

# Вестник Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

Серия 5 ГЕОГРАФИЯ

Издательство Московского университета

№ 4 • 2014 • ИЮЛЬ–АВГУСТ

Выходит один раз в два месяца

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Теория и методология*

- Рычагов Г.И. Хвалынский этап в истории Каспийского моря . . . . . 3  
Махрова А.Г. Особенности стадийного развития Московской агломерации . . . . . 10

### *География и экология*

- Гречушникова М.Г., Пуклакова Н.Г., Эдельштейн К.К. Возможное изменение гидрологического режима Цимлянского водохранилища при потеплении климата. . . . . 17

### *Методы географических исследований*

- Сысоев В.В. Георадарные исследования полимасштабных структур в ландшафтах на примере Смоленско-Московской возвышенности. . . . . 26  
Зимин М.В., Тутубалина О.В., Голубева Е.И., Рис Г.У. Методика наземного спектрометрирования растений Арктики для дешифрирования космических снимков . . . . . 34  
Варюшин П.С. Методы исследования географии политических предпочтений населения США. . . . . 42

### *Региональные исследования*

- Самбурова Е.Н. Региональные диспропорции современного развития экономики Китая. . . . . 49  
Горохов С.А. Религиозная мозаичность как фактор экономического развития регионов современного мира. . . . . 56  
Судакова Н.Г., Немцова Г.М., Глушанкова Н.И. Палеогеографические закономерности изменчивости состава морен в центральной части Восточно-Европейской равнины . . . . . 62

### *География городов*

- Землянский Д.Ю., Ламанов С.В. Сценарии развития монофункциональных городов России. . . . . 69  
Пилька М.Э., Слукка Н.А. Размещение представительств крупнейших транснациональных корпораций в глобальных городах США. . . . . 75  
Имангалин А.Ф. Прогноз размещения торговых центров в крупных российских агломерациях . . . . . 83

### *Юбилей*

- 80-летие Балиса Балио Серапинаса . . . . . 91

### *Хроника*

- В диссертационных советах географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова за 2013 г. . . . . 93

### *Новые книги*

- Чалова Е.Р., Скарятин В.Д. Устья рек России на космических снимках. . . . . 95

## CONTENTS

### *Theory and methodology*

- Rychagov G.I. The Khvalyn stage in the history of the Caspian Sea . . . . . 3  
Makhrova A.G. Specific features of stadial development of the Moscow agglomeration . . . 10

### *Geography and ecology*

- Grechushnikova M.G., Puklakova N.G., Edelshtein K.K. Possible transformation of the hydrological regime of the Tsimlyansk reservoir under climate warming. . . 17

### *Methods of geographical studies*

- Sysuev V.V. Geo-radar investigation of the poly-scale structures in landscapes (case study of the Smolensk-Moscow highland) . . . . . 26  
Zimin M.V., Tutubalina O.V., Golubeva E.I., Rees G.U. Ground spectrometry of Arctic plants for the interpretation of space imagery . . . . . 34  
Varyushin P.S. Methods of studying the geography of political preferences of the US population. . . . . 42

### *Regional studies*

- Samburova E.N. Regional disparities in the present-day development of China's economy. . . . . 49  
Gorokhov S.A. Religious fractionalization as a factor of regional economic development in the modern world. . . . . 56  
Sudakova N.G., Nemtsova G.M., Glushankova N.I. Paleogeographical regularities of spatial and temporal variability of the composition of moraines in the central part of the East-European plain . . . . . 62  
Zemlyansky D.Yu., Lamanov S.V. Scenarios of development for the mono-functional towns in Russia . . . . . 69  
Pilkina M.E.B., Sluka N.A. Siting of the offices of largest transnational corporation in the global cities of the USA. . . . . 75  
Imangalin A.F. Forecast of the siting of shopping centers in large Russian agglomerations . . . . . 83

### *Jubilees*

- To the 80<sup>th</sup> birthday of Balis Balio Serapinas. . . . . 91

### *Chronicle*

- At the dissertation councils of the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, in 2013 . . . . . 93

### *New books*

- Chalova E.R., Skaryatin V.D. Mouths of the Russian rivers on space images . . . . . 95

## ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 551. 791

Г.И. Рычагов<sup>1</sup>

### ХВАЛЫНСКИЙ ЭТАП В ИСТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Рассмотрены дискуссионные вопросы, связанные с возрастом хвалынских трансгрессий Каспийского моря и их соотношением с позднечетвертичными оледенениями Восточно-Европейской равнины.

На основании материалов, полученных автором в результате применения метода геоморфологического анализа, более надежного для этого этапа истории Каспия, сделан вывод о несоответствии радиоуглеродных и уран-иониевых датировок палеогеографическим событиям этого времени. Хвалынские трансгрессии имели место в доголоценовое время.

*Ключевые слова:* хвалынские трансгрессии, радиоуглеродные и уран-иониевые датировки, оледенения, голоцен.

**Введение.** История Каспийского моря с давних пор привлекала внимание многих исследователей. Обусловлено это прежде всего его «неспокойным» режимом, что нашло отражение в неоднократных, достаточно значительных по амплитуде колебаниях уровня, влияющих не только на морфологию его побережий, но и на всю инфраструктуру прибрежной зоны. Особое внимание исследователей проблема колебания уровня приобрела в XX и в начале XXI в.: после 1929 г. — в связи с быстрым (в отдельные годы до 33 см) и значительным (на 3 м) падением уровня, с 1978 по 1995 г. — в связи с быстрым (в 1979 и 1991 гг. до 35 и 33 см) его подъемом на 2,4 м, а с 1996 г. — новым снижением уровня более чем на 1 м (средний уровень моря в 2013 г. составлял —27,69 м балтийской системы (БС), гидропост Махачкала).

**Постановка проблемы.** Возвратиться к проблеме уровня Каспийского моря меня побудили появившиеся в печати в последние годы новые сведения по этой проблематике. Так, согласно данным А.А. Свиточа [12], около 9 тыс. лет назад (л. н.) имел место последний пик раннехвалынской трансгрессии Каспийского моря с уровнем моря около 0 м (БС), а 8 тыс. л. н. — максимальная стадия позднехвалынской трансгрессии — с уровнем моря примерно на той же высоте. Т.А. Янина [16, 17] относит к началу голоцена последние пики позднехвалынской трансгрессии Каспийского моря без конкретного указания высотного положения уровня моря.

**Материалы и методы.** Статья посвящена одному из последних этапов истории Каспийского моря — хвалынскому. Обусловлено это тем, что в истории этого этапа существует довольно много нерешенных или дискуссионных вопросов. В основу работы положен критический анализ сведений о хвалынском

этапе истории Каспийского моря, появившихся в печати в последние годы. Прежде всего хотел бы отметить, что при стратиграфо-палеогеографических построениях истории Каспия, в том числе хвалынского этапа, нарушен комплексный подход (о чем неоднократно говорил и писал К.К. Марков), так как основаны эти построения, по-существу, на двух методах — биостратиграфическом и абсолютной геохронологии (последний, как известно, является далеко не абсолютным). Сказанное не значит, что эти методы плохи или несовременны. Но для хвалынского этапа существует более надежный и более достоверный метод — *метод геоморфологического анализа*, основанный на изучении конкретных материальных объектов — рельефа и слагающих его осадков, на фоне и с учетом общегеографических закономерностей.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Я не буду касаться вопросов, связанных с так называемой иерархией позднеплейстоценовых трансгрессий Каспийского моря. Как географ-геоморфолог считаю, что в позднем неоплейстоцене в истории Каспийского моря четко выделяются два этапа — ранне- и позднехвалынский. (На начальных этапах позднего неоплейстоцена в истории Каспийского моря я останавливаться не буду.) Им соответствуют две трансгрессии моря — ранне- и позднехвалынская. Каждая из них характеризуется своим гидрологическим режимом, условиями осадконакопления и составом осадков, своеобразием малакофаунистических комплексов, типом берегов и характером береговых процессов. Каждому из названных этапов в Прикаспии соответствует свой, типичный только для него природно-территориальный комплекс, характеризующийся своеобразием рельефа, литологическим составом слагающих его пород, почвенно-растительным покровом и животным

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: gir242@rambler.ru

миром, типом хозяйства и перспективами дальнейшего использования.

В настоящее время общепризнанными можно считать следующие факты о хвалынском этапе истории Каспийского моря. В это время, как сказано выше, имели место ранне- и позднехвалынская трансгрессии. Большинство исследователей считают, что **раннехвалынская трансгрессия** была крупнейшей трансгрессией Каспийского моря в квартере как по уровню (–47...48 м БС), так и по площади, хотя существуют и другие точки зрения. Все исследователи единодушны в том, что раннехвалынское море имело связь с Черным морем посредством Манычского пролива и характеризовалось рядом трансгрессивно-регрессивных стадий, береговые линии которых в виде абразионных уступов или береговых валов наблюдаются на побережье моря на абсолютной высоте 34–36, 28–30, 20–22, 14–16 и 4–6 м. Особенно четко выражена в рельефе береговая линия максимальной стадии раннехвалынского моря. Следует подчеркнуть, что четкость берегов указанных выше стадий связана не с задержкой регрессирующего моря на той или иной высоте (хотя есть и такие), а с положительными подвижками уровня на общем фоне регрессии. Об этом можно судить по наличию ингрессионных террас в приустьевых участках долин малых рек, впадающих в море, и их соотношению с соответствующими береговыми линиями раннехвалынского моря (пример чего показан на рис. 1).

Нет необходимости обсуждать проблему числа стадий или фаз раннехвалынского моря (как, впрочем, и позднехвалынского). Их было намного больше, чем мы знаем. Они были разного ранга, причем как по амплитуде, так и по продолжительности, и, конечно, не только в регрессивные, что обычно мы констатируем, но и в трансгрессивные этапы каждой из этих трансгрессий.

Раннехвалынский этап закончился **енотаевской регрессией**, глубину которой исследователи оценивают

по-разному. Уверенно можно сказать одно: уровень моря в енотаевское время находился ниже –30 м БС, о чем свидетельствует эрозионный разрыв нижнехвалынских морских отложений, наблюдаемый до этих отметок на дне современного Северного Каспия. О длительности енотаевской регрессии достоверных сведений нет. Однако исходя из анализа высотного положения и характера береговых линий максимальных стадий ранне- и позднехвалынской трансгрессий можно полагать, что енотаевское время было достаточно продолжительным. Об этом свидетельствует такой факт, как тектоническая деформация береговой линии максимальной стадии раннехвалынского моря в пределах дагестанского побережья Каспия (установленная нами на основе анализа крупномасштабных топографических карт, аэрофотоснимков и инструментальных измерений), в то время как береговая линия максимальной стадии позднехвалынского моря на этом участке побережья не деформирована либо величина ее деформации такова, что не выходит за рамки точности измерений.

Конкретные данные, приведенные на рис. 2, показывают, что деформированность раннехвалынской береговой линии резко отличается в разных местах и колеблется от 1–2 до 12–13 м (а в пределах азербайджанского побережья и больше) по отношению к ее истинному высотному положению. Эти различия обусловлены неоднородностью тектонического строения побережья. Существенная роль в деформации береговой линии раннехвалынского моря принадлежит разломной тектонике.

**Позднехвалынская трансгрессия** в максимальную стадию развития достигала отметок 0...–2 м БС (эту стадию часто называют махачкалинской). Береговая линия максимальной стадии позднехвалынской трансгрессии в рельефе выражена значительно хуже раннехвалынской. Снижение уровня позднехвалынского моря, как и в раннехвалынское время, происходило неравномерно и сопровождалось положительными подвижками. На многих участках каспийского побережья наиболее четко выражены в рельефе две стадийные береговые линии позднехвалынского моря — на абсолютной высоте –5, –6 м (кумская стадия) и –10, –12 м (сартасская стадия). Я называю только те береговые линии позднехвалынского моря, которые фиксируют положительные подвижки уровня позднехвалынского моря на фоне его регрессии. В научной литературе фигурирует еще одна позднехвалынская терраса с береговой линией на абс. высоте –16, –18 м, которую О.К. Леонтьев и П.В. Фё-

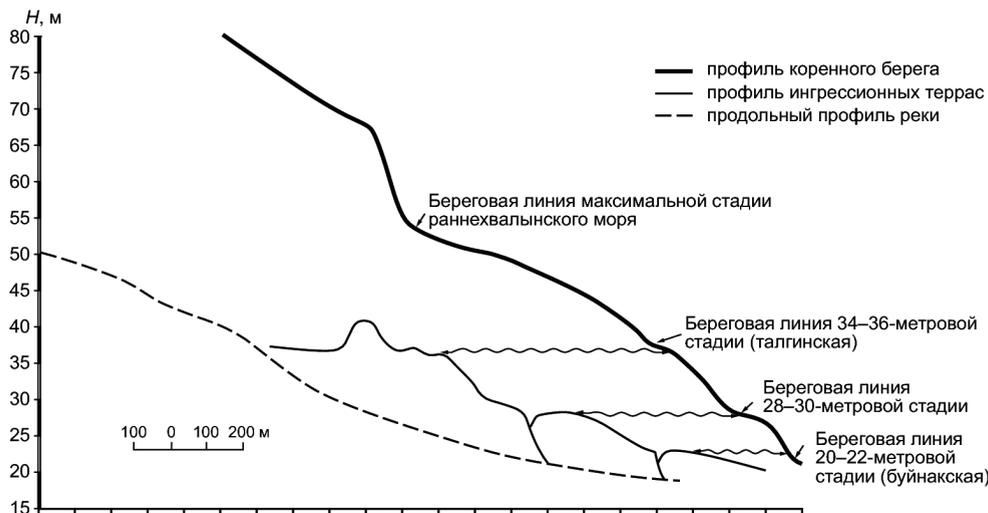


Рис. 1. Соотношение раннехвалынских морских террас с ингрессионными террасами р. Черкес-Озень (Талгинки)

двигками. На многих участках каспийского побережья наиболее четко выражены в рельефе две стадийные береговые линии позднехвалынского моря — на абсолютной высоте –5, –6 м (кумская стадия) и –10, –12 м (сартасская стадия). Я называю только те береговые линии позднехвалынского моря, которые фиксируют положительные подвижки уровня позднехвалынского моря на фоне его регрессии. В научной литературе фигурирует еще одна позднехвалынская терраса с береговой линией на абс. высоте –16, –18 м, которую О.К. Леонтьев и П.В. Фё-

доров [7] назвали дагестанской. Они отнесли ее к одному из последних этапов регрессировавшего позднехвалынского моря, основываясь **только** на отсутствии в осадках, слагающих эту террасу, *Cardium edule L.*, без учета всего комплекса геологических, геоморфологических и ландшафтных особенностей, отмечая,

однако, что дагестанская терраса «...сложена осадками, литологически резко отличными от отложений ... позднехвалынской террасы» [там же, с. 65]. В последнее время появилась новая точка зрения, согласно которой дагестанская стадия фигурирует в качестве самостоятельной трансгрессии в составе голоцена [12], но никакого фактического материала в обоснование этой точки зрения автором работы не приводится.

Полевые исследования, проведенные нами в пределах дагестанского и северной части азербайджанского побережья Каспия, показали, что морфологически четко выраженной в рельефе береговой линии на абс. высоте -16, -18 м нет. Нет данных, которые бы свидетельствовали о существовании такой стадии и в строении речных долин. Хорошо известную и подробно изученную теперь туралинскую аккумулятивную форму с отметками -19, -20 м БС ранее также относили к дагестанской стадии позднехвалынского этапа только потому, что в слагающих ее осадках не находили *Cardium edule L.* По геолого-геоморфологическим и ландшафтным особенностям я считал эту форму голоценовой, и эта точка зрения подтвердилась. Так, в 1975 г. в свежеразмытых бортах Туралинской прорези, в галечниках, слагающих основную (наиболее древнюю) часть этой аккумулятивной формы, мною были обнаружены раковины этого моллюска, и, таким образом, отпали, я бы сказал, формальные сомнения в том, что эта форма образовалась в новокаспийское время.

Наличие в ряде мест побережья Каспийского моря береговых линий с отметками на абс. высоте -16, -18 м и даже несколько выше — следствие локальных тектонических движений. В доказательство приведу только один пример. В приустьевой части р. Гильгильчай (Азербайджан), в 1 км на юго-восток от с. Тагай, на левом берегу реки высотой около 10 м мною описано обнажение, бровка которого находится на абс. высоте -15 м. В основании обнажения под супесчано-суглинистыми отложениями вскрывается песчаная толща с прослоями галечника и слоистостью прибрежно-морского типа. Толща залегает в виде валов, в ней много битой и целой ракушки, среди которой множество раковин *Cerastoderma glaucum (Cardium edule)*, что свидетельствует о новокаспийском возрасте этой толщи. Береговая линия новокаспийской террасы, прорезаемой р. Гильгильчай, хорошо выраженная в рельефе береговыми валами с отметками около -15 м БС, прослеживается далее на юг, до долины р. Атачай.

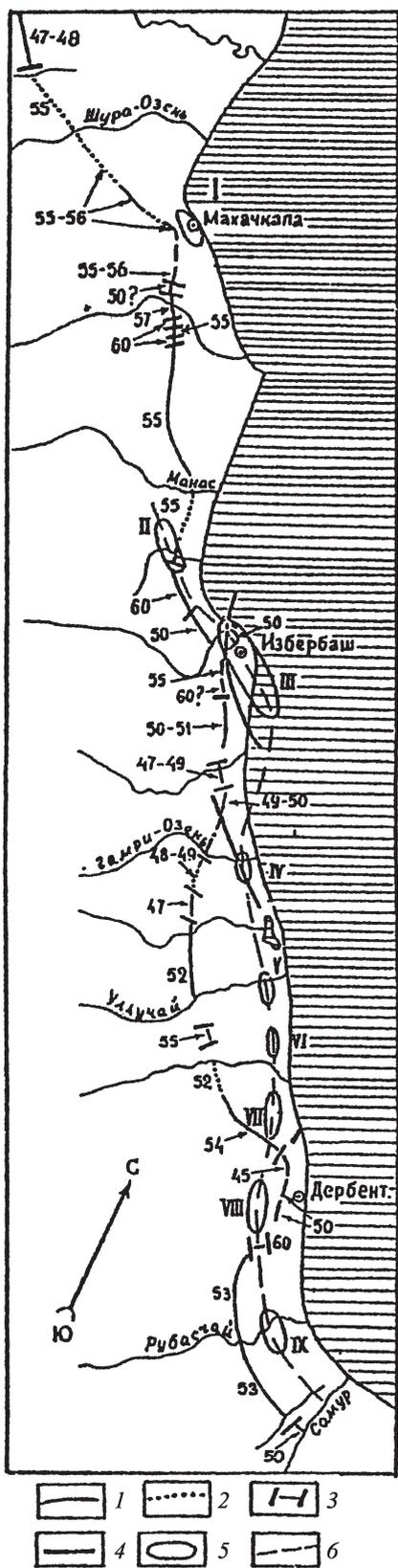


Рис. 2. Высотное положение береговой линии максимальной стадии раннехвалынского моря в пределах Дагестана (цифрами указана абсолютная высота, м): 1 — абразионные берега; 2 — аккумулятивные берега; 3 — границы резкого нарушения высотного положения береговой линии; 4 — тектонические разрывы; 5 — контуры брахиоантиклиналей: I — Махачкалинская, II — Ачисинская, III — Избербашская, IV — Каякентская, V — Берикейская, VI — Дузлакская, VII — Огнинская, VIII — Рукельская, IX — Хошмензильская; 6 — осевая линия Восточной антиклинальной зоны

Позднехвалынская трансгрессия связи с Черноморским бассейном не имела (хотя существуют и другие точки зрения). Никаких геоморфологических (как, впрочем, и геологических) свидетельств такой связи нет, о чем можно судить на основании данных полевых исследований, изложенных в [15], об этом пишут А.А. Свиточ, Т.А. Янина с соавторами [14]. На это обращал внимание и я [11], указывая, что максимальная и кумская стадии позднехвалынского этапа в долине Восточного Маньча четко фиксируются его отмершими дельтами, представленными в современном рельефе системой Состинских и Можарских озер соответственно, а южнее — дельтами Кумы, Сухой Кумы и Горькой Балки [там же, с. 60].

Наибольшие расхождения среди исследователей Каспия касаются возраста хвалынских трансгрессий, особенно раннехвалынской.

В 1970-х гг. мною впервые была составлена хронологическая шкала каспийских трансгрессий, в основу которой положены термолюминесцентные (ТЛ) датировки, хотя я располагал более многочисленными радиоуглеродными и уран-иониевыми датировками [9]. Обусловлено это было тем, что ТЛ-датировки более соответствовали моим палеогеографическим реконструкциям истории развития Каспия. Радиоуглеродные и уран-иониевые датировки для нижнехвалынских отложений я считал (и считаю) заниженными. В обоснование своей позиции я приводил такие данные: из имевшихся у меня к тому времени 38-ми радиоуглеродных датировок для нижнехвалынских и 34-х для верхнехвалынских отложений первые были всего на 1300 лет древнее вторых, а по данным уран-иониевого метода (12 и 14 датировок соответственно) нижнехвалынские отложения оказались почти на 3000 лет моложе верхнехвалынских [9, с. 188]. С тех пор мало что изменилось. Приведу два примера.

1. В статье [1] приводятся данные о возрасте хвалынских отложений и констатируется, что «...из 26 датированных раковин из нижнехвалынских отложений 17 образцов имеют заниженный радиоуглеродный возраст» и только 9 образцов, судя по контексту статьи, имеют возраст соответствующий раннехвалынскому [1, с. 34]. Однако если средний возраст этих 9 образцов сравнить со средним возрастом 9 образцов из верхнехвалынских отложений (приводимым в [1]), то окажется, что раннехвалынская трансгрессия всего на 900 лет старше позднехвалынской. С палеогеографической точки зрения такая ситуация невозможна.

2. В статье [1] приведены радиоуглеродные и уран-иониевые датировки раковин из ниже- и верхнехвалынских отложений из обнажений, описанных мною в [9], с дополнением калиброванных дат.

Нижнехвалынские морские осадки слагают верхнюю часть уступа отмершего клифа в 600 м на юг от устья р. Манас. Абсолютная высота бровки уступа 32 м. В его верхней части вскрываются 2 слоя нижнехвалынских отложений. Образец фауны (раковины *Didacna parallella*) взят из светло-серых песков

2-го слоя, принадлежащего одной из **ранних раннехвалынских стадий**, на что указывают абсолютная высота залегания слоя и его стратиграфическое положение. Радиоуглеродный возраст этих раковин (образец ЛУ-426) составляет 11 600 лет (калиброванный возраст, по данным [1], — 13 620 лет). Согласно данным уран-иониевого метода, возраст раковин по внешней фракции составляет 12 700, по внутренней — 12 500 лет.

Образец позднехвалынской фауны взят из разреза на левом борту прорези, соединяющей озера Малое и Большое Турали. Здесь верхнехвалынские осадки слагают береговой вал с абсолютной высотой —11, —12 м, что соответствует береговой линии сартасской стадии — одной из **последних стадий** позднехвалынской трансгрессии. Сложен вал песком с включениями мелкой хорошо окатанной гальки, а также обломков и целых створок раковин моллюсков, среди которых преобладает *Didacna praetrigonoides* Nal. Мощность песчаных отложений вала около 1,5 м. Радиоуглеродный возраст раковин из осадков берегового вала (образец ЛУ-424) составляет 13 100 (внешняя фракция) и 12 720 лет (внутренняя фракция). Калиброванный возраст этих образцов равен 15 920 и 15 440 годом соответственно, а уран-иониевый — 13 350 и 13 800 годом.

Из приведенных данных следует, что **ранние стадии ранней хвалыни моложе поздней стадии поздней хвалыни на сотни и даже тысячи лет** (исходя из приведенных выше цифр — от 650 до 2300 лет). Вывод о «достоверности» этих данных напрашивается сам собой.

В последнее время появились новые сведения о возрасте хвалынских отложений и соответственно о возрасте ранне- и позднехвалынской трансгрессий. Так, согласно данным, приведенным в [2], раннехвалынская трансгрессия имела место в интервале от 17 000 до > 30 000 л. н., а позднехвалынская трансгрессия — в интервале 9000—16 000 тыс. л. н. Т.А. Янина [16, 17], основываясь на датировках, полученных по керну скважин, которые пробурены в пределах акватории Северного Каспия, считает, что начало раннехвалынской трансгрессии имело место 35 тыс. л. н., а конец хвалынского этапа (без расчленения на ранне- и позднехвалынский) — 9 тыс. л. н. Сходные данные приведены в работе [3]. Таким образом, наметился тренд к удревнению возраста и расширению временных рамок существования хвалынских трансгрессий, что приближает новые данные к высказанным мною ранее взглядам о возрасте хвалынских трансгрессий.

Однако существуют и иные точки зрения. Как сказано выше, А.А. Свиточ [12] считает, что раннехвалынская трансгрессия закончилась около 9 тыс. л. н., а позднехвалынская — около 7 тыс. л. н. Эта точка зрения противоречит не только приведенным выше данным, но и его собственным. Так, в [1, с. 34] написано: «Радиоуглеродный возраст датированных образцов (9 обр.) толстостенных раковин *D. praetrigonoides* из позднехвалынских отложений находится в пределах от 11 340 ± 100 лет (ЛУ-479В) до 12 650 ± 160 лет

(ЛУ-5801)». В другой статье [13, с. 19], указывая возраст осадков, слагающих террасу сартасской стадии позднехвалынского моря ( $-12$  м БС), равным  $10\,430 \pm 110$  лет, авторы пишут: «Полученный возраст отвечает времени завершения хвалынской трансгрессии».

Омоложению возраста хвалынского этапа истории Каспия (вплоть до голоценового) и сужению его рамок противоречат многие факты. Приведу некоторые из них.

1. Хвалынский и новокаспийский — два разных этапа истории Каспия, причиной их отличия стала смена климатических условий в пределах акватории Каспия и его водосборного бассейна в результате глобального изменения атмосферной циркуляции. Об этом достоверно можно судить по смене пространственного положения зон дивергенции вдольберегового перемещения морских наносов в эти эпохи. В хвалынское время зона дивергенции на западном берегу Среднего Каспия была расположена в районе Махачкалы, перемещение наносов происходило с севера на юг. В новокаспийское время зона дивергенции сместилась к югу, вдольбереговое перемещение морских наносов на этом участке берега сменилось на противоположное — с юга на север. Доказательством смены атмосферной циркуляции в голоцене, а следовательно, и направления господствующих ветров служит морфология крупных аккумулятивных форм на западном берегу Среднего Каспия, голоценовый возраст которых не вызывает сомнений.

2. Наличие широких бенчей, выработанных в дислоцированных сарматских отложениях, которые представлены чередованием известняков, песчаников и уплотненных глин. Например, раннехвалынский бенч шириной  $\sim 6$  км, наблюдаемый на запад от Каспия [10], а также позднехвалынские бенчи шириной от 1 до 3 км, выработанные в труднорастворимых сарматских известняках, в районе населенных пунктов Новокаякент и Дагестанские Огни.

3. Образование упоминавшегося выше берегового уступа с относительной высотой до 60 м, наблюдаемого в современном рельефе в районе устья р. Манас. Уступ этот сформировался в енотаевское время. В эпоху максимальной стадии раннехвалынской трансгрессии на этом участке побережья Каспия существовал отмелый аккумулятивный берег, о чем свидетельствуют береговые валы раннехвалынского моря, наблюдаемые в современном рельефе вдоль шоссе Москва—Баку, южнее р. Манас, в 1,5—2,0 км от бровки уступа. В долине реки сохранилась ингрессионная терраса, сформировавшаяся в сартасскую стадию позднехвалынской трансгрессии [9].

Можно было бы привести и другие факты, которыми я располагаю, свидетельствующие не в пользу омоложения и сужения рамок хвалынского этапа истории Каспия. Но и приведенных, на мой взгляд, достаточно, чтобы сделать следующий вывод: данные о возрасте нижнехвалынских отложений и как следствие — о возрасте раннехвалынской трансгрессии,

полученные радиоуглеродным и уран-иониевым методами по образцам нижнехвалынских отложений на суше, не совпадают с данными, полученными в результате использования более надежного для этого отрезка времени метода — метода геоморфологического анализа. (Должен отметить, что для верхнехвалынских отложений эти данные совпадают с таковыми, полученными в результате геоморфологического анализа, и даже в ряде случаев с данными ТЛ-метода.)

Я остановился так подробно на возрасте хвалынских отложений потому, что данные, полученные радиоуглеродным и уран-иониевым методами, лежат в основе ошибочных палеогеографических построений. Как сказано выше, А.А. Свиточ [12] считает, что одна из последних раннехвалынских стадий и позднехвалынская трансгрессия имели место в голоцене. К голоцену относит последние стадии позднехвалынской трансгрессии и Т.А. Янина [16, 17]. Но это не соответствует данным о геоморфологическом строении и возрасте осадков, слагающих, например, пойму Волги ниже Волгограда. Так, поверхность Волго-Ахтубинской поймы в районе с. Соленое Займище имеет абс. высоту от  $-13$  до  $-15$  м, и, если исходить из вышеназванных данных, в ее строении должны были бы участвовать морские отложения. Сложена же пойма *исключительно аллювиальными осадками*, нижняя часть которых на глубине от 4,5 до 5,0 м, по данным [4], имеет возраст от 8,5 до 9,5 тыс. лет и справедливо отнесена к голоцену. Голоценовый возраст этого участка Волго-Ахтубинской поймы (харабалинский) установлен нами на основе геоморфологического анализа [8], сформировался он в мангышлакское время.

Ошибочные радиометрические данные о возрасте хвалынских трансгрессий лежат в основе ошибочных схем корреляции хвалынских трансгрессий с ледниковыми событиями в пределах северной части Восточно-Европейской равнины, поэтому пришлось вернуться к этой дискуссионной проблеме, которая достаточно подробно рассмотрена мной в работе [9]: «В этой проблеме можно выделить два аспекта. Первый — это соотношение конкретных каспийских трансгрессий с конкретными оледенениями, второй — соотношение отдельных этапов развития каспийских трансгрессий с этапами развития того или иного оледенения» [там же, с. 129].

Что касается первого аспекта, то, используя разработанную мной хронологическую шкалу каспийских трансгрессий и имевшиеся к тому времени данные по абсолютному возрасту позднеплейстоценовых оледенений, я сопоставил раннехвалынскую трансгрессию с ранневалдайским (калининским) оледенением, а позднехвалынскую — с поздневалдайским (осташковским). Этой точки зрения я придерживаюсь и сейчас исходя из *общегеографического анализа развития природной среды*: оба события — чередование ледниковых и межледниковых эпох и трансгрессий и регрессий Каспийского моря — есть следствие *единого процесса — глобального изменения климата*.

Что касается соотношения развития каспийских трансгрессий с отдельными этапами развития оледенений, то я в диссертации на основе имевшихся материалов выразил полное согласие с точкой зрения Г.П. Калинина с соавторами, что наиболее благоприятные условия для развития каспийских трансгрессий были в то время «...когда не таяли, а наоборот, интенсивно образовывались ледники» [6, с. 745]. Этой позиции я придерживаюсь и сейчас. Эту позицию поддерживает Т.А. Янина в монографии [16, с. 206]. Однако, находясь, по-видимому, «под давлением» существующих датировок хвалынских отложений, полученных радиоуглеродным и уран-иониевым методами, развитие раннехвалынской трансгрессии она сопоставляет с развитием поздневалдайского оледенения [там же, с. 208, табл. 31] (с чем еще можно было бы согласиться), а развитие позднехвалынской трансгрессии — с эпохой деградации этого оледенения.

Сейчас хорошо известно, что последние эпохи деградации поздневалдайского оледенения (дриас-2 и дриас-3) в пределах Восточно-Европейской равнины характеризовались климатом, не способствовавшим развитию каспийских трансгрессий. Вот что писал по этому поводу А.А. Величко еще в 1969 г. [5]: в умеренном поясе (где расположен главный водосборный бассейн Каспия) «...создались крайне засушливые условия ... из-за того, что максимально **разрослось морское оледенение**» (выделено мной. — Г.Р.) [там же, с. 22], т.е. создались условия не для подъема уровня моря, а, напротив, для его снижения, чем, на мой взгляд, и была обусловлена мангышлакская регрессия Каспийского моря.

Кроме того, новые данные, приведенные в [2], подтверждают мою точку зрения. Судя по данным скважин 1 и 2 [там же, рис. 2, с. 122], датировки 7300—9860 лет показывают возраст не мангышлакских, а новокаспийских отложений. В мангышлакское время имела место глубинная эрозия волжских рукавов, следовавшая за отступавшим морем, а заполнялись эти врезы осадками в новокаспийское время. Неслучайно в одной из своих работ Н.С. Болиховская

пишет, что в дельте Волги ею не обнаружены осадки мангышлакской регрессии (да их и не должно быть!). Отмечу еще одну деталь: указанные выше датировки, если исходить из рис. 2, относятся даже не к самой ранней стадии (фазе) новокаспийской трансгрессии, из чего следует, что мангышлакская регрессия произошла раньше 10 тыс. л. н., и, следовательно, позднехвалынская трансгрессия имела место в доголоценовое время.

#### Выводы:

— хвалынский этап истории Каспия — сложный и длительный этап, охватывающий всю вторую половину позднего неоплейстоцена. Он характеризуется двумя самостоятельными трансгрессиями — ранне- и позднехвалынской, которые имели место в доголоценовое время;

— сведения о возрасте раннехвалынской трансгрессии, основанные на данных радиоуглеродного и уран-ториевого методов по образцам нижнехвалыньских отложений из разрезов на суше, не соответствуют событиям, установленным с использованием более надежного для этого отрезка времени метода — геоморфологического анализа рельефа;

— так как оба события, покровные оледенения и трансгрессии Каспия, следствие единого глобального процесса, изменения климата (этой точки зрения в настоящее время придерживаются подавляющее большинство исследователей), я считаю, что раннехвалыньскую трансгрессию следует сопоставлять с ранневалдайским, а позднехвалыньскую — с поздневалдайскими оледенениями. Что касается соотношения конкретных этапов развития оледенений и трансгрессий Каспия, то повторю: наиболее благоприятным для развития каспийских трансгрессий было время начала формирования покровных оледенений. При этом следует учитывать асинхронность развития оледенений на суше и в пределах Северной Атлантики;

— анализ имеющихся данных свидетельствует, что в голоцене имела место только одна — новокаспийская — трансгрессия Каспийского моря.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсланов Х.А., Свиточ А.А., Чепалыга А.Л. и др. О возрасте хвалыньских отложений Каспийского региона по данным датирования раковин моллюсков  $^{14}\text{C}$ - и  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ -методами // VIII Всеросс. совещ. по изучению четвертичного периода. Сб. статей. Ростов-на-Дону, 2013. С. 34—36.
2. Безродных Ю.П., Делия С.В., Романюк Б.Ф. и др. Новые данные о биостратиграфии и палеогеографии позднего плейстоцена Каспия // VIII Всеросс. совещ. по изучению четвертичного периода. Сб. статей. Ростов-на-Дону, 2013. С. 56—57.
3. Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф., Делия С.В. и др. Биостратиграфия, строение верхнечетвертичных отложений и некоторые черты палеогеографии Северного Каспия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2004. Т. 12, № 1. С. 114—124.
4. Болиховская Н.С. Палиноиндикация изменения ландшафтов Нижнего Поволжья в последние десять тысяч лет // Вопр. геологии и геоморфологии Каспийского моря. М.: Наука, 1990. С. 52.
5. Величко А.А. Природные этапы плейстоцена Северного полушария: Автореф. докт. дисс. М., 1969. 70 с.
6. Калинин Г.П., Марков К.К., Суетова И.А. Колебания уровня водоемов Земли в новейшем геологическом прошлом. Статья 1 // Океанология. 1966. Т. 6, вып. 5. С. 737—746.
7. Леонтьев О.К., Федоров П.В. К истории Каспийского моря в поздне- и послехвалыньское время // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1953. № 4. С. 64—74.

8. Нижняя Волга: Геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика. М.: ГЕОС, 2002. 242 с.
9. Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 267 с.
10. Рычагов Г.И. К вопросу о морских террасах // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 4. С. 20—26.
11. Рычагов Г.И. Новые данные о генезисе и возрасте бэровских бугров // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2009. № 5. С. 59—69.
12. Свиточ А.А. Голоценовая история Каспийского моря и других окраинных бассейнов Европейской России: сравнительный анализ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011 № 2. С. 28—38.
13. Свиточ А.А., Бадюкова Е.Н., Крооненберг С.В. Радиоуглеродное датирование раковин моллюсков из морских отложений Дагестанского побережья Каспия (Туралинский полигон) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 3. С. 13—21.
14. Свиточ А.А., Янина Т.А., Новикова Н.Г. Плейстоцен Маныча (вопросы строения и развития). М., 2010. 136 с.
15. Труды Прикаспийской экспедиции (Геоморфология западной части Прикаспийской низменности). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1958. 238 с.
16. Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия (био-стратиграфия, палеогеография, корреляции). М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. 264 с.
17. Янина Т.А. Эволюция природной среды Понто-Каспия в условиях глобальных изменений климата в позднем плейстоцене // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 1. С. 3—17.

Поступила в редакцию  
13.03.2014

G.I. Rychagov

#### THE KHVALYN STAGE IN THE HISTORY OF THE CASPIAN SEA

Data concerning the Khvalyn stage in the history of the Caspian Sea are analyzed and the conclusions are as follows. First, the majority of stratigraphic-paleogeographical schemes for that period of time are based on two methods, i.e. biostratigraphy and absolute geochronology. Second, application of  $^{14}\text{C}$  and  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  methods for dating Khvalyn sediments from terrestrial samples cut down their age. This contradicts the paleogeographical events of that stage of the Caspian Sea evolution and distorts the schemes of correlation between the Caspian Sea transgressions and the glacial periods within the northern part of the East European Plain. Third, more reliable data on the paleogeography of the Khvalyn stage could be obtained by using the geomorphologic analysis based on the investigation of particular material objects, i.e. relief and sediments, with due regard to the general eographical regularities.

*Key words:* Khvalyn transgression, absolute age, method of geomorphologic analysis, reconstructions.

УДК 911:3 (470.311)

А.Г. Махрова<sup>1</sup>

## ОСОБЕННОСТИ СТАДИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МОСКОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ<sup>2</sup>

В свете положений концепции стадийного развития агломераций изучено соответствие процессов, происходящих в Московской агломерации, таковым в современных агломерациях развитых и развивающихся стран. Представлены результаты динамики численности населения и миграции ядра и пригородной зоны, особо выделен сезонный характер стадий суб- и дезурбанизации, проанализированы процессы социально-экономических трансформаций субурбий, выявлены элементы постсубурбанизации.

В Московской агломерации стадии развития урбанизации имеют специфические отличия, что проявляется в одновременном существовании разных стадий и комбинации разных типов и форм субурбий, экскурбий и постсубурбий. По аналогии с термином «слоистый город», в котором присутствует несколько пространственных структур, к Московской агломерации предложено применить определение «слоистая агломерация» как отражающее особенности современной модели ее развития.

*Ключевые слова:* агломерация, ядро, пригороды, урбанизация, реурбанизация, сезонная суб- и дезурбанизация, окраинный город.

**Введение.** Городские агломерации, ставшие в современном мире одной из преобладающих форм расселения, несмотря на наличие существенных различий между ними, имеют ряд общих черт и тенденций, одна из которых — стадийность, т.е. их развитие представляет собой ряд последовательных переходов. При этом российские агломерации имеют свою специфику в прохождении стадий развития, связанную с унаследованными чертами, прежде всего в виде сезонной субурбанизации<sup>3</sup> [12, 20].

Актуальность рассмотрения особенностей стадийного развития в Московской агломерации, крупнейшем и наиболее развитом урбанистическом образовании страны, связана с ее лидирующей ролью по скорости протекания трансформационных процессов, которые затем распространяются на другие агломерации России.

**Постановка проблемы.** Стадийный подход к эволюции урбанизации был сформирован на основе идей Н.Д. Кондратьева. Первой по времени возникновения была концепция Дж. Джиббса (1963), наиболее известна модель стадийного развития агломераций Л. Классена и Г. Шимеми, предполагающая прохождение четырех стадий (урбанизации, субурбанизации, контрурбанизации и реурбанизации) [24].

В общем виде, в отличие от стадии урбанизации, во время которой ядро развивается быстрее субур-

бий, уже на этапе субурбанизации пригороды по темпу роста опережают центр. Индикатором следующей стадии — контр- или дезурбанизации — служит переток населения и экономической активности на вне-агломерационные, но примыкающие к городским агломерациям территории. Этап реурбанизации означает возврат к стадии урбанизации при замедлении и стабилизации темпа роста и усложнении структуры.

Общие теоретические представления о последовательности прохождения стадий дополняются локальными особенностями. Кроме того, для постиндустриального урбанизма становится необязательным последовательное прохождение стадий, возможен пропуск некоторых из них или прохождение их в искаженном виде, примером чего служит современная Япония, в которой стадия дезурбанизации была пропущена [23].

**Материалы и методы исследований.** Работа основана на анализе статистических данных за 1991—2011 гг., прежде всего на данных региональной и муниципальной статистики, а также на первичных (полевых) исследованиях демографической, экономической и социальной трансформации Московской агломерации, которые базируются и на результатах социологических опросов, серии глубинных интервью и изучении ряда пригородов-ключей (case study).

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, вед. науч. с.; e-mail: almah@mail.ru

<sup>2</sup> Работа выполнена в рамках проекта «География возвратной мобильности населения в сельско-городском континууме» Российского научного фонда (проект № 14-18-00083).

<sup>3</sup> Большинство отечественных ученых рассматривают особенности прохождения этапов урбанизации в отдельных странах и регионах [6, 8, 20], а не вопросы стадийного развития городских агломераций.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Оценить стадию развития Московской агломерации<sup>4</sup>, а также определить, насколько оно совпадает или отличается от классической последовательности прохождения этапов, можно по динамике численности и доле населения ядра и пригородной зоны, соотношению центростремительного и центробежного потоков мигрантов (как стационарных, так и маятниковых), специфике ее морфоструктуры и др.

**Динамика численности и миграции населения ядра и пригородной зоны.** В течение последних 20 лет темп роста людности ядра (условно в границах старой Москвы) в целом был немного выше, чем в пригородной зоне (условно в границах Московской области), что с 1991 по 2012 г. привело к росту удельного веса ядра в общей численности населения агломерации с 57 до 62%. Это показывает, что Московская агломерация находилась на стадии урбанизации, когда центр растет быстрее пригородов и в нем проживает большая часть населения.

