВ в концентрации С орг использовали коэффициент 0,5 [Руководство ..., 2004].

Содержание и состав полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе Милихром фирмы Эконова, колонка КАХ-4 (обращенная фаза, C₁₈); элюент – смесь ацетонитрила с водой (75:25). Измерения проводили при 254 нм; в качестве стандарта использовали смесь индивидуальных полиаренов, полученных из лаборатории Environmental Protection Agency (США). В результате были идентифицированы следующие незамещенные полиарены: нафталин (Н), фенантрен (Ф), флуорантен (ФЛ), пирен (П),

хризен (ХР), перилен (ПЛ), бенз(а)пирен (БП), бенз(б)флуорантен (БФЛ), антрацен (АН).

Микрофотографии взвеси, собранной на ядерных фильтрах, выполнены при помощи сканирующего электронного микроскопа VEGA-3sem, фирмы TESCAN.

Результаты исследований и их обсуждение. В губе Ругозерской исследование проводили в одно и то же время – в конце января, начале февраля в 2010, 2012 и 2015 гг., практически в одних и тех же районах (рис. 1). В снеге за весь период наблюдений разница в концентрациях была незначительной, и для УВ изменялась в довольно узком диапазоне – 8–34 мкг/л (табл.). При этом УВ не являлись доминирующей фракцией в составе ОВ, и в разные годы исследования не превышали 8% от С орг (рис. 2). Обусловлено это, скорее всего тем, что в общей структуре выбросов в атмосферу загрязняющих веществ над Белым морем УВ составляют в среднем 16% [Шварцман, Трубицына, 2007]. Изменчивость концентраций УВ в губе Ругозерской в снеге укладывалась в интервал их содержания в районе полюса недоступности Северного полушария (поднятие Менделеева) и, согласно нашим данным, также совпадало с содержанием в снеге флора Санни залива Прюдс моря Содружества в

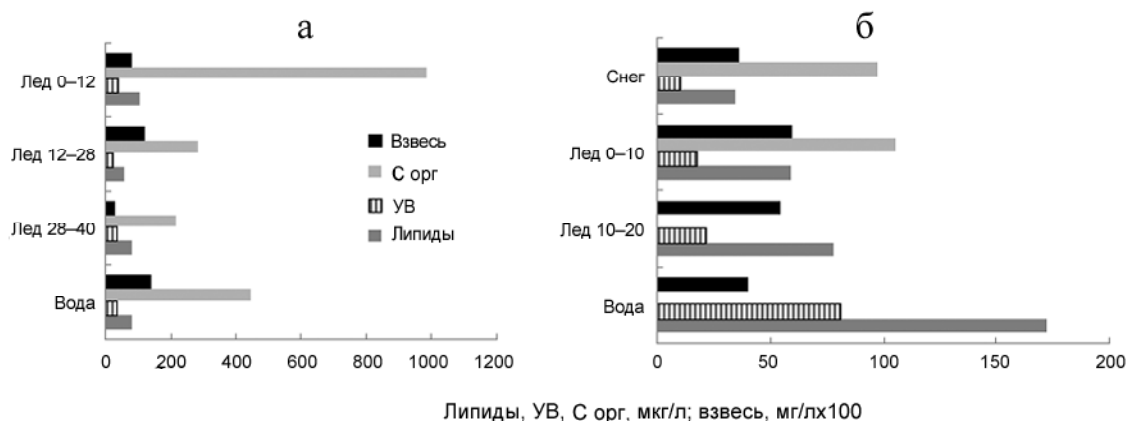


Рис. 2. Распределение взвеси, C орг, УВ и липидов в снежно-ледяном покрове и в подледной воде губы Ругозерской: в районе причала (а) и на Кисло-Сладком озере (б) в феврале 2015 г.

Fig. 2. Distribution of suspended matter, C org, HC and lipids in snow-ice cover and under-ice water in the Rugozerskaya Guba (a) and the Kislo-Sladkoe Lake (б) in February 2015

акватории Антарктиды (табл.) [Немировская, Кравчишина, 2015].

На ОВ во льду в значительной степени влияет температура воздуха. В частности, декабрь 2011 г. и январь 2012 г. были значительно теплее, чем в предыдущие годы [Пантюлин, 2012]. Однако в конце января наблюдался резкий температурный спад, между -25 и -30°C , и льдообразование происходило в 5–6 раз интенсивнее, чем в декабре. Необходимо также учитывать, что в исследуемом районе Белого моря приливной ход имеет полусуточный характер с двумя полными и малыми водами. Поэтому возможны случаи совпадения резкого понижения температуры с выходом на поверхность воды через трещины (при одинаковой толщине снега и льда), которая перемешиваясь со снегом, быстро превращалась сначала в снежный, а потом и в матовый лед. В результате концентрация УВ в 2012 г. в нижней части льда была лишь в 1,4 раза больше, чем в подледной воде, а в 2010 г. содержание УВ в нижнем слое льда и в подледной воде в среднем различалось в 2,7 раз (табл., рис. 3).

Поступление в исследуемый район нефтяных и пирогенных соединений сказывается в большей

степени на составе ПАУ, так как основной их источник – пиролиз органического сырья [Ровинский с соавт., 1988; Page et al., 1999; Tolosa et al., 2004]. Согласно данным 2015 г., основное количество полиаренов поступало из подледной воды. В связи с этим концентрации в нижнем слое льда и подледной воде повышены по сравнению со снегом и верхним слоем льда (рис. 4). В составе ПАУ доминировал нафталин, имеющий преимущественно нефтяное происхождение [Ровинский с соавт., 1988; Tolosa et al., 2004]. В качестве основных источников флуорантена и пирена рассматриваются продукты горения топлива. В снежно-ледяном покрове губы Ругозерской в составе ПАУ доминировали антропогенные полиарены – пирен, флуорантен и бенз(б)флуорантен; в то же время значительна доля фенантрена, хризена и перилена, имеющие преимущественно природное происхождение. Довольно низкое содержание присуще наиболее канцерогенному из идентифицированных полиаренов – бенз(а)пирену. Возможно, это обусловлено его меньшим содержанием в продуктах горения, по сравнению с пиреном [Немировская, 2013; Tolosa et al., 2004]. Отношение $(\text{П}+\text{БП})/(\text{Ф}+\text{ХР})$, маркирует соотношение пироген-

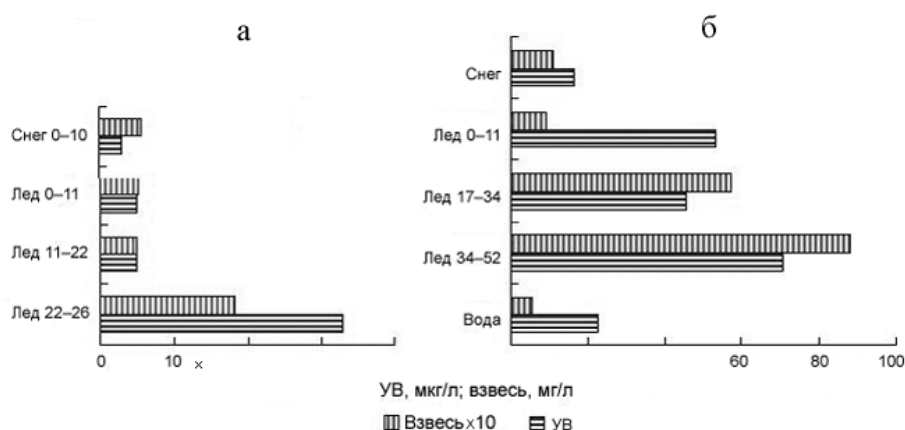


Рис. 3. Распределение УВ и взвеси в снежно-ледяном покрове губы Ругозерской в 2012 (а) и 2010 (б) гг.