Хотя из-за проблем с учетом мигрантов данные официальной статистики трудно считать достоверными, но даже по ним в Москве миграционный прирост был положительным в течение почти всего постсоветского периода, за исключением пика кризиса в 1991—1993 гг., когда зафиксирован миграционный отток из столицы. При этом начиная со второй половины 1990-х гг. коэффициент миграционного прироста для Московской области стал выше, чем для Москвы, но с учетом данных переписи 2002 г. уже Москва, а не область активнее притягивала мигрантов<sup>5</sup>. Из-за дефектов миграционной статистики стадию развития агломерации по этому индикатору однозначно определить сложно, но в целом за счет миграций Москва все-таки растет быстрее Московской области, что также соответствует стадии урбанизации.

В советский период Московская область была поставщиком населения в Москву, в 2000-е гг. знак сальдо стал варьировать, а в последние 2 года Москва теряет население в миграционном обмене с областью. Таким образом, ситуация довольно неоднозначная (особенно из-за низкого качества миграционной статистики), хотя этот показатель и мог бы служить индикатором стадии развития агломерации.

В структуре трудовых маятниковых миграций центробежный поток по-прежнему доминирует, что соответствует стадии урбанизации и/или началу субур-

банизации. В период экономического роста 2000-х гг. вырос объем трудовых маятниковых миграций и из Москвы в Московскую область<sup>6</sup>, прежде всего из-за субурбанизации офисно-деловых и торгово-развлекательных функций, перемещавшихся в зону ближних пригородов. Увеличилось число мест приложения труда и в дальних пригородах, и даже за границами Московской агломерации в очагах ускоренного роста отраслей, ориентированных на рынок всего Московского региона (Ступино, Клин, Калуга и др.), которые в свою очередь становятся подцентрами трудового тяготения. Многие жители таких центров роста работают в Москве и/или в других пригородах, а рабочие места занимают мигранты. Подобное усложнение географии трудовых маятниковых миграций может служить признаком начала перехода к следующим фазам [7].

**«Внутренняя субурбанизация» и границы ядра.** Еще одна черта, характерная для развития Московской, как и многих других российских агломераций, — наличие в составе центрального города территорий так называемой внутренней субурбанизации, которые раньше были пригородами, но теперь входят в его состав [5]. Кроме того, в составе практически всех городов агломерации, включая Москву, сохранились садовые и дачные поселки и даже еще не застроенные бывшие деревни.

В связи с этим возникает вопрос о том, каковы границы и численность постоянного населения ядра агломерации. При отождествлении ядра с Центральным административным округом столицы, площадь которого близка к территории официального Парижа, людность ядра составляет всего 745 тыс. человек (или 4% от суммарной численности населения Москвы и Московской области). Если добавить к нему субцентральный пояс районов, что в целом соответствует ментальным границам центра, то людность ядра достигнет 1,6 млн человек (или 9%), а если выделить его в границах срединного пояса района, то уже 4,5 млн человек (или 24% населения Москвы и Московской области). При этом удельный вес зоны внутренней субурбанизации (условно в границах районов, расположенных с внутренней и внешней сторон МКАД) увеличился на 6% за последние 20 лет. А когда пригороды (в данном случае вместе с районами внутренней периферии Москвы) растут быстрее ядра, то это считается признаком процесса субурбанизации.

Центральный город в его административных границах, как правило, можно считать ядром агломера-

<sup>4</sup> Вопрос о границах Московской агломерации, а также ее ядра и пригородной зоны остается открытым, их трактуют по-разному [2, 9, 15, 17]. Автор выделяет их по изохронам двухчасовой доступности «брутто», которые рассчитаны на основе характеристик транспортного сообщения, трудовых маятниковых миграций и результатов полевых исследований. В отдельных случаях, при использовании статистики в разрезе регионов, агломерация упрощенно рассматривается в границах Москвы и Московской области.

<sup>5</sup> Судя по численности населения Москвы и Московской области по результатам переписи 2010 г., ситуация такая же, т.е. приток мигрантов в Москву был выше, чем в Московскую область.

<sup>6</sup> По данным статистики Пенсионного фонда РФ, в середине 2000-х гг. из Москвы в Московскую область выезжали с трудовыми целями около 200—300 тыс. человек.

ции, но для Москвы ее очередное «глобальное» расширение сделало этот вопрос актуальным и спорным: может ли линейный город стать ядром агломерации со сложившейся звездчатой планировочной структурой, а если может, то когда это случится и как это отразится на развитии агломерации?

**Сезонная субурбанизация и дезурбанизация.** Другая особенность развития Московской агломерации, характерная и для России в целом, — сезонный характер суб- и дезурбанизации (летняя квазисубурбанизация и квазидезурбанизации), которую часто понимают как однородный процесс прежде всего коттеджно-дачной экспансии в пригороды агломераций и за их границы. Садово-дачные объединения и коттеджные поселки в стране не имеют статуса поселений, но образуют альтернативную сеть для сезонного проживания. В Московской области общее число садово-дачных поселков (11,7 тыс. с более чем 1,3 млн участков) почти в 2 раза превышает число сельских населенных пунктов. В настоящее время новые садово-дачные объединения почти не появляются, им на смену пришли организованные коттеджные поселки, число которых к 2013 г. превысило 1000, включая строящиеся [3, 11]. Фактически вся территория пригородов в радиусе 20—30 км от МКАД плотно застроена коттеджными образованиями.

Потенциальная селитебная емкость сети сезонного расселения, связанная с наличием второго жилья, превышает 4 млн человек, что приводит к увеличению числа жителей Подмосковья в летний сезон приблизительно на 60% [13, 14]. Привязанность москвичей к дачам фиксируется и социологическими опросами, которые показывают, что негативно к дачной жизни относятся всего 12% всех опрошенных [18]. Однако лишь 27% от общего числа респондентов и 32% владельцев дач готовы использовать их для постоянного проживания. Это подтверждает, что именно сезонный характер проживания в загородном жилье представляет собой типичное проявление российской специфики субурбанизации. Массовый характер владения сезонным загородным жильем предопределяет сохранение этой модели (квартира в городе плюс дача) на обозримую перспективу, а переезд за город сдерживают плохая транспортная доступность и недостаток социальной инфраструктуры.

Дачные миграции москвичей не ограничиваются Московской областью, распространяясь далеко за ее границы. «Дальние дачи» существовали еще в советские годы, однако особенно распространены они стали со второй половины 2000-х гг. Обилие коттеджных и садово-дачных поселков, машин и соседей приводит к тому, что пригород становится густонаселенным, превращаясь в загородный вариант многокоттеджного жилья. Потеря близости к природе, тишины и уединения формирует потребность именно в дальних дачах, которые еще могут выполнять «реанимационную» функцию, способствуя восстановлению сил своих владельцев.

В последние годы со стороны дачников стал усиливаться интерес к более удаленным регионам, которые не граничат с Московской областью (популярными оказываются и южные, и северные регионы), причем пользоваться такими дачами можно, выезжая на весь летний сезон или на его значительную часть. Выбор «дальних дач» ограничен сельскими домами, причем многие покупатели имеют ближнюю дачу в Подмосковье, что фиксируют и риэлторы, и данные соцопросов [19].

Растущий спрос на «дальние дачи» отражает не только расширение масштаба сезонной контрурбанизации, но и устойчивость этого процесса, что проявляется в сильной сезонной пульсации людности не только городских агломераций, но и территорий, расположенных на значительном удалении от их границ, что также не укладывается в рамки стандартных теорий стадийального развития.

**Социально-экономические трансформации субурбий.** Кризис традиционных отраслей специализации Подмосковья (промышленности и науки) привел к деиндустриализации экономики и существенным изменениям ее структуры. В 1990-е гг. в субурбиях усиливалась роль селитебных (спальных) функций из-за сильного сокращения численности занятых в промышленности почти на половину, а в науке и научном обслуживании более чем в 2 раза. Работа в Москве стала главной стратегией адаптации жителей области к рынку, так как экономика столицы быстрее вышла из кризиса.

В 2000-е гг. началось активное «подтягивание» пригородов к Москве. Раньше и заметнее всего это проявилось в перетоке волны строительной активности из Москвы в субурбии, где было больше свободных строительных площадок. С 2004 г. по объему жилищного строительства Подмосковье стало лидером в стране по абсолютным и душевым показателям. В городских поселениях области жилищный фонд увеличился на 50%, а в сельских практически удвоился, что объясняется масштабом строительства индивидуальных жилых домов, многие из которых — вторые жилища москвичей.

Наряду с усилением сезонной селитьбы происходило развитие функций постоянной селитьбы, причем возведение многоэтажного жилья в Подмосковье по сравнению с советским периодом стало даже более распространенной практикой, в том числе и за счет появления новых городов, застраиваемых частными компаниями (например, город-спутник Новое Ступино, рассчитанный на 55 тыс. человек). Но, несмотря на распространенность сезонной субурбанизации, численность постоянного населения пригородов превышает сезонное население в 2 раза. При этом основная часть постоянного населения (более 80%) живет в городских населенных пунктах, т.е. пригороды сохраняют функции города, что также является одной из специфических черт российской (советской) урбанизации (рис. 1).

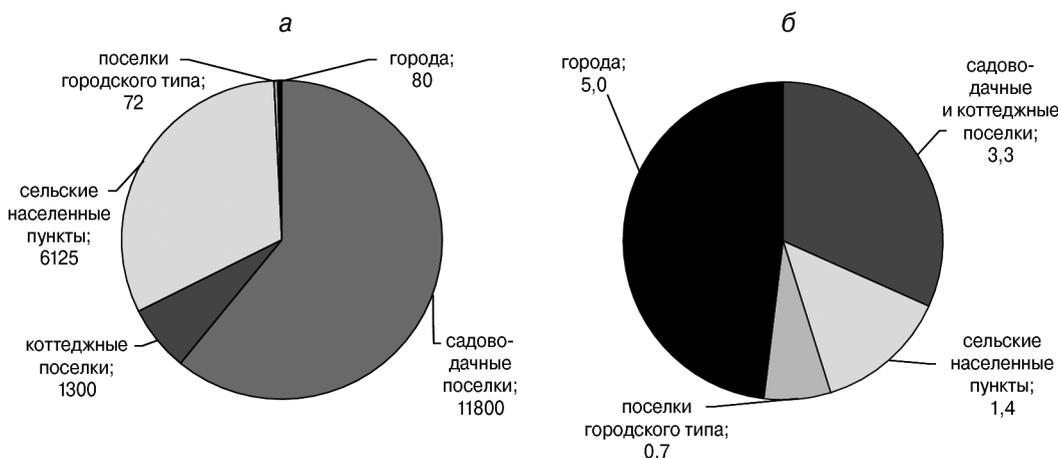


Рис. 1. Структура сети сезонных и постоянных поселений пригородной зоны Москвы по их числу и численности проживающего в них населения: *а* — структура поселений по их числу (ед.); *б* — структура поселений по их численности (млн человек)

С середины 2000-х гг. в пригородах столицы опережающее развитие стал получать сектор услуг, что в значительной степени связано с их субурбанизацией. С внешней стороны МКАД построены крупногабаритные торгово-развлекательные комплексы, превратившие это кольцо в главную торговую улицу агломерации. Появление больших моллов на перифериях крупнейших городов и в их пригородах — общемировая тенденция, особенность Московской агломерации заключается в том, что здесь процесс идет одновременно с субурбанизацией населения, а не после нее.

В то же время с усилением роли Москвы как главного торгово-распределительного центра страны субурбия активно стала использоваться логистикой. Складские комплексы разных размеров и форматов представлены во многих городских и сельских поселениях в зоне ближних, средних и даже дальних пригородов столицы.

Субурбанизация деловых функций началась позже, чем децентрализация жилья и розничной торговли (только со второй половины 2000-х гг.). Но за прошедшее время крупные офисные центры появились и в ряде подмосковных городов (Химки, Красногорск), а также в некоторых сельских поселениях, например в поселках Румянцево и Коммунарка, которые в 2012 г. вошли в административную черту Москвы.

Одним из драйверов трансформации функций городских и сельских поселений стал процесс так называемой реиндустриализации, который в 2000-х гг. привел к созданию новых предприятий (особенно на периферии агломерации). В отличие от гигантов советского времени они представляют собой образцы современных постиндустриальных центров — неземлемые и нетрудоёмкие предприятия с высоким уровнем автоматизации.

В результате сочетания двух разнонаправленных тенденций — ускоренной реиндустриализации пригородов и их продолжающейся тертеаризации — в последнее десятилетие улучшилась ситуация в экономике и социальной сфере промышленных центров, кото-

рые уменьшили свои «спальные» функции и усилили самодостаточность.

Главное направление трансформации научных центров связано с диверсификацией структуры их экономики, что приводит к размыванию собственно научных функций. В значительной части наукоградов в зоне ближних и средних пригородов происходит рост спальных функций, но есть и примеры удачной адаптации к рынку. Например, периферийные Дубна и Обнинск нарастили новые отрасли специализации, в том числе связанные с научно-производственным комплексом и высшим образованием.

В условиях растущего спроса на землю со стороны жилья, логистики, промышленных объектов происходит неизбежное уменьшение сельскохозяйственных функций, которые сохраняются на периферии Московской области или вытесняются в соседние регионы. Но именно сельские пригороды позволяют рельефно отразить современную российскую специфику субурбий, которая заключается в высокой плотности дачного заселения, сохранении мощных сельскохозяйственных предприятий и реиндустриализации [13].

Современные социальные трансформации большинства городских и сельских поселений в Московской агломерации, как и в других крупнейших агломерациях мира, связаны с увеличением разнообразия социального состава населения и стиля жизни населения, в том числе маятниковых мигрантов по суточным ритмам и географии, что приводит к дальнейшему сближению городского и сельского образа жизни.

Одновременно с этим развитие в условиях глобализации усиливает социальное неравенство, социальные контрасты внутри и между поселениями, развиваются «закрытые сообщества» и социопрограммная сегрегация по классовому признаку, местная идентичность размывается за счет массового притока мигрантов [12, 21]. Однако в Московской агломерации стиль жизни пока еще в большой степени определяется размером личного или семейного бюд-

жета, а не потребительской ориентацией и карьерой, как в агломерациях развитых стран<sup>7</sup> [23].

**Проявления постсубурбанизации.** Анализ процессов социально-экономической трансформации субурбий столицы показывает, что в современном развитии Московской агломерации заметен ряд новых тенденций, характерных для стадии постсубурбанизации. К ним относится рост функционального разнообразия пригородов, а также существенное изменение их экономической базы, хотя под Москвой продолжают развиваться материалоемкий производственный сек-

тор и сфера услуг при меньшей роли образования, науки и наукоемких отраслей промышленности.

Еще одна черта постсубурбанизации — начинающаяся переориентация пассажиропотоков, когда при доминировании центростремительных потоков миграция направлена и от центра к периферии, а также связывает субурбии между собой. Усложнение зоны городов-спутников вместе с изменением модели взаимодействия между частями агломерации приводит также к постепенной трансформации Московской агломерации в город-регион.



Рис. 2. Территориальный рост Московской агломерации. Границы агломерации определены по результатам и методике работы А.Г. Махровой, А.А. Трифонова [17]

<sup>7</sup> Важно также отметить, что процессы джентрификации в Московской агломерации протекают не после субурбанизации, а одновременно с ней. Джентрификация в Москве, как и в других современных городах мира, проявляется не просто как тенденция на рынке жилья в виде реконструкции старого жилищного фонда под запросы состоятельных людей, а как глобальная тенденция классовой переладки пространства — общей стратегии по привлечению в город капитала, созданию новых объектов и мест, ориентированных на обеспеченные слои общества [12, 16, 26].

В то же время постсубурбанизация проявляется в усилении полицентрической структуры, в том числе и в результате формирования субцентров за счет реализации мегапроектов и появления новых городов, застраиваемых частными компаниями.

Анализ территориального роста Московской агломерации показывает, что за почти вековой период развития она от линейных субурбий 1930-х гг. и лучевой системы 1960—1970-х гг. трансформируется в расплывающееся образование по типу «городского архипелага» стадии реурбанизации (рис. 2). Одновременно пространственная структура агломерации эволюционирует в направлении усложнения ее морфологии и появления новых форм постсубурбий, включая такие, как «окраинные»<sup>8</sup> (edge city) и «бескрайние» города<sup>9</sup> (edgeless city).

Пригородная зона Московской агломерации уже в позднесоветское время отличалась полицентричностью. В настоящее время здесь довольно много городов (35), играющих роль подцентров трудового тяготения. Однако центров, которые соответствуют всем показателям «окраинного» города, включая необходимый объем площадей торговых и офисных центров, оказалось всего два — Химки и Красногорск; при этом Москва не теряет лидерства в занятости населения [4].

«Бескрайние» города в структуре Московской агломерации пока не проявились, хотя некоторые предпосылки к этому имеются. С ростом спроса на пригородные офисы новые многофункциональные комплексы возникают и на престижных западных трассах Подмоскovie, которые можно рассматривать как пример деконцентрированной, хаотично расположенной офисной застройки по типу «бескрайних городов».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов К.Э., Брадэ И., Бондарчук Е.А. Трансформационное и посттрансформационное городское пространство. Ленинград — Санкт—Петербург 1989—2002. СПб.: Геликон-плюс, 2006.

2. Браде И., Бурдак И., Рудольф Р. Тенденции развития периферийных зон крупнейших городов Европы // Крупные города и вызовы глобализации, Смоленск: Ойкумена. 2003. С. 128—139.

3. Браде И., Махрова А.Г., Нефёдова Т.Г., Трейвиш А.И. Особенности субурбанизации в Московской агломерации // Изв. РАН. 2013. № 2. С. 19—29.

4. Голубчиков О.Ю., Махрова А.Г., Фелнс Н.А. Применение концепции «окраинного города» для анализа современных процессов урбанизации в России (на примере г. Химки) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2010. № 3. С. 48—54.

## Выводы:

— в Московской агломерации процессы и стадии урбанизации происходят с отставанием от крупнейших агломераций США и Европы. При этом каждая стадия имеет специфические отличия, связанные как с чертами, унаследованными от советского прошлого, так и с тем, как проявляются новые тенденции и процессы. Кроме того, в развитии Московской агломерации одновременно наблюдаются черты разных стадий, включая и урбанизацию, и субурбанизацию, и дезурбанизацию, и даже реурбанизацию (постсубурбанизацию);

— совмещение в Московской агломерации признаков, характерных для разных стадий развития, оставляет открытым вопрос о том, на какой стадии развития она находится. Не совсем ясно, переходит ли она к стадии реурбанизации, пережив стадию субурбанизации и контрурбанизации в виде сезонной дачной миграции, или реализует уникальную модель развития, обусловленную историческим наследием и современной спецификой;

— по аналогии с термином «слоистый город», предложенным П. Маркузе и Р. Ван Кемпеном [1] для обозначения присутствия в нем нескольких пространственных структур, каждая из которых развивается по своим законам, но составляет город в целом, к Московской агломерации можно применить определение «слоистая агломерация». Это позволит отразить ту комбинацию разных форм субурбий, экскурбий и постсубурбий, которые и формируют специфику современной модели развития Московской агломерации.

5. Дружинин А.Г. Пространственное развитие города-миллионера: тенденции постсоветского периода. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008.

6. Зайончковская Ж.А. Миграция и урбанизация в СССР в послеоктябрьский период // Население СССР за 70 лет. М.: Наука, 1988. С. 37—74.

7. Кириллов П.Л., Махрова А.Г. Субурбанизация в Московском столичном регионе: современное и перспективное состояние // Региональные исследования. 2009. № 4—5 (25). С. 42—54.

8. Кюммель Т. Стадиальная концепция урбанизации: Методология и методы анализа // Методы изучения населения. М., 1987. С. 82—100.

9. Ланно Г.М. Города на пути в будущее. М.: Мысль, 1987.

<sup>8</sup> «Окраинный» город выделяется как особый тип пригорода, который в результате субурбанизации занятости превращается в самодостаточный субцентр [22].

<sup>9</sup> Под «бескрайним» городом понимается форма распространения деконцентрированной застройки, представленная одним или несколькими офисными зданиями, которые расположены вне зон пешеходной доступности и обслуживания общественным транспортом [25].

10. *Махрова А.Г.* Организованные коттеджные поселки: новый тип поселений (на примере Московской области) // Региональные исследования. 2008. № 2 (17). С. 13—20.
11. *Махрова А.Г.* Территориальная дифференциация рынка загородного жилья в Московской области // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 2. С. 29—34.
12. *Махрова А.Г., Голубчиков О.Ю.* Российский город в условиях капитализма: социальная трансформация внутригородского пространства // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 2. С. 26—31.
13. *Махрова А.Г., Нефёдова Т.Г., Трейвиш А.И.* Москва: мегаполис? агломерация? мегалополис? // Демоскоп Weekly. № 517—518. 1—19 августа 2012 г. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2012/0517/index.php>
14. *Махрова А.Г., Нефёдова Т.Г., Трейвиш А.И.* Московская область сегодня и завтра: тенденции и перспективы пространственного развития М.: Новый хронограф, 2008.
15. *Махрова А.Г., Перцик Е.Н.* Агломерации второго порядка Московского столичного региона (типологический анализ) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1988. № 6. С. 3—9.
16. *Махрова А.Г., Татаринцева А.А.* Развитие процессов джентрификации и реконструкция городской среды центра Москвы в постсоветский период // Региональные исследования. 2006. № 3 (9). С. 28—42.
17. *Махрова А.Г., Трифионов А.А.* Некоторые черты развития урбанизационных процессов в Московском регионе // Русский город (исследования и материалы). Вып. 9. М., 1990. С. 40—74.
18. Народное мнение жить за городом, конечно, хорошо... URL: <http://www.metrimfo.ru/news/114065.html> (дата обращения: 10.04.2013).
19. *Нефёдова Т.Г.* Российские дачи как социальный феномен // SPERO Социальная политика: экспертиза, рекомендации, обзоры. 2011. № 15. (осень—зима 2011). С. 161—173.
20. *Нефёдова Т.Г., Трейвиш А.И.* Новые тенденции урбанизации в России // Вопросы прогнозирования. 1999. № 5. С. 158—167.
21. *Blinnikov M., Shanin A., Sobolev N., Volkova L.* Gated communities of the Moscow green belt: Newly segregated landscapes and the suburban Russian environment // GeoJournal. 2006. Spec. Iss. on Gated Communities. P. 65—81.
22. *Garreau J.* Edge city: Life on the new frontier. N.Y.: Doubleday, 1991.
23. International perspectives on suburbanization: A post-suburban world? Palgrave—MacMillan, 2011.
24. *Klaassen L., Scimemi G.* Theoretical issues in urban dynamics // Dynamics of Urban Develop. N.Y.: St Martin's Press, 1981. P. 8—28.
25. *Lang R.E.* Edgeless Cities: Exploring the Elusive Metropolitan. Washington: D.C. Brookings Institution Press, 2003.
26. *Smith N.* The new urban frontier: Gentrification and the revanchist city. N.Y.: Routledge, 1996.

Поступила в редакцию  
24.02.2014

**A.G. Makhrova**

#### **SPECIFIC FEATURES OF STADIAL DEVELOPMENT OF THE MOSCOW AGGLOMERATION**

In the light of the concept of stadial evolution of urban agglomerations the processes taking place in the Moscow agglomeration were studied in relation to the situation in agglomerations of developed and developing countries. Data on the dynamics of population numbers and migrations within the core and suburban zones are given with particular emphasis on seasonal suburbanization and desurbanization. The processes of social and economic transformation of suburban areas are analyzed and the elements of post-urbanization are revealed.

Particular stages of urbanization in the Moscow agglomeration are behind the largest agglomerations of developed countries and have some specific features. Elements of the several stages are present at the same time, thus resulting in a combination of different types and form of suburban, exurban and post-suburban areas (seasonal and permanent, urban and rural, residential, industrial, commercial, etc.). By analogy with a “layered city” notion, which includes several spatial structures forming the city as a whole while following their own ways of development, the Moscow agglomeration could be called a “layered agglomeration” which is the most adequate description of the present-day model of its development.

*Key words:* agglomeration, core and suburban areas, urbanization and re-urbanization, seasonal suburbanization and desurbanization, edge city.

## ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 551.555.001.572

М.Г. Гречушникова<sup>1</sup>, Н.Г. Пуклакова<sup>2</sup>, К.К. Эдельштейн<sup>3</sup>ВОЗМОЖНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА  
ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПРИ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА<sup>4</sup>

Приведены результаты расчета изменения гидрологических характеристик Цимлянского водохранилища в случае прогнозируемого потепления (изменение проточности, ледотермического режима, минерализации воды, стратификации водной толщи) при реализации наиболее неблагоприятного для водоснабжения и водопользования сценария при уменьшении слоя годового стока и слоя стока за половодье.

*Ключевые слова:* водохранилище, речной сток, климатические изменения, гидрологический режим.

**Введение.** Наблюдаемое в конце XX в. потепление климата по многочисленным прогнозам усилится в текущем столетии, в связи с чем коллективами различных институтов выполнены прогностические оценки ожидаемой реакции водных экосистем некоторых водоемов на ожидаемое потепление [19, 22, 25]. Модели потепления климата в XXI в. [13] базируются на гипотезе усиления оранжерейного эффекта в структуре теплового баланса Земли вследствие ожидаемого увеличения в атмосфере концентрации водяного пара и парниковых газов. Наряду с этим прогностическим направлением в последние годы появились научные работы, в которых рассматривается вероятность не потепления, а, наоборот, похолодания климата и даже наступления очередного малого ледникового периода. Сомнение в вероятности существенного глобального потепления выдвинуты в работе [9], а в работе [15] утверждается, что похолодания в ледниковый период голоцена вызывали увеличение содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере в 4 раза, а не наоборот. Причиной же роста глобальной температуры к 1990 г. считают увеличение солнечной активности, которая снизилась к 2020 г., как это наблюдалось в 1940—1970-е гг. По сходному мнению заведующего сектором космических исследований Пулковской обсерватории Х. Абдусаматова [27], в 2014 г. начнется новый малый ледниковый период, подобный похолоданиям, зафиксированным в XIII, XV, XVII и XIX вв. Однако эти гипотезы еще не получили количественных оценок в форме климатических моделей, которые могли бы послужить базой прогностических расчетов измене-

ний речного стока и соответственно изменений гидрологического и экологического состояния водохранилищ. Кроме того, по-видимому, похолодание не приведет к неожиданным изменениям в режиме стока и его регулирования. Мы рассматриваем только вероятность изменений в случае реализации прогностических расчетов значительного климатического потепления, поскольку связанное с ним сокращение стока для юга европейской территории России (ЕТР) неблагоприятно для многих отраслей хозяйства.

**Постановка проблемы.** Цель работы — оценить вероятные изменения гидрологического режима Цимлянского водохранилища (головного в Донском каскаде) при реализации неблагоприятного прогноза изменения стока на юге ЕТР. Задача первого этапа работы — проведение диагностических расчетов внутриводоемного режима уровня и водообмена, ледовотермического режима и минерализации воды по данным гидрометеорологических наблюдений, а второго этапа — прогностические расчеты тех же характеристик гидрологического режима водоема с учетом изменения условий формирования стока на водосборах Дона и других притоков водоема, чтобы выявить возможные неблагоприятные последствия потепления для крупнейшего водохозяйственного комплекса на юго-западе России.

**Материалы и методы исследований.** В основу нашей работы положен выполненный на географическом факультете МГУ цикл прогностических исследований изменения климатических, гидротермических и водных ресурсов в случае дальнейшего потепления

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, вед. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail*: allavis@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, проф., докт. геогр. н.; *e-mail*: emek05@mail.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, науч. с.; *e-mail*: puklakov@mail.ru

<sup>4</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 13-05-00137).

в XXI в. на Восточно-Европейской равнине [11, 24]. Исходными данными для оценки возможного при этом изменения речного стока послужили результаты моделирования климата для сценария IPCC A2 (наиболее «жесткого» варианта) [10]. Разработана и верифицирована универсальная квазидвумерная боксовая гидрологическая модель водохранилища (ГМВ—МГУ) [17, 18, 23]. Она уже многократно использована нами для диагностических расчетов водного, теплового, солевого балансов и режима техногенных водоемов разных размеров и проточности. Рассчитанными по ней среднесуточными значениями характеристик воспроизводится синоптическая изменчивость гидрологического режима отдельных районов и участков Рыбинского, Ивановского, Можайского, Истринского. По этой модели выполнены и прогностические расчеты возможного изменения характеристик режима этих же водохранилищ при климатических изменениях погоды [6—8]. Количественная оценка отдельных составляющих водного и теплового баланса, колебаний уровня и проточности, характеристик температурного режима в жаркие и маловодные годы необходима для последующих расчетов химико-биотических показателей качества воды при ожидаемых климатических изменениях.

**Многоярусные прогностические расчеты гидрологического режима.** Объект моделирования — морфологически сложное долинное Цимлянское водохранилище (рис. 1, а), расположенное в нижней части бассейна р. Дон. Оно заполнено водой в 1952—1953 гг. и создавалось как составная часть Волго-Донского водного пути. Теперь водохранилище имеет многоцелевое назначение — осуществляет многолетнее регулирование стока Дона, обеспечивает весенний рыбохозяйственный и навигационный попуски для обеспечения необходимых экологических и судоходных условий на нижележащем участке реки, используется для получения электроэнергии на приплотинной ГЭС и Ростовской АЭС. В Волгодонске берет начало Донской магистральный канал (ДМК), построенный одновременно с Цимлянской ГЭС, с объемом водозабора более 1500 млн м<sup>3</sup> в сезон. По ДМК вода самотеком поступает в долину р. Сал, где распределяется по системе вторичных каналов и разбирается на орошение. Водная масса водохранилища используется и другими, меньшими системами орошения — Генераловской с 1959 г. (50—60 млн м<sup>3</sup>) и Хорошевской с 1963 г. (3 млн м<sup>3</sup> в сезон) [2]. Водохранилище соединено с Волгой Волго-Донским каналом. Его обводнение производится из Цимлянского и небольшого Веселовского водохранилищ.

Цимлянское водохранилище многолетнего регулирования стока со средним значением коэффициента водообмена 0,8 год<sup>-1</sup>. Актуальность исследования возможного изменения режима водохранилища заключается в том, что территория бассейна Дона слабо обеспечена водными ресурсами. Речной сток формируется преимущественно за счет весеннего сне-

готаяния, поэтому характеризуется большой изменчивостью обычно непродолжительного и высокого половодья, от которого зависят значительные межгодовые колебания объема стока. Из-за гидрологических особенностей стока необходимо его глубокое многолетнее и сезонное регулирование, так как в водозащитном комплексе приоритет имеет водоснабжение населенных пунктов и массивов, орошаемых ДМК. Гидроэнергетика имеет подчиненную роль, так как затраты воды на энергетические цели не предусмотрены. Минимальный санитарный попуск в нижний бьеф гидроузла принят равным 100 м<sup>3</sup>/с.

**Методика моделирования.** Для расчета притока воды с водосбора водохранилища необходимо знать значения среднесуточного расхода воды, ее температуры и минерализации в приустьевых створах притоков и иметь данные о площадях водосбора бокового водосбора отсеков, на которых нет гидрометрических наблюдений, а также расход сброса воды в нижний бьеф и забора воды из водохранилища в каналы. В модели ГМВ—МГУ, имеющей суточный расчетный шаг, Цимлянское водохранилище представлено 8-ю расчетными отсеками, 5 из которых — в главной долине (рис. 1, б) и 3 — в приустьевых заливах притоков. Каждый отсек состоит из боксов — слоев метровой толщины, водная масса в каждом из них принята однородной. Общее число боксов при заполненном водохранилище до НПУ равно 140.

Расчет основан на вычислении суточного водного баланса всего водоема, а затем на последовательном вычислении водного, солевого и теплового баланса каждого бокса во всей последовательности отсеков с учетом процессов внешнего и внутриводоемного водо-, тепло- и солеобмена, а также плотностной устойчивости водной толщи, если она стратифицирована. В модельных расчетах использованы координаты батиметрических кривых отсеков Цимлянского водохранилища, вычисленные по материалам морфометрических работ, которые выполнены Инженерным центром ЕЭС в 2005 г. [21]. Для тестовых расчетов выбраны маловодные 1972 и 1973 гг. с полным набором необходимой для моделирования гидрометеорологической информации. В тестовых расчетах гидрологического режима водохранилища использованы среднесуточные значения метеорологических характеристик — температуры воздуха, упругости водяного пара, облачности общей и нижней, скорости ветра, а также величин ежесуточного поступления солнечной радиации и осадков по наблюдениям на метеостанциях Волгограда (для отсеков I-1, I-2 и II-1), для остальных отсеков — пост Котельниково (рис. 1, а).

Среднесуточные значения уровня воды в водохранилище и расход сброса воды в нижний бьеф задавали по данным в/п Цимлянской ГЭС из ежегодников [3—5] в предположении, что сброс проводился через глубинный водозабор ГЭС. Расход притока воды с водосборов (со створов гидрометрических наблюдений) задавали по данным [3—5]. Среднесуточные значения

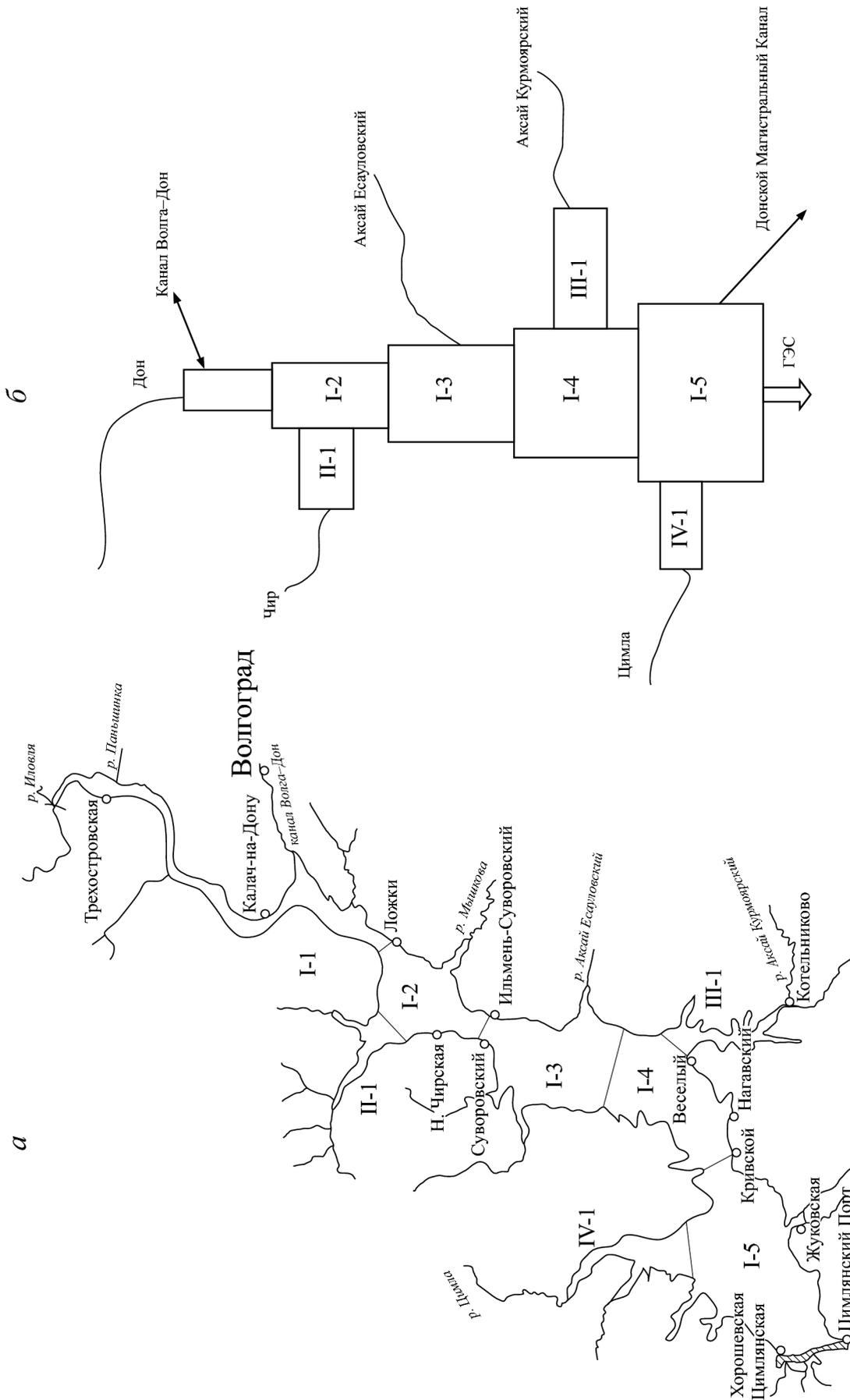


Рис. 1. Цимлянский водохранилище (а) и структура его модели (б). Цифрами обозначены расчетные отсеки

температуры воды притока для вегетационного периода определяли по среднедекадным данным водомерных постов из указанных ежегодников, но с поправкой на внутридекадные колебания [6] (для зимнего периода они приняты равными  $0,1^\circ\text{C}$ ). Минерализация речной воды зимой в притоках составляла от 380 до 500 мг/л, в безледный период принималась по рассчитанным уравнениям связи ее значений с величиной расхода воды в реке. Интенсивность суммарной солнечной радиации задана по среднемесячным значениям в соответствии с данными, приведенными в [14], а ее ежесуточные значения рассчитывали сплайн-интерполяцией с использованием многочленов 2-го порядка и учетом облачности.

Для статистической оценки результата тестовых модельных расчетов (валидации) использованы среднедекадные величины температуры поверхности воды  $T_0$ , из ежегодников по водпостам Ложки (отсек I-1), Нижний Чир (отсек I-2), Суворовский (отсек I-3), Красноярский (отсек I-4), а также среднее значение по постам Кривской и Цимлянск (отсек I-5) (рис. 1). Начальным днем этих расчетов принято 1 января. Данные табл. 1 показывают, что для всего расчетного периода качество модельного расчета  $T_0$  хорошее, так как наибольшая погрешность  $S$  составила  $1,85^\circ\text{C}$  при  $S/\sigma = 0,21$  наиболее обширном отсеке I-3. Следовательно, модельный расчет хорошо воспроизводит годовой термодинамический цикл во всех отсеках водохранилища. Некоторое завышение значений  $T_0$  в отсеках I-1, I-3 и I-4, возможно, вызвано тем, что метеостанции в Волгограде и Котельниково удалены от водохранилища на 60 и 25 км соответственно. За 1973 г. в [5] приведены данные о вертикальном распределении температуры воды на трех гидрологических станциях в разные сезоны. Сравнение с рассчитанными значениями температуры воды показало, что качество воспроизведения внутригодового вертикального распределения температуры воды по критерию  $S/\sigma$  хорошее, но и в этом случае завышение до  $2^\circ\text{C}$  проявляется в наиболее протяженном отсеке I-1 и в отсе-

ке I-3, в которых данные единичных станций наблюдения наименее репрезентативны для оценки среднесуточных значений температуры во всем объеме таких участков.

**Использованные данные.** Для прогностического расчета предполагаемого климатического изменения структуры водного баланса Цимлянского водохранилища и внутригодовых колебаний уровня воды в нем использованы оценки вероятного изменения формирования стока, полученные М.В. Сидоровой [20] и вошедшие в монографию [24]. Согласно этому прогнозу по модельному ансамблю МОЦАО для центра Восточно-Европейской равнины, ожидается существенное снижение слоя стока южнее  $54-55^\circ\text{с.ш.}$ , причем тенденция к снижению стока на юге равнины в конце XXI в. будет усиливаться. В соответствии с картами стока М.В. Сидоровой, представленного в виде изолиний модульного коэффициента, пределы 90%-го доверительного интервала могут составить за половодье  $0,4-0,9$  (нижний—верхний предел). Снижение слоя стока воды за половодье при почти неизменном годовом стоке означает увеличение паводкового стока в летне-осенний сезон на  $10-60\%$ . Для расчета возможного изменения гидрологического режима Цимлянского водохранилища в качестве базового года выбран маловодный 1973 г. Значения модульного коэффициента стока с территории водосбора этого водохранилища по гидрологическому прогнозу составят зимой  $0,9$ ; весной  $0,5$ ; летом  $0,8$ ; осенью  $0,6$ ; в среднем за год  $0,7$  по отношению к среднему многолетнему объему воды за эти же сезоны. Входные файлы для моделирования вероятных климатических изменений подготовлены по методике, изложенной в статье [6], но с небольшими отличиями, обусловленными полизональностью водосбора Дона, — значения модульного коэффициента ( $K_M$ ) нижнего и верхнего пределов 90%-го доверительного интервала вероятного изменения слоя годового стока к середине и концу XXI в. и слоя стока воды за половодье (табл. 2) приняты как средневзвешенные по территории водосбора.

Таблица 1

Статистическая оценка качества тестового расчета среднедекадных значений температуры поверхности воды в безледные периоды

Статистические оценки валидации	Расчетные отсеки модели Цимлянского водохранилища									
	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5
	1972 г., $n = 26$					1973 г., $n = 26$				
$\Delta$	-0,1	1,1	-0,7	-0,6	0,2	-0,5	-0,1	-1,5	-1,1	-1,1
$S$	0,9	1,7	1,8	1,3	1,0	1,4	0,9	2,3	1,9	1,3
$\sigma$	8,7	9,1	8,8	8,0	8,1	7,4	7,8	7,3	11,9	8,3
$S/\sigma$	0,10	0,19	0,21	0,16	0,13	0,20	0,12	0,32	0,16	0,16

Примечания.  $\Delta = \Sigma(T_{\text{он}} - T_{\text{ор}})/n$  — средняя ошибка,  $^\circ\text{C}$ ;  $S = [\Sigma(T_{\text{он}} - T_{\text{ор}})^2/(n-1)]^{0,5}$  — среднеквадратическая погрешность;  $\sigma = [\Sigma(T_{\text{он}} - T_{\text{он ср}})^2/(n-1)]^{0,5}$  — среднеквадратическое отклонение ряда в  $n$  пар значений наблюдаемых  $T_{\text{он}}$  и  $T_{\text{ор}}$ ,  $S/\sigma$  — критерий валидации.

Поскольку Цимлянское водохранилище имеет многоцелевое назначение, в прогностических расчетах нами уменьшены опубликованные в [3—5] значения расхода воды, сбрасываемой через ГЭС и подаваемой в каналы Волго-Дон и ДМК, пропорционально сокращению притока воды с водосбора. Водозаборы прочих потребителей и других оросительных систем не учитывались, так как, по данным [3], объем их перекачки много меньше, чем в ДМК.

Таблица 2

Ожидаемое относительное изменение стока с водосбора Цимлянского водохранилища в XXI в. и редуциционный коэффициент ( $K_p$ ) при оценке наиболее вероятного изменения главного расходного компонента водного баланса водоема

Время	Нижний—верхний предел 90%-го доверительного интервала коэффициентов		
	$K_M$ годового стока	$K_M$ стока половодья	$K_p$ годового сброса воды
К середине XXI в.	0,56—0,74	0,3—0,67	0,43—0,72
К концу XXI в.	0,29—0,63	0,18—0,46	0,25—0,56

Фильтрационные потери воды включены в сброс и сокращены пропорционально величине среднегодового редуциционного коэффициента  $K_p$  (табл. 2). При прогностических расчетах невозможно соблюдать требования к гарантированной водоотдаче и санитарному попуску из-за того, что при существенном сокращении притока воды к водохранилищу, несомненно, потребуется пересмотр водохозяйственных нормативов.

В качестве метеорологического форсинга использованы прогностические данные, полученные по модели INMCM4 (Institute of Numerical Mathematics Climate Model vers. 4), разработанной в Институте вычислительной математики РАН [28]. Это данные численных экспериментов по прогнозу климата на 2006—2010 гг., подготовленных по сценариям МГЭИК (Международная группа экспертов по изменению климата) в рамках проекта СМIP5 [26]. Для гидрологического моделирования мы использовали данные для сценария RCP8.5 (наибольшее потепление климата к концу XXI в.) для ближайшего узла сетки с координатами 47° с.ш., 42° в.д. (60 км на юг от гидроузла). Модельный расчет должен воспроизводить не осредненные за много лет сезонные колебания, а внутригодовую изменчивость гидрологических характеристик, соответствующую обычным для региона сменам синоптических условий в тот или иной год.

Данные для конкретного года необходимо преобразовать, поскольку к реализации рядов метеорологических характеристик привязаны ряды гидрологических характеристик притока воды, поэтому файл исходных метеоданных подготовлен следующим образом. По данным наблюдений в 1973 г. (этот год выбран исходя из полноты комплекса данных для диагностического и прогностического расчета) выделены периоды ледостава и открытой воды. Для каждого из них определены средние значения метеохарактеристик. Затем для ряда температуры воздуха ( $T$ ), например, и модельного осредненного климатического ряда ( $T^*$ ) рассчитаны значения ежесуточного редуциционного коэффициента  $k_i$  для введения поправки к наблюдаемым среднесуточным значениям  $T_i^* = k_i T_i$ . Таким же способом редуцированы ряды количества осадков, скорости ветра, температуры и влажности

воздуха, атмосферного давления. В итоге полученная сумма количества осадков и средние значения других величин приведены к характерным прогностическим значениям, которые рассчитаны по климатической модели INM RAS. Полученные трансформированные ряды метеохарактеристик использованы для расчета изменений гидрологического режима по сравнению с диагностическим вариантом для 1973 г. (сценарий А) для вариантов прогностического сокращения притока воды в водохранилище на середину XXI в. (сценарий Б) и на конец XXI в. (сценарий В). Расчеты проведены по двум вариантам — по нижнему и верхнему доверительным интервалам значений редуциционного коэффициента притока воды, т.е. наименьшее и наибольшее сокращения притока (Б1, Б2, В1, В2 соответственно).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Выполненные по модели ГМВ—МГУ многовариантные расчеты составляющих водного баланса Цимлянского водохранилища, в которых использованы данные о прогнозируемом притоке воды в него, водо- и теплообмене с атмосферой и ложем, а также принятые допущения по расходованию его водных ресурсов дают представление о возможной изменчивости гидрологического режима в маловодные годы в середине и в конце текущего столетия (рис. 2, табл. 3). В табл. 3 показаны вероятные значения важнейших характеристик уровня режима и коэффициента проточности по сценариям модельных расчетов с оптимистичными (Б1 и В1) и неблагоприятными (Б2 и В2) прогнозами сокращения притока воды в водохранилище и с неизбежным дефицитом водных ресурсов для водного хозяйства Нижнего Дона.

В случае сокращения притока воды в водоем и ее расхода примерно в 2 раза проточность водохранилища уменьшится в 1,5 раза (варианты Б2 и В1). Если же приток снизится в 4 раза, то проточность замедлится в 3,5 раза (вариант В2). В случае неблагоприятного потепления климата (сценарий Б2) расход воды в нижний бьеф, растянутый с апреля по конец июня, для затопления нерестилищ в устьевой области Дона придется уменьшить в 2 раза (рис. 2, б), что приведет к снижению уровня воды в водохранилище на 0,5—1 м ниже отметки уровня минимального объема (УМО), а это неблагоприятно для работы ГЭС в течение всей осени и зимы (рис. 2, в). Эти проблемы обострятся еще сильнее при продолжении потепления климата до конца века (сценарий В2). За период наблюдений, для которого есть опубликованные данные, самым маловодным был 1972 г. с объемом притока 7,99 км<sup>3</sup>, суммарным сбросом ГЭС 7,2 км<sup>3</sup>, водозабором в каналы Волго-Дон и ДМК около 0,5 и 1,5 км<sup>3</sup> соответственно. При сравнении этих значений с данными табл. 3 видно, что уменьшение стока, аналогичное сценарию Б1, наблюдалось в XX в. Однако такие годы опасны с точки зрения водообеспечения, если они образуют серии столь же маловодных лет, когда уровень воды в начале года становится

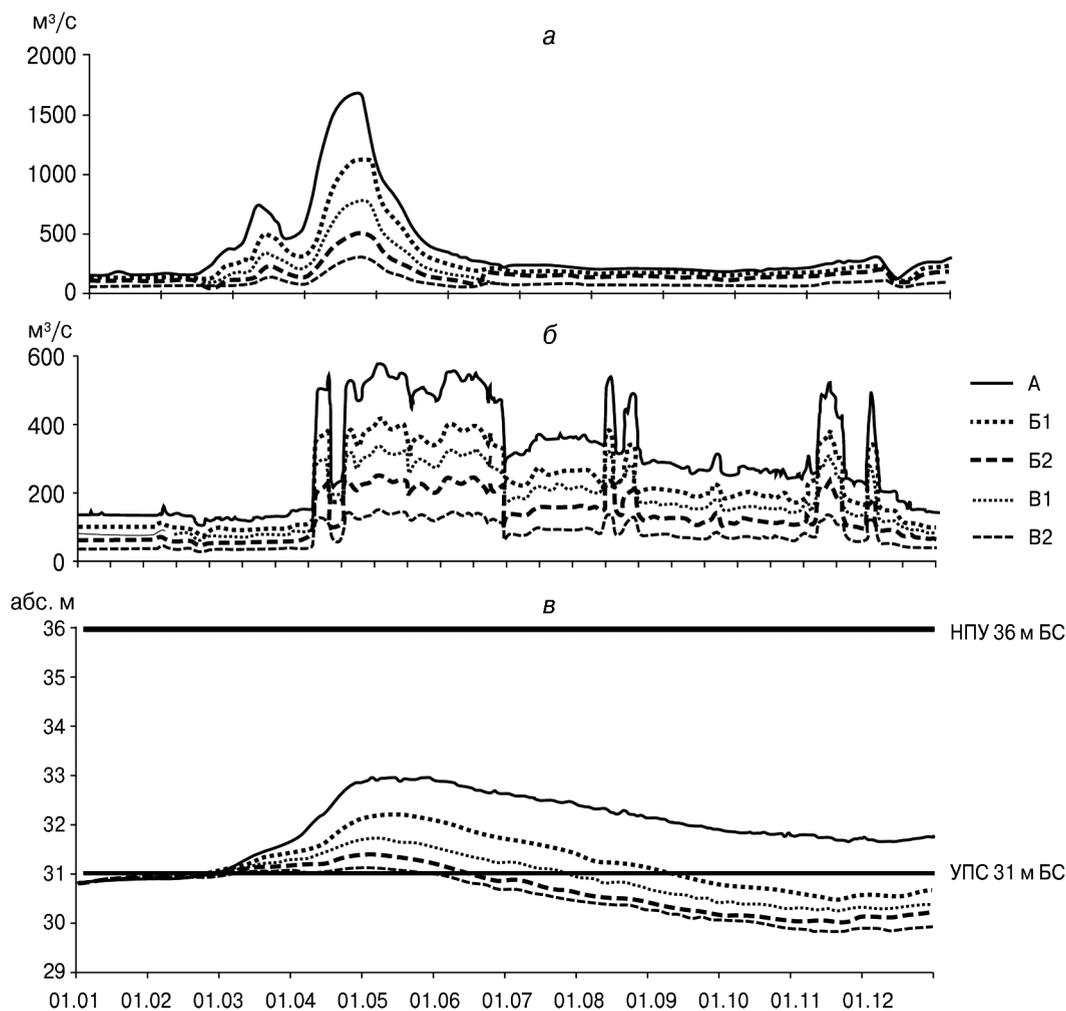


Рис. 2. Изменение суммарного притока (а) и суммарного сброса воды, включая водозабор (б), и уровня воды (в) в разных вариантах модельных расчетов

Таблица 3

**Изменение главных составляющих годового водного баланса Цимлянского водохранилища и характеристик его уровенного режима по сценарным расчетам**

Составляющие водного баланса и интенсивность водообмена	Варианты диагностического и прогностических расчетов				
	А (1973)	Б1—Б2 в середине века		В1—В2 в конце века	
Приток, км <sup>3</sup>	11,79	8,55—5,11		6,67—2,91	
Сброс воды ГЭС, км <sup>3</sup>	7,45	5,36	3,20	4,32	1,86
В канал Волга—Дон, км <sup>3</sup>	0,36	0,26	0,15	0,20	0,09
Водозабор в ДМК, км <sup>3</sup>	1,49	1,07	0,64	0,85	0,37
Коэффициент $K_{в}$ , год <sup>-1</sup>	0,86	0,62	0,37	0,54	0,25
Уровень, абс. м (отметки НПУ = 36 абс. м и УПС = 31 абс. м)					
В начале года	30,81	30,81	30,81	30,81	30,81
В конце года	31,74	30,63	30,22	30,39	29,92
Минимальный за год	31,64	30,51	30,04	30,24	29,83
Максимальный за год	32,97	32,19	31,37	31,71	31,12

Примечания. А — по данным гидрометеорологических наблюдений 1973 г.; Б1 и Б2 — в середине XXI в. по прогнозу сокращения притока для верхнего и нижнего пределов 90%-го доверительного интервала; В1 и В2 — для аналогичных пределов вероятного интервала притока в конце XXI в.

с каждым годом все ниже относительно минимально допустимого уровня предпаводочной сработки (31 м абс.).

При одинаковых начальных условиях результаты расчетов показывают существенные различия гидрологического режима водохранилища начиная с февраля. В вариантах расчета Б и В ледовый покров стаивает к концу первой декады февраля, т.е. на месяц раньше, чем в варианте А (рис. 3). За период открытой воды в этих вариантах водная масса аккумулирует больше тепла, медленнее остывает. В результате это приводит к тому, что ледовый покров не образуется, хотя в базовом варианте А (1973) он формируется в верховьях в начале декабря, а у плотины — в конце его первой декады (диагностический расчет хорошо согласуется

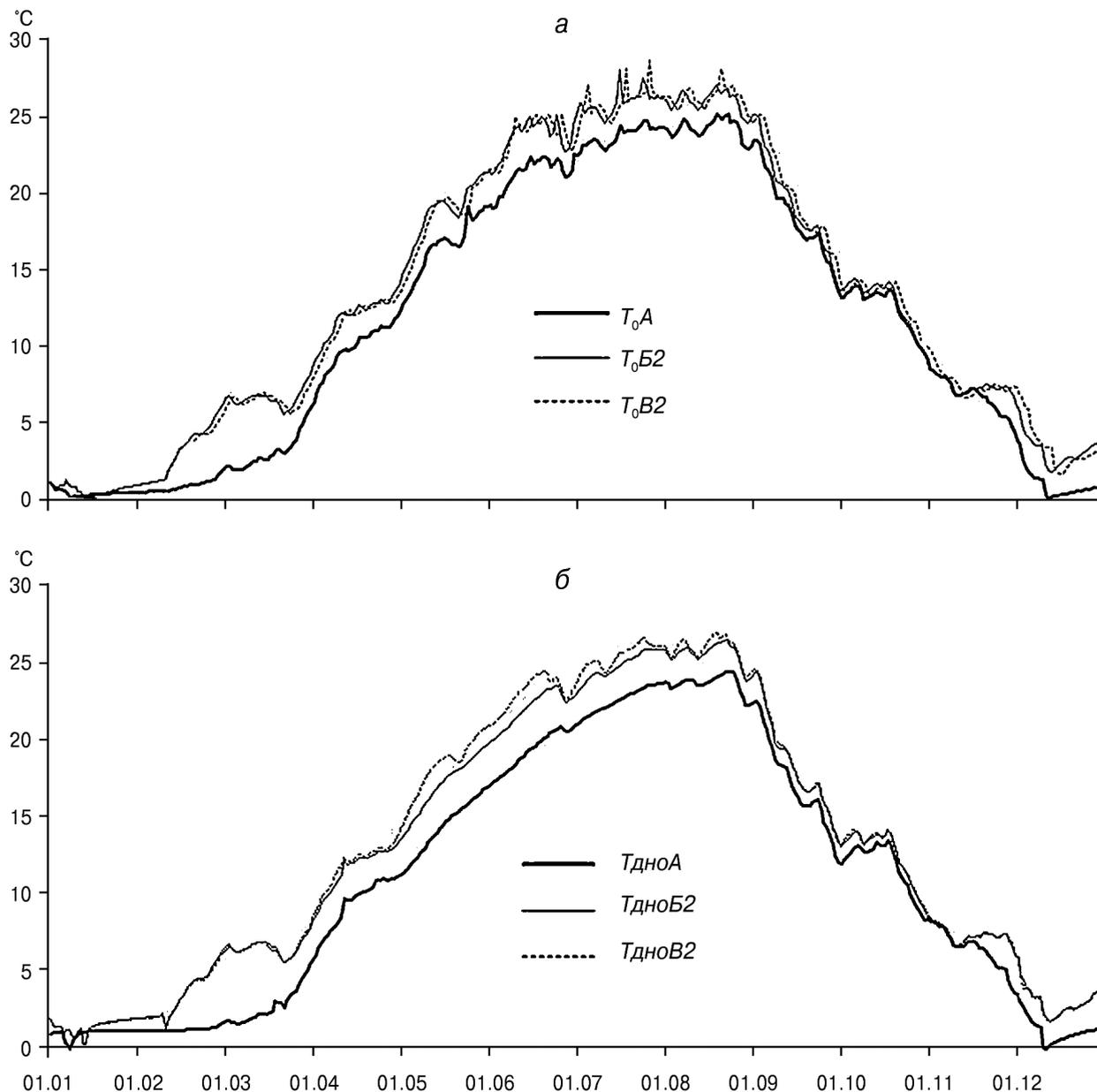


Рис. 3. Изменение температуры поверхностного (а) и придонного (б) слоя воды в отсеке I-5 и продолжительность ледостава в разных вариантах расчета

с данными водомерных наблюдений). Таким образом, во всех прогностических сценариях возможно сокращение длительности ледостава вплоть до его отсутствия. Раннее вскрытие (или практически полное отсутствие ледостава) обуславливает равномерное по вертикали распределение температуры воды и минерализации с середины февраля, а в 1973 г. обратная стратификация при ледоставе сохранялась до середины марта в верховьях и до конца марта у плотины. Уже к началу февраля заметны отличия в минерализации воды по диагностическому и сценарным расчетам в верховьях (до 20 мг/л для вариантов Б1, Б2 и В1 и до 40 мг/л для В2) из-за увеличения доли подземного питания притоков.

В вариантах Б и В к середине марта вода уже прогрета до 4–7 °С, причем в верховьях температу-

ра ниже из-за влияния водной массы Дона, текущего с севера на юг. Увеличение минерализации — по сравнению с расчетом по данным за 1973 г. — в верховьях достигает 50 мг/л для варианта Б1, 100 мг/л для вариантов Б2 и В1, а для В2 — > 150 мг/л. Поэтому в придонных горизонтах расчетных отсеков I-4 и I-5 начинает формироваться донная водная масса (ДВМ).

С конца марта и до начала сентября температура поверхностного слоя воды в период прямой стратификации водохранилища в прогностических расчетах на 1,5–3 °С превышает значения  $T_0$  в 1973 г. Такое же превышение температуры в этот период вероятно и в придонном слое (рис. 3, б) из-за большего прогрева воды в прогностических сценариях во время мартовской вертикальной изотермии. В середине сентября водная масса начинает охлаждаться,

и температура воды в приплотинном отсеке в диагностическом варианте расчетов и в прогностических расчетах практически сравнивается (с учетом вероятных модельных ошибок). В предзимье по диагностическому расчету формируется обратная стратификация со снижением  $T_0$  у поверхности до  $0^\circ\text{C}$ , тогда как в прогностических сценариях сохраняется вертикальная изотермия при температуре от 5 до  $2-3^\circ\text{C}$  до конца года.

Модельные расчеты составляющих теплового баланса Цимлянского водохранилища показали, что наиболее сильное увеличение затрат теплоты на испарение (до 1,5 раз) в прогностических сценариях произойдет в летне-осенний период, а также в марте из-за раннего очищения водоема от ледяного покрова. Одновременно в весенне-летний период возрастут теплопотери с эффективным излучением в 2—3 раза и осенью в 1,5 раза. Столь большое увеличение потерь теплоты в период открытой воды предотвращает перегрев водной массы водохранилища в условиях ожидаемого потепления климата. В водном эквиваленте увеличение потерь с испарением составит в среднем за год от 10 (вариант Б1) до 20% (вариант В2). При пониженном уровне воды (32 м абс. и ниже) и сокращающейся при этом площади водной поверхности дополнительное снижение уровня вследствие роста испарения составит всего от 20 (вариант Б1) до 30 см (вариант В2).

Увеличение потерь воды на испарение — один из факторов повышения минерализации воды в водохранилище в степной зоне наряду с увеличением доли питания грунтовыми водами притоков водоема при сокращении слоя стока воды в половодье [16]. Расчет по модели ГМВ—МГУ для варианта А (при наибольшей проточности из всех вариантов) показывает увеличение минерализации воды за период открытой

воды на 15%, что хорошо согласуется с балансовой оценкой, выполненной по методике Н.М. Бочкова [12]. Прогностический расчет по варианту Б1 показал вероятность увеличения суммы ионов в водной массе на 18%, а по варианту В2 — на 20%. Повышение минерализации к осени с 420 до 470 мг/л и соответственно жесткости воды в приплотинном районе неблагоприятно для водного хозяйства Ростовской АЭС.

#### Выводы:

— многовариантные прогностические модельные расчеты показывают, что при возможном потеплении климата во второй половине XXI в. и сокращении притока воды в Цимлянское водохранилище климатические изменения проявятся наиболее сильно в уменьшении его полезного объема и проточности;

— сократится продолжительность ледостава, с марта будет начинаться вегетационный и навигационный сезон, который в отдельные годы может продлиться до января. Значительного увеличения температуры воды в летний период ожидать не следует, оно ограничится  $2-3^\circ\text{C}$  из-за значительного увеличения теплопотерь при испарении и усиливающимся эффективным излучением воды;

— минерализация воды в период весеннего наполнения возрастет в верховьях, а в летне-осеннюю межень — и в приплотинном районе;

— в связи с возможным неблагоприятным сокращением стока воды на юге ЕТР необходимо заранее начать разработку новых диспетчерских правил эксплуатации Цимлянского гидроузла и оценить последствия возможного сокращения подачи воды в оросительные и транспортные системы. Возможно, окажется экологически и экономически целесообразнее осуществлять подпитку Волго-Донского канала не донской, а волжской водой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володин Е.М. Модель общей циркуляции атмосферы и океана с углеродным циклом // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2007. Т. 43, № 3. С. 298—313.
2. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Цимлянское, водораздельные и Маньчские водохранилища. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 204 с.
3. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1, вып. 3. Бассейн Дона. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 560 с.
4. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1972. Т. 2, вып. 7, 8. Ростов н/Д: Гидрометиздат, 1974. 239 с.
5. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1973. Т. 2, вып. 7, 8. Ростов н/Д: Гидрометиздат, 1975. 313 с.
6. Гречушникова М.Г. Возможные климатические изменения гидрологического режима в долинных водохранилищах // Метеорология и гидрология. 2012. № 10. С. 71—80.
7. Гречушникова М.Г., Пуклаков В.В., Эдельштейн К.К. Прогноз изменений гидрологического режима некоторых водохранилищ ЕТР по модели ГМВ-МГУ // Электрон. сб.

4-й Восточно-Европейской конференции IWA «Опыт и молодость в решении водных проблем». СПб., 2013.

8. Гречушникова М.Г., Эдельштейн К.К. Возможные изменения гидрологического режима Рыбинского водохранилища при потеплении климата // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 6. С. 61—67.

9. Добровольский С.Г. Климатические изменения в системе «гидросфера—атмосфера». М.: ГЕОС, 2002. 232 с.

10. Евстигнеев В.М., Кислов А.В., Сидорова М.В. Влияние климатических изменений на годовой сток рек Восточно-Европейской равнины в XXI в. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2010. № 2. С. 3—10.

11. Кислов А.В., Гребенец В.И., Евстигнеев В.М. и др. Последствия возможного потепления климата в XXI веке на севере Евразии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 3. С. 3—8.

12. Кривенцов М.И. К вопросу о прогнозировании минерализации и химического состава воды водохранилищ // Гидрохимические материалы. 1967. Т. 45. С. 89—106.

13. Менжулин Г.В., Савватеев С.П., Шамшурун В.И., Петерсон Г.А. Анализ показателей текущих изменений

климата и оценки воспроизведения современного климата моделями, рекомендованными межправительственной комиссией ИРСС // Современные проблемы гидрометеорологии. СПб.: Астерион, 2006. С. 7—29.

14. Мишон В.М. Практическая гидрофизика. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 176 с.

15. Монин А.С., Сонечкин Д.М. Колебания климата по данным наблюдений: тройной солнечный цикл и другие. М.: Наука, 2005. 190 с.

16. Прогноз минерализации воды Чебоксарского, Саратовского и Нижне-Волжского водохранилищ // Гидрохимические материалы. 1965. Т. 40. С. 3—22.

17. Пуклаков В.В. Структурные особенности и параметризация алгоритма гидрологической модели водохранилищ // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т. 1. Гидро- и геодинамические процессы. Пермь: ПГУ, 2011. С. 136—142.

18. Пуклаков В.В., Пуклакова Н.Г., Эдельштейн К.К. Моделирование гидрологического режима Рыбинского водохранилища на основе синтеза боксовой вертикальной и двухмерной горизонтальной моделей // Бассейн Волги в XXI веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ: Мат-лы докл. Всеросс. конф., Борок. Ижевск: Издатель Пермьяков, 2012. С. 229—231.

19. Руховец Л.А., Астраханцев Г.П., Мальгин А.И. и др. Моделирование возможных изменений в Онежском озере под влиянием антропогенных и климатических факторов // Экологическое состояние континентальных водоемов северных территорий. СПб.: Наука; ВВМ, 2005. С. 351—360.

20. Сидорова М.В. Оценка возможных изменений водных ресурсов Восточно-Европейской равнины в XXI веке // Вода: химия и экология. 2009. № 5. С. 2—7.

21. Уточнение морфологических характеристик Цимлянского водохранилища с целью повышения эффективного режима его эксплуатации. М.: Филиал Гидропроекта, 2005. 145 с.

22. Филатов Н.Н., Литвиненко А.В., Назарова Л.Е. и др. Водные ресурсы Европейского Севера России в условиях изменяющегося климата // Водные ресурсы суши в условиях изменяющегося климата. СПб.: ИОЗ РАН, 2007. С. 3—19.

23. Эдельштейн К.К., Даценко Ю.С., Пуклаков В.В. Экспериментальная оценка погрешности модельного расчета стратификации водной толщи в водохранилище // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2005. № 6. С. 20—24.

24. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и Западной Сибири / Под ред. Н.С. Касимова, А.В. Кислова. М.: МАКС Пресс, 2011. 496 с.

25. Golosov S., Terzhevik A., Zverev I. et al. Climate change impact on thermal and oxygen regime of shallow lakes // Tellus. 2012. A, 64, 17264. doi:10.3402/tellusa.v64i0.17264.

26. URL: [http://83.149.207.89/GCM\\_DATA\\_PLOTTING/documents/climate.pdf](http://83.149.207.89/GCM_DATA_PLOTTING/documents/climate.pdf) (дата обращения: 25.04.2013).

27. URL: <http://file-rf.ru/analitics/101> (дата обращения: 10.10.2013).

28. Volodin E.M., Dianskii N.A., Gusev A.V. Simulating present-day climate with the INMCM4.0 coupled model of the atmospheric and oceanic general // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. 2010. Vol. 46, N 4. P. 414—431.

Поступила в редакцию  
10.02.2014

M.G. Grechushnikova, N.G. Puklakova, K.K. Edelshtein

#### POSSIBLE TRANSFORMATION OF THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE TSIMLYANSK RESERVOIR UNDER CLIMATE WARMING

Changes in the hydrological parameters of the Tsimlyansk reservoir (flowage, ice and thermal regime, water mineralization, water stratification, etc.) were calculated for the most unfavorable water supply scenario (decreasing annual runoff and high water runoff values).

*Key words:* hydrological regime, climate warming, annual runoff, high water runoff, Tsimlyansk reservoir.

## МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 911.2:550.837.2

**В.В. Сысуев<sup>1</sup>**

### ГЕОРАДАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМАСШТАБНЫХ СТРУКТУР В ЛАНДШАФТАХ НА ПРИМЕРЕ СМОЛЕНСКО-МОСКОВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Методами подповерхностной георадиолокации (GPR) проведено зондирование структур почв и отложений Валдайского возвышенности в ландшафтах краевой зоны последнего оледенения и вторично-моренных ландшафтов Смоленско-Московской возвышенности. Использование георадара «ОКО-2» с антенными блоками и с разными рабочими частотами (35—100, 700 и 250 МГц) позволило исследовать полимасштабные трехмерные структуры почв и отложений, гидрогеологическую структуру водосборного бассейна малой р. Лонинка.

*Ключевые слова:* полимасштабные структуры, ландшафты, подповерхностная георадиолокация.

**Введение.** Перспективность геоэлектроманнитных методов исследования строения и свойств приповерхностной части отложений и почв демонстрировалась неоднократно [2—4, 13, 14]. Преимущество геоэлектроманнитных методов заключается в том, что путем модификации датчиков и их положения относительно измеряемых полей можно одним и тем же прибором измерять аномалии от разномасштабных природных объектов. Так, методы электроразведки результативны при зондировании геологических структур, расположенных на глубине несколько десятков, сотен и даже тысяч метров. Тем не менее выбор расстояния между измерительными электродами в 2—3 раза меньше, чем горизонтальная протяженность исследуемых структур, и малый шаг измерений позволяют исследовать методом электрического профилирования (ЭП) существенно меньшие подповерхностные структуры. Например, методом ЭП выполнена площадная съемка погребенного мерзлотного реликтового полигонально-блочного микрорельефа [3]. Возможность применения метода обоснована различием электросопротивления суглинков, которые однородны по составу и удельному электрическому сопротивлению ( $\rho = 35 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ) и заполняют трещины-жилы опесчаненных отложений ( $\rho = 55 \div 80 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ). Таким образом, задача выявления и картирования грунтовых псевдоморфоз по повторно-жильным льдам сводилась к установлению плохопроводящих линейно вытянутых (в пределах одной стороны полигона) тел, имеющих клинообразное сечение в вертикальном разрезе и находящихся в верхах геоэлектрического разреза на глубине 2—3 м.

Для выяснения вертикального и горизонтального строения пород и почв в зоне аэрации, а также на-

почвенных покровов (снег, лед, растительность и т.п.) наиболее перспективно применение методов высокочастотного электромагнитного зондирования — радиоклип, сверхвысокочастотной радиометрии (СВЧ РМ) и радиолокации. Методы СВЧ РМ используются для дистанционного площадного измерения толщины льда, запасов влаги в снеге и атмосфере, плотности и объемной влажности почв, температуры, интенсивности волнения моря с самолетов. Можно применять СВЧ РМ и для измерения уровня грунтовых вод (УГВ) неглубокого залегания (до 1,0—1,5 м), степени минерализации и контроля за загрязнением пресных открытых водоемов, а также объемов биомассы [2].

В настоящее время очень активно развиваются и применяются методы радиолокационного подповерхностного зондирования (ground penetrating radar, GPR). Наиболее ярко видны возможности этих методов на примере недавних фундаментальных открытий подледникового рельефа Антарктиды и особенно Гренландии. Методами авиационных подледных радарных исследований (ice penetrating radar, IPR) под ледниковым щитом на севере Гренландии обнаружен каньон длиной более 750 км и глубиной до 800 м [13]. В этой работе на основе физико-математического моделирования динамики ледника представлены убедительные доказательства формирования каньона несколько миллионов лет назад, т.е. до оледенения, и влияния каньона на поток подледных вод из внутренних частей ледникового щита к его границам за последние ледниковые циклы и в настоящее время.

Несмотря на очевидные преимущества зондирования приповерхностных отложений (высокая производительность, пространственная непрерывность,

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: v.v.syss@mail.ru

возможность иерархического исследования, получение пространственного распределения физических свойств объектов и др.), GPR применяется в ландшафтоведении и почвоведении ограниченно. Например, из более чем 1000 публикаций, появившихся за последние 10—15 лет в научной литературе, рассматриваемой тематике посвящено не больше десяти работ, и то в значительной мере они имеют археологическую направленность [13]. Такое положение обусловлено рядом причин: дорогое и сложное оборудование, нехватка квалифицированных операторов, сложность интерпретации радарограмм без верификации по результатам бурения, недостаточная разрешающая способность и глубина зондирования для конкретных исследований, быстрое затухание сигналов в суглинистых и глинистых отложениях, влияние многочисленных природных и антропогенных помех, необходимость подготовки трасс зондирования и др. Развитие программно-аппаратных средств для устранения этих недостатков также не способствует удешевлению средств GPR.

В связи с этим создано много фирм, проводящих изыскания различной направленности. За рубежом помимо инженерной геолого-геофизической направленности эти фирмы интенсивно поставляют свои услуги сельскохозяйственной, лесохозяйственной и другим отраслям. Методы GPR широко применяются для выявления зон загрязнения и засоления почв и последующего принятия мер по повышению плодородия почв, особенно в районах ведения прецизионного и «зеленого» сельского хозяйства. В лесном хозяйстве и озеленении GPR используют для исследования трехмерной структуры корневых систем древесных и кустарниковых пород. Неразрушающие методы GPR применяют при поиске и картировании всевозможных подземных коммуникаций и трубопроводов, мониторинге качества насыпей железнодорожных и автотранспортных магистралей, картировании кладбищ и свалок бытовых отходов, создании и ремонте дренажных сетей полей для гольфа. Подробный обзор использования GPR не входит в цели статьи — это отдельная задача в связи с разнообразием работ и программно-аппаратных средств.

**Постановка проблемы.** Объективное выделение полимасштабных структур и границ между ними — одна из центральных проблем в ландшафтоведении, в ландшафтной экологии. Полевые методы и методы формализованного выделения и идентификации структуры природно-территориальных комплексов (ПТК) на основе анализа цифровых моделей местности и спектрозональных данных дистанционного зондирования (ДДЗ) развиваются довольно активно [8], в то же время работ, посвященных методам физического определения подповерхностных границ природных объектов различного ранга, очень мало.

Поскольку литолого-гидрогеологическое строение — важнейший фактор дифференциации ландшаф-

тов, использование GPR может стать весьма перспективным для выявления границ структур разного порядка, исследования физических свойств и процессов в геосистемах. Это обусловлено не только оперативностью результатов, но и возможностью получить трехмерную пространственно непрерывную структуру среды и некоторые физические параметры зондируемых слоев, что крайне важно для корректного применения методов моделирования динамических процессов. В связи с этим задачу работы составляло определение возможностей современного серийного GPR отечественного производства для выявления пространственных полимасштабных (иерархических) структур в почвах и приповерхностных отложениях для решения ландшафтно-экологических задач в разных природных условиях.

**Материалы и методы исследований.** Метод георадиолокационного подповерхностного зондирования основан на изучении распространения электромагнитных волн в среде. Излучаемые импульсы электромагнитных волн отражаются от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих разную диэлектрическую проницаемость, и регистрируются. Границы раздела в исследуемых средах представлены контактами между сухими и влагонасыщенными грунтами (уровень грунтовых вод), контактами между породами разного литологического состава, между породой и материалом искусственного сооружения, между мерзлыми и тальми грунтами, между коренными и рыхлыми породами и др. [4]. Достоверность обнаружения границ в первую очередь зависит от контрастности величины диэлектрической постоянной  $\epsilon$ , которая изменяется, например, от 3—6 в сухих песчаных почвах до 10—30 в водонасыщенных песках, 50—70 в торфах и до 81 в пресной воде. Получение интерпретируемой радарограммы очень сильно зависит от затухания сигнала, которое происходит резко при увеличении дисперсности (чем тяжелее гранулометрический состав, тем быстрее затухает сигнал с глубиной) и влажности отложений. Таким образом, самое быстрое затухание наблюдается во влажных тяжелосуглинистых и глинистых почвах и отложениях — до 100 дБ/м, что на 2—3 порядка выше, чем в водонасыщенных песках или торфах [4]. Поэтому применение GPR в ландшафтах на подобных отложениях достаточно проблематично.

Современный георадар — цифровой портативный геофизический прибор для мониторинга подповерхностной среды, сконструированный для работы в труднодоступных районах в широком диапазоне температуры (от  $-20$  до  $+40$  °С). Во время зондирования оператор в реальном времени получает информацию на дисплее в виде радиолокационного профиля (радарограммы). Одновременно данные записываются на жесткий диск компьютера для дальнейшего использования. Набор сменных антенных модулей обеспечивает возможность зондирования в диапазоне час-

тот 16—2000 МГц. Увеличение частоты зондирования приводит к улучшению разрешающей способности, но при этом увеличивается затухание электромагнитной волны в среде, что приводит к уменьшению глубины зондирования; и наоборот, снижением частоты можно добиться увеличения глубины зондирования, но при этом ухудшается разрешающая способность. Кроме того, со снижением частоты увеличивается зона начальной нечувствительности (так называемая мертвая зона) георадара.

Исследования почв и отложений Валдайской возвышенности и вторично-моренных ландшафтов Смоленско-Московской возвышенности с помощью георадара «ОКО-2» (ООО «ЛОГИС», г. Раменское, Московская обл.) проводилось в полевые периоды 2009—2011 гг. Использованы антенные блоки (АБ) «Тритон» с рабочими частотами 35—100 МГц для зондирования глубоких слоев отложений и АБ двухчастотного излучения 250 и 700 МГц для почвенных горизонтов и почвообразующих пород.

Зондирование в краевой зоне валдайского оледенения на территории Национального парка Валдайский осуществлялось с АБ «Тритон» вдоль ландшафтных трансект с привязкой к абсолютной высоте и данным ленточной лесотаксации. Подробное описание физико-географических условий и структуры ландшафтов приведено в работах [1, 12]. Предварительно в каждом ландшафте экспериментально на небольших ключевых участках выявляли оптимальные режимы зондирования.

Зондирование вторично-моренных ландшафтов Смоленско-Московской возвышенности проведено на хорошо исследованной территории Учебно-научной станции географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова «Сатино» [6].

Обработку полученных радарограмм (устранение помех и усиление сигналов, выделение слоев и определение диэлектрической проницаемости  $\epsilon$ , раскраска по величине и частоте сигнала, привязка к рельефу и построение 3D-изображений и др.) выполняли с использованием стандартного математического обеспечения ООО «ЛОГИС» GeoScan32, версия 2.5.

**Результаты исследований и их обсуждение. Определение литолого-гидрогеологических границ урочищ и фаций в краевой зоне Валдайского оледенения.** Зондирование *конечно-моренных гряд*, основную толщу которых слагают влажные валунные суглинки и глины, показало, что волны этого диапазона АБ «Тритон», имеют низкую проницаемость. Убедительно разделить моренные отложения не получилось при всех опробованных режимах съемки. Однако сканирование вдоль трансект дает очень хорошее воспроизведение термокарстового рельефа и структуры ландшафтов, скрытых в результате торфонакопления в термокарстовых воронках и озерах. Отчетливо дешифрируются также супесчаные отложения на поверхности морены и их мощность. *Покровные супеси*, широко

распространенные в области валдайского оледенения, существенно влияют на процессы почвообразования, состав и продуктивность древостоев [11]. Методы подповерхностного зондирования, по-видимому, могут способствовать установлению происхождения этих отложений.

Хорошие результаты получены при зондировании *грядово-котловинно-озового, камово-западного и озерно-флювиогляциально-зандрового ландшафтов*.

На радарограмме *крутосклонной озовой гряды* выделяется песчано-каменистое тело, направление и простираемость слоев, уровень грунтовых вод (УГВ). На вершине гряды УГВ превышает 6 м, здесь формируется елово-сосновый лес с максимальными высотой и запасами древостоя; на склонах, где УГВ подходит к поверхности, ель начинает преобладать над сосной, появляется ольха, запасы древостоя уменьшаются.

На *камовом холме* на радарограмме отчетливо видны мощность и структура отложений слабосортированных песков (рис. 1). Зондированием определен и верифицирован по данным бурения уровень грунтовых вод, выявлены глубина и границы камового образования, определена длина его простираемости в пределах болотного массива, обнаружены слоистые песчаные отложения под долиной р. Лонинка. Отчетливо выявляется тесная связь между УГВ и продуктивностью древостоя. При глубине залегания грунтовых вод  $> 8$  м формируются сосняки лишайниковые и брусничные с запасами древостоя 180—220 м<sup>3</sup>/га. На склонах грунтовые воды выклиниваются к поверхности, что хорошо видно на радарограмме. Запасы древостоя при оптимальном УГВ (3—5 м) на склонах достигают 350—400 м<sup>3</sup>/га. В нижних переувлажненных частях склонов появляются ельники с запасом древостоя 80—120 м<sup>3</sup>/га. При переходе в болото формируются сфагново-багульниковые редкостойные сосняки с запасами  $< 100$  м<sup>3</sup>/га. Все ландшафтные границы отмечаются по контрастной смене типа, состава отложений и глубине УГВ, выявляющихся на радарограмме в режиме реального времени.

При выставлении параметров максимальной глубины зондирования определена глубина залегания коренных пород каменноугольного возраста на глубине 33—35 м.

Хорошая информативность радарограмм болотных и озерных отложений известна из предыдущих работ [4, 11]. В наших исследованиях *верхового болота* Обловское с центрально-олиготрофным типом развития на радарограммах для всего массива болота отчетливо выделяются 2 горизонта торфа — верхний слаборазложившийся верховой сфагновый торф мощностью 2—2,5 м и нижний сильноразложившийся торф. Также прослеживается сапропелевый горизонт, подстилающий торф в наиболее глубоких котловинах. Выявлен сложный грядовый рельеф минерального дна под торфом; гряда в центре массива

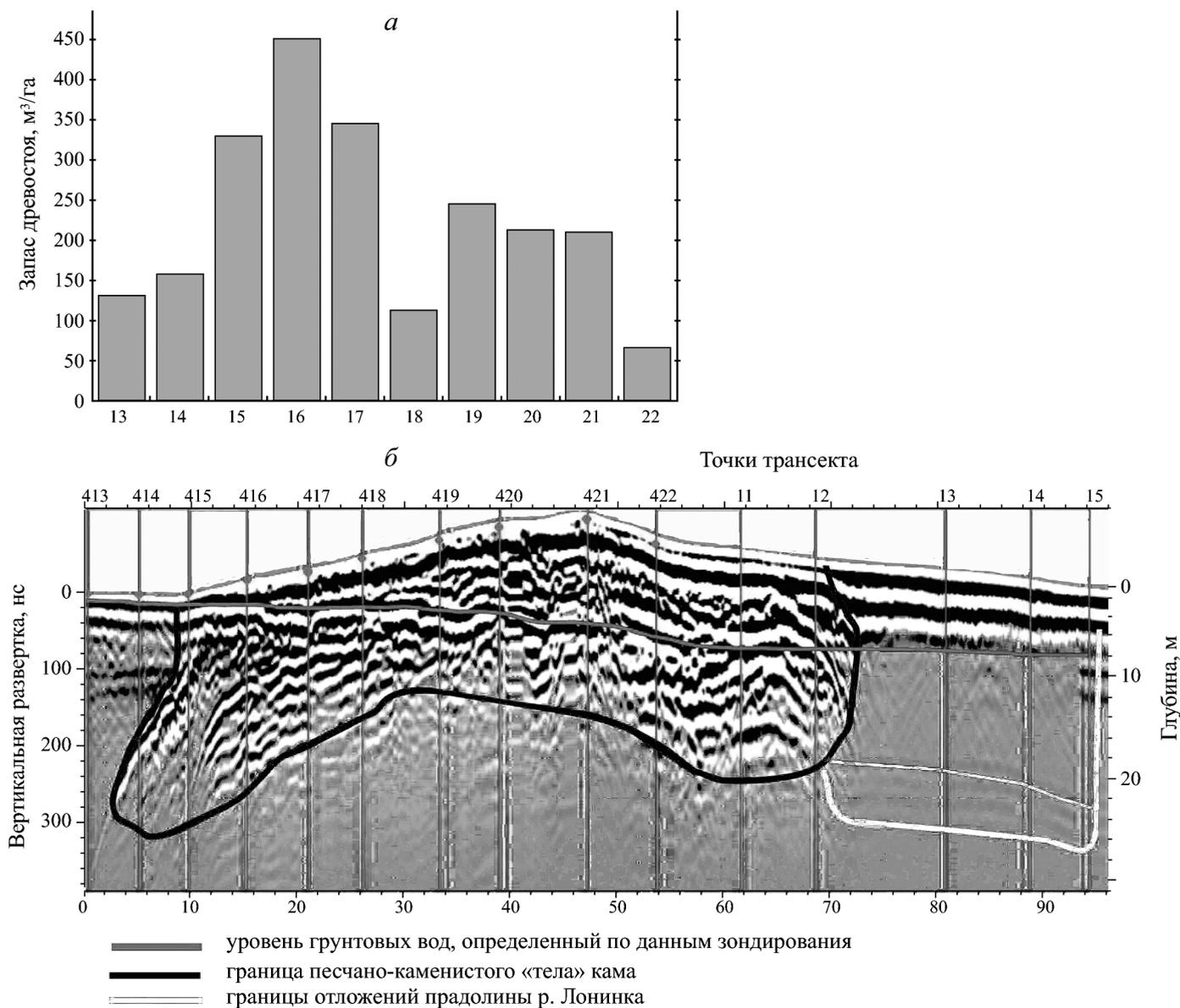


Рис. 1. Связь продуктивности древостоя со структурой отложений камового холма: а — запас, м³/га, б — фрагмент радарограммы

представляет собой продолжение озовой гряды. Двум понижениям минерального дна торфяной ванны с глубиной залегания торфа > 6 м соответствуют выпуклые автономные части болота с олиготрофной растительностью — фации сосняков пушицево-клюквенно-сфагновых с подбелом и росянкой, а также угнетенным древостоем высотой 4—6 м и запасом 40—60 м³/га. Между наиболее глубокими частями болота на торфах мощностью < 3 м формируются фации сосняков пушицево-сфагновых с миртом и кустарничками. Запас древостоя 60—80 м³/га, высота деревьев 6—10 м. На окраинах болота формируются фации сосняков кустарничково-сфагновых с тростником и сосняков голубично-сфагновых с багульником и черникой на хорошо разложившихся маломощных торфах (< 2 м). Древостой достигает высоты 10—15 м, запасы 100—200 м³/га. Таким образом, установлено, что фациальная структура болотного

ландшафта, развивающаяся с некоторых стадий автономно, изначально связана с рельефом днища.