Fig. 3. Distribution of HC and suspended matter in snow-ice cover of the Rugozerskaya Guba in 2012 (a) and 2010 (б)

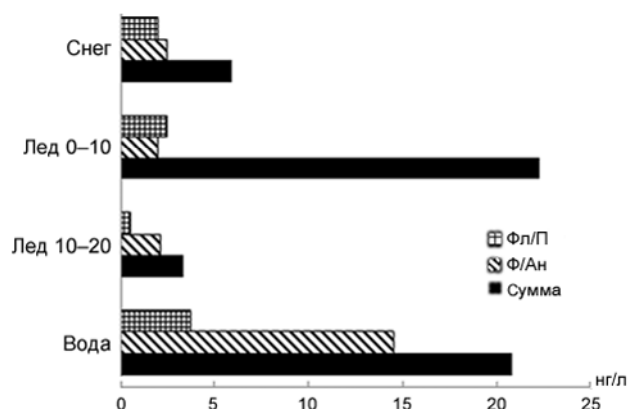


Рис. 4. Распределение ПАУ и маркеров в их составе в снежно-ледяном покрове и в подледной воде губы Ругозерской на ст. 1 в феврале 2015 г.

Fig. 4. Distribution of PAH and markers in their composition in snow-ice cover and under-ice water in the Rugozerskaya Guba (st. 1) in February 2015

ных и природных полиаренов [Немировская, 2013]. В снеге и льдах это отношение (в среднем 2,33) было выше, чем в водной взвеси (в среднем 1,56). Довольно высокие значения отношения ФЛ/ (ФЛ+П) – 0,61–0,80, маркирующего пирогенные процессы [Tolosa et al., 2004], может свидетельствовать о меньшем их поступлении по сравнению с устьем Северной Двины, где в снеге содержание пирена и флуорантена оказалось близким – соответственно 55,4 и 66,3 нг/г. Последнее может указывать на свежее загрязнение пирогенными ПАУ [Немировская, 2013]. В снежно-ледяном покрове губы Ругозерской как алифатические УВ, так и ПАУ в достаточной степени трансформированы, так как, несмотря на различные источники, наблюдались зависимости: $r(\text{лип}-\text{УВ})=0,97$; $r(\text{УВ}-\text{ПАУ})=0,70$, $r(\text{УВ}-\text{С орг})=0,58$, $r(\text{УВ}-\text{вз.})=0,56$.

Исследование взвеси снега, отобранного в губе Ругозерской, под сканирующим электронным микроскопом показало, что она состояла из минеральных частиц диатомовых водорослей (*Cocconeis*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Thalassionema*), спор растений, сфер сгорания (рис. 5). Обнаруженные в пробах сферы сгорания (сажа) являются продуктами пиролиза и, как правило, хорошо коррелируют с содержанием ПАУ, так как в их составе доминировал пирен. В верхней части керна льда, как и в снеге, минеральная часть преобладала над биологической. Видовое разнообразие водорослей последовательно увеличивалось от снега к нижней части льда. Подводно-подледные исследования показали, что основное распределение организмов связано с поверхностью основания льда [Немировская, Кравчишина, 2015; Melnikov, 1998]. За счет накопления на границе лед–вода питательных веществ создаются благоприятные условия для развития здесь диатомовых водорослей. В нижней части льда минеральные частицы практически не встречались. Продукты сгорания также не обнаружены.

Таким образом, в снеге содержание исследуемых соединений зависит от сезона исследования.

Снег можно рассматривать в качестве планшета, который сорбирует все поступающие из атмосферы загрязнения. В начале февраля деятельность ББС практически не сказывалась на загрязнении снежного покрова. В полярных регионах значительная часть загрязнений атмосферы связана с поступлениями продуктов сжигания топлива. В снеговых выпадениях фиксируются загрязнители, которые не улавливаются прямыми измерениями и не определяются при расчете по пылегазовыбросам [Шевченко с соавт., 2012]. Загрязненность арктической атмосферы в импактных районах должна повышаться от ноября к марту и значительно превышать их концентрации в фоновых акваториях. Действительно, последующие исследования снега, проведенные в марте 2015 г., установили более высокое содержание УВ (табл.): 40–92, в среднем 60 мкг/л ($n=7$, $\sigma=17$). Поэтому концентрации УВ в снеге губы Ругозерской в феврале были значительно меньше, чем в губе Чупа Кандалакшского залива в марте 2004 г. (табл.). В таком импактном районе, как устье Северной Двины содержание УВ было также больше, и изменялось в интервале 83–583 мкг/л в марте 2007 г., 5–83 мкг/л в феврале 2008 г. [Немировская, 2014] и 27–616 мкг/л в марте 2015 г.

В губе Ругозерской концентрации УВ в снеге были меньше, чем в подледной воде. Напротив, в устье Северной Двины в районе Архангельска наиболее высокие концентрации установлены в снеге и в верхней части льда [Немировская, 2014; Шевченко с соавт., 2012]. Выпадающие из атмосферы хлопья снега обладают высокой степенью очищения атмосферы от аэрозольного материала. Таким образом работает «насос», выкачивающий аэрозольные частицы дальнего переноса, содержащие как природные, так и антропогенные органические и неорганические соединения, и транспортирующий их на поверхность морской воды или льда [Лисицын, 2001].

Чаще всего снежный покров на льду рассматривается как теплоизолирующий слой, замедляющий нарастание льда сверху. Это оправдано для условий, где слой снега значительно меньше толщины льда. Однако в Белом море снег – важный фактор льдообразования, так как здесь толщины снега и льда сравнимы [Пантюлин, 2012]. При таких условиях лед под снегом прогибается и на его поверхности выступает вода, что меняет все процессы льдообразования. В результате верхняя часть льда матовая, она имеет снежный генезис, а нижняя – кристаллическая обводненная (конжеляционный лед). В феврале 2010 г. при толщине снега 9 см (верхние 2 см – свежеснеженный), лед был толщиной 27 см, из которых верхние 12 см – матовый лед, затем 13 см прозрачный и 1 см пористого льда, в котором встречались каверны и пузыри. Поэтому концентрирование ОВ, в том числе и УВ, в однолетних льдах в 2010 и в 2012 г. происходило в верхней части керна льда, а в 2015 г. – в нижней (рис. 2, 3).