На радарограмме небольшого *переходного болота* хорошо разделились торфяная ванна и минеральное дно болота, сложенное оглеенными озерными песками. Глубина залегания торфяных слоев практически совпала с буровыми данными и описанием в разрезе. Редкостойные сосны не влияют на качество радарограмм. В пределах болота границы фаций совпадают с границами резкого изменения мощности торфа. В краевых частях болота с небольшой мощностью торфа формируются осоково-пушицевые сообщества с сабельником, сосновый древостой здесь более высокий (15—18 м) и продуктивный (запасы 170—210 м³/га). В центре массива с максимальной мощностью торфа (> 3 м) преобладают фации со сфагново-пушицевой растительностью и редкостойным низкостойным сосняком (100 м³/га).

**Выявление гидрогеологических условий формирования стока на водосборе бассейна малой р. Лонинка** методами радиолокационного зондирования выполнено в двух створах. Часть радарограммы отложений долины речки и камового холма, приведенная на рис. 1, характеризует участок долины среднего течения речки.

Подповерхностным зондированием в верхней части водосбора выявлено, что торфяная толща в долине р. Лонинка маломощная (0,5–1,5 м), под торфом залегают водонасыщенные пески мощностью до 3 м. Под песками определяются плотные моренные суглинки с сильным затуханием сигнала.

На вершине гряды, сложенной песчаными и песчано-гравийными отложениями, при помощи специального инструмента программы GeoScan 32 «гипербола» получено истинное значение коэффициента диэлектрической проницаемости  $\epsilon$ , которое составляет 4,5. Это позволило с большей точностью определить уровень грунтовых вод, осуществляющих питание долины. Так, на вершинах и склонах окружающих озовых гряд УГВ уверенно определен на глубине 9–12 м. В нижней части склона, на террасе и в долине речки грунтовые воды выклиниваются в поверхностных горизонтах почв.

Полученная информация показывает, что гидрологический режим р. Лонинка обусловлен плоской долиной с одной террасой, залеганием на ровных выположенных водонасыщенных зандровых песках мощностью до 3–5 м, перекрытых сверху незначительной толщей торфа мощностью до 1,5 м в верхней части долины. В средней части долины мощность зандровых водонасыщенных песков значительно уве-

личивается, слой торфа уменьшается, а его поверхность становится сильноочковатой. Такие ландшафтные особенности, характеризующиеся большой водоёмкостью торфяных отложений, малым уклоном долины, питанием атмосферными осадками и грунтовыми водами с близлежащих озовых гряд, обуславливают зарегулированность стока р. Лонинка. В результате речка с очень маленькой площадью водосбора (в истоке < 1 км<sup>2</sup>) имеет выраженное русло, постоянный сток и не пересыхает в самые сухие периоды.

Эти данные представляют исключительное значение для математического моделирования гидрологических процессов и использованы нами для расчета интенсивности стока на водосборе, скорости потока в русле и зонирования территории водосбора по величине времени добега воды в русло р. Лонинка [9].

**Определение структуры почв и отложений вторично-моренных ландшафтов** Смоленско-Московской возвышенности проведено на хорошо изученной территории УНС «Сатино» [6]. Для выявления трехмерных структур в почвах и приповерхностных отложениях использованы возможности площадного георадарного зондирования на двух частотах излучения — 700 и 250 МГц. Покровные суглинки, перекрывающие моренные и флювиогляциальные отложения, сильно гасят радиосигналы зондирования, что привело к неудаче в экспериментах с АБ «Тритон». Однако чрезвычайно сухой и жаркий летний период 2010 г. способствовал увеличению глубины и разрешающей способности георадарной съемки, что позволило получить содержательные результаты (рис. 2).

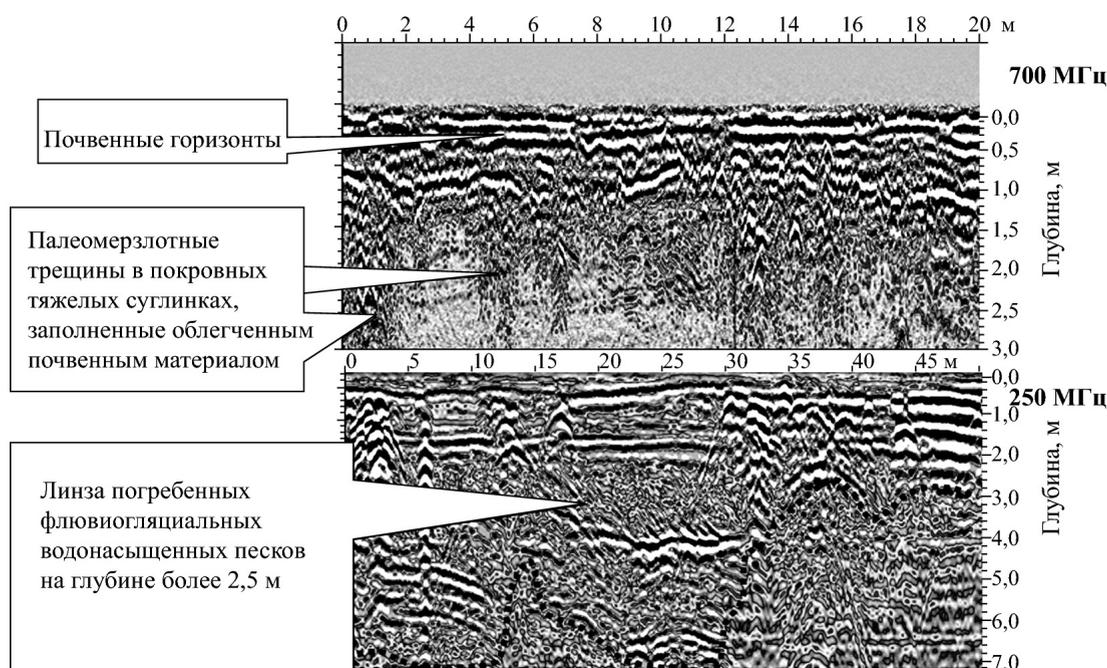


Рис. 2. Фрагменты радарограмм, полученных с помощью АБ 700+250 МГц: сверху — фрагмент радарограммы 700 МГц, отображающей мезоструктуру почв на склоне; внизу — фрагмент радарограммы 250 МГц, отображающей более крупные структуры четвертичных отложений в нижней части склона Сенокосной балки

На радарограммах, полученных при частоте 700 МГц с разрешающей способностью по вертикали 0,05–0,1 м, отчетливо дешифрируются следующие трехмерные структуры в почвах: пахотный горизонт по глубине плужной подошвы 20–25 см; границы легкосуглинистых горизонтов с тяжелосуглинистыми горизонтами в покровных суглинках на глубине 50–60 см. Характерные элементы — вертикальные структуры почв, ширина которых в верхней части достигает >1 м, они прослеживаются до глубины 2,5 м (рис. 2). Подобные вертикальные трещинные сети с внутритрещинной массой (ВТМ) и межтрещинной массой (МТМ), представляющие собой особые мезоморфологические элементы почвенного тела, в работе [10] названы вертонами — это переход от описания структуры в почвенном профиле к описанию структуры почвенного покрова, к почве как трехмерному структурному образованию ландшафтного (геосистемного) уровня. Вертоны в текстурированных почвах имеют морфологические особенности (облегченный гранулометрический состав, натечные пленки, концентрация корневых систем и др.), а также специфический гидрофизический режим, формирующий зоны преимущественных потоков влаги. Визуализация вертикальных структур на радарограмме (рис. 2) может быть обусловлена именно наличием натечных пленок, имеющих другой минералогический и гранулометрический состав, влажность, что обеспечивает их выделение по значениям  $\epsilon$  от остального тела почвы. Зоны преимущественных потоков влаги часто не имеют морфологической специфики, как,

например, в почвах облегченного гранулометрического состава. Тем не менее в некоторых работах показана перспективность методов GPR для обнаружения и контроля преимущественных потоков влаги в почвах, особенно в прецизионном сельском хозяйстве и при мониторинге водоемов-отстойников [14].

Радарограммы, полученные при частоте 250 МГц, имеют разрешающую способность 0,25–0,30 м. В нижней части восточного склона Сенокосной балки на фрагменте радарограммы выделяется линза водонасыщенных песчаных отложений, которые с глубины 2,5–3 м прослеживаются под покровными и делювиальными суглинками до глубины >7 м. Эти отложения характеризуются волнистой и косою слоистостью и несогласным залеганием, что свидетельствует в пользу их флювиогляциального происхождения. Ранее эти отложения, вскрытые системой профилей буровых скважин, описаны как флювиогляциальные пески, выполняющие ложбину стока талых ледниковых вод на стадии деградации московского ледникового щита [5, 6].

*Площадная съемка* проводилась галсами длиной 200 м вдоль размеченного склона Сенокосной балки. Ширина между галсами 2 м, ширина полигона 20 м. Одновременно выполнена GPS-съемка вдоль галсов. Использование АБ 250 + 700 МГц позволяет существенно увеличить детальность и корректность получения информации. Наличие GPS-датчиков позволяет привязать данные георадарной съемки к картографическим или дистанционным изображениям соответствующего масштаба в геoinформационной систе-



Рис. 3. Привязка границ линзы водонасыщенных лимногляциальных отложений, обнаруженных георадарной съемкой под покровными суглинками на склоне Сенокосной балки. Приведен горизонтальный срез площадной съемки на глубине 2,5 м (использован снимок Google Earth)

ме (ГИС). Вся съемка вместе с подготовкой оборудования и разметкой галсов заняла 4 ч. В результате простыми операциями выполнены трехмерная съемка и привязка границ линзы лимногляциальных отложений легкого механического состава, обнаруженной на глубине > 2 м под покровными и делювиальными тяжелыми суглинками (рис. 3). Таким образом, достоверно выявлена и инструментально подтверждена подповерхностная литологическая граница урочища ложбины стока ледниковых вод в ландшафте вторичной моренной равнины [6].

#### Выводы:

— метод георадиолокации еще раз убедительно показывает, что литогенная основа (структура, состав и мощность отложений, уровень грунтовых вод) играет ведущую роль в дифференциации структурных единиц ландшафта и типов условий местопрорастания;

— пространственная непрерывность, возможность изменять параметры зондирования позволяют оперативно исследовать трехмерную структуру отложений и почв, гидрогеологическую структуру водосборных бассейнов;

— методами GPR установлены мощность перекрывающих супесей на моренных отложениях, форма

и глубина термокарстовых воронок, сложение торфяной толщи и рельефа днища верховых болот, сложение камовых холмов и озовых гряд, структура отложений водосбора малой реки в зоне последнего оледенения, а также мезо- и макроструктурные элементы почв в ландшафте вторично-моренной равнины;

— площадная GPR-съемка с инструментальной точностью выявила погребенную под покровными суглинками линзу флювиогляциальных песков, граница которой является границей урочища ложбины стока ледниковых вод в ландшафте вторично-моренной равнины;

— наилучшие результаты получены при целенаправленной подготовке трасс (прорубка, расчистка, нивелировка, разметка), использовании средств геопривязки (GPS, ГИС, ДДЗ), выборе оптимальных условий, сроков и параметров зондирования, применении антенных блоков с разной частотой излучения.

На разных этапах в работе принимали участие студенты, аспиранты, стажеры и сотрудники кафедры физической географии и ландшафтоведения Е.С. Сергеев, С.А. Мавлитов, А.А. Ерофеев, И.П. Котлов, Ю.Н. Бондарь, Б.Н. Шевченко, З.В. Сысуева, за что автор приносит им благодарность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акбари Х., Бондарь Ю.Н., Сысуев В.В. Индикаторные свойства древостоя в ландшафтах краевой зоны валдайского оледенения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 6. С. 59—66.
2. Арманд Н.А., Крапивин В.Ф., Мкртчян Ф.А. Методы обработки данных радиофизического исследования окружающей среды. М.: Наука, 1987. 270 с.
3. Бердников В.В. Палеокриогенный микрорельеф центра Русской равнины. М.: Наука, 1976. 126 с.
4. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005.
5. Ерёменко Е.А., Панин А.В. Ложбинный мезорельеф Восточно-Европейской равнины. М.: МИРОС, 2010. 192 с.
6. Общегеографическая практика в Подмосковье: Учеб. пособие. М., 2007. 360 с.
7. Подповерхностное зондирование // Отечественная библиография. 1990—2013 гг. URL: <http://www.prometeus.nsc.ru>
8. Сысуев В.В. Моделирование геофизической дифференциации геосистем // Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: Городец, 2004. С. 48—71.
9. Сысуев В.В., Садков С.А., Ерофеев А.А. Бассейновый принцип функционального зонирования: моделиро-

вание структуры и стока водосборных геосистем по априорным данным // Актуальные проблемы ландшафтного планирования: Мат-лы Всеросс. науч.-практ. конф., Москва, 13—15 октября 2011. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2011. С. 101—105.

10. Таргульян В.О., Целищева Л.К. Трещинная сеть дерново-подзолистых почв и партлювация вещества в профиле: Опыт макро- и мезоморфологического исследования // Микроморфологическая диагностика почв и почвообразовательных процессов. М.: Наука, 1983. С. 33—68.

11. Финкельштейн М.И., Кутев В.А., Золотарёв В.П. Применение радиолокационного подповерхностного зондирования в инженерной геологии. М.: Недра, 1986. 128 с.

12. Экология и продуктивность лесов Нечерноземья (на примере Валдая) / Под ред. М.А. Глазовской. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. 143 с.

13. Bamber J.L., Siegert M.J., Griggs J.A. et al. Paleofluvial Mega-Canyon Beneath the Central Greenland Ice Sheet // Science. 2013. Vol. 341. 997—999 p.

14. Huisman J.A., Hubbard S.S., Redman J.D., Annan A.P. Measuring Soil Water Content with Ground Penetrating Radar: A Review // Vadose Zone J. 2003. N 2. P. 476—491.

Поступила в редакцию  
08.10.2013

V.V. Sysuev

**GEO-RADAR INVESTIGATION  
OF THE POLY-SCALE STRUCTURES IN LANDSCAPES  
(CASE STUDY OF THE SMOLENSK-MOSCOW HIGHLAND)**

GPR methods were applied to sound the structure of soils and sediments of the Valdai Upland (landscapes of the edge zone of the last glacial period) and the Smolensk-Moscow Upland (secondary moraine landscapes). Application of the OKO ground penetrating radar equipped with multi-frequency antenna heads (operating frequencies of 35–100, 700 and 250 MHz) made it possible to investigate the poly-scale 3D structure of soils and sediments, as well as the hydrogeological structure of the drainage basin of the Loninka River.

*Key words:* poly-scale structures, landscapes, ground penetrating radar application.

УДК 528.855

М.В. Зимин<sup>1</sup>, О.В. Тутубалина<sup>2</sup>, Е.И. Голубева<sup>3</sup>, Г.У. Рис<sup>4</sup>

## МЕТОДИКА НАЗЕМНОГО СПЕКТРОМЕТРИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ АРКТИКИ ДЛЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ<sup>5</sup>

Изложена методика наземного спектрометрирования с применением 4-канального спектрометра и многоканального гиперспектрорадиометра, рассмотрены факторы, влияющие на спектральный образ растений, рекомендована методика измерений для создания наземных спектральных библиотек.

*Ключевые слова:* наземное спектрометрирование, методика измерений, растения Арктики, спектральные библиотеки.

**Введение.** Растительность Арктики чутко реагирует на изменения условий местопроисрастания, связанные как с влиянием естественных факторов (в частности, климатических трендов, условий увлажнения и т.п.), так и антропогенных (прямое механическое воздействие и косвенное, связанное с загрязнением воздуха, почв и водных объектов). Изменение показателей состояния отдельных видов растений и растительного покрова в целом позволяет использовать их в качестве индикаторов естественных и антропогенных процессов, выраженных в разных значениях спектральной яркости исследуемой поверхности [1—2, 4—6].

Спектральные образы растений и других типов поверхности (почвы, каменистые поверхности, минералы и другие объекты и явления) можно использовать для интерпретации состояния экосистем, отраженного на космических снимках, они необходимы для создания и пополнения библиотек эталонных спектральных образов — справочных баз данных, содержащих значения коэффициента спектральной яркости объектов на земной поверхности, полученные в стандартизированных условиях.

В связи с запуском в 2013 г. российского спутника Ресурс-П с гиперспектральной аппаратурой на борту, а также начатыми ранее белорусско-российскими экспериментами по гиперспектральной съемке с борта Международной космической станции (МКС) задачи по созданию библиотек спектральных образов различных поверхностей становятся все более востребованными.

Сотрудники географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова выполняют работы по проекту «Геоинформационно-картографические техно-

логии интеграции и обработки данных наземного и аэрокосмического зондирования, карт и баз геоданных на геопорталах для обеспечения исследований окружающей среды» (2013—2015). В рамках реализации этого проекта планируется создание пилотного варианта онлайн-базы данных наземных гиперспектральных и многоканальных спектрометрических измерений, объединенных в единую систему с материалами дистанционного зондирования проекта «Геопортал МГУ» [3]. Система будет ориентирована на подбор данных для выполнения разнообразных географических исследований в соответствии с поставленными задачами. В качестве пилотной выбрана территория Кольского полуострова.

**Постановка проблемы.** Космические снимки, особенно высокого и сверхвысокого пространственного разрешения, находят все более широкое применение для выявления особенностей подстилающей поверхности, главным образом растительности (ее состояние, динамика и продуктивность), а также горных пород на участках, лишенных растительного покрова. Близкие по методологии исследования [7] в настоящее время проводятся международными группами исследователей, реализующими подход спектрономии — количественного определения физических и химических параметров объектов на поверхности Земли по их спектральным отражательным свойствам. Примером могут быть результаты проекта «Спектрономика» Института Карнеги (<http://spectranomics.stanford.edu/>), посвященного исследованию тропических лесов.

Цель работы — анализ возможностей и ограничений использования методов наземного спектрометрирования для дешифрирования космических снимков

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail*: zimimv@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, вед. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail*: olgatut@mail.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования, проф., докт. биол. н.; *e-mail*: egolubeva@gmail.com

<sup>4</sup> Институт полярных исследований имени Р. Скотта, Кембриджский университет, Великобритания, старший преподаватель, PhD; *e-mail*: wgr2@cam.ac.uk

<sup>5</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант офн 13-05-12061).

и создания библиотек спектральных образов растений Арктики. Были поставлены следующие задачи: 1) сравнительный анализ разных методов измерения образцов растений; 2) рассмотрение влияния условий измерения на спектральные образы исследуемых растений; 3) выявление связи между особенностями образцов и их спектральными образами (разные виды растений, их возраст, состояние, различия условий местообитания и др.).

**Материалы и методы исследования. Описание района исследований.** Исследования проводились в центральной части Кольского п-ова — от г. Мончегорск до г. Полярные Зори, причем как в условиях техногенного воздействия комбината «Североникель» (г. Мончегорск), так и на фоновых территориях (в Хибинском горном массиве и равнинных северотаежных ландшафтах в окрестностях г. Полярные Зори). Изучали растения северотаежных лесов, пояса березового криволесья и горных мохово-лишайниковых и кустарничковых тундр. Для формирования базы данных спектральных образов растений и сравнительного анализа возможностей разных приборов отражательную способность растений измеряли спектрометрами «SpectroSense2+» и гиперспектрорадиометрами «FieldSpec 3 Hi-Res» (приобретен по Программе развития МГУ до 2020 г.).

**Приборная база.** Гиперспектрорадиометр «FieldSpec 3 Hi-Res» предназначен для измерения абсолютных и относительных значений энергетической яркости в диапазоне 350—2500 нм. В нем совмещены три отдельных спектрометра: первый — 350—1000 нм (видимый и ближний инфракрасный диапазоны) со спектральной разрешающей способностью 3 нм (определяемой как ширина передаточной функции прибора на 1/2 от максимального уровня сигнала на конкретной длине волны) и шагом сканирования 1,4 нм; второй — 900—1850 и третий — 1700—2500 нм (коротковолновый инфракрасный) с разрешением 10 нм и шагом 2 нм. Файл измерений представляет данные с шагом 1 нм. Непосредственно световой энергетический сигнал фиксируется оптоволоконным кабелем, имеющим по 19 приемных волокон для каждого из трех спектрометров. Разный режим измерений (яркость, освещенность, пропускание и др.) обеспечивается специальными насадками, закрепленными на выходном конце кабеля. Перед началом любых измерений прибор оптимизируется под конкретные условия измерений. В этот процесс входит автоматизированный расчет значений приборных настроек и погрешностей. При дальнейших работах обязательны регулярные измерения отражательной панели с известными физическими характеристиками, что необходимо для пересчета данных из относительных единиц в абсолютные. Случайные погрешности исключаются набором ряда независимых спектров (их число устанавливается пользователем и варьируется от 1 до 32 000) и расчетом их среднего, которое и записывается при

сохранении измерения. Кроме того, при работе с прибором регулярно измеряются показатели темного тока самого прибора, чтобы исключить его электромагнитный «шум». Управление измерениями ведется в программном пакете RS3. Для дальнейшей работы с поступающими с гиперспектрорадиометра данными использован программный пакет ViewSpec Pro (разработка компании ASD Inc.).

Наряду с гиперспектрорадиометром для оценки возможностей дешифрирования объектов по космическим снимкам с аналогичными спектральными зонами использован 4-канальный спектрометр «SpectroSense2+». Этим спектрометром дополнительно измеряли суточную динамику отражательных свойств и устанавливали влияние влажности образцов на их спектральный образ. Спектральные характеристики изучаемого объекта измеряются 4-канальным сенсором, направленным вертикально вниз с углом зрения 25°. Так как освещение снимаемой поверхности обеспечивается не постоянным по интенсивности источником, а меняющейся во времени прямой и рассеянной солнечной радиацией, то для ее учета и нормализации полученных данных синхронно ведется съемка вторым сенсором, направленным вверх и закрытым молочным рассеивающим стеклом, что позволяет регистрировать падающее излучение в пределах полусферы с углом зрения 180°.

Каждый сенсор имеет 4 канала съемки с известными характеристиками. Они устанавливаются при заводской калибровке, погрешность их определения составляет не более 5%. Измерения проводятся для каждого канала путем преобразования энергии фотонов, попадающих на регистрирующий элемент, в электрический сигнал. Поэтому выходные данные имеют размерность  $\text{мкмоль} \cdot \text{с}/\text{м}^2$  (т.е. число фотонов в единицу времени с единицы площади). Настройка, выбор режима работы, управление прибором, измерение и запись данных обеспечиваются контроллером «SpectroSense2+» со специальным программным обеспечением. Контроллер также хранит сведения о значениях приборных калибровочных коэффициентов. Совместно с данными для коррекции за колебания освещенности (от верхнего сенсора) это обеспечивает возможность получать непосредственно с прибора нормализованные отсчеты. Контроллером можно управлять с персонального компьютера с помощью программы SpectroSense2+ Data Offload and Setup Software, которая позволяет скачивать накопленные во внутренней памяти контроллера измерения, определять рабочие сенсоры и изменять их параметры, просматривать и изменять рабочие настройки контроллера. Данные, полученные в формате \*.txt, можно обрабатывать в любом стандартном редакторе таблиц.

**Объекты исследований.** Отбор образцов растений (деревья, кустарники, кустарнички, травянистые растения, мхи и лишайники) для получения их спектральных образов выполнен в разных условиях: ненарушен-

ный лес, техногенная пустошь на месте леса, ненарушенные тундровые сообщества. Выбраны максимально представительные для местной флоры растения.

**Методы исследований.** Контактные измерения гиперспектрорадиометром «FieldSpec 3 Hi-Res» с насадками «Plant Probe», «Leaf Clip» проводили отдельно для зеленых частей одного растения в разном состоянии, если его было можно выделить. Поэтому перед началом измерений часть образцов разбирали на составляющие фракции на основе цветового состояния по возрастным категориям (не более трех). Размеры поверхности одного элемента получаемых проб сильно варьировали — от покрывающих всю требуемую площадь (около 3 см<sup>2</sup>) одним листом (*Betula pubescens*; *B. tortuosa*) до нескольких миллиметров (*Empetrum hermaphroditum* Hage).

Для получения осредненных, статистически достоверных спектральных образов для одного вида (или его фракции), взятого в определенных условиях, образец этого вида измеряли 5 раз для исключения влияния случайных приборных погрешностей, для каждой фракции усредняли ряд из 64 независимых циклов измерений. Для повышения точности нормализации полученных данных белая калибровочная панель измерялась 2 раза — до и после измерения образца. Всего обработано 190 образцов, включавших 21 вид растений и их фракций. Файлы (\*.asd), полученные в программе RS3, экспортировали в текстовый формат с помощью программы ViewSpec Pro. Затем для каждого образца рассчитывали нормализованный спектральный образ — медианное значение из 5 измерений (отдельно для каждой длины волны) делили на среднее арифметическое из 2 измерений панелей. Для контроля рассчитывали погрешность полученного спектра в квантилях.

#### **Виды измерений:**

— лабораторные измерения гиперспектрорадиометром листьев березы извилистой (*Betula pubescens*; *B. tortuosa*), произрастающей в естественных условиях и в зоне аэротехногенного воздействия комбината «Североникель», листья собраны по трансекте на юг от г. Мончегорск (протяженность 30 км);

— полевые сопряженные измерения гиперспектрорадиометром в разном режиме измерений (контактно, бесконтактно) и 4-канальным спектрометром растений, произрастающих в естественных условиях в Хибинских горах, — лишайников (*Cetraria islandica* (L.) Ach., *Flavocetraria nivalis* (L.) Karnef. Thell (*Cetraria nivalis*), *Alectoria ochroleuca* (Haffm.) Masal., *Cladonia arbuscula* (Wellr.), *Cladonia mitis*), мхов (*Hypnum splendens*, *Pleurozium Shreberi*), кустарничков (*Betula nana*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Empetrum hermaphroditum* Hage), а также травянистых растений (*Avenella flexuosa*, *Juncus trifidus*);

— лабораторные измерения гиперспектрорадиометром образцов одного вида растений, имеющих раз-

ные возраст и состояние (*Empetrum hermaphroditum* Hage, *Picea abies*, *Avenella flexuosa*, *Betula pubescens*; *B. tortuosa*);

— полевые суточные измерения динамики спектральных свойств северной растительности с помощью неподвижно закрепленного 4-канального спектрометра, в условиях сплошной облачности и в условиях ясной погоды;

— измерения отражательной способности лишайников (*Cetraria nivalis* и *Cetraria islandica*) в связи с их искусственным увлажнением. Серия бесконтактных измерений проводилась гиперспектрорадиометром и 4-канальным спектрометром, синхронизированными на неподвижной платформе, в условиях естественного освещения;

— лабораторные измерения индекса листовой поверхности *Betula pubescens* и *B. tortuosa* проводили гиперспектральным прибором контактным методом путем последовательного складывания отдельных листьев (от 1 до 5). Кроме того, для этого вида выполнены единичные измерения отраженной, пропускаемой и поглощенной энергии.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Основная гипотеза исследований состоит в том, что в спектральном образе растений и растительности в целом в качестве индикатора экологического состояния экосистем будут качественно и количественно отражаться характер и степень техногенного воздействия, содержание влаги, фенологическое состояние, условия произрастания, а также освещенность и другие факторы.

**Влияние техногенного воздействия на спектральный образ березы извилистой (*Betula pubescens* Ehrh s.l., *B. tortuosa*).** Для проверки этой гипотезы вдоль градиента загрязнения выбросами с комбината «Североникель» (г. Мончегорск) и с учетом ветрового режима проведены измерения вдоль трансекта, исследования на котором проводятся в течение ряда лет. Постоянные пробные площадки вдоль трансекта дополнительно пронумерованы в соответствии с километровыми столбами вдоль шоссе Санкт-Петербург — Мурманск, что удобно для привязки и позволяет провести повторные перспективные исследования. Для получения спектральных образов листьев березы извилистой (*Betula pubescens*; *B. tortuosa*) взяты образцы, находящиеся в разном состоянии в зависимости от степени техногенного воздействия на них выбросов комбината «Североникель» на расстоянии 1—30 км в южном направлении. На каждой пробной площадке собраны листья березы с 15 модельных деревьев в 3-кратной повторности для спектрометрирования в лабораторных условиях.

Полученные кривые спектральной яркости листьев березы извилистой в условиях техногенного воздействия, которое хорошо индицируется по морфологическим признакам (наличию хлороза и некроза

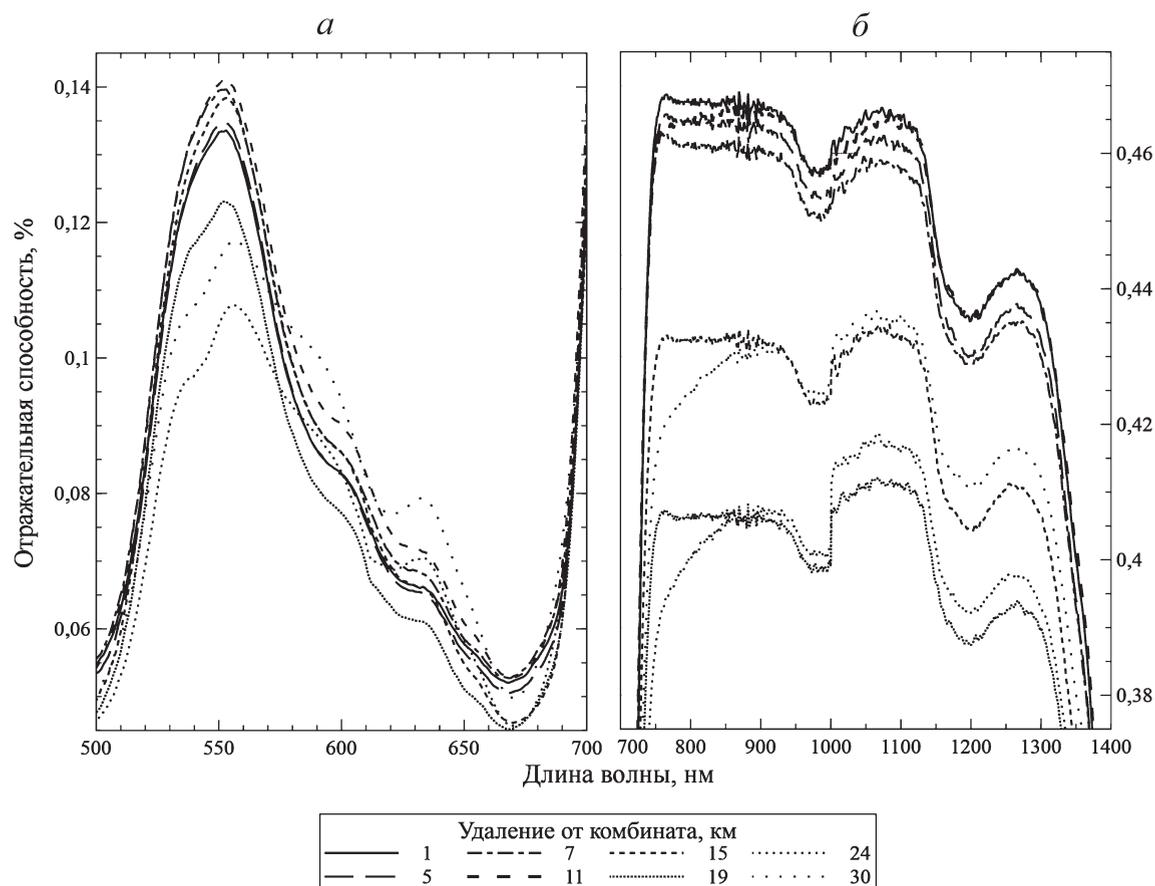


Рис. 1. Спектральные свойства листьев березы: *a* — *Betula pubescens*, *б* — *B. tortuosa* (без биогенных патологий), на разном расстоянии от комбината «Североникель»

на листовой пластинке), достаточно четко различаются в разных диапазонах длины волн (рис. 1).

Так, в спектральных образах березы извилистой, измеренных в диапазоне 750—1350 нм на площадках, по мере удаления от комбината «Североникель» наблюдается неоднозначная картина — отражательная способность листьев уменьшается по мере удаления от комбината, хотя ожидался противоположный эффект. Это может быть вызвано следующими факторами: орографическими особенностями территории и ветровым режимом, которые создают сложное распределение загрязняющих веществ на местности, что подтверждается наземными геохимическими исследованиями; стимулированием роста березы в начальной фазе вегетационного периода (момент отбора образцов) при повышенном уровне загрязнения. Наряду с этим можно отметить значительные различия отражательной способности листьев по трансекте в диапазоне 530—670 нм, но без четкой зависимости по мере удаления от комбината.

**Влияние видовых особенностей и условий среды на спектральный образ.** Для выявления видовой специфики растений и особенностей условий среды проведены различные виды спектрометрирования — совмещенные измерения двумя приборами разных видов растений (рис. 2) при разных влажности образцов

(рис. 3), возрасте, состоянии и в разных местообитаниях (рис. 4).

Существенные различия спектральных образов растительности Арктики (рис. 2) позволяют говорить о возможности интерпретировать их по материалам дистанционного зондирования, причем даже на уровне степени участия отдельного вида в формировании результирующей яркости пикселя. На графике, приведенном на рис. 2, видно, что даже близкие по цветовым характеристикам виды (разные лишайники) довольно хорошо дифференцируются по спектральным образам, причем это прослеживается как по результатам 4-канальных, так и гиперспектральных измерений. Корреляция между 4-канальными и гиперспектральными измерениями одних и тех же видов довольно высокая, что позволит в дальнейшем использовать эти и аналогичные данные для создания спектральных библиотек.

Исследование влияния содержания влаги на спектральный образ растения выполнены для двух лишайников — светлой (*Cetraria nivalis*) и темной окраски (*Cetraria islandica*), спектральные образы которых измерены в трех состояниях — сухом (естественном), среднеувлажненном и сильноувлажненном (рис. 3). Наблюдения проводились синхронно гиперспектральным и 4-канальным спектрометрами, а также сопро-

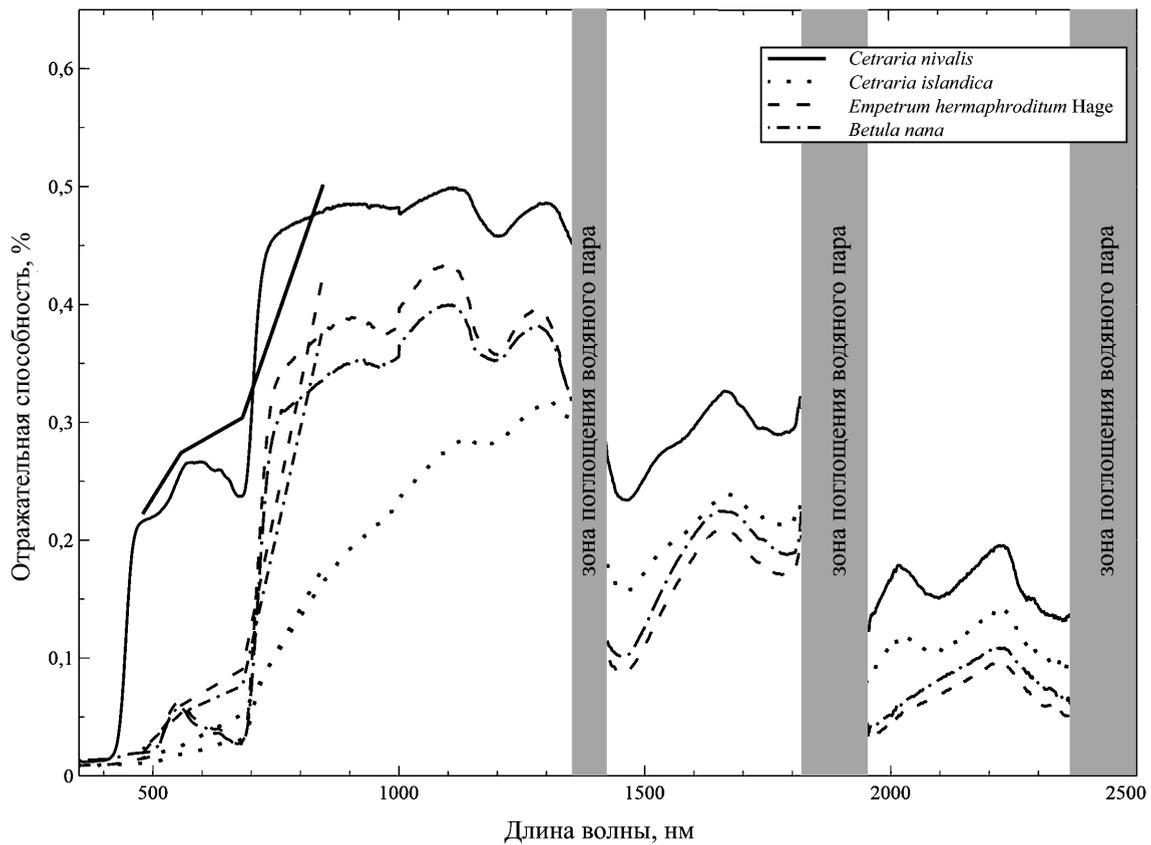


Рис. 2. Спектральные образы разных видов растений, совмещенные кривые значений коэффициента спектральной яркости, полученные с помощью 4-канального спектрометра и гиперспектрорадиометра

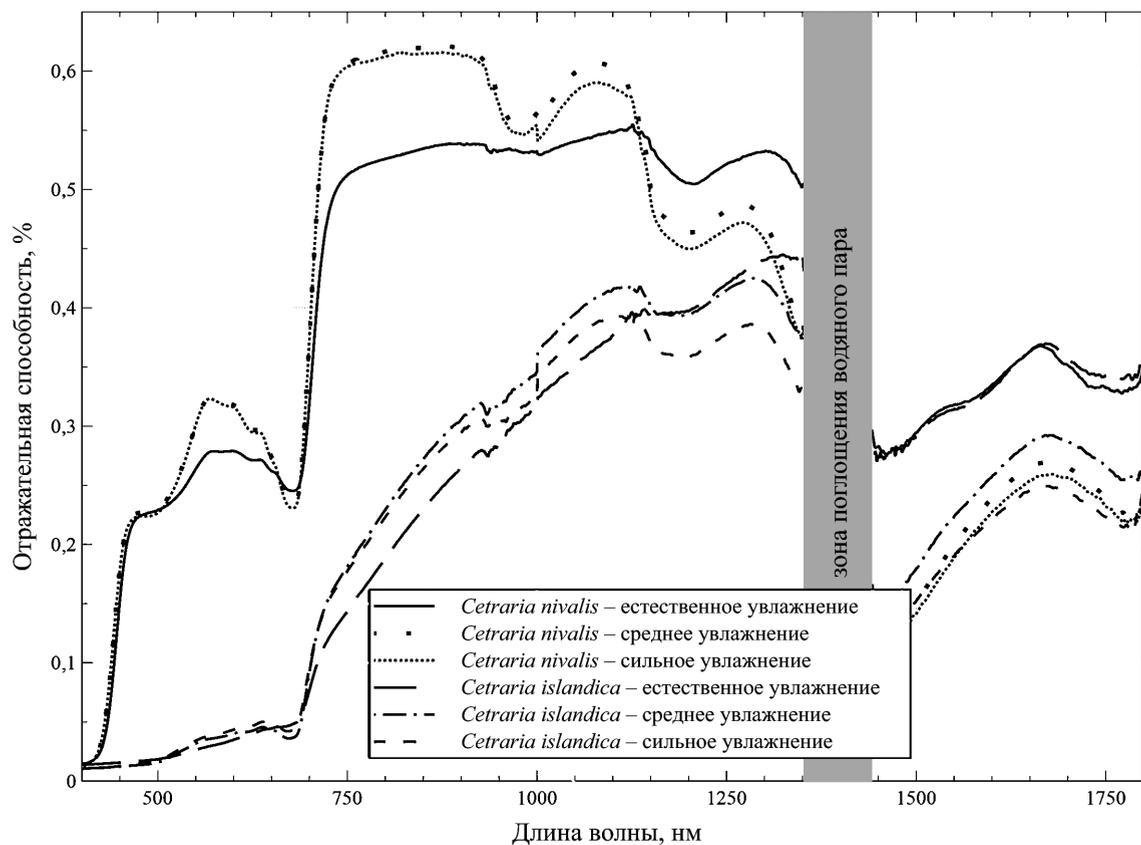


Рис. 3. Влияние увлажнения образцов на спектральный образ растения на примере лишайников *Cetraria nivalis* и *Cetraria islandica*

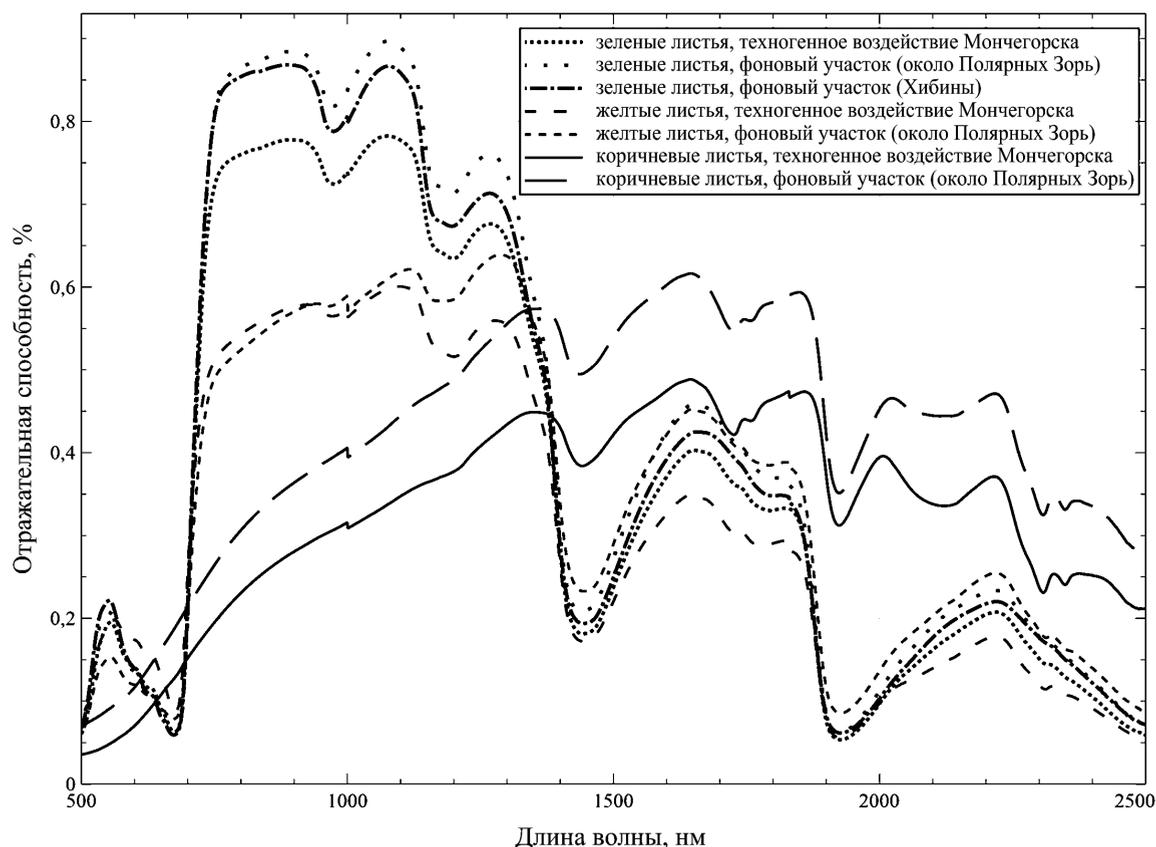


Рис. 4. Возрастные различия и отличия в местообитании на примере шикши *Empetrum hermaphroditum* Hage

вождались фиксацией затраченного на увлажнение объема воды (по градуированной емкости) и массы образцов в каждом состоянии до и после измерений (на лабораторных весах с точностью до 0,01 г).

Полученные результаты в значительной степени меняют представления об отражательной способности изучаемых видов лишайников в разных условиях увлажнения. Это связано с тем, что отражательная способность увлажненных лишайников имеет более высокие значения в ближнем инфракрасном диапазоне, чем у неувлажненных лишайников, особенно это видно на спектрах *Cetraria nivalis*. Этот факт противоречит теоретическим представлениям о том, что наиболее увлажненные объекты (водные и т.д.) сильно или полностью поглощают излучение в ближнем инфракрасном диапазоне. Подобное явление может быть связано со способом увлажнения лишайников, а именно с распылением, в результате которого мельчайшие капли воды концентрируются на поверхности лишайников без впитывания. Отметим, что увлажнение происходило в два этапа, но даже по окончании второго характер спектрального образа *Cetraria nivalis* не изменился, но для вида *Cetraria islandica* по мере увеличения длины волны (в пределах ближнего инфракрасного диапазона) он изменялся в сторону увеличения поглощения электромагнитного излучения. Природу этого явления еще предстоит изучить, но уже сейчас ясно, что использование гиперспектральных прибо-

ров позволяет довольно тонко интерпретировать увлажнение разных видов лишайников, причем можно различать степень вымокания растений и наличие поверхностного увлажнения.

Спектральные различия по возрасту и состоянию изучали для следующих видов: *Betula pubescens*, *B. tortuosa*, *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum* Hage, *Picea abies*, *Avenella flexuosa*. Образцы собраны с учетом их географического положения, возраста, морфологии (верхушка, ветки у основания) и состояния. Как уже отмечалось, перед началом измерений часть образцов была разобрана на фракции, которые выделялись по возрастным категориям. Исследования показали, что различия в возрасте и местообитании одних и тех же видов надежно интерпретируются по их спектральным образам. Спектральные образы в пределах каждого класса возраста достаточно схожи, а при их группировке и осреднении могут быть использованы для создания спектральных библиотек. Это хорошо видно на примере вида *Empetrum hermaphroditum* Hage, у которого классы возраста четко выделяются (листья текущего года зеленые; прошлогодние листья желтые, а старые листья бурые), несмотря на разные местообитания (рис. 4). Схожие закономерности характерны также для исследованных нами *Picea abies*, *Avenella flexuosa*.

Для видов, у которых выделение возрастных классов затруднено или невозможно, при установлении

различий в их спектральных образах на первый план выходят местообитания. Например, вид *Vaccinium uliginosum* характеризуется более высокой отражательной способностью в лесных местообитаниях по сравнению с открытыми площадками.

Данные экспериментов по измерению листьев *Betula pubescens*, *B. tortuosa* показали, что существуют значительные различия в их отражательной способности в зависимости от возраста, местоположения, а также от структурных особенностей размещения образцов (верхушки и основания крон). Выявление закономерностей отражательной способности этого вида — задача предстоящих работ, хотя о некоторых особенностях можно сделать выводы уже сейчас. Так, данные эксперимента (рис. 5) по изучению индекса листовой поверхности показали, что при последовательном наложении четырех и более листьев березы их спектральные образы практически не меняются. Результаты эксперимента можно использовать для оценки индекса листовой поверхности этого вида.

Кроме того, была проведена серия дополнительных экспериментов, направленных на выявление особенностей проведения работ. Установлено, что суточные вариации коэффициента спектральной яркости полярным летом значительны в ясную погоду (до 50%) (измерения лучше проводить с 11 до 18 ч.), тогда как при сплошной облачности суточные вариации коэффициента спектральной яркости полярным летом минимальны (~10%). Полевые бесконтактные измерения арктических растений гиперспектрорадиометром возможны, но требуют тщательного контроля за стабиль-

ностью режима освещения. Влияние переотражения от ярких объектов вблизи поля зрения спектрометра значимо, если их высота сопоставима или превышает высоту прибора.

#### Выводы:

— многолетние исследования свидетельствуют о способности растительности избирательно отражать падающую солнечную радиацию в зависимости от ее видового состава и состояния растений. Изучение космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения, а также гиперспектральных снимков требует адекватного уровня точности наземных измерений, которые лежат в основе интерпретации снимков;

— анализ возможностей и ограничений использования методов наземного спектрометрирования для дешифрирования космических снимков и создания библиотек спектральных образов арктических растений позволил установить: 1) по кривым спектральной яркости можно различать основные дешифрируемые объекты: виды деревьев, кустарничков, мхов, лишайников и травянистых растений; 2) измерения 4-канальным и гиперспектральным спектрометрами дают очень близкие значения коэффициента спектральной яркости одних и тех же образцов (с калибровкой по одной панели);

— использование 4-канального спектрометра позволяет решать ряд научных и практических задач, но гиперспектральные данные, полученные при помощи гиперспектрорадиометра, дают новую дополнительную информацию в ближней и средней инфракрас-

ной частях спектра, интерпретация которой требует дополнительных исследований;

— при измерениях коэффициента спектральной яркости листьев березы четко индицируются хлорозы и некрозы, даже при поражении их малой части;

— экспериментальные измерения показывают, что увлажнение образцов лишайников может действовать неоднозначно (как повышать, так и понижать значения их коэффициента спектральной яркости). Вероятно, это определяется характером отражения от капель воды на поверхности образца;

— влияние видовых особенностей и условий местообитания четко отражается в спектральном образе разных видов арктических растений.

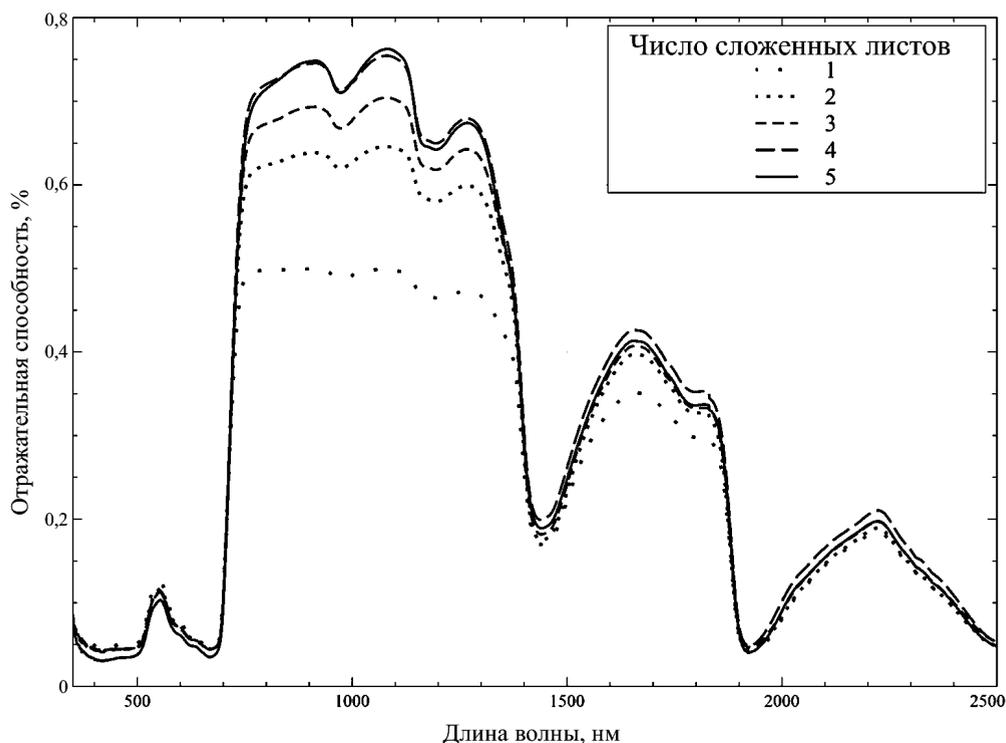


Рис. 5. Отражательная способность листовой поверхности *Betula pubescens* Ehrh s.l., *B. tortuosa* в связи с изменением числа измеренных листьев

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аэрокосмические методы географических исследований / Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В.: Учебник. 2-е изд. М.: Академия, 2011. 416 с.
2. Голубева Е.И., Говорова А.Ф. Механизмы повреждения и адаптации растений на разных уровнях их организации при техногенном воздействии // Изв. РАН. Сер. геогр. 2006. № 1. С. 95—100.
3. Зимин М.В., Тутубалина О.В. Геопортал МГУ: история, результаты, перспективы развития // Земля из космоса — наиболее эффективные решения. 2012. № 14. С. 54—61.
4. Михеева А.И. Пространственная изменчивость положения верхней границы леса в Хибинах (по материалам дистанционного зондирования) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2010. № 4. С. 18—22.
5. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М.: Техносфера, 2008. 312 с.
6. Экология Севера: дистанционные методы изучения нарушенных экосистем (на примере Кольского полуострова) / Под ред. А.П. Капицы, У.Г. Риса. М.: Научный мир. 2003. 248 с.
7. Asner G., Martin R. Spectral and chemical analysis of tropical forests: Scaling from leaf to canopy levels // Remote Sensing of Environment. 2008. Vol. 112, Iss. 10. P. 3958—3970.

Поступила в редакцию  
19.02.2014

**M.V. Zimin, O.V. Tutubalina, E.I. Golubeva, G.U. Rees**

**GROUND SPECTROMETRY OF ARCTIC PLANTS  
FOR THE INTERPRETATION OF SPACE IMAGERY**

Technique of ground spectroradiometry using a four-channel spectrometer and a multi-channel hyperspectroradiometer is described. The factors influencing spectral signatures of plants are analyzed. The technique of measurements for the creation of terrestrial spectral libraries is suggested.

*Key words:* ground spectroradiometry, measurement technique, Arctic plants, spectral libraries.

УДК 911.3:324:342.8(73)

П.С. Варюшин<sup>1</sup>

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОГРАФИИ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ НАСЕЛЕНИЯ США

За XX в. сформировалось несколько групп методов, использовавшихся в исследованиях территориальной изменчивости политических предпочтений избирателей в США. Описательные методы стоят у истоков этого направления, но часто отмечается их субъективность. Картографические методы позволяют проиллюстрировать взаимосвязь явлений, но их применение довольно трудоемко при исследовании крупных территорий; использование математических методов совершило прорыв в электоральной географии, позволив параметризовать результаты исследований и сделать их объективнее, но в то же время эти методы зависят от статистических данных и не всегда отражают полноту электоральной картины. Однако комплексное использование методов позволяет сформировать достаточно четкую картину процессов, происходящих в электоральной географии страны или региона. Опыт исследований политического ландшафта США, несмотря на ряд ограничений, основным из которых является двухпартийная система, несвойственная для большинства стран мира, может быть полезен в исследованиях расстановки политических сил в других государствах.

*Ключевые слова:* политическая география, электоральная география, Соединенные Штаты Америки, история электоральной географии, методология электоральной географии.

**Введение.** Политическая и электоральная география находятся в постоянном поиске новых методов изучения своего предмета — территориальной дифференциации политических предпочтений. Статья посвящена обзору исследований географии политических предпочтений в США. Благодаря особенностям законодательства в США сформировалась особая структура территориальной политической дифференциации, для изучения которой за многие годы разработан широкий спектр подходов и методов. Несмотря на уникальность некоторых элементов политической жизни США, многие методы, созданные для изучения географии политических предпочтений этой страны, могут быть полезны и для исследований других государств, в том числе и России.

**Постановка проблемы.** Как отмечают М. Гласснер и Х. де Бли, работы, касающиеся проблемы территориальной изменчивости политических предпочтений избирателей, стали появляться в начале XX в. [17]. Особенно активно процесс изучения географии политических предпочтений протекал в США. Во многом это продиктовано тем, что США на тот момент были одной из старейших и самых больших по размеру демократий со сложной внутренней политической организацией, важная особенность которой — заложенная в конституцию страны концепция территориального представительства в избираемых органах власти, а также сложившаяся мажоритарная система выборов.

Тот факт, что победитель на федеральных выборах определяется не простым большинством голосов

по результатам голосования в целом по стране, а посредством множества избирательных единиц, делает особенно важным знание географии политической поддержки. По словам Д. Элазара, «основная модель функционирования политической системы в США — территориальная» [16, р. 47].

**Материалы и методы исследований.** Ряд авторов изучали географию политических предпочтений США, в основном их исследования направлены на выявление и исследование районов страны с устойчивыми политическими предпочтениями (Дж. Арнольд [9], Х. Госнел и Н. Джилл [18], Ч. Паулин [24], Ф. Тернер [34—36], Дж. Райт [38] и др.), электоральное районирование США (К. Арчер, Ш.С. Лавин и К. Мартис [5, 7], К. Арчер и Ф. Шейли [7, 29, 30], П. Тейлор и Р. Джонсон [33], П. Тейлор [31, 32]), а также классификацию голосований по их влиянию на так называемую политическую мозаику страны, т.е. на географическое распределение поддержки тех или иных политических сил (К. Арчер и Ф. Шейли [7, 29, 30], В. Бернхем [10, 11], А. Кэмпбелл [12], В. Ки [19, 20], Дж. Помпер [25, 26] и др.). Д. Элазар [16] уделял большое внимание культурным аспектам политической жизни. Среди отечественных авторов следует отметить работу Л.В. Смирнягина [1], в которой территория США районирована с использованием множества факторов, в том числе с учетом особенностей электоральной дифференциации территории страны, а также использованы модифицированные статистические методы.

**Результаты исследований и их обсуждение.** *Исследования на основе картографических методов.* Одним

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, аспирант; e-mail: varyushin@gmail.com

из первых ученых, обративших внимание на географию политических предпочтений американцев, был известный историк, автор теории фронта Ф. Дж. Тернер. Он рассмотрел картограммы итогов голосований на выборах президента США на уровне штатов и графств в рамках десяти голосований [35]. Сравнение картографических материалов позволило ему сделать вывод, что «существует тенденция к формированию районов с устойчивыми на протяжении длительных периодов времени политическими предпочтениями» [36, р. 301], т.е. политическая поддержка на выборах президента зависит не только от текущих общегосударственных факторов, но и от особенностей отдельных территорий, в которых может формироваться ядро политического взаимодействия, имеющее высокую степень инерционности и слабо зависящее от текущей политической ситуации в стране.

Необходимо отметить, что методы Ф. Тернера и его последователей применимы только на относительно коротких временных рядах и для небольших территорий. Это связано в первую очередь с тем, что визуальный анализ электоральных и тематических социально-экономических карт было сложно автоматизировать и параметризовать.

**Корреляционные исследования.** Наиболее популярным статистическим инструментом на первом этапе использования математических методов после Второй мировой войны стал метод вычисления корреляций между итогами голосований и социально-экономическими, этническими и другими параметрами. Одной из первых работ в этом направлении была статья Х. Геснела и Н. Джилла, в которой авторы проследили взаимосвязь между поддержкой кандидата от демократической партии Ф.Д. Рузвельта и районами концентрации католиков, а также с центрами компактного проживания рабочих [18]. В этом же направлении работали В. Бернхэм [10], М. Даган и С. Роккан [15], Р. Мур и Р. Паддисон [22], П. Тейлор и Р. Джонсон [33] и другие авторы.

На основе методов корреляционного анализа в 1959 г. В. Ки и Ф. Мангер подтвердили выводы Ф. Тернера. Они на примере Индианы установили, что «длительная политическая аффилиация жителей с одной из политических партий сохраняется, несмотря на изменение политической обстановки, смену волнующих избирателей вопросов и исчезновение проблем, которые первоначально привели к формированию данной аффилиации» [21].

Параллельно велись исследования по выстраиванию корреляционных рядов между результатами голосований в течение времени (В. Ки [19], Дж. Помпер [25], Е. Шатсшнайдер [28], К. Арчер и П. Тейлор [8], В. Бернхэм [10, 11], А. Кэмпбелл [12], Б. Кэмпбелл и Р. Триллинг [13] и др.). Пример такого корреляционного исследования, выполненного К. Арчером и Ф. Шейли [7, 29] по результатам выборов президента США на уровне штатов за период с 1872 по 1984 г., приведен на рис. 1.



Рис. 1. График значений корреляционного ряда между последовательными парами голосований. По оси абсцисс — годы, по оси ординат — значения коэффициента корреляции. Составлено по данным [7]

Значение коэффициента корреляции в этом случае иллюстрирует, насколько результаты предыдущих выборов схожи с итогами последующего голосования. При этом хорошо проявляются эндогенные диспропорции и изменения во внутренней структуре поддержки, тогда как национальные факторы, повлиявшие в равной степени на все штаты, не воздействуют на значения показателя.

Высокая корреляция между итогами двух голосований отражает стабильность в географии политической поддержки в течение указанного периода, тогда как низкие или отрицательные значения коэффициента свидетельствуют о произошедшей глубокой перестройке в территориальной структуре поддержки основных политических сил.

**Исследования на основе классификации выборов по их влиянию на географию политических предпочтений.** Благодаря работам В. Ки [19, с. 5], Ф. Конверса [14], А. Кэмпбелла [12], В. Бернхэма [11] и Дж. Помпера [25] разработаны теория критических голосований и классификация выборов по их влиянию на географию политических предпочтений, что сыграло значительную роль в выделении электоральных эпох и периодизации процесса развития территориальной дифференциации политической жизни страны. В основе классификации лежат четыре основных типа голосования (поддерживающее, отклоняющееся, конвертирующее и восстановительное), выделенные в зависимости от того, изменилась ли пространственная структура поддержки избирателей, а также от результатов, полученных на выборах партией большинства. Типы голосований в форме схемы, основанной на работе Дж. Помпера [25], показаны на рис. 2.

**Исследования, основанные на выделении электоральных эпох.** Электоральные эпохи — периоды, в которые сохранялась определенная территориальная структура поддержки политических сил.

К основным составляющим теории электоральных эпох относится понятие «нормального» голосования, введенное Ф. Конверсом [14], которое подразумевает, что для периода с устойчивым пространственным



Рис. 2. Классификация голосований по Дж. Попмеру. Составлено по данным [25]

распределением поддержки политических сил можно определить нормальное электоральное поведение основной массы избирателей на каждой территории, а также выделить группу избирателей, политические взгляды которых отклонялись от «нормальных» под воздействием кратковременных факторов, действующих в рамках данного избирательного цикла.

Изначально Ф. Конверс [14] выделил две основные электоральные эпохи. Первая — эпоха гражданской войны и последовавшей за ней реконструкции в штатах конфедерации, продолжавшейся примерно до 1888 г. Этому периоду в электоральной географии США был свойствен жесткий раскол страны на два лагеря — Север и Юг — при относительно невысокой роли Запада по причине его малонаселенности. При этом политический водораздел между регионами проходил ровно по границе между рабовладельческими штатами, которые поддерживали конфедерацию, и свободными от рабства членами союза.

Вторая эпоха — эпоха нормального секционного голосования (*normal sectional vote*), которую можно охарактеризовать доминированием республиканской партии на Севере, в то время как кандидаты в президенты от демократической партии заручались наибольшей поддержкой в штатах Юга, особенно на территории единого Юга (*solid south*). Недавно заселенные территории на западе страны, а также промышленно развитые штаты Северо-Востока служили районами политической борьбы, за счет которых в основном и решалась судьба того или иного кандидата.

Метод парных корреляций значительно расширил инструментарий электоральных географов, позволил выделить электоральные эпохи и создать классификацию голосований. Однако указанный метод имеет несколько недостатков, главный из которых — невозможность отследить, привело то или иное голосование к серьезному перелому в территориальной структуре политических предпочтений или же оно послужило лишь временной перемене, не меняющей общий тренд. Иначе говоря, при применении метода парных корреляций практически невозможно отличить отклоняющееся голосование от критического, а следовательно, нельзя правильно выявить электоральные эпохи и связанные с ними закономерности в географии политической поддержки.

*Исследования на основе факторного анализа.* В статьях К. Арчера, Ф. Шейли, П. Тейлора сделана попытка при помощи двух типов факторного анализа (S-mode и T-mode) определить основные тенденции в формировании электоральной мозаики и выделить электоральные эпохи, а также выявить линии раскола между территориями с определенной электоральной ситуацией и провести электоральное районирование территории США [2, 3, 6].

При помощи T-mode факторного анализа К. Арчер и П. Тейлор [6, 8] выделили 6 факторов, характеризующих распределение политических предпочтений во времени и названных в честь господствующих электоральных эпох: две эпохи, которые были выявлены еще Ф. Конверсом (реконструкция Юга, секционное нормальное голосование), а также четыре новые: южный переворот 1948 г., разбавленное нормальное голосование, либеральное нормальное голосование и консервативное нормальное голосование (рис. 3).

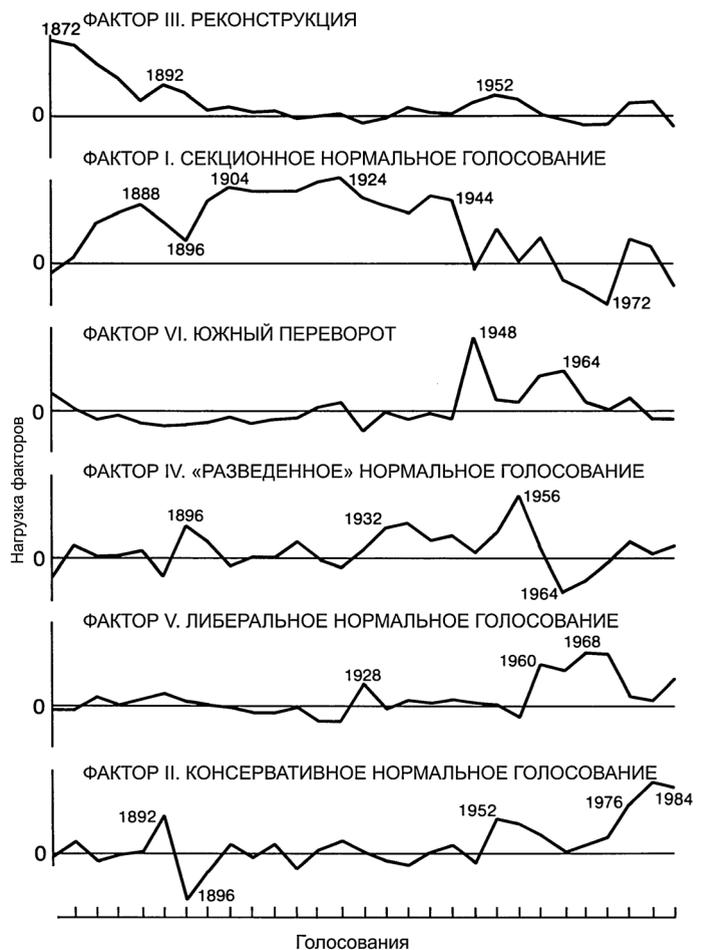


Рис. 3. Распределение нагрузки по факторам (в хронологической последовательности наибольшего влияния фактора). Составлено по данным [7]

Эпоха «разведенного» нормального голосования (*diluted normal vote*), относящаяся к годам президентства Д. Эйзенхауэра в 1950-х гг., служит своего рода переходным этапом между временем нормального секционного голосования и либеральным нормальным голосованием, когда черты первой эпохи уже потеряли свою яркость, а явления, свойственные второй эпохе, еще не набрали силу. Ключевым изменением — по сравнению с предыдущей эпохой — можно назвать республиканский сдвиг на Юге, который долгие годы служил главным центром поддержки для демократической партии. Регион стал если не прореспубликанским, то по крайней мере спорным.

В 1960-е гг. началась эпоха либерального нормального голосования, которая характеризовалась успехом либеральных демократов (в первую очередь Дж. Кеннеди и Л. Джонсона). В этот период центр поддержки демократической партии сместился на Северо-Восток. Юго-Восток (особенно так называемый Старый Юг), наоборот, стал центром поддержки республиканских кандидатов, а исход выборов определялся в западных штатах страны.

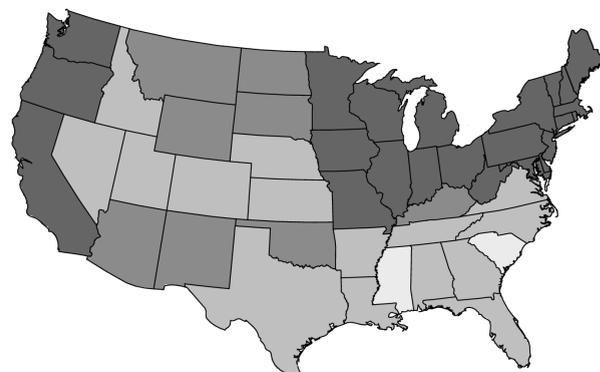
Период консервативного нормального голосования начался в 1976 г., толчком к этому послужили Уотергейтский скандал и появление кандидата от демократической партии — южанина-центриста Дж. Картера, что позволило демократам вернуть поддержку юго-восточных штатов [5, 7, 23]. В этот период, продолжавшийся по крайней мере до 1984—1988 гг., наиболее значимый градиент в территориальной структуре политических предпочтений проходил по направлению восток—запад. Юго-Восток поддерживал демократов, Северо-Восток был ареной основных политических сражений, в то время как Запад отдавал свои голоса преимущественно республиканцам.

Второй тип факторного анализа (*S-mode*) позволил К. Арчеру и П. Тейлору разделить территорию США на районы со схожими электоральными тенденциями. Для этого были построены корреляционные матрицы итогов голосований по штатам за период с 1872 по 1980 г. [8]. Исследование показало, что 86% всех вариаций результатов голосований можно объяснить воздействием трех ключевых факторов, условно названных по районам, где они проявились в наибольшей степени, — северного, южного и западного.

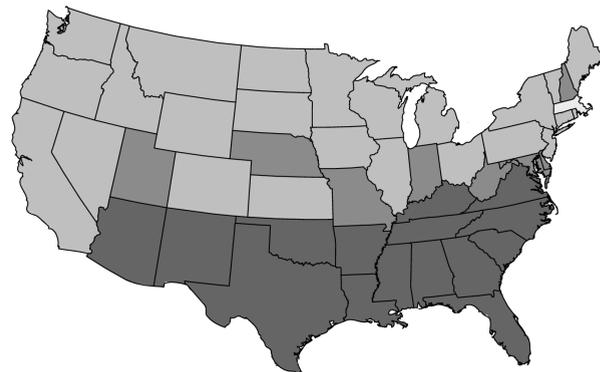
Штаты, в которых электоральное поведение находилось под наибольшим влиянием «северных» факторов, были сгруппированы в фактор № 1; штаты, которые в наибольшей степени характеризуются «южными» факторами — в фактор № 2, и штаты, попавшие под наибольшее влияние «западных» факторов, — в фактор № 3. На рис. 4 показаны штаты с наибольшей нагрузкой каждого указанного фактора.

При этом под фактором понимаются сгруппированные переменные, изменение которых происходит синхронно, однонаправленно и с высоким уровнем корреляции в рамках своих регионов.

### Фактор I



### Фактор II



### Фактор III



Нагрузка факторов  
 ■ ≥ 0,6  
 ■ 0,3—0,59  
 ■ -0,29—0,29  
 ■ ≤ -0,3

Рис. 4. Распределение нагрузки исследуемых факторов по регионам США (фактор I — «Северный», фактор II — «Южный», фактор III — «Западный»). Составлено по данным [7]

Как отмечают К. Арчер и Ф. Шейли, такая высокая зависимость результатов выборов от трех факторов «предоставляет сильное свидетельство значительного влияния секционных выборных тенденций в американской политике в рамках выборов президента за исследуемый период» [7, р. 49].

Факторный анализ (*S-mode*) показывает, что наиболее важные разрывы в территориальной организации политической поддержки США за 1872—1980 гг. проходили по рекам Потомак и Огайо, а также по 98-му меридиану. Эти линии имеют не только электоральное, но и важное социальное, культурное и эко-

номическое значение, что подробно раскрыто в работах Ф. Тернера [36], В. Вебба [37], Дж. Руни [27] и других авторов.

Районирование, проведенное группой исследователей под руководством К. Арчера и П. Тейлора, показывает, что секционализм, связанный с тремя политическими культурами бывших колоний (моралистской, индивидуалистской и традиционалистской), после Гражданской войны в США уступил место новой политической дифференциации территории страны. Страна разделилась не по широтному принципу, а на три секции «круга»: северо-восточную, южную и западную.

Факторный анализ послужил локомотивом развития электоральной географии США с конца 1960-х до конца 1980-х гг. Применение этого метода позволило уточнить границы электоральных эпох и провести районирование территории страны на основе общих тенденций в изменении политических предпочтений в разных частях страны.

Однако факторный анализ, как и любой статистический метод, не лишен недостатков. П. Тейлор в статье 1988 г. [33] указывает на высокую степень зависимости результатов факторного анализа от продолжительности исследуемого ряда событий. В зависимости от продолжительности периода, за который рассматривается конкретное голосование или электоральная эпоха, изменяется число и значение факторов, влияющих на данное событие, а следовательно, могут претерпевать изменения и результаты исследования.

**Исследования с помощью коэффициента перераспределения.** Адаптация метода к целям электоральных исследований выполнена Л.В. Смирнягиным [1]. Метод основан на изменчивости рангов в таблице значений нормированного отношения голосов, отданных за демократов и республиканцев, на двух последовательных голосованиях.

Коэффициент перераспределения штатов или графств между двумя голосованиями определяется по формуле  $K_{\text{перераспр}} = \Sigma P / P_{\text{max}}$ , где  $\Sigma P$  — сумма перестановок, т.е. сумма разниц между рангами за два последовательных голосования по всем территориальным единицам, а  $P_{\text{max}}$  — максимально возможное число перестановок в данном ряду, которое определяется по следующим формулам:  $P_{\text{max}} = (n^2 - 1)/2$  — для нечетного числа территориальных единиц в ряду и  $P_{\text{max}} = n^2/2$  — для четного числа территориальных единиц в ряду, где  $n$  — число территориальных единиц.

Значения, близкие к нулю, свидетельствуют о слабых изменениях территориального распределения политических предпочтений за данный период, а значения, приближающиеся к единице, отражают результаты глубокой перестройки.

Описанный метод отличается относительной простотой вычислений и позволяет получить важные данные о внутренних диспропорциях системы, он

также удобен тем, что в меньшей степени зависит от фактора двухпартийности, т.е. его можно использовать для изучения стран с более сложной партийной структурой.

#### **Выводы:**

— благодаря богатой традиции проведения всеобщих голосований Соединенные Штаты Америки послужили в XX в. основным полигоном изучения географии политических предпочтений. В рамках этих исследований созданы концепции и модели, сыгравшие важную роль в развитии электоральной географии. На основе данных о США сформирована теория формирования районов с устойчивыми политическими предпочтениями, которые могут сохраняться длительное время вне зависимости от действия внешних факторов. Американские исследователи впервые выполнили районирование территории страны по признаку схожести динамики политических предпочтений населения. К важным достижениям относится разработка концепции электоральных эпох и критических голосований, что позволяет систематизировать подход к рассмотрению динамики изменения территориального распределения политических предпочтений;

— в рамках работы над этими концепциями разработаны или модифицированы несколько групп методов — описательных, картографических, математических. Первоначально исследователи обратились к описательному методу, в рамках которого акцент делали на интервьюировании населения и выявлении особенностей формирования и динамики изменения политических взглядов у разных групп населения по районам страны. Несмотря на то что результаты исследований, выполненных на базе этого метода, характеризуются значительной степенью субъективности, он остается одним из самых востребованных. Использование картографических методов позволило выйти на новый уровень обобщения, выявить новые закономерности, проиллюстрировать взаимосвязанность явлений, провести более точное районирование, а также сделать результаты исследований нагляднее. В то же время эта группа методов довольно трудоемкая при исследовании крупных территорий. Использование математических методов (корреляционный и факторный анализ, разработка дополнительных показателей) привело к прорыву в электоральной географии, что позволило выйти на более глубокий уровень изучения предмета, а также параметризовать результаты исследований и сделать их объективнее. Однако эти методы зависят от статистических данных и не всегда отражают полноту электоральной картины;

— указанные методы имеют ограничения, но их комплексное использование позволяет решать широкий круг задач, стоящих перед исследователями электоральной географии, и позволяет сформировать достаточно четкую картину процессов, происходящих

в пространственной организации политической жизни страны или региона;

— в США практически 100% политического спектра закрыто двумя партиями, которые в общем случае можно считать антагонистами, благодаря этому значительно упрощается математическое моделирование политических процессов. При применении описанных методов для других государств необходимо вво-

дить поправки, связанные с более широким партийным спектром, что усложняет процесс обработки данных и требует введения дополнительных допущений, которые ведут к снижению точности. Однако методы, разработанные в рамках исследования географии политической жизни США, можно использовать и для других стран.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Смирнягин Л.В.* Районы США: групповой портрет Америки. М.: Мысль, 1989.
2. *Archer C.* Some geographical aspects of the american presidential election of 1980 // *Polit. Geography Quarterly*. 1982. Vol. 1, iss. 2, April. P. 123—135.
3. *Archer C.* Some geographical aspects of the american presidential election of 1984 // *Polit. Geography Quarterly*. 1985. Vol. 4, iss. 2, April. P. 159—172.
4. *Archer C., Lavin S., Martis K.* et al. Atlas of american politics, 1960—2000. Washington D.C.: CQ Press, 2001.
5. *Archer C., Lavin S., Martis K.* et al. Historical atlas of U.S. presidential elections, 1788—2004. Washington D.C.: CQ Press, 2006.
6. *Archer C., Murauskas T., Shelley F.* et al. Counties, states, sections, and parties in the 1984 presidential election // *Professional Geographer*. 1985. Vol. 37, iss. 3, August. P. 279—287.
7. *Archer C., Shelley F.* American electoral mosaics. Washington D.C.: Resource publications in geography, 1996.
8. *Archer C., Taylor P.* Section and party: Political geography of american presidential elections, from Andrew Jackson to Ronald Reagan (Geographical research studies series). Hoboken: John Wiley & Sons Ltd, 1981.
9. *Arnold J.* Section and party in Tennessee: An analysis of post-civil war presidential voting patterns. Oklahoma: University of Oklahoma, 1985.
10. *Burnham W.* Critical elections and the mainsprings of american politics. N.Y.: Norton, 1970.
11. *Burnham W.* The United States: The politics of heterogeneity // *Electoral Behavior* / Ed. R. Rose. N.Y.: Free Press, 1974. P. 655—681.
12. *Campbell A., Converse P., Warren E.* et al. Elections and the political order. N.Y.: John Wiley, 1966.
13. *Campbell B., Trilling R.* Realignment in american politics: Toward a theory. Austin: University Texas Press, 1980.
14. *Converse P.* The Concept of a Normal Vote // *Elections and the political order*. N.Y.: John Wiley, 1966.
15. *Dogan M., Rokkan S.* Introduction. Quantitative ecological analysis in the social sciences. Cambridge: MIT Press, 1969. P. 1—15.
16. *Elazar D.* American federalism: A View from the States (3rd edition). N.Y.: Harper and Row, 1984.
17. *Glassner M., de Blij H.* Systematic political geography: fourth edition. N.Y.: John Wiley & Sons, 1989.
18. *Gosnell H., Gill N.* An analysis of the 1932 presidential vote in Chicago // *Amer. Political Sci. Rev.* 1935. Vol. 29, N 6, December. P. 967—984.
19. *Key V.* A theory of critical elections // *J. Politics*. 1955. Vol. 17, N 1, February. P. 3—18.
20. *Key V.* Secular realignments and the party system // *J. Politics*. 1959. Vol. 21, N 2, May. P. 198—210.
21. *Key V., Munger F.* Social determinism and electoral decision: The Case of Indiana / Ed. E. Burdick, A.J. Brodbeck. American voting behavior, Glencoe, 1959. P. 281—299.
22. *Muir R., Paddison R.* Politics, geography, and behavior. L.: Methuen, 1981.
23. *Murauskas T., Archer C., Shelley F.* Metropolitan, nonmetropolitan, and sectional variations in voting behavior in recent presidential elections // *Western Political Quarterly*. 1988. Vol. 41, N 1, March. P. 63—84.
24. *Paulin C.* Atlas of the historical geography of the United States. N.Y.: American Geograph. Soc., 1932.
25. *Pomper G.* Classification of presidential Elections // *J. Politics*. 1967. Vol. 29, N 3, August. P. 535—566.
26. *Pomper G.* The decline of the party in american elections // *Polit. Sci. Quarterly*. 1977. Vol. 92, iss. 1. P. 21—41.
27. *Rooney J.* This remarkable continent. College Station, TX: Texas A&M University Press, 1982.
28. *Schattschneider E.* The semi-sovereign people. N.Y.: Holt, Rinehart and Winston, 1960.
29. *Shelley F., Archer C., Davidson F.* et al. Political geography of the United States. N.Y.: The Guilford Press, 1996.
30. *Shelley F., Archer C.* Sectionalism and presidential politics: Voting patterns in Illinois, Indiana, and Ohio // *J. Interdisciplinary History*. 1989. Vol. 20, N 2. P. 227—255.
31. *Taylor P.* History's dialogue: an exemplification from political geography // *Progress in Human Geography*. 1988. Vol. 12, N 1, December. P. 497—506.
32. *Taylor P.* Some implications of the spatial organization of elections // *Transactions of the Institute of British Geographers*. 1973. N 60, November. P. 121—136.
33. *Taylor P., Johnston R.* The geography of elections. Harmondsworth: Penguin, 1979.
34. *Turner F.* Geographical influences in american history // *Bull. Amer. Geograph. Soc.* 1914. Vol. 46, N 8. P. 591—595.
35. *Turner F.* Is Sectionalism in America dying away? *Amer. J. Sociology*. 1908. Vol. 13, N 5, March. P. 661—675.
36. *Turner F.* The Significance of sections in american history. N.Y.: Henry Holt and Co., 1932.
37. *Webb W.* The Great Plains. N.Y.: Ginn; Lincoln, NE: University of Nebraska Press (reprint), 1931/1959.
38. *Wright J.* Voting habits in the United States: A note on two maps // *Geograph. Rev.* 1932. Vol. 22, N 4, October. P. 666—672.

**P.S. Varyushin**

**METHODS OF STUDYING THE GEOGRAPHY  
OF POLITICAL PREFERENCES OF THE US POPULATION**

During the 20<sup>th</sup> century several groups of methods were used to study the territorial variability of political preferences in the United States. Descriptive methods were at the origins of this research but they are often subjective. Cartographic methods allow representing the interconnections of phenomena, but their application is rather time-consuming, particularly for the large-scale investigations. The use of mathematical methods was a breakthrough in the electoral geography making it possible to parameterize the results of research and make them more objective. At the same time these methods are highly dependent on statistical data quality and often do not reflect the whole situation. However integration of methods belonging to different groups allows creating rather clear representation of processes occurring in the electoral geography of a country or a region. Despite some limitations, the main one being the two-party system, untypical for most countries of the world, the experience of studying the US political landscape could be useful for the studies of political geography in other states.

*Key words:* political geography, electoral geography, United States of America, history of electoral geography, methodology of electoral geography.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 911.3:332(510)

Е.Н. Самбурова<sup>1</sup>

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ДИСПРОПОРЦИИ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ КИТАЯ

Рассмотрена проблема исторически сложившихся региональных диспропорций в экономическом развитии Китая. Выявлен масштаб регионального «неравенства», проанализирована его динамика. Показана роль внутренних и внешних факторов экономического развития в пореформенный период в углублении и сглаживании региональных диспропорций. Выявлена тенденция к снижению глубины региональных диспаритетов в результате финансово-экономического кризиса, росту стоимости рабочей силы в приморских провинциях.