Температура воздуха определяет сроки льдообразования, а скорость и направление ветра – ди-

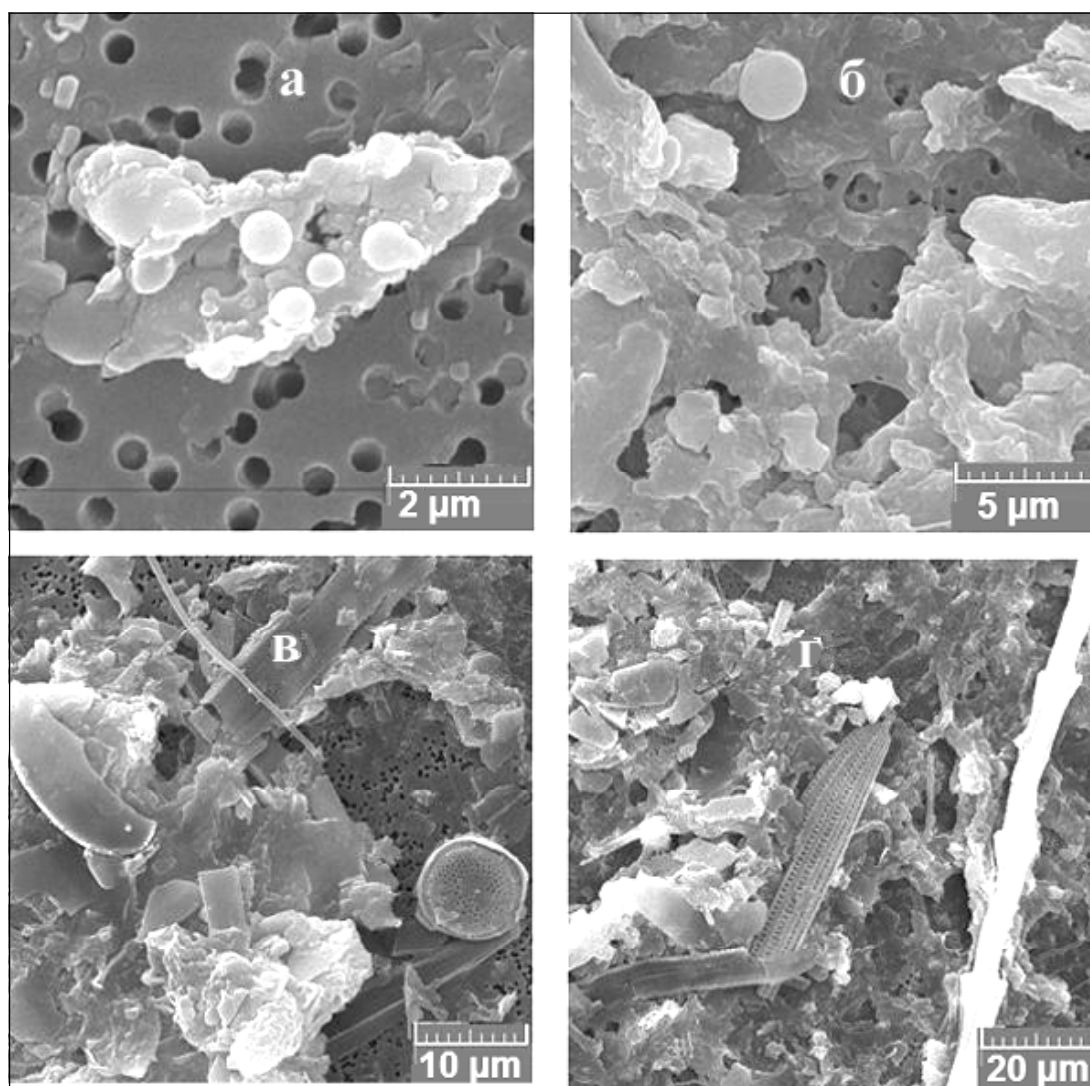


Рис. 5. Состав взвеси (2012 г.): а – снег, общий вид; б – сферы сгорания на минеральной частице; лед: в – верхняя часть, общий вид (сферы сгорания, диатомовые водоросли *Pennales navicula* sp. и *Nitzschia* sp., личинка $30 \times 30 \mu\text{m}$, минеральные частицы), г – нижний слой, общий вид, состоящий из диатомовых водорослей *Peridinium* sp., диатомей *Pseudosira* sp и спор

Fig. 5. Composition of suspended matter (2012): а – snow, general view; б – combustion spheres on mineral particles; ice: в – upper part, general view (combustion spheres, *Pennales navicula* sp. and *Nitzschia* sp., larva $30 \times 30 \mu\text{m}$, mineral particles), г – bottom layer, general view (*Peridinium* sp., *Pseudosira* sp and spores)

наличность этих процессов. Суровость зимы (сумма средних отрицательных температур за месяц) – также одна из основных характеристик, определяющая интенсивность льдообразования [Пантюлин, 2012]. Наличие двустороннего барьера между морской водой и жидкой фазой льда способствует постоянному подводу частиц органического детрита, которые механически удерживаются между растущими кристаллами и накапливаются во льду в больших количествах, чем их содержится в воде [Мельников, 2003; Немировская, 2013]. Растворенная фракция ОВ в однолетних льдах не накапливается и отношение их концентраций во льду и в воде < 1 . Очевидно, при льдообразовании часть ОВ выходит по каналам стока вместе с рассолом в воду. Поэтому на стадии образования льда накопление ОВ, как во взвеси, так и в растворенной фракции, происходит только вследствие механического удержания веществ, а не за счет биологических процессов [Не-

мировская, Кравчишина, 2015]. Во льду концентрации ОВ, в том числе УВ, зависят также от погодных условий и связанными с этим особенностями образования льда. Для Белого моря зимы 2010–2011 гг. попадают в группу холодных [Пантюлин, 2012], а центрами льдообразования обычно являются вершины заливов и губы [Думанская, 2004]. Здесь появляются начальные формы припая, в тихую погоду это может быть тонкий прозрачный лед, склянка, при ветре – ледяное сало и шуга. Далее образуются нилас и сморозь. При низких температурах воздуха и воды таяние шуги не происходит, она смерзается и превращается в молодой лед, который в период затишья покрывает всю прибрежную часть моря. Строение этого льда характеризуется мелкозернистой структурой с кристаллами изометрической формы, которые возникают из-за большого количества ядер кристаллизации и низких температур воздуха.