*Ключевые слова:* региональные диспропорции, региональное развитие Китая, факторы экономического развития, региональная политика.

**Введение.** Китай, как и другие страны, крупные по территории, населению и экономическому потенциалу, сталкивается с проблемой существенных различий в уровне и развитии экономики его регионов. Глубинные причины этих различий обусловлены географической логикой развития регионов и историей формирования их хозяйства. В то же время на фоне устойчивых и сохраняющихся региональных диспаритетов масштаб диспропорций изменяется. Анализ влияния внутренних и внешних факторов на пространственное развитие экономики КНР позволяет определить направления эволюции ее пространственной структуры.

**Постановка проблемы.** Сложившиеся диспропорции в годы проведения экономических реформ (с 1978 г.) углубились, проблема сглаживания этих диспропорций вошла в число приоритетных проблем, выдвигаемых в качестве основных направлений развития экономики КНР в текущей 12-й пятилетке. Но мировой финансово-экономический кризис сыграл роль катализатора снижения глубины диспропорций и изменения вектора регионального развития. Дальнейшая переориентация Китая на развитие внутреннего спроса также будет воздействовать на масштаб региональных диспропорций. Была поставлена проблема выявить ведущие факторы формирования и эволюции пространственной структуры КНР, географической дифференциации экономического роста и соответственно изменений масштаба и глубины региональных диспропорций. Особый интерес представляет реакция китайского руководства на неравномерность экономического развития, что проявляется в государственной экономической политике.

Проблему неравномерности экономического развития регионов Китая рассматривали ряд китайских

и других ученых. Можно выделить две группы исследований поставленной проблемы. Первая группа — наиболее многочисленная — посвящена количественной оценке неравномерности экономического развития регионов Китая [6—8, 14]. Используемые методы анализа, значения различных коэффициентов позволяют констатировать наличие диспропорций, их глубину и динамику, особенно популярен такой формализованный подход у западных экономистов-регионалистов. Другой подход концентрирует внимание на китайской государственной региональной политике, когда рассматриваются программы развития регионов КНР, приводятся меры, направленные на подъем отсталых регионов КНР [9, 12, 13]. Среди российских ученых проблемы регионального развития Китая изучала Л.И. Кондрашова [1, 2]. Поскольку преобладающая часть работ по пространственным аспектам развития китайской экономики подготовлена экономистами-регионалистами, то существует дефицит в экономико-географических исследованиях, когда при использовании количественной оценки глубины и динамики региональных диспропорций были бы проанализированы механизмы формирования таких диспропорций, выявлены направления их эволюции, комплексно проанализированы внутренние и внешние факторы трансформации пространственной структуры экономики КНР.

**Материалы и методы исследований.** Так как анализ региональных диспропорций в экономике Китая и оценка изменения их глубины требуют использования экономико-статистических методов, отражающих масштабы региональной неравномерности, то были рассчитаны показатели величины разброса явления (отношение максимальной величины к минимальной), коэффициент вариации и индекс Тейла.

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: esamburova@yandex.ru

При расчете индекса Тейла использована формула

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left( \frac{x_i}{\bar{x}} \cdot \ln \frac{x_i}{\bar{x}} \right),$$

где  $x_i$  — ВРП на душу населения административной единицы  $i$ ,  $\bar{x}$  — среднекитайский ВРП на душу населения,  $N$  — число административных единиц.

Индекс Тейла отражает степень отклонения показателей уровня экономического развития по административным единицам КНР от равномерного распределения — при их равенстве для всех провинций индекс равен нулю, соответственно чем выше его значение, тем менее равномерно распределяется явление.

В качестве показателя оценки уровня экономического развития регионов Китая использован показатель ВРП на душу населения по данным статистических ежегодников КНР «Чжунго тунцзи няньцзянь», издаваемых Главным статистическим управлением КНР, за ряд лет [11]. Изучение региональных диспропорций проводилось на уровне административных единиц КНР 1-го порядка: провинций, автономных районов, городов центрального подчинения, а также на уровне четырехчленного деления территории Китая на Северо-Восточный, Восточный, Центральный и Западный регионы.

**Результаты исследований и их обсуждение. Истоки регионального «неравенства».** Гигантское население, огромные территория и экономика Китая определяют существенные различия в экономическом развитии его регионов. Хозяйственный потенциал отдельных провинций сопоставим с показателями целых государств. Например, занимающие первое и второе место в КНР по объему ВРП (по ППС) в 2012 г. провинции Гуандун и Цзянсу сопоставимы по этому показателю с Испанией, а находящаяся на третьем месте провинция Шаньдун — с Индонезией. Разрыв в уровне экономического развития между провинциями КНР демонстрирует разброс по показателю ВРП в расчете на душу населения: если лидеры по ВРП на душу населения (по ППС) сравнимы, например, с членами ЕС — город центрального подчинения (г.ц.п.) Тяньцзинь — с Португалией, г.ц.п. Пекин — с Литвой, г.ц.п. Шанхай — с Польшей, — то для находящейся в конце списка провинции Гуйчжоу можно привести аналогию с Фиджи, для Ганьсу — с Марокко, Юньнань — с Монголией [10, 11]. Очевидно, что в таких условиях невозможно ожидать сходной динамики экономического роста и унификации моделей экономического развития.

Административные единицы КНР как по уровню развития, так и по структуре экономики относятся к разному типу: постиндустриальная структура — у г.ц.п. Пекин (третичный сектор — 76,5% в 2012 г.) и г.ц.п. Шанхай (60,4%); выраженная индустриальная структура с самой высокой долей вторичного сектора — у провинций Цинхай (57,7%), Хэнань (56,3%), Шаньси (55,6%) и АР Внутренняя Монголия (55,4%);

самая же высокая доля первичного сектора у провинции Хайнань (24,9%), Синьцзян—Уйгурского АР (17,6%), Гуанси—Чжуанского АР (16,7%) [11]. Существенно отличается и отраслевая структура промышленности Китая — если в приморских районах наибольшее развитие получили экспортоориентированные отрасли, то во внутренних районах в большей степени развиты ресурсоемкие базовые отрасли промышленности.

Наиболее устойчиво отличаются приморские районы от внутренних по всем экономическим показателям, что отражает дихотомию развития суша—море, так как приморское положение в условиях Китая создает лучшие условия для экономического роста. Опережающее развитие приморских регионов детерминировано также благоприятными природными условиями этой части страны, причем как для проживания населения, так и для хозяйственной деятельности. В значительной степени отрыв приморья от внутренних районов определен географической логикой экономического развития. В соответствии с результатами исследований, проведенных Д. Саксом совместно с китайскими экономистами, только один фактор приморского положения на 60% объясняет вариации в темпе экономического развития китайских провинций [5]. С этим фактором связана устойчивость территориальной структуры хозяйства Китая на макроуровне (национальном уровне), что отражает ее инерционность.

После начала осуществления экономических реформ (1978) диспропорции в экономическом развитии регионов Китая усилились еще больше. На фоне очень высокого в целом темпа экономического развития КНР пространственная дифференциация этих показателей отличается значительными колебаниями, что ведет к углублению региональных диспаритетов.

**Внутренние и внешние факторы регионального развития Китая.** Соотношение темпа экономического роста провинций Китая в пореформенный период (с 1978 г. до конца XX в.) определялось рядом составляющих, среди которых можно выделить группу внутренних факторов, связанных с особенностями экономики административных единиц, и группу внешних факторов, действие которых проявляется в результате взаимодействия Китая с мировым хозяйством.

С одной стороны, продолжали действовать базовые факторы производства, по-прежнему определявшие географическую логику пространственного развития экономики Китая: уровень освоенности территории; различия в плотности населения, системе расселения и уровне урбанизированности регионов КНР; низкая плотность инфраструктуры и ее медленное развитие во внутренних районах и т.д. Таким образом, отличающиеся стартовые условия давали существенные преимущества приморским регионам, которые уже к началу реформы значительно опережали внутренние районы по уровню социально-экономического развития. С другой стороны, эти преимущества усиливались благодаря формированию благо-

приятной рыночной среды для бизнеса в приморских провинциях.

Росту конкурентоспособности экономики приморья способствовали следующие внутренние факторы:

- быстрое увеличение емкости и дифференциации спроса благодаря росту доходов населения и опережающему темпу урбанизации по сравнению с внутренними районами;

- ускоренное развитие трудоемких экспортоориентированных отраслей, опирающихся на использование дешевой рабочей силы и привозного сырья, в отличие от ресурсоемкой экономики внутренних регионов (добыча полезных ископаемых и их первичная переработка, сельское хозяйство);

- формирование многоукладного хозяйства с высокой долей предприятий негосударственного уклада;

- концентрация государственных капиталовложений в приморских провинциях;

- усиление инновационной мобильности, обеспеченности интернетом, мобильной связью.

По мере усиления интенсивности экономических связей Китая с другими странами и открытости китайской экономики все большую роль стали играть внешние факторы регионального развития, среди них можно выделить:

- быстрое развитие внешней торговли — КНР в 2013 г. занимала первое место в мире по объему внешнеторгового оборота (4,16 трлн долл. США) и экспорту (2,21 трлн долл.);

- активное привлечение прямых иностранных инвестиций (117,6 млрд долл. в 2013 г.) и активизация функционирования филиалов ТНК, прежде всего в приморских районах страны;

- создание системы «открытых территорий» (специальные экономические зоны, открытые города, зоны технико-экономического развития, открытые районы и т.д.) с преференциальным режимом для внешнеэкономической деятельности преимущественно в приморской зоне.

Наилучшими условиями для включения в мирохозяйственные процессы обладают приморские провинции, имеющие преимущества в транспортно-географическом положении, специализирующиеся на легкой промышленности, производстве электроники и электротехники и характеризующиеся более высокой степенью разгосударствления экономики, благоприятным предпринимательским климатом. Главными же условиями для реализации их сравнительных преимуществ являются благоприятный в приморских провинциях экономический климат для концентрации как базовых, так и развитых факторов производства, включая трудовые ресурсы и размещение капитала. Более высокая зарплата привлекает сюда мигрантов из внутренних регионов Китая, уровень образования здесь выше, чем в других районах страны, а условия для ведения предпринимательской деятельности существенно лучше, чем в Центральном и Западном

Китае. Таким образом, более высокую конкурентоспособность экономики приморских провинций обеспечивает эффект от концентрации здесь производства (агломерирования) благодаря огромному спросу на китайскую продукцию со стороны зарубежных потребителей, а также концентрации здесь рабочей силы, национального и иностранного капитала, производственной деятельности.

Все это позволяет говорить о том, что именно приморские провинции испытывают непосредственное воздействие внешних факторов, именно в них сформировалась экспортоориентированная модель экономики, и они стали «мировой фабрикой». Об этом свидетельствует и высокий уровень концентрации экспорта: на 4 административные единицы приморья приходится более 2/3 всего китайского экспорта, при этом доля в экспорте у каждой из 20 других административных единиц КНР составляет менее 1%. Экспортная квота в приморских провинциях также отражает их глубокую втянутость в мировое хозяйство (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

**Доля ведущих административных единиц в экспорте КНР и их экспортная квота в 2012 г.\***

Административные единицы	Доля в экспорте КНР, %	Экспортная квота, %
Гуандун	31,1	70,2
Цзянсу	16,3	39,0
Чжэцзян	11,9	44,5
Город центрального подчинения Шанхай	9,5	60,4
КНР в целом	100,0	24,9

\* Рассчитано по [11].

В 7 приморских административных единицах сконцентрировано свыше 2/3 всех прямых иностранных инвестиций, привлекаемых КНР, причем среди первых 4-х провинций по объему привлеченных прямых иностранных инвестиций после 2005 г. присутствуют и три провинции, лидирующие по объему экспорта.

В период экспортоориентированного роста внешние факторы экономического развития углубляли диспропорции пространственной структуры экономики Китая. Так, опережающим темпом росла экономика Восточной зоны, внутри Восточной зоны увеличилась роль Шанхайского региона, внутри провинций усилилось неравенство между городами и сельской местностью, «полосами роста» благодаря эффекту агломерирования стали промышленные кластеры, увеличилась экспортная специализация приморских провинций, возросло значение специальных экономических зон и других территорий интенсивной внешнеэкономической деятельности, ускорилось становление глобальных городов.

Таблица 2

## Доля регионов в основных показателях Китая и темп прироста ВРП\*

Регион	Доля в площади КНР, %	Доля в населении КНР, %, 2012	Доля ВРП региона в ВВП КНР						Среднегодовой темп прироста ВРП, %		
			1978	1995	2000	2005	2010	2012	1979—2005	2009	2012
Восточный	9,5	38,2	43,7	51,2	52,5	55,5	53,1	51,3	12,5	10,7	9,0
Центральный	10,7	26,7	21,7	20,4	20,4	18,8	19,7	20,2	10,2	11,6	11,3
Западный	71,5	27,0	20,6	18,1	17,1	17,0	18,6	19,8	10,2	13,4	13,6
Северо-Восточный	8,3	8,1	14,0	10,3	10,0	8,7	8,6	8,8	9,0	12,6	11,2

\* Рассчитано по [11].

**Масштаб неравенства и тенденция к его снижению.**

Сочетание внешних и внутренних факторов по-разному воздействовало на экономическое развитие регионов. Характерной чертой экономического роста провинций и автономных районов стала разная скорость регионального развития при постепенной смене приоритетов (табл. 2).

После начала экономических реформ на первом этапе очень быстро развивался приморский регион с его более мощной промышленной базой, лучшими условиями для сельскохозяйственной деятельности, емким рынком, где концентрировалась внешнеэкономическая деятельность, создавались открытые территории разного уровня. Темп прироста ВРП здесь стабильно превышал аналогичный показатель для внутренних районов страны, росла и доля региона в обще-китайских показателях ВВП вплоть до начала XXI в. Не сокращался, а даже несколько возрос и разрыв в показателях на душу населения: ВРП на душу населения в Западном и Центральном Китае не достигал и половины от уровня Восточного Китая, причем до 2003 г. «бедные беднели, а богатые богатели», т.е. отсталость внутренних регионов усиливалась (табл. 3).

Во второй половине 2000-х гг. вектор экономического развития административных единиц стал постепенно изменяться: обозначилась тенденция к неко-

торому сокращению разрыва между приморским регионом и внутренними районами — последние по темпу экономического роста начали его опережать. Еще в большей степени эта тенденция стала заметна после очередной волны мирового финансово-экономического кризиса в 2008—2009 гг. От снижения мирового спроса на продукцию, производимую в КНР, в наибольшей степени пострадали приморские провинции, наиболее втянутые в международное разделение труда и обладающие экспортоориентированной экономикой. Это повлекло за собой их отставание по темпу экономического роста. Обозначился «континентальный дрейф» экономики — от приморья во внутренние районы страны. Так, в кризисном 2008 г. наибольшее снижение прироста ВРП наблюдалось у наиболее развитых административных единиц Восточного Китая (г.ц.п. Шанхай, провинции Чжэцзян, Гуандун, Цзянсу, Хайнань), а наименьшее — у менее развитых провинций и автономных районов внутреннего Китая (провинции Цинхай, Цзянси, Нинся-Хуэйский АР, Синьцзян-Уйгурский АР, г.ц.п. Чунцин), а в провинции Шэньси он даже возрос. В 2010 г. ВРП на душу населения в Центральном Китае превысил 50% от уровня Восточного региона, а Западный регион приблизился к этому показателю (табл. 3).

Таблица 3

## ВРП на душу населения в четырех регионах Китая в 2001—2012 гг.\*

Показатель	Регион	2001	2003	2005	2007	2008	2010	2012
ВРП на душу населения, юань	Восточный	13 396	17 330	23 697	32 089	37 023	46 354	57 722
	Центральный	5763	7125	10 576	14 745	17 817	24 242	32 427
	Западный	5183	6438	9163	13 184	15 951	22 476	31 357
	Северо-Восточный	9858	11 858	15 935	21 538	25 929	34 303	46 014
ВРП на душу населения, в % к Восточному региону (Восточный регион принят за 100%)	Восточный	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Центральный	43,0	41,1	44,6	46,0	48,1	52,3	56,2
	Западный	38,7	37,1	38,7	41,1	43,1	48,5	54,3
	Северо-Восточный	73,6	68,4	67,2	67,1	70,0	74,0	79,7

\* Рассчитано по [11].

Более низкий темп роста ВРП в приморских провинциях связан и с постепенным снижением их конкурентных преимуществ из-за роста себестоимости продукции в результате быстрого повышения стоимости рабочей силы и соответственно заработной платы занятых в трудоемких отраслях промышленности. Именно в восточных провинциях начал ощущаться дефицит в рабочей силе, вызванный, с одной стороны, последствиями жесткой политики ограничения рождаемости (в трудоспособный возраст вступило поколение единственных детей в семье), а с другой — ускоренным созданием рабочих мест во внутренних районах страны, что снизило стимулы к миграции в приморье. Потеря Китаем сравнительных преимуществ, связанных с дешевой рабочей силой, позволяет некоторым ученым, экспертам и политологам говорить о грядущем скором коллапсе Китая как крупной экономической державы. Однако средний уровень заработной платы даже в приморских районах КНР все еще многократно отстает от соответствующих показателей в развитых странах, а трудовой потенциал стран Южной и Юго-Восточной Азии (за исключением Индии), где стоимость рабочей силы ниже, существенно меньше. Индия же занимает иную нишу в международном разделении труда, ориентируясь не на массовое использование дешевого труда, а на использование ограниченных высококвалифицированных специалистов, специализируясь на производстве программного продукта и услуг (колл-центры, бэк-офисные услуги и т.п.) [4].

Хотя коэффициент вариации и в 2012 г. оставался высоким, что отражает значительную степень неравномерности развития, но очевидно некоторое сглаживание различий, о чем свидетельствует снижение этого показателя, причем процесс носит устойчивый характер. В то же время уменьшаются различия между максимальным и минимальным показателем ВРП на душу населения (табл. 4).

Таблица 4

**Оценка равномерности распределения ВРП на душу населения между административными единицами Китая\***

Показатель	Год				
	2000	2003	2005	2010	2012
Коэффициент вариации, %	76	77	66	51	48
Превышение максимального над минимальным показателем ВРП на душу населения, раз	13	9	10	6	5
Индекс Тейла	0,207	0,213	0,177	0,115	0,088

\* Рассчитано по [11].

Аналогичные тенденции отражает индекс Тейла, значение которого начиная с 2003 г. постоянно снижается (табл. 4), что отражает некоторое сглаживание

глубоких региональных различий в экономическом развитии административных единиц Китая.

Интересные выводы позволяет сделать также недавно опубликованный (31 декабря 2013 г.) на сайте Государственного комитета по статистике КНР сводный индекс развития и уровня жизни (development and life index), позволяющий вести всесторонний мониторинг развития административных единиц страны [3]. Индекс основан на методике расчета индекса человеческого потенциала, а также ряда других индексов, включает 42 показателя, характеризующих разные стороны социально-экономического развития КНР. Все показатели имеют определенный вес и объединяются в 5 групп, в соответствии с которыми рассчитываются индексы экономического развития, роста уровня жизни, социального развития, экологического развития, а также инновационных технологий. Сводный индекс показывает, что различия по комплексу показателей менее выражены, чем по отдельным экономическим критериям, причем эти различия также имеют тенденцию к снижению. Если в 2000 г. отношение коэффициентов для г.ц.п. Пекин (максимальный показатель) и провинции Гуйчжоу (минимальный показатель) составил 2,24, то в 2005 г. это отношение составило 2,14 (между г.ц.п. Пекин и провинцией Ганьсу), а в 2012 г. — 1,78 (между г.ц.п. Пекин и ТАР). При этом даже в 2012 г. огромный разрыв сохранился по индексу инновационных технологий: самый высокий показатель для Пекина превышает самый низкий у ТАР в 30,6 раза. Более равномерное распределение показателей уровня жизни по сравнению с показателями производства отражает усилия китайского руководства по перераспределению «дивидендов» опережающего экономического развития приморских районов.

Определенную роль в подтягивании центральных и западных провинций к восточным сыграла начавшаяся в конце XX в. реализация нескольких государственных программ: «Идти на Запад» (с 1999 г.), «Возрождение старых промышленных баз Северо-Востока» (с 2003 г.), «Подъем Центрального Китая» (с 2005 г.), а также «Семилетняя программа сокращения бедности» (1994—2000), касающаяся в первую очередь внутренних районов, где сконцентрирована основная часть бедных уездов; «Программа переноса промышленности» (с 2009 г.), предусматривающая создание новых производственных мощностей во внутренних районах. Но на фоне особого внимания к развитию внутренних районов страны приморские провинции получают новые преимущества в контексте новой парадигмы экономического развития, ориентированного в первую очередь на внутренний спрос. Политика ускоренной урбанизации, выдвинутая в качестве приоритетного направления развития на ближайшие годы руководителями страны «пятого поколения» Си Цзиньпином и Ли Кэцзяном, также должна обеспечить использование потенциала расширения внутреннего спроса. Именно приморские провинции с более

высокими доходами населения обладают возможностями к расширению личного потребительского спроса. Рост миграционных потоков с запада на восток и из центра на восток в условиях смягчения ограничений института прописки (хукоу) способствует ускорению урбанизации и усилению роли формирующихся мегалополисов (Дельты р. Чжунцзян, Дельты р. Янцзы и Пекин-Тяньцзинь-Бохайского).

Приморские провинции могут получить приоритетное развитие также в связи с тем, что одним из главных направлений экономического развития КНР становится изменение места страны в международных цепочках создания добавленной стоимости. Переход к производству продукции с высокой добавленной стоимостью с использованием высоких технологий и высококвалифицированной рабочей силы возможен прежде всего в приморском регионе, обладающем развитыми факторами производства.

Дальнейший вектор регионального развития будет определяться, с одной стороны, акцентом на ускоренный рост внутренних районов, с другой — усиленным вниманием к инновационному развитию, производству продукции с высокой добавленной стоимостью, расширению потенциала внутреннего спроса, что создаст лучшие условия для приморских провинций.

#### Выводы:

— глубинные различия в уровнях экономического развития приморских и внутренних провинций определяются географической логикой хозяйственного освоения территории Китая, отражают дихотомию

суша—море и характеризуют инерционность территориальной структуры хозяйства;

— внутренние и внешние факторы экономического развития Китая в пореформенный период (после 1978 г.) определили разный темп экономического роста провинций. В период активной реализации экспортоориентированной модели в условиях роста значения имеющихся конкурентных преимуществ и эффекта масштаба опережающими темпами росла экономика приморских провинций, что усилило диспропорции регионального развития;

— меры региональной государственной политики, направленной на приоритетное развитие Центрального и Западного Китая, снижение значения внешних факторов в период глобального финансово-экономического кризиса в 2008—2009 гг., рост стоимости рабочей силы в приморских провинциях привели к смене вектора регионального развития КНР. Анализ динамики значений коэффициента вариации и индекса Тейла подтверждает тенденцию к снижению неравномерности экономического развития провинций Китая на современном этапе;

— устойчивая тенденция к снижению глубины региональных диспропорций определяется характером воздействия на региональную структуру экономики страны таких факторов, как переход к модели экономического развития, ориентированного на внутренний спрос, ускоренная урбанизация, изменение места КНР в международных цепочках формирования добавленной стоимости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондрашова Л.И., Корнейчук Н.В. КНР: реформа и региональная экономическая политика. М.: ИМЭПИ РАН, 1998.
2. Кондрашова Л.И. Современная региональная политика КНР. М.: Институт экономики РАН, 2007.
3. Результаты статистического мониторинга индекса развития и уровня жизни в 2012 г.: 2012 нянь дицзюй фачжань юй миншэн чжишу (DLI) тунци цянцэ цзего (Results of Statistical Monitoring of Regional Development and Life Index (DLI) in 2012). URL: [http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201312/t20131231\\_492765.html](http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201312/t20131231_492765.html) (дата обращения: 09.02.2014).
4. Самбурова Е.Н. Сохранит ли Китай конкурентные преимущества своей экономики? // Азия и Африка сегодня. 2013. № 9. С. 16—21.
5. Demurger S., Sachs J.D., Wing Thye Woo, Bao S. Geography, economic policy and regional development in China. Harvard: Center for International Development at Harvard University, 2001.
6. Knight J. Reform, growth and inequality in China // Asian Econ. Policy Rev. 2008. N 3. P. 140—158.
7. Wan Guanghua. Inequality and growth in modern China. Oxford University Press, 2008.
8. Wei Houkai, Wang Yeqiang, Bai Mei. The micro-analysis of regional economy in China: a perspective of firm relocation // Ser. on Chinese Economics Res. 2013. Vol. 3.
9. Wei Y. Dennis. Regional development in China: States, globalization, and inequality. L.: Routledge, 2000.
10. World economic outlook April 2013. International Monetary Fund, Washington, DC, 2013. URL: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2013/01/pdf/text.pdf> (дата обращения: 8.02.2014).
11. Чжунго тунци няньцзянь 2013. (China Statistical Yearbook 2013). Пекин: Тунци чубаньшэ, 2013.
12. Яо Минь. Чжунго цюйюй цзинци чжэнцэн яньцзинь юй цюйюй цзинци фачжань бяньхуа фэньси (Regional Policy Evolution and Regional Economic Growth Changes in China) // Чжунго фачжань (Бэйцзин). 2011. N 4. P. 70—74.
13. Ян Лун, Ху Хуэйсюань. Чжунго цюйюй фачжаньлюэ дэ чжачжэн цзи дуй фуци гуаньси дэ иньсян (Adjustment of China's Regional Development Strategy and its Impact on Intergovernmental Relationships) // Нанькай сюэбао. 2012. N 2. С. 35—47.
14. Ян Юйчжэнь. Хоуфа цюйюй дэ луцзин сюаньцзэ: фэй цзюньхэн тупо ихо баожунсин цзэнчжан? (Road Choice of Backward Regions: Unbalanced Breakthrough or Inclusive Growth?) // Гайгэ (Чунцин). 2012. N 3. С. 78—83.

**E.N. Samburova**

**REGIONAL DISPARITIES IN THE PRESENT-DAY DEVELOPMENT  
OF CHINA'S ECONOMY**

The problems of historically formed regional disparities in the economic development of China are discussed. The extent and dynamics of regional “inequality” are analyzed. The role of internal and external factors of economic development during the post-reform period, which deepen or smooth out regional disparities, is analyzed. The trend of reducing degree of regional disparities is the result of financial and economic crisis, regional policy of the PRC leaders and the growth of labor costs in the coastal provinces of China.

*Key words:* regional disparities, regional development in China, factors of economic development, regional policy.

УДК 911.3

С.А. Горохов<sup>1</sup>

## РЕЛИГИОЗНАЯ МОЗАИЧНОСТЬ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ СОВРЕМЕННОГО МИРА

Статья посвящена выявлению особенностей религиозной структуры населения в регионах мира. На основе предлагаемого автором модифицированного индекса конфессиональной мозаичности установлена степень их религиозной гетерогенности. Особое внимание уделено анализу влияния уровня конфессиональной мозаичности на величину валового внутреннего продукта на душу населения.

*Ключевые слова:* религиозная структура, модифицированный индекс конфессиональной мозаичности, ВВП на душу населения, информационное поле религии.

**Введение.** Классическая теория секуляризации, постулаты которой в относительно завершённом виде сформулированы в 50—60-е гг. XX в., утверждала, что религия будет постепенно терять свое влияние в обществе, т.е. уровень религиозности в мире будет падать. Однако этот прогноз был пересмотрен многими специалистами в связи с тем, что религия стала возвращаться в экономику, политику и иные сферы жизни общества. Действительно, если сейчас лишь около 10% населения мира можно отнести к числу неверующих, то в 1970 г. их было по крайней мере в 2 раза больше [11, 17]. В связи с этим возникли новые теории, объясняющие роль религии в обществе.

**Постановка проблемы.** Религия не статична, ее функции в обществе меняются, однако направления этих изменений представляются в настоящее время мало определенными. В то же время некоторые аспекты пространственных изменений достаточно ясны: нынешний век — век территориального соперничества христианства и ислама. Действительно, уже сейчас мы являемся свидетелями своеобразной географической инверсии ареалов распространения указанных религий — христианство постепенно будет сдвигаться на глобальный Юг, в то время как ислам будет двигаться на Север. В то же время очевидно, что новое южное христианство не будет всего лишь заимствованной копией христианства Запада и Севера; то же самое можно сказать и об изменениях традиционного ислама.

При этом ислам, христианство, а также значительная часть других религий внутренне неоднородны — разнообразные направления и течения существенным образом затрудняют, а иногда делают фактически невозможным более или менее точно прогнозировать перспективы их дальнейшего развития. Тем не менее комплексный анализ вклада каждой

религии в общий показатель религиозной неоднородности (мозаичности) территории и в свою очередь оценка влияния религии на различные сферы жизни общества, в том числе экономику, становятся вполне осуществимыми.

**Материалы и методы исследований.** Отечественными специалистами предложено много разных индексов, количественно интерпретирующих мозаичность (обычно этническую) той или иной территории. Недостатки некоторых из них относительно подробно изложены в [4]. В связи с этим обратимся к наиболее часто используемому в отечественных исследованиях индексу мозаичности Эккеля (ИМЭ) [9] в форме

$$\text{ИМЭ} = 1 - \sum_{i=1}^m \pi_i^2, \quad (1)$$

где в случае конфессиональной мозаичности  $m$  — количество конфессий в исследуемом регионе;  $\pi$  — доля  $i$ -й конфессии в конфессиональной структуре исследуемого региона.

Соотношение (1) на основе постулатов теории вероятностей выведено из индекса Хиршмана—Херфиндаля [15] Дж. Гринбергом в 1956 г. для измерения лингвистической мозаичности территорий, жители которых владеют лишь одним языком<sup>2</sup>. (В связи с этим, хотя Б.М. Эккеля и нельзя считать первооткрывателем индекса мозаичности в виде (1), честь применения последнего в нашей стране для анализа этнической мозаичности принадлежит именно ему.) Уже в XXI в. многие географы стали использовать ИМЭ для выявления степени конфессиональной мозаичности территории (например, [5, 7]).

При этом в большинстве случаев, к сожалению, не принимаются во внимание следующие недостат-

<sup>1</sup> Институт географии РАН, отдел социально-экономической географии, докторант, кафедра экономической и социальной географии МПГУ, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: stgorohov@yandex.ru

<sup>2</sup> Несмотря на то что случаи полилингвальности встречаются очень часто, поликонфессиональность (и тем более полиэтничность) каждого человека в определенный момент времени — явление сравнительно редкое. В связи с этим в статье, если не указано иное, подразумевается, что один человек исповедует одну религию.

ки индекса Эккеля в форме (1), ограничивающие его использование:

1) нечеткость диапазона принимаемых значений. Действительно, множество значений индекса принадлежит интервалу от нуля (самая низкая мозаичность, все жители — адепты одной религии) до  $1 - 1/m$  (самая высокая мозаичность, все религии<sup>3</sup> имеют минимальное и равное число адептов), хотя во многих работах, в том числе в иностранных [12], в качестве верхней границы неверно указывается единица, на самом деле представляющая собой своего рода асимптоту;

2) неявная зависимость значения от числа религий, исповедуемых на данной территории, что подчеркнуто, например, в [13]. Производными этого ограничивающего фактора являются следующие закономерности: во-первых, при некоторых соотношениях долей верующих ИМЭ принимает одинаковые или очень близкие значения — в парах  $\{2/3, 1/6, 1/6\}$  и  $\{1/2, 1/2\}$ ,  $\{3/5, 2/5\}$  и  $\{7/10, 1/10, 1/10, 1/10\}$  и др. Во-вторых, не имеет четкого объяснения и тот факт, что в случае отличающихся, но равных между собой соотношениях долей верующих ( $\{1/2, 1/2\}$  и  $\{1/3, 1/3, 1/3\}$  и т.д.) ИМЭ, наоборот, принимает разные значения. Это обстоятельство особенно важно, поскольку индекс мозаичности должен не просто отражать количественное соотношение между религиями, но и указывать на степень гетеро- или гомогенности анализируемой территории по конфессиональному признаку.

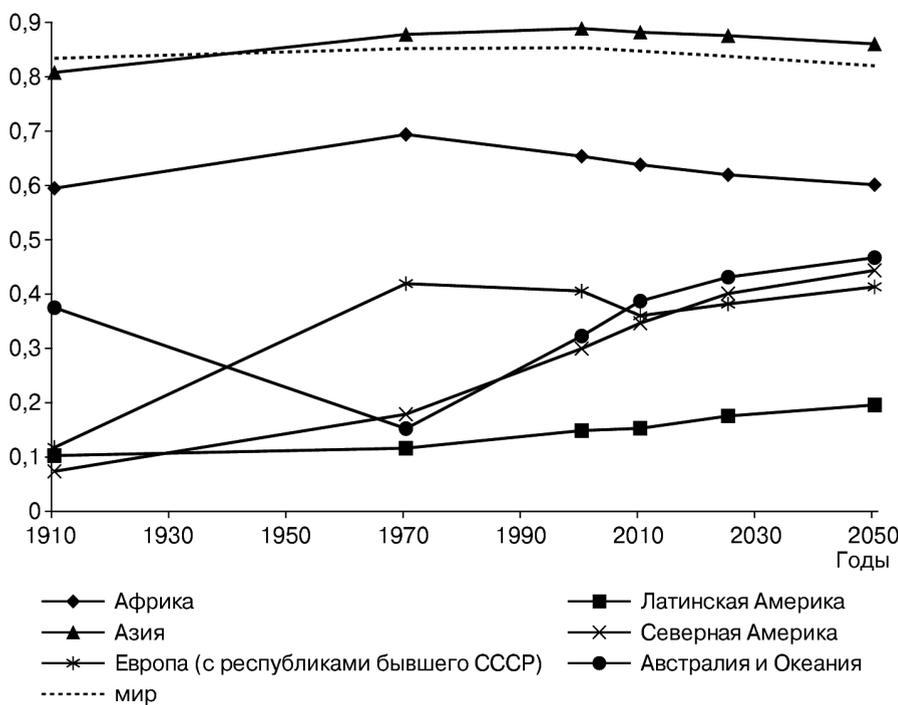
Попытаемся преодолеть указанные выше недостатки ИМЭ. Для этого в декартовой системе координат нанесем множество всех значений, которые он принимает, на ось  $Ox$ : они образуют отрезок с концами 0 и  $1 - 1/m$  на положительном направлении оси  $Ox$ . Учитывая упомянутый выше первый недостаток, выберем на  $Ox$  две точки с координатами 0 и 1. В этом случае, очевидно, новое уравнение, описывающее множество значений модифицированного индекса мозаичности (МИМ) на отрезке прямой от 0 не до  $1 - 1/m$ , а до 1, примет вид (в случае единственной религии неопределенность  $0/0$  легко раскрывается по правилу Лопиталя):

$$\frac{\text{МИМ} - 0}{1 - 0} = \frac{\text{ИМЭ} - 0}{(1 - 1/m) - 0} \Leftrightarrow \Leftrightarrow \text{МИМ} = \frac{1 - \sum_{i=1}^m \pi_i^2}{1 - 1/m} \quad (2)$$

Таким образом, предлагаемый модифицированный индекс мозаичности представляет собой нормированный ИМЭ, множество значений которого принадлежит интервалу  $[0; 1]$ . МИМ свободен и от других недостатков ИМЭ. Число исповедуемых конфессий присутствует в знаменателе правой части уравнения (2), поэтому МИМ формально не зависит от этого показателя. Более того, чем ближе значение МИМ к 1, тем более гетерогенна (с близкими значениями долей рассматриваемых религий) в конфессиональном отношении рассматриваемая территория. Подтверждается это тем, что для отличающихся, но равных между собой соотношений долей верующих (см. выше) значение МИМ равно 1. При этом одинаковые значения МИМ для разных соотношений долей верующих исключаются<sup>4</sup>.

**Результаты исследований и их обсуждение.** С помощью (2) рассчитаны значения модифицированного индекса конфессиональной мозаичности для регионов мира. Динамика этих значений за период 1910—2050 гг. [11, 17] с учетом прогнозных оценок представлена на рисунке.

Обратим внимание на небольшой разброс значений индекса (0,1 пункта) для регионов глобального Юга (условно Латинская Америка, Африка и Азия) и достаточно высокий для глобального Севера. Христианство абсолютно преобладает, по крайней мере на протяжении 1910—2050 гг., в регионах глобального Севера (конфессионально относительно гомогенные



Динамика значений модифицированного индекса конфессиональной мозаичности по регионам мира за 1910—2050 гг. (рассчитано и составлено автором по [11, 17])

<sup>3</sup> Допущение в достаточной степени условно, однако в статье сюда включены и неверующие — атеисты и агностики.

<sup>4</sup> А если таковые и найдутся, то этот факт можно объяснить одинаковой гетеро-/гомогенностью рассматриваемых территорий в религиозном отношении.

регионы), в настоящее время около 80% населения. При этом если в начале указанного периода второе место по доле адептов занимали иудаизм в Северной Америке (1,9%) и Европе (2,4%) и этнические религии в Австралии и Океании (19,6%), то в скором времени повсеместно на глобальном Севере их сменили атеизм и агностицизм (суммарно ~13% населения в настоящее время).

В то же время в Азии и Африке (конфессионально относительно гетерогенные регионы) существовал и продолжает существовать количественный дисбаланс между основными религиями, причем первенство достаточно часто переходило от одной из них к другой. Так, в 1910 г. в Африке большую часть населения составляли адепты этнических религий (58,0%), в то время как в Азии — китайской традиционной религии (38,2%). К началу последней трети XX столетия их сменили мусульмане (~38%) и неверующие (~25%) соответственно. Рубеж XX и XXI столетий ознаменовался лидерством в указанных регионах христианства (46%) и ислама (26%) (эта тенденция сохранится, по прогнозам, по крайней мере до 2050 г.). При этом сложилась в определенной степени уникальная ситуация: смена одних религий — лидеров по числу адептов — другими происходила таким образом, что значения МИМ изменялись в очень узких пределах. Конфессиональная ситуация в Африке при этом отличается особой сложностью, это связано с широким распространением в регионе синкретических верований, что определяется высоким уровнем этнической неоднородности населения.

В связи с указанным уместен вопрос: необходимо ли проводить достаточно громоздкие вычисления для нахождения значений модифицированного индекса конфессиональной мозаичности вместо анализа только списочного состава долей адептов различных религий? На наш взгляд, ответ в данном случае положителен. Поясним это на примере Латинской Америки — своеобразного региона-лимитрофа в рамках конфессиональной мозаичности. При анализе доли адептов религий в общем населении Латинской Америки получается следующая картина: на протяжении всего рассматриваемого периода (1910—2050) христиане составляли и будут составлять в дальнейшем абсолютное большинство, хотя их доля будет медленно снижаться (с 95 до 90% на концах интервала). По этому показателю регион похож на достаточно однородные в религиозном отношении регионы глобального Севера, т.е. он конфессионально относительно гомогенный. Более того, здесь, в отличие от

конфессионально относительно гетерогенных Африки и Азии, совершенно не наблюдается интенсивное «столкновение» (по С. Хантингтону) между религиями<sup>5</sup>. В то же время при анализе интервала значений МИМ для Латинской Америки за 1910—2050 гг. выясняется, что здесь характер развития религий напоминает таковой именно в регионах глобального Юга. Как будет показано ниже, это не единственный пример промежуточного положения Латинской Америки между Севером и Югом в религиозном отношении.

Иными словами, МИМ дает возможность оценить количественную составляющую конфессиональной ситуации на определенной территории комплексно, т.е. «аккордом, а не одним пальчиком», по меткому выражению Н.Н. Баранского. Более того, в условиях нехватки некоторых данных религиозной статистики, препятствующих адекватному конфессионально-географическому анализу, он позволяет несколько сгладить случайные колебания значений численности адептов религий, поскольку не зависит от числа последних.

Случайные колебания встречаются достаточно часто, в том числе вследствие значительно большей динамичности религиозной самоидентификации, которая на уровне индивидуального сознания — при прочих равных условиях — трансформируется легче, чем в случае с этнической общностью. Достаточно вспомнить единовременный (хотя и тщательно подготовленный) переход в 1956 г. нескольких сотен тысяч неприкасаемых из касты махаров в г. Нагпур (Индия) из индуизма в буддизм по инициативе Б.Р. Амбедкара<sup>6</sup>. Таким образом, величина значений, которые принимает МИМ, в определенной степени обусловлена «действием» теории рефлексивности и знаменитой теоремы У.А. Томаса<sup>7</sup>. Иными словами, религиозность (или, скорее, индекс конфессиональной мозаичности), как и этничность, является эндогенным параметром.

В то же время уровень религиозной мозаичности (в нашем случае количественно выраженный в виде МИМ) в свою очередь может определять степень интенсивности экономических, политических и иных процессов<sup>8</sup>. Комплексную оценку их взаимовлияния необходимо проводить отдельно, здесь же подробно остановимся лишь на последнем случае и попытаемся ответить на вопрос: относится ли конфессиональная гетеро- или гомогенность (в виде МИМ) к параметрам, определяющим экономическое благосостояние населения той или иной территории.

Отметим, что значительная часть работ, посвященных изучению указанных связей, сводится только

<sup>5</sup> Однако применительно к Африке необходимо пояснить, что частые военные конфликты на континенте обусловлены скорее низким уровнем доходов населения, а не большой конфессиональной неоднородностью.

<sup>6</sup> Подробнее о принципах оценки уровня религиозности см. [2].

<sup>7</sup> Теорема гласит, что «ситуации, определяемые людьми как реальные, реальны по своим последствиям» [18].

<sup>8</sup> Именно в качестве независимой переменной рассматривает религию в работе «Протестантская этика и дух капитализма» М. Вебер.

к их поперечному анализу. Связано это в первую очередь с нехваткой адекватных средне- и долгосрочных ретроспективных данных, количественно описывающих как конфессиональную мозаичность территорий, так и уровень их экономического развития. Тем не менее, как показало наше исследование, продольный анализ вкупе с поперечным позволяет сделать новые, порой весьма неожиданные выводы.

В качестве исходных данных для парного регрессионного анализа автором выбраны, с одной стороны, расчетные значения МИМ для регионов мира, отраженные на рисунке, а с другой — относительно доступные данные за период 1910—2030 гг.<sup>9</sup>, так или иначе характеризующие уровень экономического благополучия, т.е. значения ВВП на душу населения в тех же регионах за указанное или близкое время<sup>10</sup> (таблица).