Наши исследования показали, что на начальных стадиях образования льда происходит захват взвеси в ледяной слой из поверхностного микрослоя воды [Немировская, Кравчишина, 2015]. Это приводит к ее механическому концентрированию и увеличению концентраций взвешенных форм ОВ. Аккумуляция взвешенных частиц и связанных с ними ОВ происходит в шуге. Интенсивность образования стоковых каналов во льду зависит от скорости его роста. Концентрация взвеси выше в быстро растущим, по сравнению, с медленно растущим льдом. Это определяет также количество ОВ во взвеси. Кроме того загрязненность атмосферы и подледной воды также влияет на аккумуляцию ОВ в снежно-ледяном покрове.

В Белом море к марту толщина припайного и дрейфующего льда достигает максимальных значений [Думанская, 2004]. Включение водной взвеси в состав льда происходит в результате подъема к поверхности новообразованных единичных кристаллов льда с сорбированными ими частицами ледовых микроводорослей [Мельников, 2003]. Поэтому с увеличением «возраста» льда из-за развития диатомовых водорослей в слое лед–вода нижняя часть льдов зачастую окрашивается в бурый цвет и содержит большое количество ОВ [Лисицын, 2001; Немировская, 2013]. В частности, биомасса водорослей во льду губы Чупа Кандалакшского залива в марте 2004 г. колебалась от 130 до 1400 мгС/м² [Сажин, Ратькова, 2012].

Проведенные исследования органических соединений в снежно-ледяном покрове в марте 2004 г. в губе Чупа установили синхронное увеличение концентраций С орг, липидов, УВ и ПАУ во взвеси, а также самой взвеси к нижним слоям льдов [Немировская, 2013]. Происходит это потому, что на формирование всех изучаемых соединений оказывают влияние одни и те же, в основном биогенные, автохтонные источники. Подобные зависимости наблюдались в толще льдов в Северном Ледовитом океане в районе поднятия Менделеева и в антарктических припайных льдах [Немировская, Кравчишина, 2015]. Однако на периферийных станциях губы Чупа с уменьшением количества ОВ во льду концентрация УВ уменьшалась (в 7–11,5 раз) в пересчете на мг воздушно-сухой взвеси.

Озерные льды отличаются особым строением из-за стратификации вод. Лед озера Кисло-Сладкого характеризуется значениями $\delta^{18}\text{O}$ от –6,9 до –3,9‰ [Лисицын с соавт., 2013]. Нарастание озерного льда идет наиболее интенсивно в первый период после замерзания, и процесс этот происходит одновременно и снизу, и сверху. Таким образом, нижняя часть льда образуется из соленой озерной воды, а в формировании верхней части льда принимают участие атмосферные осадки. Кислород озерного льда изотопически тяжелый со значениями от –4 до –1,4‰, что указывает на намораживание льда из соленой озерной воды без значительного участия атмосферных осадков. Вариации $\delta^{18}\text{O}$ во льду являются следствием его изотопного фракционирования

при льдообразовании [Краснова с соавт., 2013; Лисицын с соавт., 2013].

Исследование состава взвешенного С орг льда свидетельствует о его существенной гетерогенности и участии двух источников в формировании пула ОВ [Кодина, 2001]: аллохтонное, изотопно-легкое ОВ, захватываемое льдом в начальной стадии его образования, и автохтонная биопродукция поверхностных вод. При сильных морозах вся оставшаяся на литорали в отлив вода замерзает и получается ледяная корка с пористой структурой и с большим количеством воздуха внутри и под ней [Пантюлин, 2012]. В лед при этом вмораживает много минерального и органического литорального материала. В Белом море во время прилива литораль заливается водой, и образовавшаяся ледяная корка с шумом отрывается от дна и всплывает. За несколько приливных циклов может образоваться полоса льда шириной в несколько десятков метров. В спокойную погоду литоральный лед остается у берега и входит в состав припайного льда. Поэтому трудно установить закономерности распределения изучаемых соединений из-за их изменчивости в толще льда от времени суток (прилива или отлива), сезона (начала или конца зимы) и от году к году.

Взвесь нижнего слоя льда отличается биоразнообразием. Исследования населения сезонного льда Белого моря установили, что в начале зимы наибольшее обилие бактерий свойственно верхним и средним слоям льда снежного генезиса, а весной – нижним слоям водного генезиса [Сажин, Ратькова, 2012]. В конце марта пик бактериального обилия приходится на самый нижний слой льда толщиной в несколько сантиметров, что приводит лишь к незначительному увеличению количества взвеси и ОВ во взвеси на границе лед–вода. В результате концентрация УВ в нижнем слое однолетних припайных льдов Белого моря может быть меньше (губа Ругозерская, 2015 г., 23–84 мкг/л), чем в многолетних припайных льдах, толщиной больше двух метров, даже фоновых океанских районов (Антарктида, море Содружество, до 162 мкг/л) и паковых льдов Северного Ледовитого океана, поднятия Менделеева (до 132 мкг/л).

Выводы:

– исследования снежно-ледяного покрова Белого моря в губе Ругозерской в районе ББС указывают на изменчивость концентрации органических веществ как в снеге, так и в различных частях керна льда от года к году;

– снежный покров концентрирует аэрозольные загрязняющие вещества, поступающие из атмосферы и с поверхности моря (эффект «промокашки»). Низкая доля УВ среди других ОВ обусловлена невысокой их концентрацией в составе выбросов в атмосферу в январе–феврале, поэтому содержание УВ в снеге ББС увеличивалось от февраля к марту;

– особенности формирования однолетних припайных льдов приводят к концентрации УВ в разных слоях льда; верхний слой льда аккумулирует соединения, поступающие со снегом, а при погружении льда в воду – из поверхностных вод; содержание и состав УВ в нижнем слое льда зависят не

только от их концентрации в подледной воде, но и от интенсивности биогеохимических процессов в пограничном слое вода–лед;

– из-за удаленности от промышленных центров содержание органических веществ и взвеси в губе

Ругозерской меньше, чем в устье Северной Двины, так как загрязненность атмосферы и подледной воды также влияет на их аккумуляцию в снежно-ледяном покрове; в районе пирса ББС концентрации ОБ больше, чем в других районах губы Ругозерской.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 1705-00-356); Президиума РАН (программа № 3), а также (на этапе обобщения результатов и подготовки публикации) при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант 14-37-00047) и госзадания 0149-2014-0038 «Геолого-геохимические исследования природных и антропогенных процессов в воде, взвесьях и донных осадках морских акваторий, в том числе в окраинных районах Мирового океана» госзадания «Изменение динамики и структуры вод морей и океанов». Авторы благодарны А.Ю. Медведевой, В.П. Шевченко за предоставленный материал, Г.И. Сычковой, [А.Б. Горницкому], Л.В. Деминой, В.А. Карлову – за помощь в анализе проб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агатова А.И., Лапина Н.М., Торгунова Н.И. Органическое вещество Белого моря // Белое море. Т. 2. Водная толща и взаимодействующие с ней атмосфера, криосфера, речной сток и биосфера. М.: Научный мир, 2012. С. 492–598.
- AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme). Chapter 4. Sources, Inputs and Concentrations of Petroleum. Hydrocarbons, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and other Contaminants. Oslo, 2007. 87 p.
- Думанская И.О. Анализ изменчивости положения кромок дрейфующего льда и максимальной ледовитости Белого моря // Тр. ГМЦ. Морские и речные гидрологические расчеты и прогнозы. 2004. Вып. 339. С. 45–54.
- Зубов Н.Н. Льды Арктики. М.: Изд-во Главсевморпути, 1944. 360 с.
- Измайлов В.В. Перенос и трансформация нефтяного загрязнения Северного Ледовитого океана. СПб.: Гидрометеоздат, 1999. 139 с.
- Кодина Л.А., Богачева М.П., Люцарев С.В. Изотопный состав органического углерода льда и взвеси как показатель источника осадочного материала дрейфующего льда Арктики (на примере взвеси дрейфующего льда Баренцева моря) // Опыт системных исследований в Арктике. М.: Научный мир, 2001. С. 244–255.
- Краснова Е.Д., Пантюлин А.Н., Белевич Т.А. и др. Комплексные исследования отделяющихся водоемов на разных стадиях изоляции от Белого моря в марте 2012 г. // Океанология. 2013. Т. 53. № 5. С. 714–717.
- Лисицын А.П. Нерешенные проблемы океанологии Арктики // Опыт системных океанологических исследований в Арктике. М.: Научный мир, 2001. С. 31–74.
- Лисицын А.П., Васильчук Ю.К., Шевченко В.П. и др. Изотопно-кислородный состав воды и снежно-ледяного покрова отделяющихся водоемов на разных стадиях изоляции от Белого моря // ДАН. 2013. Т. 443. № 4. С. 467–473.
- Люцарев С.В. Определение органического углерода в морских донных отложениях методом сухого сжигания // Океанология. 1986. Т. 26. № 4. С. 704–708.
- Мельников И.А. Экосистемы морских льдов Антарктики: сравнительный анализ // Арктика и Антарктика. М.: Наука, 2003. Вып. 2(36). С. 149–164.
- Немировская И.А. Нефть в океане (загрязнение и природные потоки). М.: Научный мир, 2013. 432 с.
- Немировская И.А. Углеводороды в снежно-ледяном покрове различных районов Белого моря // Океанология. 2014. № 3. С. 298–307.
- Немировская И.А., Кравчишина М.Д. Биогеохимические особенности распределения органических соединений и взвеси в снежно-ледяном покрове Восточной Антарктики // Геохимия. 2015. Т. 53. № 5. С. 439–449.
- Пантюлин А.Н. Ледовитость и лед Белого моря по данным наблюдений // Система Белого моря. М.: Научный мир, 2012. Т. 2. С. 120–131.
- Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 224 с.
- Руководство по методам анализа морских вод. РД 52.10. 243–92. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 264 с.
- Руководство по современным биохимическим методам исследования водных систем, перспективных для промысла и марикультуры. М.: ВНИРО, 2004. 124 с.
- Сажин А.Ф., Ратькова Т.Н. Население сезонного льда Белого моря // Система Белого моря. М.: Научный мир, 2012. Т. 2. С. 201–224.
- Шварцман Ю.Г., Трубицына О.П. Геоэкологическое состояние атмосферного воздуха и осадков на севере Русской равнины // Вестник АГУ. Сер. Прикладная геоэкология. 2007. Вып. 70. С. 151–163.
- Шевченко В.П., Филиппов А.С., Новигатский А.Н. и др. Рассеянное осадочное вещество пресноводных и морских льдов // Система Белого моря. М.: Научный мир, 2012. Т. 2. С. 169–201.
- Bobra A.M., Fingas F. The Behavior and Fate of Arctic Oil Spills // Wat. Sci. Tech. 1986. V. 18. P. 13–23.
- Brandvik P.J., Daling P.S., Myrhaug J.L. Mapping weathering Properties as a function of ice conditions: a combined approach a flume Basin Verified by Large scale Field experiments // 33-th AMOP Technical Seminar. Environment Canada. 2010. V. 2. P. 701–723.
- Faksness L-G., Brandvik P.J., Daae R.I., Leirvic F. The monitoring of oil in water and metoceans interactions during a large scale oil-in-ice experiment in the Barents Sea // 33-th AMOP Technical Seminar. Environment Canada. 2010. V. 2. P. 679–700.
- Fingas M.F., Hollebone B.P. Review of behavior of oil in freezing environments // Mar. Poll. Bull. 2003. V. 47. № 9–12. P. 333–340.
- Gutt W., Hosie G. Michael St. M. Marine Life in the Antarctic Life in the World's Oceans (edited by McIntyre A.D.) Cambridge: Blackwell Publishing Ltd, 2010. P. 203–220.
- Horner R.A., Aclay S.F., Diekmann G.S. Ecology of sea ice biota. 1. Habitat, terminology and methodology // Polar. Boil. 1992. V. 12. P. 417–437.
- Lisitzyn A.P. Sovremennoe predstavlenie ob osadkonakoplenii v okeanah i moriakh [Modern ideas about the sedimentation in oceans and seas]. Moscow: Nauchnyi Mir, 2014. P. 331–571 (in Russian).
- Melnikov I. A. Winter production of sea ice algae in the western Weddell Sea // J. Mar. Systems. 1998. V. 17. P. 195–205 (in Russian).
- Page D.S., Boehm P.D., Douglas G.S. et al. Pyrogenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in sediments Record Past Human Activity: A Case Study in Prince William Sound, Alaska // Mar. Poll. Bull. 1999. V. 38. N 4. P. 247–260.
- Petroleum effects in the Arctic environment / Ed. M. Engelhardt. M.-London, New York: Elsevier Appl. Sci. Publ., 1985. 281 p.
- Tolosa I., Mora S., Sheikholeslami M.R. et al. Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments // Mar. Poll. Bull. 2004. V. 48. P. 44–60.