**Значения ВВП на душу населения и МИМ мира и его регионов**

Регион	Год				
	1913	1970	2000	2008	2030
Африка	637 0,595	1335 0,694	1447 0,654	1780 0,638	2027 0,620
Латинская Америка	1494 0,103	3996 0,116	5889 0,149	6973 0,153	8648 0,176
Азия	695 0,808	1528 0,878	3798 0,889	5611 0,882	10737 0,876
Европа (с республиками бывшего СССР)	2555 0,118	7332 0,419	11649 0,406	14606 0,360	21277 0,382
Северная Америка	5237 0,074	14744 0,179	27873 0,300	30596 0,346	44891 0,401
Австралия и Океания	5156 0,375	11871 0,152	20819 0,323	24199 0,387	35179 0,431
Мир	<b>1524</b> <b>0,834</b>	<b>3729</b> <b>0,852</b>	<b>6038</b> <b>0,854</b>	<b>7614</b> <b>0,847</b>	<b>11814</b> <b>0,838</b>

**Примечание.** В верхней строке — значение ВВП на душу населения в международных долларах 1990 г.; в нижней строке — значение модифицированного индекса конфессиональной мозаичности в долях единицы. Рассчитано и составлено автором по материалам [6, 11, 14, 17].

При этом вследствие достаточно высокой инерционности показателя МИМ в течение относительно непродолжительного временного интервала (до 10 лет, иногда более) в качестве контрольных отсечек брались 1913, 1970, 2000 и 2008 гг., а в качестве прогнозного — 2030 г.

<sup>9</sup>Для 2050 г. таковые не найдены.

<sup>10</sup>Для уточнения линейной зависимости использована логарифмическая шкала. Для проверки нулевой  $H_0$  (для коэффициента наклона  $b_2 = 0$  предполагаемого линейного уравнения указанной зависимости  $\lg(\text{ВВП на душу населения}) = b_1 + b_2 \cdot \lg(\text{МИМ}) + c$ , где  $b_1$  и  $b_2$  — параметры,  $c$  — случайный член) и альтернативной  $H_1$  ( $b_2 \neq 0$ ) гипотез использован двусторонний  $t$ -тест.

<sup>11</sup>Процент респондентов, ответивших «да» на вопрос всемирного опроса Гэллага: «Удовлетворены ли вы или не удовлетворены существующей в вашей стране свободой выбора того, чем вы будете заниматься в жизни?» [3].

Поперечный анализ данных для каждого года в целом для мира и для объединенной группы регионов (таблица) показал, что нулевая гипотеза в каждом случае не отклоняется при 5%-м уровне значимости. Это подтверждает статистическую незначимость коэффициента регрессии  $b_1$ , а следовательно, можно сделать вывод, что уровень ВВП на душу населения *в общем случае* не зависит от религиозной мозаичности. К схожим выводам, полученным, однако, с помощью обычного индекса (религиозной) мозаичности Эккеля для группы стран мира, пришли и другие исследователи [12]. В то же время продольный анализ (без учета лагов) для каждого региона в отдельности дал совершенно неожиданный результат: ретроспективные данные показали, что *из общего тренда на отсутствие зависимости между ВВП на душу населения и религиозной мозаичностью выбиваются Северная Америка* (при 0,1%-м уровне значимости) *и Латинская Америка* (при 5%-м уровне значимости).

**Выводы:**

— возможным объяснением связи между уровнем религиозной мозаичности и размером ВВП на душу населения для Северной Америки может служить наличие выявленной в [10] корреляции между уровнем мозаичности и качеством государственного управления. В качестве основного аргумента при этом приводится тот факт, что «...религиозная мозаичность, как правило, выше в более толерантных и свободных государствах, таких как США». В то же время если оценивать показатель удовлетворенности свободой выбора<sup>11</sup> для большинства стран Европы (где не наблюдается выявленная нами закономерность) с очень высоким уровнем человеческого развития в них, то в большинстве стран (за исключением стран Восточной Европы) значения последнего выше, чем в США (85% населения удовлетворены), и находятся примерно на уровне Канады (90—95%) [3];

— исключительность европейской ситуации можно объяснить беспрецедентно высоким уровнем секуляризации в регионе, большими, в значительной степени конъюнктурными, колебаниями религиозности населения Восточной Европы до и после крушения в них коммунистических режимов. Прогнозируемое повышение конфессиональной мозаичности в Европе — результат активной миграции из развивающихся, прежде всего из мусульманских, стран. Конфессиональное разнообразие населения в странах Западной Европы оказалось под защитой государственной политики мультикультурализма, институализирующей культурные и религиозные различия;

— в качестве альтернативы обычному индексу мозаичности можно рекомендовать использование аналога предложенного Д.Н. Познером [16] индекса политически значимых религиозных групп. Однако дело не только в уточнении методики исследования. Снижение в Латинской Америке неравенства, происходящее с 2000 г. в противоположность глобальным тенденциям [3], а также активное внедрение трудовой этики, что связано с проникновением сюда протестантизма, приведет к дальнейшему повышению уровня жизни населения региона<sup>12</sup>. Уже сейчас происходит сближение конфессиональной структуры населения Северной и Латинской Америки. Этот феномен объясняется, с одной стороны, активным проникновением в Северную Америку католицизма, что происходит в результате миграции населения из стран Латинской Америки, а с другой — обращением значительного числа латиноамериканцев в протестантизм в результате миссионерской деятельности североамериканских религиозных центров. В США и Бразилии сложилась зеркальная конфессиональная структура

населения — в США при доминировании протестантов католики составляют почти 25% населения, а в традиционно католической Бразилии протестантизм исповедуют более 22% населения;

— несмотря на указанные противоречия, обратное влияние экономики, политики и иных сфер на религиозную мозаичность часто приводит к резким колебаниям последней, это может повлечь за собой ложный вывод об отсутствии зависимости между уровнем мозаичности и значениями избранных показателей. В то же время при определенных условиях религиозная мозаичность может служить тем фактором, который через иные переменные может усиливать (или ослаблять) эффективность воздействия последних непосредственно на рост показателя ВВП на душу населения. При этом на первый план выдвигается не столько собственно уровень конфессиональной мозаичности, сколько интенсивность информационных полей (по А.Д. Арманду [1] и Б.Н. Зимину [8]) формирующих его религий и связанных с ними новых форм экономической жизни.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд А.Д. Теория поля и проблема выделения геосистем // Вопросы географии. Сб. 98. М.: Мысль, 1975. С. 92—106.
2. Горохов С.А. Религиозная идентичность как фактор формирования конфессиональных регионов современного мира // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 5. С. 49—55.
3. Доклад о человеческом развитии 2013. Возвышение Юга: человеческий прогресс в многообразном мире. М.: Весь Мир, 2013. 204 с.
4. Дорофеева Д.Ю., Савоскул М.С. Изменение этнической мозаичности регионов России // Этническая демография / Под ред. И.А. Даниловой, О.А. Хараевой. М.: МАКС Пресс, 2010. С. 72—93.
5. Манаков А.Г. Геокультурное пространство северо-запада Русской равнины: динамика, структура, иерархия. Псков: Центр «Возрождение», при содействии ОЦНТ, 2002. 300 с.
6. Мэддисон Э. Контурсы мировой экономики в 1—2030 гг. Очерки по макроэкономической истории / Под ред. О. Филаточевой. М.: Изд. Института Гайдара, 2012. 584 с.
7. Озем Г.З. Конфессиональное районирование Беларуси // Вестн. БГУ. Сер. 2. 2008. № 1. С. 90—95.
8. Размещение производства в рыночной среде. Из трудов Б.Н. Зимина / Сост. А.П. Горкин, Ю.Г. Липец. М.: Альфа-М, 2003. 176 с.
9. Эккель Б.М. Определение индекса мозаичности национального состава республик, краев и областей СССР // Сов. этнография. 1976. № 2. С. 33—42.
10. Alesina A., Devleeschauwer A., Easterly W. Fractionalization. URL: <http://post.economics.harvard.edu/hier/2002papers/2002list.html> (дата обращения: 18.11.2012).
11. Atlas of global christianity / Ed. T.M. Johnson, K.R. Ross. Edinburgh: Edinburgh University Press Ltd, 2009. 364 p.
12. Campos N.F., Saleh A., Kuzeyev V. Dynamic ethnic fractionalization and economic growth // J. Intern. Trade & Economic Development. 2011. Vol. 20, N 2. P. 129—152.
13. Fearon J.D. Ethnic and cultural diversity by country // J. Econ. Growth. 2003. N 8. P. 195—222.
14. Groningen growth and development centre. Maddison Historical Statistics. URL: <http://www.ggd.net/maddison/oriindex.htm> (дата обращения: 24.06.2013).
15. Hirschman A.O. The paternity of an index // Amer. Econom. Rev. 1964. Vol. 54, N 5. P. 761—762.
16. Posner D.N. Measuring Ethnic Fractionalization in Africa // Amer. J. Political Sci. 2004. Vol. 48, N 4. P. 849—863.
17. Religions of the World: a comprehensive encyclopedia of beliefs and practices / Ed. J.G. Melton, M. Baumann. Santa Barbara: ABC-CLIO, 2002 (1st edition). 1507 p.; 2010 (2nd edition). 3200 p.
18. Thomas W.I., Thomas D.S. The child in America: behavior problems and programs. N.Y.: Alfred A. Knopf, 1928. 583 p.

Поступила в редакцию  
18.12.2014

<sup>12</sup> Показатель религиозной свободы, рассчитываемый на основе анализа уровня общественных и административных ограничений религиозной деятельности, по состоянию на 2010 г. составляет 1,9 пункта для Северной Америки и 2,5 пункта для Латинской Америки (среднегодовой темп прироста значений показателя к 2010 г. равен +1,1% и -0,2% соответственно) [11].

S.A. Gorokhov

**RELIGIOUS FRACTIONALIZATION AS A FACTOR  
OF REGIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE MODERN WORLD**

The article deals with specific features of the religious structure of population in particular regions of the world. The author suggests a modified index of confessional fractionalization to determine the degree of regional religious heterogeneity. Of particular importance is the analysis of how the level of confessional fractionalization influences the per capita value of the gross domestic product.

*Key words:* religious structure, modified index of confessional fractionalization, per capita GDP, informational field of religion.

УДК 551.89:551.793(470.3)

Н.Г. Судакова<sup>1</sup>, Г.М. Немцова<sup>2</sup>, Н.И. Глушанкова<sup>3</sup>

## ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОСТАВА МОРЕН В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ<sup>4</sup>

Рассмотрены региональные и эволюционные особенности формирования вещественного состава морен. В результате системного анализа и обобщения представительного аналитического материала о составе терригенных, аутигенных, глинистых минералов и карбонатности составлены карты-схемы и модель, демонстрирующие пространственные и эволюционные тренды изменчивости показателей. Выявлены тенденции посекторных изменений состава, обусловленные освоением ледниковыми потоками различных удаленных, транзитных и местных питающих провинций. Документально подтверждены направленные во времени преобразования состава. Установленные закономерности ледникового литогенеза необходимо учитывать при палеогеографических реконструкциях и в целях надежной межрегиональной корреляции ледниковых горизонтов.

*Ключевые слова:* ледниковый литогенез, морены, минералогия, карбонатность, системный анализ, палеогеографические закономерности, стратиграфия, литологическая корреляция.

**Введение.** Вещественный состав ледниковых отложений хранит ценную генетическую, геологическую и палеогеографическую информацию об условиях ледникового литогенеза. Однако ее объективная расшифровка представляет непростую задачу, для решения которой необходимо применять системный подход, иметь надежный теоретический фундамент, соответствующую методику изучения и достаточный объем репрезентативных лабораторных данных. Актуальность выявления закономерностей ледникового литогенеза определяется тем, что нужно оценить возможность корректного использования показателей состава морен для расчленения толщ и корреляции разновозрастных горизонтов. Во избежание ошибок важно обосновать правомерность их пространственной и временной сопоставимости. Анализ палеогеографических закономерностей развития гляциолитосистем расширяет представления о структуре и динамике покровных оледенений обширной территории.

**Постановка проблемы.** В результате изучения различных аспектов ледникового литогенеза создана база данных для сравнительного регионального анализа минералогических, петрографических, геохимических данных и физических свойств морен [1—3, 9, 13—15]. Вместе с тем очевидно, что без знания и учета закономерностей изменчивости вещественного состава невозможно корректное применение литологического анализа, поэтому необходимы дальнейшие теоре-

тические разработки и усовершенствование методических приемов.

В связи с этим мы решали следующие приоритетные задачи: 1) региональный анализ строения и состава разновозрастных морен в центре Восточно-Европейской равнины; 2) выявление тенденций пространственной изменчивости минералогических спектров и карбонатности морен; 3) установление эволюционных трендов изменчивости показателей состава и диагностических признаков разновозрастных морен; 4) построение обобщающей модели пространственно-временной структуры литологических показателей морен.

**Материалы и методы исследований.** Исходным материалом для обобщения послужили массовые анализы минералогического состава терригенной и глинистой составляющих, а также карбонатности морен, выполненные по единой методике по образцам из опорных и стратотипических разрезов Восточно-Европейской равнины [1, 4, 8—12, 15].

Выдвинутая К.К. Марковым [7] палеогеографическая концепция пространственно-временного развития природного комплекса составляет надежный теоретический фундамент для поиска закономерностей ледникового литогенеза. Палеогеографически обусловленные гляциолитосистемы развиваются под влиянием геологических [2, 13], фациально-генетических [5, 6] и палеогеографических [15] факторов,

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена; вед. науч. с.; e-mail: ng.sudakova@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена; ст. науч. с.; e-mail: palaeo@geogr.msu.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена; вед. науч. с.; e-mail: palaeo@geogr.msu.ru

<sup>4</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-00222).

в совокупности предопределяющих формирование особенностей вещественного состава морен, а знание закономерностей литогенеза необходимо для полноценных палеогеографических реконструкций.

В процессе формирования вещественного состава морен ведущая роль принадлежит потоковой структуре и динамике ледникового покрова, который контролирует источники поступления и пути транспортировки влекомого материала. Благодаря определенной направленности движения ледниковых потоков, осваивавших различные удаленные, транзитные и местные питающие провинции коренного ложа, посекторно формируется сбалансированный состав руководящих минеральных компонентов. Для дальнейших сопоставлений и построений принята предложенная схема структуры и динамики разновозрастных ледниковых покровов на Восточно-Европейской равнине [12]. В связи с этим большое значение имеет расположение питающих провинций. В развитие учения В.П. Батурина [2] о питающих и терригенно-минералогических провинциях, обусловленных геологическим строением территории, для древнеледниковой области Восточно-Европейской равнины составлена прогнозная карта литорайонов [1, 15], в основу которой положены особенности посекторного распределения разнонаправленными ледниковыми потоками захваченного из удаленных провинций материала в сочетании с местной провинциально-геологической спецификой, определяющими состав морен каждого литорайона. В соответствии с секторно-провинциальным распределением ассимилированного ледником материала определены принципы субширотной и субмеридиональной литологической корреляции морен [1, 16].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Ледниковые литосистемы центрального региона Восточно-Европейской равнины — благоприятный и одновременно сложный объект для установления закономерностей пространственной изменчивости показателей состава в силу большого разнообразия геологических и палеогеографических обстановок литогенеза. При поиске закономерностей формирования вещественного состава морен, обусловленного множеством факторов, необходим системный анализ всех взаимодействующих факторов ледникового литогенеза. Конструктивным методическим решением этой проблемы может быть целенаправленное районирование обширной территории, неоднородной в геологическом и палеогеографическом отношении.

Если принять во внимание тесную зависимость состава морен от геологического строения ледникового ложа, то на первый план выдвигается тщательный анализ коренного основания питающих провинций. При этом необходимо различать влияние удаленных, транзитных и местных питающих провинций, которые вносят вклад в формирование интегрального по происхождению состава морен, что учитывалось нами при комплексном минералогическом районировании

территории [1, 12, 18]. В результате систематизации полученного по единой методике массового аналитического материала удалось воспроизвести на карте сложную структуру минералогических провинций разного ранга (четыре провинции 1-го ранга, подразделенные на девять провинций 2-го ранга), которые отражают основные закономерности пространственной изменчивости состава разновозрастных морен — посекторные, провинциальные, зональные [12]. Карта комплексных минералогических провинций результативно используется в целях межрегиональной литологической корреляции маркирующих ледниковых горизонтов.

Для сравнительного анализа региональной специфики вещественного состава морен выбрано пять показательных округов (рис. 1), которые контролировались Ладожским, Онежским и Беломорским ледниковыми потоками (рис. 2). В Ладожском секторе покровных оледенений изученные опорные разрезы тяготеют к Верхневолжской, Верхнеокской и Москворецкой минералогическим провинциям. Изученные объекты сгруппированы здесь по трем округам: I — Ржевско-Чекалинский, II — Можайско-Боровский, III — Дмитровско-Московский (рис. 1). Западные округа (I и II) соотносятся с обширной питающей провинцией Карбонового плато; Дмитровско-Московский округ расположен в пределах мезозойской равнины. Влияние удаленных питающих провинций Ладожского сектора Скандинавского щита в сочетании с местными подстилающими породами предопределяет региональную специфику минералогических спектров моренных горизонтов.

Для минералогического состава западных округов (I и II) характерна роговообманково-гранатовая ассоциация руководящих минералов Фенноскандии (18 и 20% соответственно) при незначительной примеси эпидота (~5%), типичного для северо-восточной провинции ледникового сноса. Разновозрастные морены характеризуются достаточно высокими значениями коэффициента гранулометрической сортированности материала за счет большой примеси гравийной составляющей (35—40%). В спектре глинистых минералов морен I и II округов заметно доминирует иллит — минерал Фенноскандинавской питающей провинции, доля которого в районе Ржевского Поволжья достигает 50—60%, постепенно убывая к югу (район Чекалина) до 40—50%. Обратная тенденция отмечается в содержании смектита, которое возрастает в южном направлении от 15—20 до 30—40%, что связано с его повышенным количеством в составе местных подстилающих мезозойских пород.

В Дмитровско-Московском округе (III), расположенном в пределах мезозойской равнины, сложенной осадочными породами, в спектре руководящих минералов доминирует роговая обманка (20%) при достаточно высоком содержании граната (16%); доля эпидота постепенно повышается (до 10%) в сочетании с увеличением примеси дистена, турмалина, глауконита

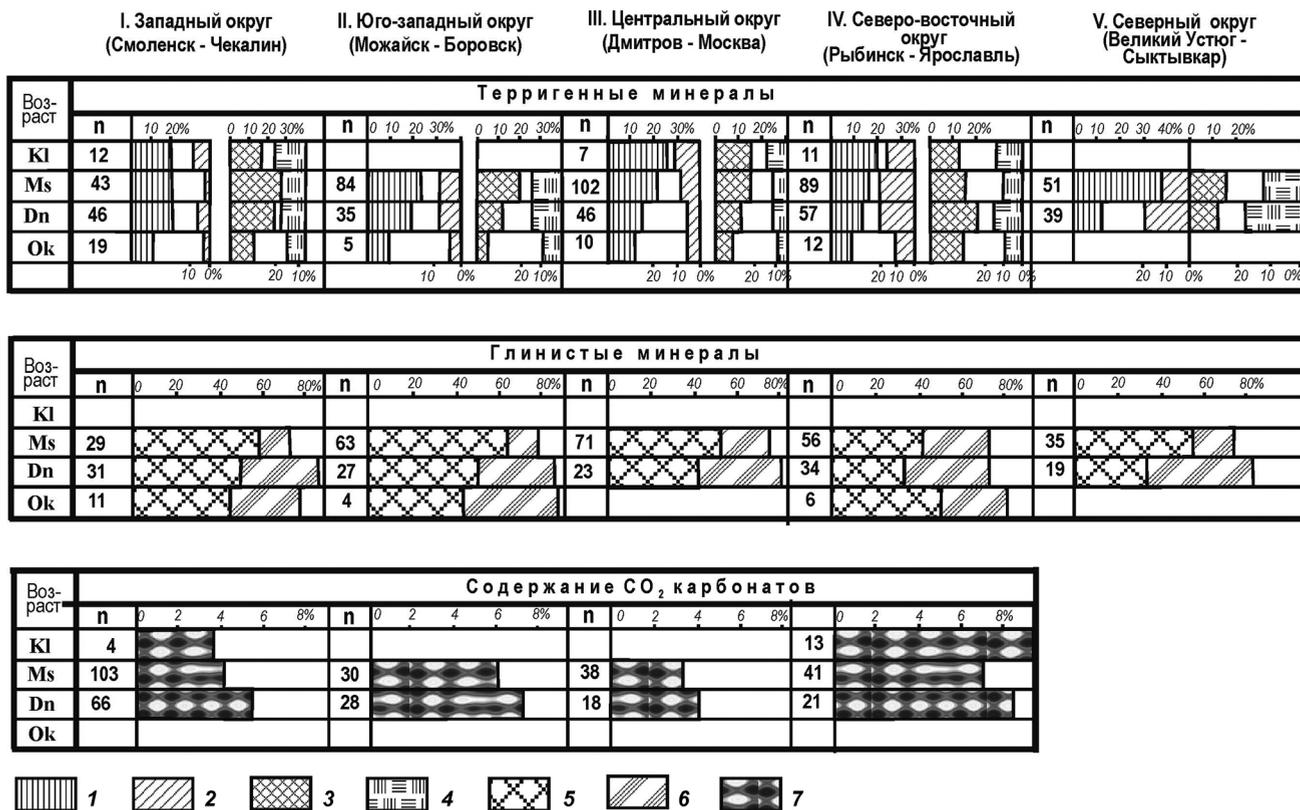


Рис. 1. Территориально-возрастная структура литологических показателей морен центральных районов Восточно-Европейской равнины: 1 — роговая обманка, 2 — эпидот, 3 — гранат, 4 — ильменит, 5 — иллит, 6 — смектит, 7 — содержание CO<sub>2</sub> карбонатов

и других аксессуарных минералов, свойственных подстилающим юрским и меловым породам. За счет последних сформировалась повышенная опесчаненность основных морен (до 50%). Глинистая составляющая морен в этом округе представлена иллитом (до 40—50%) при заметном участии смектита (до 30—40%), что обусловлено ассимиляцией местных мезозойских пород.

Ярославское Поволжье (рис. 1, IV округ) находится в сфере влияния Онежского ледникового потока, осваивавшего удаленные питающие провинции юго-восточного сектора Скандинавского щита и местные провинции, сложенные юрскими и меловыми осадочными породами. Здесь минералогический спектр руководящих минералов претерпевает существенные преобразования — ведущим компонентом становится роговая обманка (в среднем 25%), второе место занимает эпидот (18—20%) в равных пропорциях с гранатом; показательна примесь аксессуарных минералов — ставролита, дистена, глауконита и других компонентов мезозойских подстилающих пород. В комплексе глинистых минералов относительно преобладает иллит (до 40—50%), при значительном включении смектита (до 40%), захваченного из местных подстилающих пород.

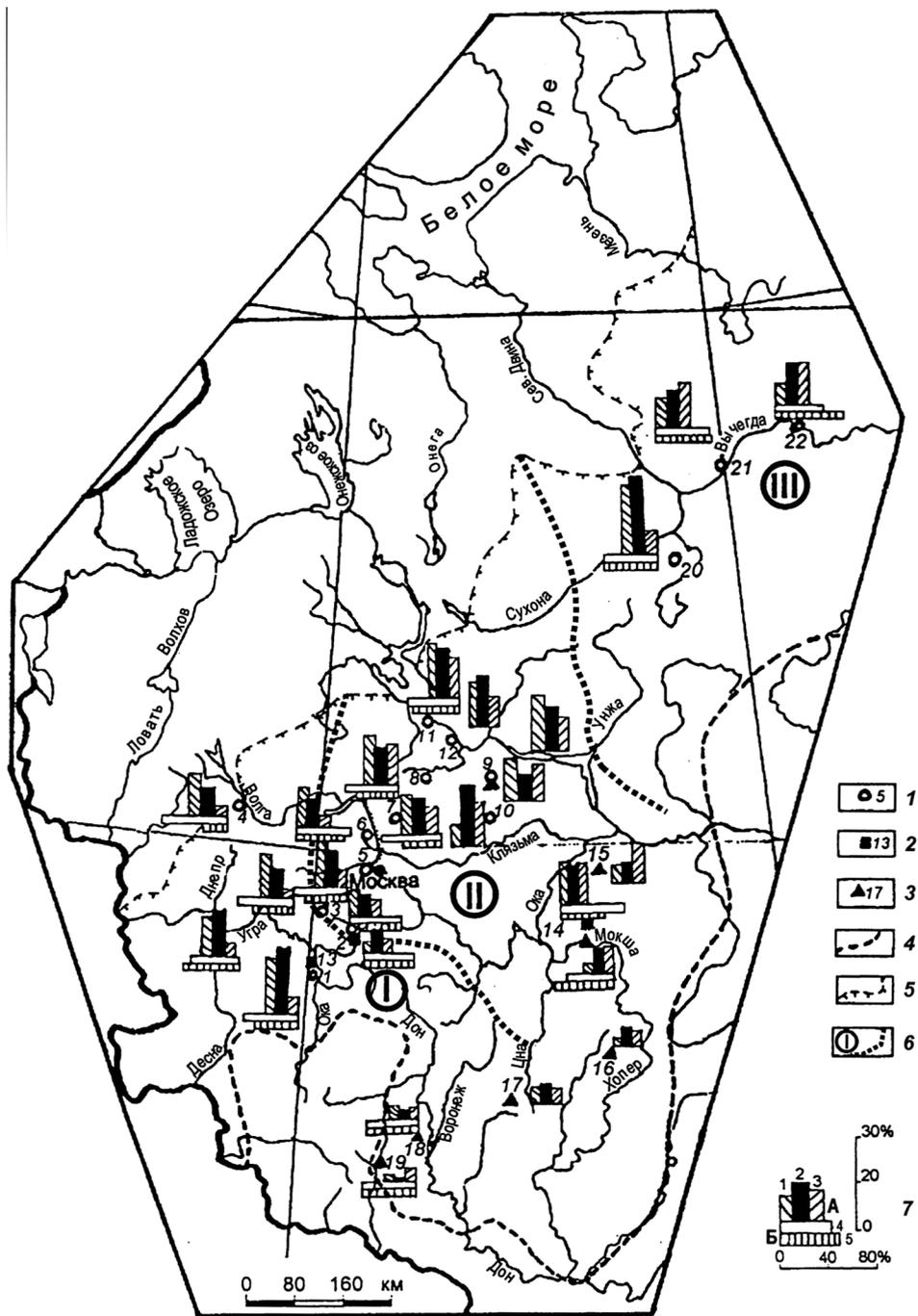
В минералогической ассоциации Сухоно-Вычегодского региона (рис. 1, V округ), относимого к Беломорскому сектору оледенения, доминирует роговая обманка (30—40%) при повышенной фоновой концентрации эпидота (15—20%). Высокое содержание

роговой обманки и других амфиболов связано с Кольско-Карельской провинцией ледникового питания. Повышенное содержание эпидота обусловлено ассимиляцией местных триасовых пород. В спектре глинистых минералов представлены иллит и смектит в сопоставимых пропорциях (до 40% каждого). Значительная доля смектита в мелкоземе морен обусловлена здесь включением глинистых пород триаса, в которых содержание смектита достигает 60—80% [10].

Сравнительный анализ большого объема минералогических данных подтверждает тесную зависимость пространственной дифференциации показателей от факторов ледникового литогенеза. На рис. 1, 2 показаны четко выраженные тенденции посекторной закономерности изменчивости минералогического состава морен. Так, с запада на восток снижается содержание граната — руководящего минерала Фенноскандинавии (в среднем от 23 до 15%). В том же направлении, но с обратной тенденцией выявлено последовательное увеличение доли эпидота (с 5 до 20%) — типичного представителя пород Тимано-Уральской области сноса, находящейся на северо-востоке. Эти посекторные тенденции изменчивости предопределены радиальной структурой ледниковых потоков, которые осваивали материал различных удаленных центров оледенений вместе с транзитным материалом, влекомым ледником.

Наряду с закономерностями пространственной изменчивости минералогического состава морен от-

Рис. 2. Ассоциации руководящих минералов в минералогических провинциях морен Восточно-Европейской равнины: морены и ключевые участки их опробования (номера на рисунке в скобках): 1 — днепровская (1 — Чекалин, 2 — Таруса, 3 — Протва—Сатино, 4 — Ржев—Зубцов, 5 — Москва, 6 — Спас-Каменский, 7 — Кунья, 8 — Ростов—Шурск, 9 — Бибирево, 10 — Якиманское, 11 — Черменино—Сонохта, 12 — Долгополка—Печегда, 20 — В. Устюг, 21 — Рябово, 22 — Гам); 2 — окская (2 — Таруса, 13 — Бряньково, 14 — Нароватово); 3 — донская (9 — Бибирево, 14 — Нароватово, 15 — Лукоянов, 16 — Моисеево, 17 — Тамбов, 18 — Стрелица, 19 — Стойлинский карьер); 4 — граница ледниковой области Восточно-Европейской равнины; 5 — граница валдайского оледенения; 6 — границы и индексы минералогических провинций; 7 — минералогическая диаграмма процентного содержания во фракции 0,1–0,25 мм (1 — роговая обманка, 2 — гранат, 3 — эпидот) и во фракции < 0,001 мм (4 — иллит, 5 — смектит). Шкалы: А — для терригенных минералов во фракции 0,1–0,25 мм; Б — для глинистых минералов (< 0,001 мм)



четливо выделяется общий для всех округов возрастной тренд направленного изменения состава независимо от региональных условий ледникового литогенеза. Перестройка во времени состава разновозрастных морен направлена на сокращение в спектре доли компонентов местных питающих провинций (сидерита, глауконита, сульфидов и др.) и увеличение вверх по стратиграфическому разрезу эратического материала из удаленных питающих провинций. Так, содержание роговой обманки — руководящего минерала Скандинавского центра оледенений — в моренах средней полосы России в целом повышается вверх по стратиграфическому разрезу от 10 до 25% (рис. 1), а доля граната — типичного представителя Приладожского сектора Скандинавии — в моренах западных округов (I—III) увеличивается в среднем от 5 до 20%. Таким образом, возрастные закономерные перестройки состава морен свидетельствуют о последовательном сокращении в спектре компонентов местных питающих провинций в связи с их последовательным экранированием более молодыми отложениями, в которых закономерно возрастает участие дальнепринесенных минералов. Однако самый резкий рост содержания амфиболов отмечается в Северодвинско-Вычегодском регионе (рис. 1, V округ) — от 10% в днепро-

вской до 40% в московской морене, что обусловлено сменой центров оледенений — Новоземельско-Уральского для днепровского оледенения, но Скандинавского (главный источник амфиболов) для московского оледенения [9]. В целом разновозрастные морены различаются по степени полимиктовости и экзотичности минералогических спектров.

Карбонатность морен можно рассматривать как один из показателей обстановки гляциолитогенеза, который зависит от интенсивности экзарационно-аккумулятивной деятельности ледниковых потоков, осваивающих определенные удаленные, транзитные и местные питающие провинции. В целях оценки карбонатности морен в качестве корреляционного пока-

зателя необходимо выявить пространственно-временные закономерности ее изменчивости, обусловленной геологическими и палеогеографическими факторами литогенеза в соответствии с фациально-генетической принадлежностью объекта исследования.

Для сравнительного анализа использованы данные по основным моренам, отличающимся наибольшей стабильностью параметров по сравнению с фациально-генетическими разностями морен краевой зоны. Последние, как правило, менее карбонатны, поскольку в большей степени подвержены диагенетическим и эпигенетическим преобразованиям и выщелачиванию [17]. В этом ряду исключение составляют локальные и напорные морены, относительно высокая карбонатность которых определяется активной ассимиляцией подстилающих карбонатных пород.

Материалом для обобщения послужили массовые анализы карбонатности основной морены из четырех опорных округов (рис. 1), принадлежащих к разным питающим и минералогическим провинциям: Ржевский и Можайско-Боровский в пределах Карбонового плато, а также Дмитровско-Московский и Ростово-Ярославский, занимающие мезозойскую равнину, сложенную осадочными породами в Ладожском и Онежском секторах оледенения. Карбонатность мо-

рен как унаследованный признак вещественного состава формируется в тесной связи с питающими провинциями через структуру и динамику ледникового покрова и в зависимости от конкретного сочетания геологических и палеогеографических факторов ледникового литогенеза.

В целях выявления тенденций пространственной изменчивости параметров  $\text{CO}_2$  карбонатов в моренах составлена оригинальная карта-схема, на которой выделены ареалы разной степени карбонатности разновозрастных морен (рис. 3). Достаточно высокой карбонатностью отличаются морены Можайско-Боровского радиуса оледенения (в среднем 6%), находящиеся в пределах Карбонового плато, а также морены Ярославского Поволжья (6–8%), что обусловлено влиянием близлежащей транзитной питающей провинции на карбонатных коренных породах. Менее карбонатны морены Подмосковного округа на цоколе мезозойских осадочных пород (2–4%).

В результате сравнительного анализа региональных показателей карбонатности разновозрастных морен выявлены определенные тенденции их изменчивости как по площади (что показано на карте, представленной на рис. 3), так и в разрезе (рис. 1). При этом более насыщены карбонатами, как правило, относи-

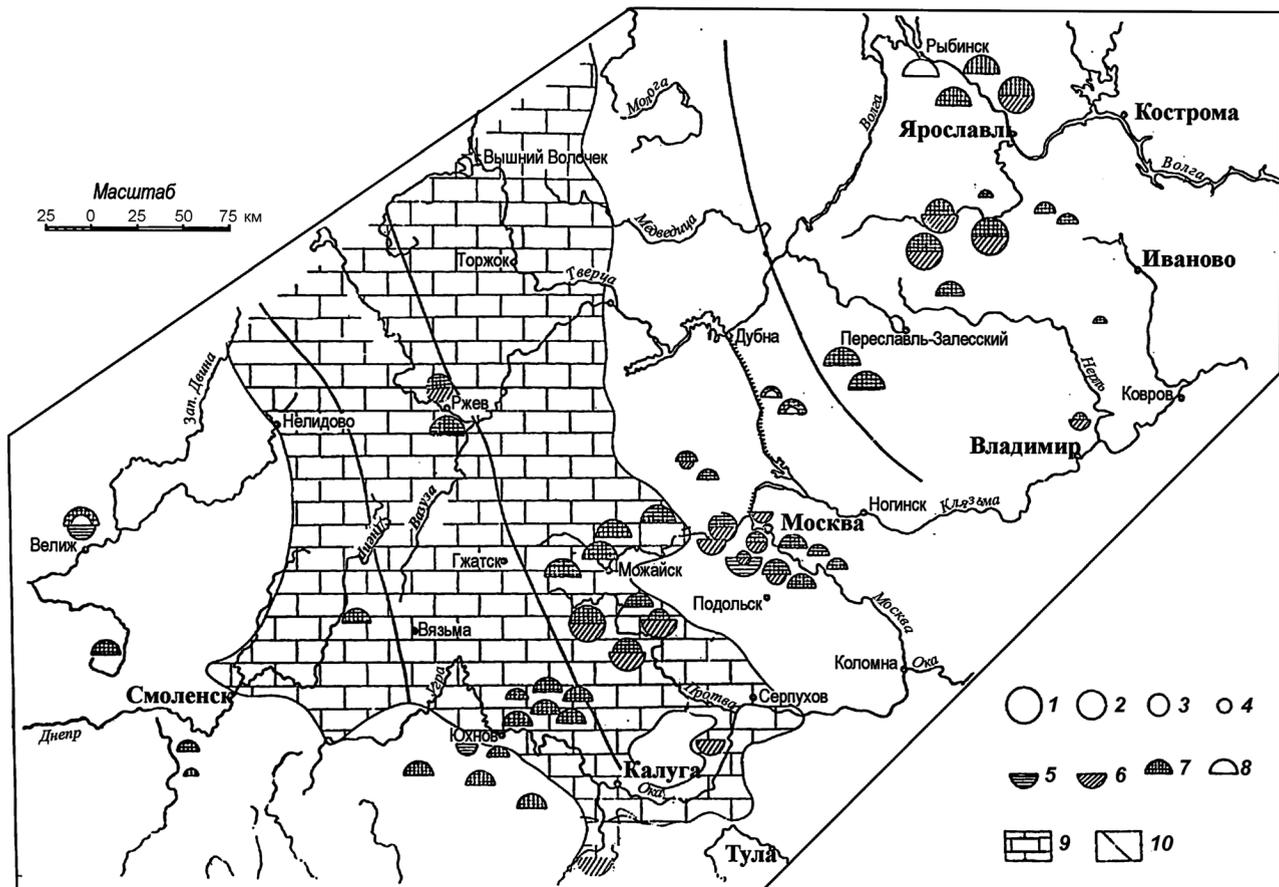


Рис. 3. Карта-схема распределения содержания  $\text{CO}_2$  карбонатов в разновозрастных моренах центральных районов Восточно-Европейской равнины: содержание  $\text{CO}_2$  карбонатов (осредненные данные): 1 — высокое ( $\geq 6\%$ ); 2 — среднее (4–6%); 3 — низкое (2–4%); 4 — незначительное ( $< 2\%$ ); показатели карбонатности разновозрастных морен: 5 — окской, 6 — днепровской, 7 — московской, 8 — калининской; прочие обозначения: 9 — Карбоновое плато, 10 — важнейшие линии ледоразделов

тельно древние морены, имеющие более тесную связь с подстилающими карбонатными породами. Так, в Можайско-Боровском и Ярославском округах днепровская морена содержит на 1,5–2% больше карбонатов, чем московская. Однако в северном регионе, в бассейне р. Вычегда, это соотношение меняется (карбонатность московской морены там на 3% выше, чем днепровской) в связи с перестройкой направленности разновозрастных ледниковых потоков. Сравнительно пониженная карбонатность днепровской морены связана здесь с ассимиляцией пермотриасовых и юрских песчано-глинистых пород, развитых по пути движения днепровского ледника из Новоземельско-Уральского центра сноса материала, тогда как московский ледник, связанный со Скандинавским центром, ассимилировал в значительной мере каменноугольные и пермские известняки, занимающие значительную территорию в нижнем и среднем течении р. Северная Двина [8].

Сопоставление полученных результатов позволяет заключить, что карбонатность основных морен в значительной степени зависит от местных и транзитных питающих провинций и может быть использована в качестве одного из критериев распознавания источников и направления сноса ледникового материала, а в комплексе с минералого-петрографическими спектрами и в стратиграфических целях как диагностический признак выделения и корреляции разновозрастных моренных горизонтов. Карбонатность ледниковых отложений необходимо также учитывать при геоэкологической оценке устойчивости морфолитосистем в целях рационального природопользования.

#### Выводы:

— на обобщающей модели пространственно-временной структуры показателей вещественного состава морен (рис. 1) в едином информационном поле отражены тенденции закономерной пространственной изменчивости литологических показателей и одновременно возрастные тренды преобразования состава морен;

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреичева Л.Н., Немцова Г.М., Судакова Н.Г.* Среднеплейстоценовые морены севера и центра Русской равнины. Екатеринбург, 1997. 83 с.
2. *Батулин В.П.* Петрографический анализ прошлого по терригенным компонентам. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 335 с.
3. *Вещественный состав основных морен.* М.: Наука, 1978. 181 с.
4. *Комплексный анализ среднечетвертичных отложений Сатинского учебного полигона.* М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. 128 с.
5. *Крашенинников Г.Ф.* Учение о фациях. М.: Высшая школа, 1971. 367 с.
6. *Лаврушин Ю.А.* Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М.: Наука, 1976. 235 с.

— модель демонстрирует посекторные изменения показателей, связанные с освоением различных удаленных, транзитных и местных питающих провинций. С северо-запада на юго-восток в моренах снижается содержание типичных компонентов Скандинавской питающей провинции (амфиболов, граната, иллита). Карбонатность морен, формирующаяся в тесной связи с местными питающими провинциями, максимально высокая (6–8%) на западе, в пределах Карбонового плато. В восточном направлении в моренах возрастает содержание эпидота с 5 до 20% — руководящего минерала Новоземельско-Уральского центра оледенения;

— выявлена четкая направленность возрастных изменений, обусловленных эволюционным преобразованием состава. Так, содержание типичного представителя Скандинавского центра — роговой обманки — увеличивается в молодых моренах в 2–3 раза. В целом разновозрастные морены существенно различаются по степени полимиктовости состава. Карбонатность морен, как правило, повышается в более древних горизонтах, сохранивших более тесную зависимость от подстилающих карбонатных пород. Общий для всех округов тренд возрастной перестройки минералогических спектров направлен на увеличение количества дальнепринесенных компонентов за счет сокращения местных;

— новые принципы организации комплексного системного исследования вещественного состава на обширной территории древнеледниковой области позволяют выявить и надежно обосновать пространственную и временную изменчивость показателей состава морен в тесной зависимости от палеогеографической обстановки ледникового литогенеза, структуры и динамики ледниковых покровов. Установленные закономерности ледникового литогенеза имеют важное стратиграфическое и корреляционное значение. Их необходимо принимать во внимание при диагностике и межрегиональной корреляции разновозрастных горизонтов ледниковых отложений.

7. *Марков К.К.* Палеогеография. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960. 268 с.
8. *Немцова Г.М.* Гранулометрический состав и карбонатность мелкозема основных морен бассейна Северной Двины и Вычегды // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1978. Т. 53, вып. 5. С. 132–136.
9. *Немцова Г.М.* Минералогический состав мелкозема основных морен бассейна Северной Двины и Вычегды // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1980. Т. 55, вып. 4. С. 89–96.
10. *Немцова Г.М.* Состав и источники глинистого материала морен Центра и Севера Русской равнины // Новые материалы по палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Уфа, 1986. С. 22–28.
11. *Разрезы отложений ледниковых районов Центра Русской равнины.* М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 198 с.

12. Реконструкция палеогеографических событий среднего неоплейстоцена центра Русской равнины. М., 2008. 167 с.

13. Рухина Е.В. Литология ледниковых отложений. М.: Недра, 1973. 176 с.

14. Рычагов Г.И., Судакова Н.Г., Антонов С.И. Ледниковая ритмика среднего плейстоцена центра Русской равнины (по материалам Сатинского страторайона) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2007. № 4. С. 15—22.

15. Судакова Н.Г. Палеогеографические закономерности ледникового литогенеза. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 160 с.

16. Судакова Н.Г. Актуальные вопросы межрегиональной корреляции ледниковых горизонтов. Литологическая

концепция // Бюлл. Комиссии по изуч. четверт. периода. Вып. 68. М.: ГЕОС, 2008. С. 50—58.