Поступила в редакцию 20.08.2015

Принята к публикации 09.12.2016

I.A. Nemirovskaya¹, A.V. Polyakova², A.M. Titova³

INTERANNUAL CHANGES OF ORGANIC MATTER CONCENTRATIONS IN SNOW AND ICE COVER ON THE FRINGES OF THE KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA

The results of long-term study (early February 2010, 2012 and 2015) of organic matter (organic carbon, lipids and hydrocarbons) in comparison with the content of suspended matter in snow–ice cover of the Rugozerskaya Bay, region of the MSU Biological Station (BBS), the periphery of the Kandalaksha Bay of the White Sea are presented. It is shown that the differences in accumulation of the studied compounds depend on physical conditions of snow and ice formation and biogeochemical processes occurring at the snow–ice and ice–water boundaries. In snow, the content of organic matter in February remained almost the same in different years (not exceeding 34 mg/l), because in the beginning of winter the BBS activities has virtually no effect on the pollution of snow cover. At the same time the combustion spheres were found in suspended matter of snow along with mineral particles, diatoms and spores of plants. Dominance of pyrene in the composition of polycyclic aromatic hydrocarbons in the snow points at the intake of organic matter pyrolysis products from the atmosphere, the amount of which increases from February to March.

According to the conditions of ice formation the concentration of studied compounds occurs in different parts of the ice core. In the top part, and in snow, the mineral part prevailed over the biological one. The algae species diversity consistently increased from the snow to the bottom layers of ice. By March, the accumulation of organic matter occurs in the lowest layers of ice due to the active biogeochemical processes at the ice–water boundary. The obtained data was compared with the results of studying the organic matter in snow and ice in other parts of the White Sea and in the reference areas of the Arctic and Antarctic.

Key words: White Sea, snow, ice, suspended matter, organic matter, aliphatic and polycyclic organic hydrocarbons.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 1705-00-356); Presidium of the Russian Academy of Sciences (Program 43), and at the stage of results integrating and preparing the publication by the Russian Science Foundation (project 14-37-00047) and GZ 0149-2014-0038 Geological-geochemical study of natural and anthropogenic processes in water, suspended matter and bottom sediments of marine water areas, including the periphery areas of the World Ocean GZ change of the dynamics and structure of the waters of seas and oceans. The authors are grateful to A.Yu. Medvedeva and V.P. Shevchenko for materials and to G.I. Sychkova, A.B. Gornickij, L.V. Demina and V.A. Karlov for their assistance in sample analyzing.

REFERENCES

- Agatova A.I., Lapina N.M., Torgunova N.I. Organicheskoe veshhestvo Belogo moria [Organic matter in the White Sea]. Moscow: Scientific World, 2012. P. 492–598 (in Russian).
- AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme). Chapter 4. Sources, Inputs and Concentrations of Petroleum Hydrocarbons, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, and other Contaminants. Oslo: AMAP, 2007. 87 p.
- Bobra A.M., Fingas F. The Behavior and Fate of Arctic Oil Spills // Wat. Sci. Tech. 1986. V. 18. P. 13–23.
- Brandvik P.J., Daling P.S., Myrhaug J.L. Mapping weathering Properties as a function of ice conditions: a combined approach a flume Basin Verified by Large scale Field experiments // 33-th AMOP Technical Seminar. Environment Canada. 2010. V. 2. P. 701–723.
- Dymanskaya I.O. Analiz izmenchivosti polozhenia kromok dreifuyuchego liad i maksimalnia ledovitosti Belogo moria [Analysis of variability of the position of drifting ice edges and the maximum ice cover of the White Sea], Proceedings of GCMS for Sea and river hydrological calculations and forecasts. 2004. V. 339. P. 45–54 (in Russian)
- Faksness L-G., Brandvik P.J., Daae R.I., Leirvic F. The monitoring of oil in water and metoceans interactions during a large scale oil-in-ice experiment in the Barents Sea // 33-th AMOP Technical Seminar. Environment Canada. 2010. V. 2. P. 679–700.
- Fingas M.F., Hollebone B.P. Review of behavior of oil in freezing environments // Mar. Poll. Bull. 2003. V. 47. № 9–12. P. 333–340.
- Gutt W., Hosie G. Michael St. M. Marine Life in the Antarctic Life in the World's Oceans (edited by McIn tyre A.D.) Cambridge: Blackwell Publishing Ltd, 2010. P. 203–220.
- Horner R.A., Acley S.F., Diekmann G.S. Ecology of sea ice biota. 1. Habitat, terminology and methodology // Polar. Boil. 1992. V. 12. P. 417–437.
- Izmailov V.V. Perenos i transformacia nefnogo zagriaznenia Severnogo Ledovitogo okeana [Transport and Transformation of Oil Pollution in the Arctic Ocean]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1999. 139 p. (in Russian).
- Kodina L.A., Bogacheva M.P., Lyutsarev S.V. Izotopnyia sostav organicheskogo ugleroda l'da i vzvesi kak pokazatel istochnika osadochnogo materiala dreifuyuchego l'da Barentsava moria [The

¹ P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Head of the Laboratory, D.Sc. in Geology and Mineralogy; e-mail: nemir@ocean.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Oceanology, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: anpol@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Oceanology, student; e-mail: ZDESSSSS@yandex.ru

isotopic composition of organic carbon in ice and suspended matter as an indicator of the source of sedimentary material in the drifting ice of the Barents Sea] Moscow: Scientific World, 2001. P. 244–255 (in Russian).

Krasnova E.D., Pantyulin A. N., Belevich T.A. et al. Kompleksnye issledovaniya otdelyaushchikh vodoyomov na raznykh stadiyakh izolyatsii ot Belogo morya v marte 2012 [A comprehensive study of separating reservoirs at different stages of isolation from the White Sea in March 2012] // *Oceanology*. 2013. V. 53. № 6. P. 714–717 (in Russian).

Lisitzyn A.P. Sovremennoe predstavlenie ob osadkonakoplenii v okeanakh i moriyakh [Modern ideas about the sedimentation in oceans and seas]. Moscow: Nauchnyi Mir, 2014. P. 331–571 (in Russian).

Lisitzyn A.P., Vasilchik U.K., Shevchenko V.P. et al. Izotopno-kislorodnyy sostav vody i snezhno-ledyanogo pokrova otdelyaushchikh vodoyomov na raznykh stadiyakh izolyatsii ot Belogo morya [Oxygen isotopic composition of water and snow-ice cover of separating reservoirs at different stages of isolation from the White Sea] // *Reports of Academy of Sciences*. 2013. V. 443. № 4. P. 467–473 (in Russian).

Lyutsarev S.V. Opredelenie organicheskogo ugleroda v morskikh donnykh otlozheniyakh metodom sukhogo sozhzheniya [Identification of organic carbon in marine sediments by dry burning method] // *Okeanology* (Moscow). 1986. V. 26. № 4. P. 704–708 (in Russian).

Melnikov I. A. Winter production of sea ice algae in the western Weddell Sea // *J. Mar. Systems*. 1998. V. 17. P. 195–205 (in Russian).

Melnikov I.A. Ekosistema morskikh lodov Antarctic: sravnitelnyy analiz [Ecosystems of the maritime Antarctic sea ice: a comparative analysis] // *Arctic and Antarctic*. Moscow: Nauka, 2003. V. 2(36). P. 149–164 (in Russian).

Nemirovskaya I.A. Neft v okeane (zagriaznenie i prirodnye potoki) [Oil in the ocean (pollution and natural flows)] // *Nauchnyi Mir*. Moscow, 2013. 432 p. (in Russian).

Nemirovskaya I.A. Uglevodorody v snezhno-ledyanom pokrove razlichnykh raionov Belogo morya [Hydrocarbons in snow-ice cover of different regions of the White Sea] // *Oceanology*. 2014. V. 54. № 3. P. 298–307. (in Russian).

Nemirovskaya I.A., Kravchishina M.D. Biohimicheskie osobnosti raspredeleniya organicheskikh soedineniy i vzvesi v snezhno-ledyanom pokrove Vostochnoy Antarctic [Biogeochemical features of organic compounds and suspended particulate matter distribution in the snow-ice cover in East Antarctica] // *Geokhimiya*. 2015. V. 53. № 5. P. 439–449 (in Russian).

Page D.S., Boehm P.D., Douglas G.S. et al. Pyrogenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in sediments Record Past Human Activity: A Case Study in Prince William Sound, Alaska // *Mar. Poll. Bull.* 1999. V. 38. N 4. P. 247–260.

Pantyulin A.N. Ledovitost i lyod Belogo morya po dannym nablyudeniya [Glaciation and ice of the White Sea according to observation data] // *The System of the White Sea*. Moscow: Nauchnyi Mir, 2012. V. 2. P. 120–131 (in Russian).

Petroleum effects in the Arctic environment / Ed. M. Engelhardt. M.-London, New York: Elsevier Appl. Sci. Publ., 1985. 281 p.

Rovinskii F.Ya., Teplitskaya T.A., Alekseeva T.A. Fonovyy monitoring polycyklicheskikh aromaticeskikh uglevodorodov [Background Monitoring of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons] // *Leningrad: Gidrometeoizdat*, 1988. 224 p. (in Russian).

Rukovodstvo po metodam analiza morskikh vod. [Manual on Marine Water Analysis RD 52.10. 243–92]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1993. 264 p. (in Russian).

Rukovodstvo po sovremeniym biokhimicheskim metodam issledovaniya vodnykh sistem perspektivnykh dlya promysla i marikultury [Manual on modern methods of biochemical research of the aquatic systems perspective for fisheries and mariculture] Moscow: VNIRO, 2004. 124 p. (in Russian).

Sazhin A.F., Rat'kova T.N. Naseleniya sezonnogo l'da Belogo morya [Population of seasonal ice of the White Sea] // *The System of the White Sea*. Moscow: Nauchnyi Mir, 2012. V. 2. P. 201–224 (in Russian).

Shevchenko V.P., Filippov A.S., Novigatskii A.N. et al. Rasseyaniye osadochnoe vechestvo presnovodnykh i morskikh l'dov [Suspended matter of the freshwater and marine ice] // *The System of the White Sea*. Moscow: Nauchnyi Mir, 2012. V. 2. P. 169–201 (in Russian).

Shvartsman Yu.G., Trubitsyna O.P. Geoecologicheskoe sostoyaniye atmosfernogo vozduha i osadkov na severe Russkoi ravniny [Geoeological conditions of atmospheric air and sediments of the northern Russian Plain] // *Vestn. Adyg. Gos. Univ. Ser.: Prikl. Geokol.* 2007. № 70. P. 151–163 (in Russian).

Tolosa I., Mora S., Sheikholeslami M.R. et al. Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments // *Mar. Poll. Bull.* 2004. V. 48. P. 44–60.

Zybov N.N. L'dy Arktiki [The Arctic Ice]. Moscow: Glavsevmorpyt, 1944. 360 p. (in Russian).

Received 20.08.2015

Accepted 09.12.2016

К 100-летию ЮБИЛЕЮ

ПЕТРА ВЛАДИМИРОВИЧА МАТЕКИНА (1917–2010)

П.В. Матекин родился в Москве 6 апреля 1917 г. Был членом Клуба юных биологов зоопарка. Поступив в МГУ имени М.В. Ломоносова, сначала учился на кафедре генетики у А.С. Серебровского, потом на кафедре зоологии и сравнительной анатомии беспозвоночных у Л. А. Зенкевича. Научными руководителями его были Г.Ф. Гаузе и Б.Н. Цветков. В 1941 г. П.В. Матекин окончил университет был призван на военную службу, участвовал в боевых действиях в составе авиадесантного подразделения. Был дважды тяжело ранен, но снова возвращался в ряды Советской армии, дошел до Берлина. Был награжден за боевые заслуги орденами и медалями, в том числе за взятие Берлина, Праги и Северного Кавказа.

В 1945 г. П.В. Матекин вернулся в Московский университет, где прошел путь от старшего лаборанта до профессора и заведующего кафедрой. В 1960 г. защитил диссертацию и получил звание доктора биологических наук. Был членом Ученых советов Института эволюционной морфологии им. А.Н. Северцова РАН (с 1983), Института истории естествознания и техники РАН и биологического факультета МГУ, директором Беломорской биологической станции МГУ. В разные годы заведовал кафедрой дарвинизма, общей экологии и гидробиологии, зоологии беспозвоночных, в 2001 г. стал профессором кафе-

дры биогеографии географического факультета МГУ (по 2010 г.). В начале 1990-х он преподавал в университете Ханоя (Вьетнам).

Всю жизнь П.В. Матекин изучал наземных брюхоногих моллюсков. Одним из первых он стал использовать в систематике улиток признаки внутреннего строения. Петр Владимирович изучал фауну наземных моллюсков Средней Азии, популяционную генетику брюхоногих моллюсков на основе аллозимной изменчивости методом электрофореза. В его исследованиях удачно сочетались генетические, экологические и природоохранные аспекты. Его научные интересы включали широкий спектр биологических проблем: историю биологии, экологическую физиологию, биоиндикацию, биогеографию и генетику популяций беспозвоночных, а также космическую биологию. Для сбора материала он много путешествовал по Средней Азии, Алтаю, Южному Приморью, Камчатке. П.В. Матекин читал лекционные курсы: «История и методология биологии», «Общая экология», «Популяционная структура видов», «Экологическая физиология беспозвоночных», «Зоология беспозвоночных», «Сравнительная анатомия беспозвоночных», «Паразитология», «Малакология», «Биоиндикация и биомониторинг».

П.В. Матекину было присвоено звание «Заслуженный профессор Московского университета». Память о Петре Владимировиче живет в наших сердцах.

Редколлегия журнала

ПОТЕРИ НАУКИ

ВЯЧЕСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ БОЛЬШАКОВ

12.01.1946–05.03.2017

Ушел из жизни Вячеслав Александрович Большаков, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, блестящий ученый и яркий талантливый человек.

В.А. Большаков окончил физический факультет МГУ в 1970 г. С этого же года он связал свою научную жизнь с географическим факультетом и лабораторией новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, где прошел путь от младшего до ведущего научного сотрудника. Основным направлением его научных исследований стали различные аспекты проблемы магнетизма горных пород, палеомагнетизма и их использования в решении стратиграфических и палеогеографических вопросов плейстоцена. Им были посвящены ежегодные полевые работы в различных природных областях России и мира: на Сахалине, Северной Земле, Исык-Куле, Кавказе, в Северном Прикаспии, на Русской равнине, в Карпатах, на побережье Болгарии, в Йемене, морские исследования в Охотском (НИС «Дмитрий Менделеев») и Черном (НИС «Московский университет») морях, и даже кругосветное плавание на НИС «Академик Курчатов». Как результат – многочисленные публикации, доклады на российских и международных научных форумах, всегда находившие живой отклик у слушателей. Обобщением этих исследований стала монография «Исполь-

зование методов магнетизма горных пород при изучении новейших отложений» (1996), получившая премию Ученого совета географического факультета, и докторская диссертация на близкую тему, успешно защищенная В.А. Большаковым в 2003 г.

С конца девяностых годов прошлого столетия другим важным направлением научных исследований В.А. Большакова стала орбитальная теория палеоклимата и связанные с ней вопросы палеогеографии плейстоцена. По этой дискуссионной проблеме им опубликовано более 30-ти статей в ведущих российских и зарубежных журналах, издана монография «Новая концепция орбитальной теории палеоклимата» (2003), отмеченная первой премией Ученого совета факультета.

Преданность науке, исследовательский талант, трудолюбие, свойственные В.А. Большакову, снискали ему авторитет и высокую научную репутацию среди коллег. Свои знания он щедро передавал молодому поколению. Всегда занимал активную жизненную позицию, научную работу совмещал с общественной деятельностью, неизменно выступая в роли ее инициатора и организатора.

Вячеслав Александрович был блестящим ученым, прекрасным коллегой и другом, отзывчивым, с щедрой душой человеком, ярким и талантливым.

Мы глубоко скорбим.

*Коллектив НИЛ новейших отложений
и палеогеографии плейстоцена*

Редколлегия журнала

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 5. ГЕОГРАФИЯ»

Журнал «Вестник Московского университета. Серия 5. География» публикует результаты оригинальных исследований в различных областях географической науки, теоретические, методические и обзорные статьи, представляющие интерес для мирового научного сообщества. К публикации также принимаются краткие сообщения (объем до 4 стр. или 4000 знаков с пробелами, до 2 рисунков и до 10 позиций в списке литературы), информация о научных конференциях и событиях, рецензии на книги. Представленные к опубликованию материалы должны соответствовать формальным требованиям журнала, пройти процедуру слепого рецензирования и получить рекомендацию к публикации на заседании редколлегии журнала. Решение о публикации принимается на основе научной значимости и актуальности представленных материалов. Статьи, отклоненные редакционной коллегией, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Комплектность. Представленные в редакцию материалы должны включать направление с места работы (учебы) автора; текст статьи, подписанный всеми авторами; аннотацию статьи и ключевые слова на русском и английском языках; таблицы, рисунки и подписи к ним. Материалы (за исключением направления) представляются в распечатанном виде в двух экземплярах и в электронном виде на двух дисках (рисунки представляются на отдельном диске).

Структура и оформление статьи. На первой странице статьи необходимо указать УДК (печатается над заголовком статьи слева), инициалы и фамилию автора, название статьи. Внизу страницы в виде цифровых сносков для каждого автора указываются место работы, должность, ученая степень, адрес электронной почты. Информация о выполнении работы в рамках программы (проекта), о ее финансовой поддержке указывается в конце статьи. Изложение должно быть ясным, лаконичным и последовательным. Статья должна быть структурирована и включать рубрики: введение; материалы и методы исследований; результаты исследований и их обсуждение; выводы; список литературы.

Текст набирается шрифтом Times New Roman 12 кеглем через 2 интервала, с отступом абзацев 1,25 см. Страницы А4 имеют верхнее и нижнее поля 2 см, 2,5 см слева и 1,5 см справа; с нумерацией вверху страницы. Объем статьи не должен превышать 14–16 страниц (включая список литературы и таблицы) и не более 3–4 рисунков. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

Нумерация формул (сплошная по всей статье) указывается в скобках цифрами (1, 2 и т.д.) с правой стороны. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Список литературы приводится в конце статьи: сначала в соответствии с русским алфавитом, затем – с английским, по тексту статьи даются ссылки в квадратных скобках [Иванов и др., 1985]. Библиографическое описание дается в следующем порядке: фамилии и инициалы авторов, полное название монографии, место издания, издательство, год издания, страницы; для периодических изданий – фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год выпуска, том, номера страниц. Для списка References (рекомендуем пользоваться ресурсом <http://www.translit.ru>) для русскоязычных позиций сделать транслитерацию ФИО авторов и названия работы; в квадратных скобках дать перевод названия на английский язык, транслитерацию выходных данных, в скобках (in Russian). Ссылки на иностранных языках остаются в оригинальном варианте. Пример оформления первой страницы и списка литературы см. на сайте журнала.

Таблицы печатаются на отдельной странице каждая, кегль 12, через 2 интервала. Нумеруются по порядку упоминания их в тексте арабскими цифрами. После номера должно следовать название таблицы. Все графы в таблицах должны иметь заголовки и быть разделены вертикальными линиями.

Иллюстрации предоставляются в 2 экз. распечатки отдельно от текста статьи (на обороте каждой иллюстрации карандашом следует указать номер рисунка и фамилии авторов) и на отдельном CD-диске. На иллюстрациях следует избегать лишних деталей и надписей (надписи рекомендуется заменять цифрами или буквами, разъяснение которых дается в подрисуночных подписях или в тексте). Линии на рисунках должны быть четкими (5–6 рix). Ширина рисунков не должна превышать 180 мм, высота – 240 мм. Шрифт буквенных и цифровых обозначений на рисунке Times New Roman (9–10-й кегль). Рисунки должны быть черно-белыми, рекомендуется применять разные типы штриховки (с размером шага, позволяющим дальнейшее уменьшение). Фото (2 экземпляра) должны быть черно-белыми, контрастными.

Подрисуночные подписи представляются на отдельной странице, кегль 12, через 2 интервала.

Статьи принимаются на географическом факультете в комнате 2108а. Тел. 8-495-939-29-23.

Электронный адрес редколлегии:

<http://geogrmsu.epub.ru>

Плата за публикацию не взимается.