17. Судакова Н.Г., Глушанкова Н.И. О карбонатности разновозрастных морен центра Русской равнины в краевых зонах оледенения // Литология и методы изучения отложений ледникового комплекса. (К VI Всесоюзному совещанию по краевым образованиям материковых оледенений). Киев, 1980. С. 32—34.

18. Судакова Н.Г., Немцова Г.М. Питающие и минералогические провинции гляциолитосистем Русской равнины // Мат-лы Всеросс. литологического совещания «Ленинградская школа литологии». Т. 1. СПб., 2012. С. 252—253.

Поступила в редакцию  
11.03.2014

**N.G. Sudakova, G.M. Nemtsova, N.I. Glushankova**

**PALEOGEOGRAPHICAL REGULARITIES OF SPATIAL  
AND TEMPORAL VARIABILITY OF THE COMPOSITION OF MORAINES  
IN THE CENTRAL PART OF THE EAST-EUROPEAN PLAIN**

Regional and evolutionary features of the formation of material structure of moraines are discussed. Schematic maps and a model demonstrating the spatial and temporal trends in the variability of the amount of terrigenous, authigenic, clay minerals and carbonate content of moraines were compiled basing on the system analysis and generalization of representative analytical data. Sector-dependent tendencies in the variability of moraine composition which are related to ice flows originating from different remote, transitional and local provinces are revealed, as well as age-dependent changes in the composition of moraines. The regularities of the glacial lithogenesis are essential for paleogeographical reconstructions and also for reliable inter-regional correlation of glacial horizons.

*Key words:* glacial sedimentogenesis, moraine, mineralogy, carbonate content, system analysis, paleogeographical regularities, stratigraphy, lithological correlation.

## ГЕОГРАФИЯ ГОРОДОВ

УДК 911.375.4 (470)

Д.Ю. Землянский<sup>1</sup>, С.В. Ламанов<sup>2</sup>

### СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ МОНОПРОФИЛЬНЫХ ГОРОДОВ РОССИИ<sup>3</sup>

Работа посвящена проблеме динамики развития монопрофильных городов России. Приводится методика формирования операционных моделей развития моногородов России, включающая разработку типологии городов, сценариев развития для их типов. Методика опирается на совмещение динамики и прогноза развития градообразующих предприятий и альтернативной экономики городов. Апробация методики реализована на примере 18 моногородов присутствия компании «Базовый Элемент», в которых проведены полевые исследования. По результатам работы выделено три базовые модели развития монопрофильных городов РФ: стабильный моногород, управляемое сжатие и индустриальная диверсификация. Для каждой модели предложен общий набор управленческих механизмов для достижения оптимального сценария развития.

*Ключевые слова:* моногорода РФ, сценарный подход, операционная модель, управляемое сжатие, география городов.

**Введение.** Монопрофильные населенные пункты (моногорода) — территории, в которых одно градообразующее предприятие (или несколько предприятий, объединенных общностью технологического процесса) одновременно является крупнейшим производителем промышленной продукции, основным работодателем и бюджетообразующим субъектом. По разным оценкам, в России от 150 [1] до 460 [7] городов и поселков городского типа относятся к категории монопрофильных, не менее 200 из них — города.

Важнейшее общее условие функционирования моногородов — постоянный повышенный уровень социально-экономических рисков, связанных как с краткосрочными колебаниями конъюнктуры, так и долгосрочными структурными и территориальными сдвигами экономики. В периоды экономического подъема моногорода оказываются локомотивами роста, а в моменты кризиса первыми негативно реагируют на изменения ситуации и характеризуются наиболее острыми социальными проблемами. В результате около 20% всех городов РФ требуют постоянного внимания со стороны властей, особых подходов к управлению социально-экономическим развитием.

Практически все исследователи моногородов РФ приходят к выводу о существенных различиях в уровне и динамике их социально-экономического развития [1, 4, 6, 8, 9, 17]. В то же время федеральная политика последних 5 лет (с 2009 г.) по отношению к таким территориям нацелена только на стимулирование

диверсификации экономики и рынка труда без формирования мер поддержки городов, не обладающих потенциалом для создания новых предприятий. Предложенные федеральным правительством меры были недостаточно востребованы со стороны местных и региональных властей именно из-за недоучета географических различий и социально-экономических факторов, влияющих на развитие моногородов [5].

Авторами предпринята попытка разработать базовые операционные модели функционирования моногородов России с учетом неоднородности географических условий и факторов их социально-экономического развития. В задачи работы входило, во-первых, формирование типологии моногородов на основе сопоставления динамики развития градообразующего предприятия (ГРОП) и потенциала развития альтернативной экономики; во-вторых, разработка сценариев развития моногородов разных типов.

**Материалы и методы исследований.** *Обзор работ по проблемам развития моногородов.* К наиболее комплексным и полным исследованиям моногородов России относится выполненный в конце 1990-х гг. доклад Экспертного института [7]. В рамках доклада приведена оценка числа моногородов в России, даны основные классификации моногородов, выделены ключевые проблемы их развития. В.Я. Любовный, один из авторов этого доклада, в рамках работы научно-методического центра Города России ГУ ИМЭИ по мониторингу ситуации в моногородах детально проанализировал список таких населенных пунктов. Совместно

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: geozema@mail.ru

<sup>2</sup> Фонд «Центр стратегических разработок — Регион», эксперт; e-mail: slamanov@yandex.ru

<sup>3</sup> Исследование выполнено при финансовой и организационной поддержке компании «Базовый Элемент» в рамках проекта «Моногорода — перезагрузка. Поиск новых моделей функционирования моногородов России в изменившихся экономических условиях».

с Г.Ю. Кузнецовой им разработана наиболее подробная типология моногородов, в основу которой положен принцип отраслевой принадлежности градообразующего предприятия [8]. Г.Ю. Кузнецова рассмотрела особенности географического размещения монофункциональных городов, выделила важнейшие факторы их развития [3]. На основе опыта длительного изучения моногородов В.Я. Любовным предложены и механизмы реструктуризации их экономики [4]. Указанные работы выполнены на материалах 1990-х гг. и сегодня уже мало соответствуют российским реалиям [1].

Обобщающих работ по всем моногородам РФ уровня доклада Экспертного института за последние годы нет. Большинство исследователей концентрируют внимание на локальных проблемах или на изучении динамики развития отдельных городов. Интересна работа И.Д. Тургель, в которой проанализированы теоретические предпосылки формирования и развития моногородов, состояние моногородов Урала и Западной Сибири [9]. Одна из основных идей этого автора о циклическом характере развития градообразующих функций важна для понимания неизбежности активизации негативных социальных явлений абсолютно во всех моногородах. Примером отраслевого исследования может служить работа Е. Ньюкиной по оценке механизмов встраивания угольных моногородов на севере европейской части России в рыночные процессы [15], в ней говорится об ограниченной инвестиционной проницаемости этих территорий. Социальные аспекты функционирования российских моногородов до сих пор редко попадают в поле зрения исследователей, публикации единичны, чаще всего в них не оценивается психо-эмоциональное состояние сообществ отдельных городов [2].

С проблемой большой роли моногородов в территориальной системе сталкиваются все страны, в составе которых есть удаленные ресурсные районы. Судя по публикациям в зарубежных изданиях, наиболее остро проблема стоит Канаде, Норвегии, Австралии. При этом в Канаде, где понятие моногорода (*single-industry communities, single-industry town*) активно используется в государственных и городских программах развития [14], исследования наиболее разнообразны и комплексны. Основное направление зарубежных публикаций по теме моногородов — изучение «лучших практик» и особенностей планирования развития моногородов [11, 13, 14]. Хрестоматийными примерами стали города Китимат и Тамблер Ридж, где удалось осуществить реновацию социальной среды и экономики за счет успешных местных и региональных программ жилищной, социальной и инвестиционной политики [12, 13].

Особое внимание уделяется вопросам функционирования социума в моногородах, особенностям

социальной стратификации и социальной мобильности жителей. Как правило, это удаленные небольшие города и поселки, население которых живет в относительной информационной и социальной изоляции, в результате чего ослабевает территориальная мобильность, нарушаются условия обеспечения вертикальной социальной мобильности [16].

Отличительная особенность большинства типологий и классификаций моногородов РФ — их описательный характер. Классификация, как правило, иллюстрирует одну из тенденций развития города (например, динамику населения) или отдельный фактор развития (историю возникновения, отрасль специализации). Наиболее глубокие типологии направлены на оценку перспектив функционирования градообразующих предприятий или диверсификацию экономики [10]. Авторы указанной работы считают, что эти типологии и классификации нельзя использовать в рамках государственной политики в отношении моногородов. Так, использование отраслевой типологии В.Я. Любовного и Г.Ю. Кузнецовой привело бы к возникновению противоречий между собственниками предприятий и государством (определить приоритетный характер отраслей для страны достаточно сложно). Применение авторских проблемных типологий (например, классификации моногородов Свердловской области по потенциалу развития предприятия и близости к Екатеринбургу, выполненной А.Ю. Устиновой) ограничено разнообразием географических условий и уникальностью современного состояния городов, т.е. пришлось бы разрабатывать типологию для каждого региона или механизма развития моногородов.

**Материалы и методы исследования.** Работа выполнялась в три основные стадии: 1) разработка типологии моногородов на основе анализа социально-экономической ситуации, 2) формирование сценариев развития моногородов разного типа на базе данных экспертных интервью в городах, 3) разработка операционных моделей развития моногородов. Логика исследования показана на рис. 1.

Разработка моделей выполнена для 18 моногородов присутствия группы «Базовый Элемент», расположенных в 13 субъектах РФ (список исследуемых городов представлен в таблице). Важное условие формирования выборки — различия в социально-экономической ситуации, динамике развития городской экономики и состоянии градообразующих предприятий.

На первой стадии исследования для каждого города авторами проведена стратегическая диагностика на основе открытой социально-экономической и статистической информации (база данных показателей муниципальных образований), данных о развитии градообразующих предприятий (ГРОП), предоставленных компаниями<sup>4</sup>. Диагностика включала анализ ди-

<sup>4</sup> В диагностике также принимали участие Е.А. Денисов, А.М. Фаддеев, А.С. Зиновьев, Н.А. Колдобская, В.Ю. Малый.

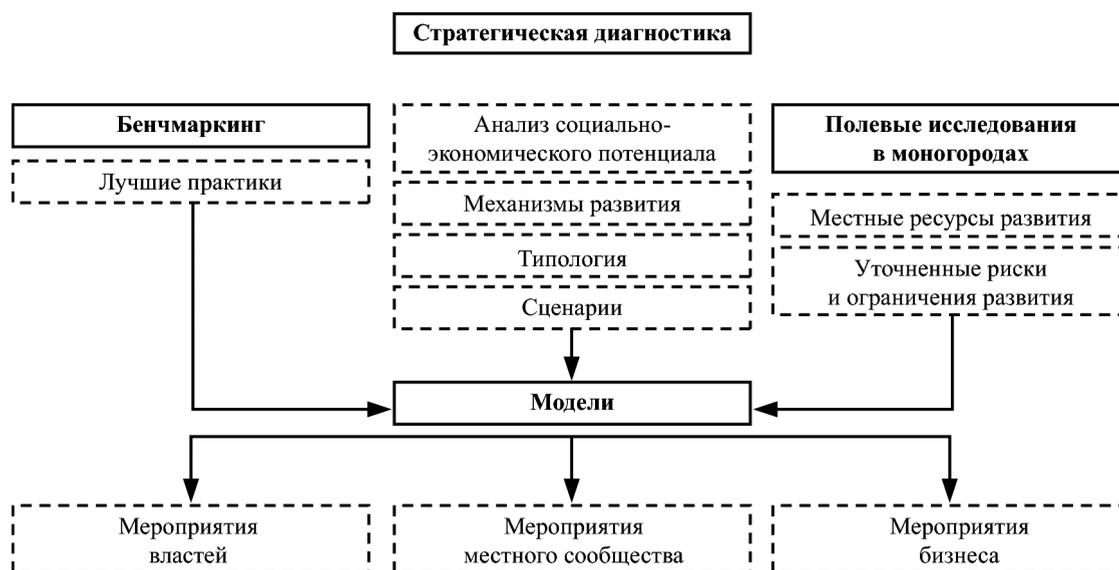


Рис. 1. Методика разработки моделей развития моногородов. Составлена авторами

**Типология моногородов присутствия компании «Базовый Элемент»\***

Градообразующие предприятия	Деградирующие города	Динамичные города
Стабильные и динамично развивающиеся	Белогорск, Сорск	Ачинск, Черемхово, Североуральск, Канаш, Канда-лакша, Волхов
Деградирующие	Жирекен, Ярославский, Надвоицы	Селенгинск, Бокситогорск, Пикалево, Полевской, Кондрово, Каменск-Уральский, Краснотурьинск

\* Составлена авторами.

намики развития ГРОП, тенденций изменения экономической ситуации в других отраслях, демографической ситуации, рынка труда и бюджетной сферы, инфраструктурного развития городов. Стратегическая диагностика позволила выделить базовые составляющие потенциала развития города, а именно перспективы развития ГРОП, уровень развития городской экономики (за исключением градообразующих предприятий), собственный инвестиционный потенциал города (реализуемые и планируемые к реализации инвестиционные проекты, инвестиционная политика местных и региональных администраций) и агломерационный потенциал города. Параметрами для оценки составляющих потенциала послужили:

— потенциал ГРОП — прогноз занятости на ГРОП (предоставлен компанией);

— уровень развития экономики — доля занятых в отраслях реального сектора экономики (кроме градообразующего предприятия);

— потенциал заявленных инвестиционных проектов — число рабочих мест, создаваемых в рамках

заявленных и реализуемых инвестиционных проектов в городе;

— агломерационный потенциал — коэффициент, рассчитанный с использованием гравитационной модели, учитывающей размер исследуемого города (собственный потенциал), размер агломерации (численность населения центра агломерации) и расстояние до центра агломерации (возможности для организации связей между центрами).

Эти составляющие легли в основу разработанной типологии моногородов. Для каждого показателя выполнена процедура нормирования. Интегральная типология проведена на основе сопоставления потенциала развития ГРОП и собственного потенциала экономического развития города (включает три субиндекса с равными значениями весовых коэффициентов).

В рамках второго этапа работы по формированию сценариев развития моногородов проведен экспертный опрос в моногородах присутствия компании<sup>5</sup> в виде полуструктурированных интервью с руководителями градообразующих предприятий и администраций муниципальных образований, с лидерами местного сообщества (руководители социальных учреждений, лидеры местных отделений политических партий, гражданские активисты, редакторы местных СМИ). Для отдельных групп респондентов разработана анкета, включающая блоки оценки современного состояния и проблем развития города, видение будущего города, оценку роли градообразующего предприятия, социальную структуру города. В каждом городе проведено не менее 15 интервью. Общая выборка в 18 городах составила более 300 респондентов.

По результатам интервью для городов каждого типа выделены сценарно-формирующие факторы и

<sup>5</sup> В проведении экспертных опросов принимали участие К.В. Аверкиева, Д.В. Богачёв, Д.А. Войнов, А.С. Зиновьев.

подготовлено от 2 до 4 возможных сценариев развития. К числу таких факторов относятся: 1) программы развития градообразующих предприятий; 2) проекты стратегических инвесторов, размещающих в городах крупные предприятия; 3) муниципальные и региональные программы развития городов; 4) проекты, продвигаемые в городах лидерами местных сообществ.

Оптимальный (по мнению респондентов) сценарий и условия его реализации определили операционную модель развития моногорода. Модель представляет собой комплекс мероприятий, закрепленных за участниками процесса городского развития, — властью, ГРОП, местным предпринимательским сообществом и местными инициативными группами. Совокупность этих мер позволяет сформировать запрос на новую федеральную программу поддержки моногородов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** По результатам диагностики социально-экономического развития моногородов присутствия компании «Базовый Элемент» выделены четыре базовых типа моногородов: 1) динамичный город — динамичное ГРОП; 2) динамичный город — деградирующее ГРОП; 3) деградирующий город — динамичное ГРОП; 4) деградирующий город — деградирующее ГРОП. Разделение на типы носит условный характер и связано с необходимостью сформировать наиболее общие группы городов. Для аналитических целей типологию можно расширить за счет разделения на подтипы. Результаты типологии представлены в таблице.

Наиболее многочисленные группы — города с умеренным или существенным потенциалом развития городской экономики. Несмотря на то что в большинстве из них сокращается численность населения, возникают отдельные негативные социальные явления (безработица, маргинализация населения и др.), такие города реализуют потенциал для прихода новых инвесторов. Например, Волхов за последние 5 лет фактически перестал быть монопрофильным из-за развития пищевой и химической промышленности, автосборочного производства на базе закрытого алюминиевого завода. В Каменск-Уральском реализуется проект создания индустриального парка на базе Синарского трубного завода. В Краснотурьинске, Пикалево, Канаше открытие новых производств только планируется. Города со ста-

бильно работающим ГРОП и деградирующими другими отраслями — классические небольшие моногорода — центры горнодобывающей промышленности в удаленных районах.

Наиболее сложная категория — территории без потенциала развития альтернативной экономики с деградирующими градообразующими предприятиями (тип 4). В нее входят небольшие поселки, не являющиеся районными центрами, удаленные от региональных столиц на сотни километров и расположенные в депрессивных регионах. Например, пгт. Жирекен, который находится на расстоянии 435 км от Читы, имеет численность населения только 4,2 тыс. человек.

Для 18 городов разработано более 50 сценариев развития. Алгоритм формирования сценария представлен на примере пгт. Жирекен (рис. 2). Сценарноформирующими факторами служат программа консервации Жирекенского ГОКа и Жирекенского ФМЗ, проекты развития малого и среднего бизнеса в поселке (около 150 новых рабочих мест), программа мер со стороны администрации поселка, районных и региональных властей. В результате сочетания разнообразных условий в городе возможна реализация двух сценариев дальнейшего развития — ликвидация поселка или управляемое сжатие.

Для всех городов можно выделить несколько типовых сценариев. От наихудшего к наилучшему сце-

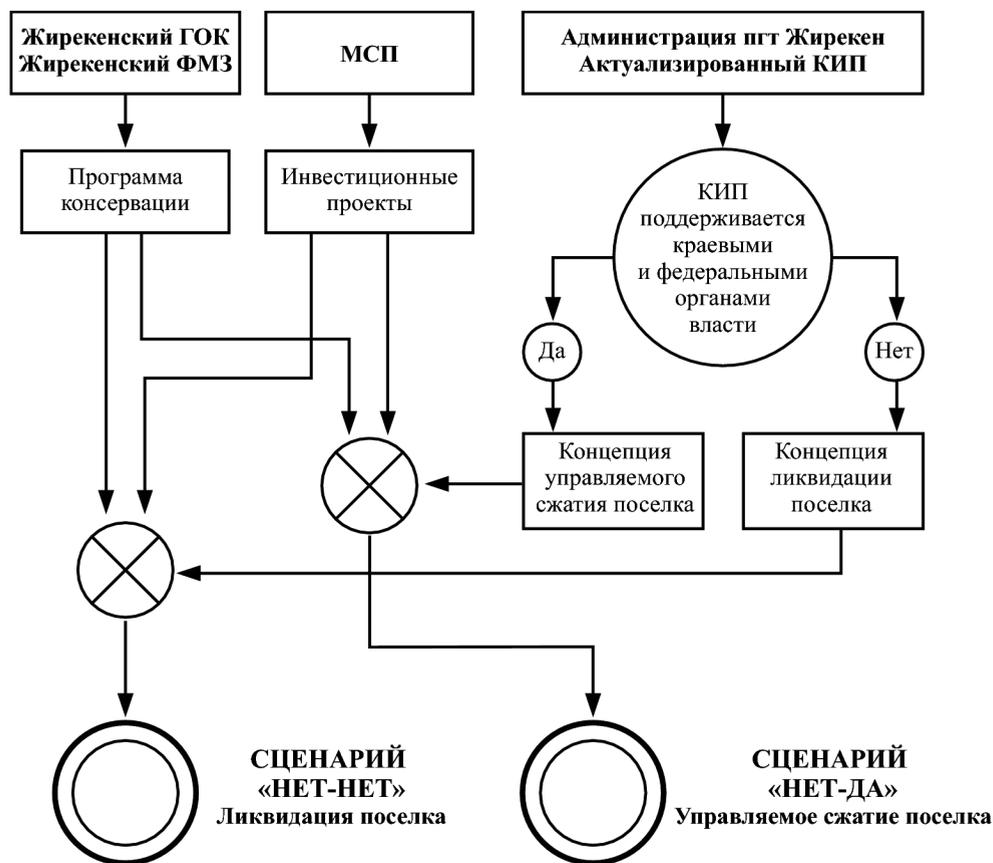


Рис. 2. Алгоритм формирования сценариев развития пгт. Жирекен. Составлен авторами, приводится по [5]

нарии можно расположить следующим образом: закрытие моногорода, неуправляемое сжатие, управляемое сжатие, умеренно негативное развитие, стабильное развитие, диверсификация экономики. Вероятность выбора и реализации сценария определяется типом города.

В моногородах 1-го типа наиболее вероятны сценарии стабильного или диверсифицированного развития. Некоторые города этой группы (Ачинск, Канда-лакша, Волхов) уже вышли на путь диверсификации экономики. Судьба городов со стабильно работающими градообразующими предприятиями (Сорск, Черемхово, Канаш, Североуральск) зависит от возможного прихода средних и крупных инвесторов.

Для моногородов 2-го типа число возможных сценариев значительно меньше, при этом, как правило, доминирует сценарий умеренно негативного развития. Установлено, что в ряде городов, где уже начался процесс диверсификации (Каменск-Уральский, Полевской, Пикалево), сокращение производства или даже закрытие градообразующего предприятия будет умеренно воздействовать на экономику и социальную сферу. В ряде центров проекты диверсификации только разработаны и планируются к реализации (Краснотурьинск, Бокситогорск, Селенгинск). Их успешность зависит от того, будет ли получена финансовая поддержка от федеральной власти, а также от активности местных и региональных властей.

Для моногородов 3-го типа наилучшими являются сценарии стабилизации социально-экономического развития или диверсификации экономики за счет создания новых средних производств.

Сложная ситуация складывается в моногородах 4-го типа — отсутствие собственного потенциала и перспектив у градообразующего предприятия определяют негативный тренд развития. Наиболее тяжелый сценарий — закрытие — сейчас рассматривается применительно к Жирекену.

Выбор наилучшего сценария и определение момента его возможного начала (точки бифуркации) позволяет сформировать операционную модель развития моногорода на среднесрочную перспективу. В результате исследования сформированы три типовые модели развития моногородов: управляемое сжатие (модель применима в Жирекене, Ярославском, Надвоицах), стабильный моногород (модель применима в Белогорске, Североуральске, Сорске), индустриальная диверсификация (остальные города).

Модель «управляемое сжатие» — совершенно новая для России и ранее никогда не применялась в нашей стране. Управляемое сжатие представляет собой комплекс мер по оптимизации территории поселения и обеспечению занятости/переселению жителей классического моногорода при остановке или закрытии градообразующего предприятия (города 4-го типа). Альтернатива — стремительная деградация моногорода, чреватая резкими всплесками протестной активности населения. Модель применялась в между-

народной практике [12]. Ключевыми задачами при реализации этой модели становятся стимулирование переезда; обеспечение социальных гарантий жителям, которые отказываются уезжать; градостроительная политика по оптимизации территории города; меры по развитию малого и среднего бизнеса как антикризисной сферы занятости.

Модель стабильного моногорода применима к городам 3-го типа, где ГРОП в среднесрочной перспективе сохраняют относительно стабильный объем производства. Задача муниципальных властей в них — поддержание социальных стандартов за счет реализации городских проектов социальной направленности, усиления взаимодействия с инициативными группами местных сообществ. В этих городах первоочередными становятся проблемы старения кадров из-за продолжающейся депопуляции и прогрессирующий износ основных фондов, особенно коммунальной инфраструктуры.

Наиболее распространена модель индустриальной диверсификации, которая применима к городам 1- и 2-го типа. Модель может быть реализована через обеспечение диверсификации отраслевой структуры экономики за счет появления новых промышленных предприятий, создания подготовленных промышленных площадок или индустриальных парков, принятия мер по развитию МСП; проведения перспективной кадровой политики (развитие профессионального образования); улучшения городской среды посредством градостроительной политики по благоустройству города.

#### **Выводы:**

— несмотря на общность базовых тенденций и рисков социально-экономического развития, моногорода РФ существенно различаются по географическим условиям функционирования, демографическому, социальному и инвестиционному потенциалу. Все моногорода можно разделить на четыре типа в зависимости от потенциала развития ГРОП и альтернативной городской экономики. Для городов каждого типа характерен свой набор возможных сценариев развития — от полного закрытия до диверсификации экономики. В зависимости от выбора сценария в моногородах возникает комплекс тактических и стратегических проблем, на разрешение которых и должна быть направлена государственная политика;

— выбор оптимальных сценариев для моногородов разных типов позволяет сформировать три базовые операционные модели развития моногородов;

— модель управляемого сжатия за счет комплекса мер по стимулированию переезда, обеспечения социальных гарантий жителям и развития градостроительной политики позволяет избежать полного закрытия городов, в которых ликвидируются ГРОП и нет потенциала для развития альтернативных отраслей;

— модель стабильного моногорода применима к небольшим центрам при стабильных добывающих предприятиях, где в силу периферийного положения

нет потенциала для развития новых производств, и предполагает комплекс мер по обеспечению социальной стабильности;

— модель индустриальной диверсификации, единственная, которая применяется в настоящее время в рамках государственной политики, подходит для большинства городов, расположенных в пределах зон влияния крупных городов или сравнительно густо-

населенных районов с развитой инфраструктурой. Основное направление поддержки по стимулированию прихода новых производств в таких городах должно дополняться градостроительной политикой, направленной на улучшение качества городской среды, что необходимо для проживания квалифицированных специалистов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зубаревич Н.В.* Регионы России: неравенство, кризис, модернизация. М.: Независимый институт социальной политики, 2010.
2. *Кашкина Л.В.* Социально-психологический климат городской среды монопрофильного города Европейского Севера (по результатам социологического исследования) // Региональные исследования. 2013. № 3 (41). С. 45—49.
3. *Кузнецова Г.Ю.* Географическое исследование монопрофильных поселений России: Автореф. канд. дисс. М., 2003.
4. *Любовный В.Я.* Монопрофильные города в условиях кризиса: состояние, проблемы, возможности реабилитации. М.: ЗАО «Дортранспечать», 2009.
5. Моногорода перезагрузка. Поиск новых моделей функционирования моногородов России в изменившихся экономических условиях. М.: Компания «Базовый Элемент», 2014. URL: <http://www.basel.ru/monogoroda> (дата обращения: 17.03.2014).
6. Моногорода России; как пережить кризис? Анализ социально-экономических проблем моногородов в контексте мирового финансового кризиса, влияющего на состояние градообразующих корпораций. М.: Институт региональной политики, 2008.
7. Монопрофильные города и градообразующие предприятия: Обзорный доклад / Под ред. И.В. Липсица. М.: Изд. дом «Хроникер», 2000.
8. Пути активизации социально-экономического развития монопрофильных городов России / Под ред. Г.Ю. Кузнецовой, В.Я. Любовного. М.: МОНФ, 2004.
9. *Тургель И.Д.* Монофункциональные города России: от выживания к устойчивому развитию. Екатеринбург: Изд-во УрАГС, 2010.

10. *Устинова А.Ю.* Теоретико-методические аспекты классификации моногородов // Региональная экономика и политика, 2012. № 4 (21). URL: <http://vestnik.uapa.ru/ru-ru/issue/2012/04/15/> (дата обращения: 17.03.2014).

11. *Grønlund I.* Restructuring One-Company Towns: The Norwegian Context and the Case of Moi Rana // Europ. Urban and Region. Stud. 1994. N 1 (161). URL: <http://eur.sagepub.com/content/1/2/161> (дата обращения: 17.03.2014).

12. *Halseth G., Sullivan L.* From Kitimat to Tumbler Ridge: A Crucial Lesson Not Learned in Resource-Town Planning // Western Geography (Western Division, Canadian Association of Geographers). 2003/2004. Vol. 13/14. P. 132—160.

13. *Halseth G., Sullivan L., Ryser L.* Service provision as part of resource town transition planning: A case from northern BC. Prepared for NRE/CRFE Conference, Mirimichi, NB, Canada, October, 2002. URL: [http://www.researchgate.net/publication/251207352\\_Service\\_Provision\\_as\\_Part\\_of\\_Resource\\_Town\\_Transition\\_Planning\\_A\\_case\\_from\\_northern\\_BC](http://www.researchgate.net/publication/251207352_Service_Provision_as_Part_of_Resource_Town_Transition_Planning_A_case_from_northern_BC) (дата обращения: 17.03.2014).

14. *Lucas A.* Minetown, milltown, railtown: life in Canadian communities of single industry. Toronto: University of Toronto Press, 1972.

15. *Nuikina Elena.* Single industry towns in the Russian North: between modernization and decline, Ph.D. Proposal, 2011.

16. *Schmidt G.* Remote, northern communities. Implications for social work practice // Intern. Social Work. 2000. Vol. 43, N 3. P. 337—349.

17. *Zemlyanskii D.Yu.* Single industry towns in Russia // Regional Res. of Russia. 2011. Vol. 1, N 1. P. 99—102.

Поступила в редакцию  
24.03.2014

**D.Yu. Zemlyansky, S.V. Lamanov**

#### SCENARIOS OF DEVELOPMENT FOR THE MONO-FUNCTIONAL TOWNS IN RUSSIA

Technique of elaboration of the operational models of development for the mono-functional towns in Russia (typology of towns, scenarios of development for particular types, management mechanisms for the optimal scenarios) is suggested. The technique was tested in the process of field studies in 18 mono-functional towns where the Basic Element Co is operating.

*Key words:* mono-functional towns of Russia, scenario approach, operational model, controlled shrinkage.

УДК 911.375 (73)

М.Э. Пилька<sup>1</sup>, Н.А. Слука<sup>2</sup>

## РАЗМЕЩЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВ КРУПНЕЙШИХ ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫХ КОРПОРАЦИЙ В ГЛОБАЛЬНЫХ ГОРОДАХ США

Анализ подтвердил исходную гипотезу о нодалности крупнейших агломераций США в пространственной организации транснационального бизнеса; определяющую роль во внешнеэкономическом сотрудничестве страны на уровне ТНК играет небольшое число центров при безоговорочном лидерстве Нью-Йорка. Раскрыта география крупнейших экономик мира, представленных в глобальных городах США; конкретизированы факторы «расселения» зарубежных корпораций. При дислокации офисов действует двуединая модель, опирающаяся на сочетание интересов и специфики бизнеса, профиля компаний, а также возможностей, ресурсов и перспектив развития города.

*Ключевые слова:* глобальные города, крупнейшие ТНК мира, дислокация представительств, США.

**Введение.** Модернизация мировой системы в условиях глобализации порождает немало новых явлений и тенденций, в том числе в пространственно-организационном аспекте. Одно из наиболее ярких и фундаментально значимых явлений для географической науки — феномен «архипелага» городов. Под ним обычно подразумевается большая совокупность тесно взаимодействующих в общепланетарном масштабе городских центров (или системы глобальных городов), которые формируют основные узлы международной деловой активности, отвечают за стратегическое построение международных отношений, обеспечивают направленность перетоков информации, знаний, инноваций, инвестиций, человеческого капитала. Это «новообразование» становится наиважнейшей и органичной частью всей современной архитектуры мироустройства, включая геодемографическую, геополитическую, геоэкономическую, социокультурную сферы [12—14, 23, 27]. Изучению феномена, получившего теоретическое обоснование в начале 1990-х гг. в трудах С. Сассен [28] и первичную практическую интерпретацию в работах британской исследовательской группы «Глобализация и мировые города» («Globalization and World Cities», GaWC) [8], в последнее время посвящено много публикаций [15, 16, 24—26, 29].

Несмотря на постоянно расширяющийся арсенал методов идентификации глобальной сети городов [20, 21, 30—32], подавляющее большинство экспертов сходятся во мнении о ее главном первоисточнике и базисе — процессе транснационализации мировой экономики, т.е. появлении мощнейших корпораций с обширной сетью филиалов, дислоцирующихся в городах и консолидирующих через паутину внутри-

межфирменных связей все мировое городское сообщество. Иными словами, именно корпоративный подход отражает квинтэссенцию парадигмы «архипелага городов», или транснациональной урбанистической системы. Этот подход предполагает изучать сеть и иерархию глобальных городов на основе исследования концентрации руководящих звеньев ТНК и прежде всего их штаб-квартир. При этом истинную силу центра в международном территориальном разделении труда и его роль в управлении мирохозяйственными процессами дает присутствие не только собственных ТНК, но и корпораций других стран. Соответственно теоретическая модель должна отображать размещение штаб-квартир, главных региональных офисов и иного рода представительств ТНК как национального ранга, так и ассоциированных членов крупных зарубежных компаний.

**Постановка проблемы.** На сегодняшний день изучение размещения штаб-квартир ведущих ТНК мира широко используется в международной исследовательской практике и пространственная картина в целом ясна [1, 3, 4, 10—15; 28—31]. Но в специальной литературе весьма слабо представлены работы по оценке локализации представительств зарубежных ТНК в глобальных городах. Такое состояние вопроса тесно связано как с общей молодостью исследовательского направления и сложностью решения этой задачи, так и с весьма большой трудоемкостью сбора, обработки и систематизации первичного материала для качественной оценки присутствия подразделений зарубежных ТНК в различных центрах. Вместе с тем это весьма существенный и перспективный пласт изуче-

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, магистрант; *e-mail:* martinpilka92@gmail.com

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра географии мирового хозяйства, вед. науч. с., докт. геогр. н.; *e-mail:* gwe@geogr.msu.ru

ния современных «нодальных точек» глобальных городских сетевых структур.

В качестве пионерного задела в рамках развития этой темы целесообразно проанализировать дислокацию зарубежных ТНК в глобальных городах на примере США. Эта страна, обладая особой геоэкономической и геополитической мощью, во-первых, располагает наиболее масштабным набором истинных и формирующихся глобальных центров, во-вторых, отличается, с одной стороны, многочисленностью материнских ТНК, а с другой — престижностью, высокой заинтересованностью корпораций из других стран в присутствии и организации деятельности в американских городах. Задачи исследования можно свести к выявлению, количественной оценке и интерпретации территориальных приоритетов размещения представительств разного ранга ведущих зарубежных ТНК в глобальных городах США.

**Материалы и методы исследований.** Научно-георетическую основу исследования составили труды ведущих зарубежных и отечественных теоретиков глобальной экономики, географии мирового хозяйства и глобальных городов [8, 10—14, 17—19, 22, 28—31]. Ядром информационно-статистической базы исследования послужили официальные данные самого крупного и наиболее авторитетного рейтинга корпораций — Форбс-2000 [7], построенного на базе четырех показателей: продажи, прибыль, активы и рыночная стоимость компаний. По мере необходимости привлекались также данные различных международных организаций, общие и отраслевые статистические ежегодники США, а также справочники и сайты по отдельным городам страны [5, 6], материалы зарубежной и отечественной периодической печати. В работе использованы общенаучные и конкретно-научные методы, в том числе историко-географический, статистический и сравнительно-географический<sup>3</sup>.

**Результаты исследований и их обсуждение.** *Глобальные города США — концентраторы штаб-квартир материнских ТНК.* Крупнейшие центры США представляют одну из самых многочисленных групп глобальных городов, ядро Североамериканского узла транснациональной урбанистической системы. Так, в первой классификации П. Тейлора [16], составленной на базе оценки только ряда секторов деловых услуг, 19 из 122 глобальных центров приходилось на долю США, в более поздних работах, основанных

на комплексе показателей глобальности городов, — 9 из 52 [30]. В рейтинге за 2012 г. присутствуют 33 центра, из которых 18 уже сформированных, в том числе 10 входят в высшую категорию (альфа-группа), 8 — более низкого ранга (бета-группа), и 15 — формирующихся (гамма-группа) [8]. Во всех этих и многих иных классификациях так или иначе, часто косвенно, учитывается присутствие материнских ТНК, причем позиции городов США в этом плане весьма прочны, более того, с учетом последних трендов мирового корпоративного развития можно уверенно прогнозировать их дальнейшее усиление. По данным Форбс-2000 за 2013 г., в рейтинге представлены компании из 66 стран при доминировании США (524 компании) и Японии (258), за истекший год суммарно увеличивших присутствие на 14 участников. Большим приростом отличается только Китай (136) с 15 компаниями-новичками [7].

Практика США во многом снимает осторожные сомнения и даже критику ряда специалистов, включая апологета глобальности городов С. Сассен: «...количество штаб-квартир — это как раз то, что отличает глобальный город» [10, с. 13]. Сейчас в этих центрах страны сосредоточено почти 65% (339 из 500 с лишним) американских компаний, входящих в рейтинг Форбс-2000. Более того, их распределение по основным иерархическим нишам глобальных городов весьма красноречиво — на долю альфа-группы приходится свыше 2/3 всех штаб-квартир материнских ТНК, бета-группы — немного более 1/5 и гамма-группы — немногим более 1/10 (табл. 1). Впечатляет и неравномерность погородского размещения, т.е. уровень концентрации. Так, только Нью-Йорк аккумулирует почти 1/4 всех головных офисов крупнейших ТНК США, а пятерка лидеров (плюс Сан-Франциско, Чикаго, Хьюстон, Даллас) — более половины (54,3%). Тем не менее все глобальные города страны (за исключением Орlando) выступают в качестве реальных площадок американского транснационального бизнеса. Опыт США в целом подтверждает действенность классического корпоративного критерия, хорошо коррелируется с большинством более широких группировок и классификаций.

*Глобальные города США — аванпосты размещения представительств зарубежных ТНК.* Согласно данным Форбс-2000 за 2012—2013 гг., в США представлено

<sup>3</sup> Уточним некоторые ограничения исследования: во-первых, они касаются списка глобальных городов США, а во-вторых, методики учета корпораций и их подразделений. В первом случае спектр городов, вовлеченных в изучение, опирается на авторитетную классификацию П. Тейлора [31], но центры взяты в пределах метрополитенских ареалов, а не городских границ. Во втором случае принимаются следующие допущения: 1) из анализа намеренно выведены корпорации сферы ритейла (сетевой розничной торговли) и дилерские центры автопроизводителей в силу их повсеместного размещения; 2) из-за отсутствия достоверных данных в исследовании не вошли израильская компания «Teva» и швейцарская компания «Schneider Electric»; 3) для выявления размещения в городах США филиалов корпораций использованы данные официальных сайтов ТНК и консалтинговой группы «Dun&Bradstreet» (D&B) [9]; 4) расчеты выполнены как с учетом числа офисов корпорации в одном городе, так и по схеме одна компания — один офис, при этом не дешифрируется тип филиала (офис продаж, предприятие, региональная штаб-квартира и т.д.); 5) рассмотрены лишь те представительства, которые на 100% принадлежат главной компании и зарегистрированы под тем же товарным знаком; 6) из-за отсутствия достоверной статистики размер представительств компании не учитывался.

Таблица 1

Представительство транснациональных структур бизнеса в глобальных городах США в 2012–2013 гг.

Категория глобального города	Глобальный город	Число штаб-квартир ТНК США	Число представительств зарубежных ТНК		Число стран, представленных ТНК	Индекс корпоративной активности, ИКА*
			всего	региональных штаб-квартир		
Альфа++	Нью-Йорк	81	374	79	45	3,00
Альфа+	Чикаго	23	203	14	31	1,30
Альфа	Лос-Анджелес	18	259	32	32	1,71
	Сан-Франциско	6	155	6	32	1,09
	Вашингтон	15	123	16	29	1,05
Альфа–	Атланта	9	136	9	24	0,86
	Даллас	21	127	5	25	0,81
	Майами	5	113	16	30	1,05
	Бостон	9	105	2	23	0,66
	Филадельфия	11	101	7	20	0,64
Бета+	Хьюстон	21	189	34	34	1,59
Бета	Сиэтл	6	97	2	25	0,69
	Миннеаполис	11	62	1	17	0,37
Бета–	Сан-Диего	4	65	0	20	0,45
	Детройт	7	117	7	22	0,73
	Денвер	8	61	3	19	0,45
	Кливленд	6	45	0	14	0,23
	Сент-Луис	7	43	1	14	0,24
Гамма+	Сан-Хосе	23	84	9	28	0,83
	Портленд	2	58	1	20	0,44
	Шарлотт	3	53	4	19	0,44
	Цинциннати	4	50	3	17	0,36
	Балтимор	1	22	0	12	0,11
Гамма	Финикс	5	54	0	19	0,39
	Питтсбург	7	53	0	17	0,33
	Тампа	3	38	1	17	0,30
	Индианаполис	3	35	0	13	0,18
	Коламбус	2	30	1	8	0,04
	Канзас-Сити	3	25	1	8	0,03
Гамма–	Остин	1	38	1	12	0,17
	Орlando	0	29	0	12	0,13
	Милуоки	5	19	0	10	0,05
Всего	32	330	2963	255	47	—

\* Индекс корпоративной активности (ИКА) — куммулятив расчетов для глобальных центров по формуле:  $x - x_{\min} / x_{\max} - x_{\min}$  — для каждого из трех показателей (число зарубежных представительств в городе, число региональных штаб-квартир и число стран, представленных ТНК), где  $x$  — значение показателя в конкретном городе. Составлено по [7–9].

621 из 1374 неамериканских корпораций (или 45,2%). Общее число их офисов в стране — 6412, из них в глобальных городах находится более 1/2 (3561) [7]. Такое значение этого показателя трудно оценить однозначно: много это или мало? На этот вопрос в силу отсутствия соответствующих приемов оценки пока нет аргументированного ответа. Отметим лишь, что программы конкретной дислокации офисов часто индивидуальны; эти задачи менеджеры ТНК решают в соответствии с собственными стратегией и тактикой,

общекорпоративной политикой выполнения генеральных функций и присутствия на различных рынках. Так, часть компаний открывает представительства во всех более-менее крупных городах страны (например, финская компания «Kone»), другая часть ориентируется на региональный подход в виде суперсосредоточения присутствия только в нескольких штатах США (например, мексиканская компания «Сетех»), немало и других схем действия компаний на иностранном рынке.

Оценить глобальность агломераций США и их иерархию через призму экспансии зарубежных компаний позволяют три статистически доступных индикатора: общее число офисов компаний, число их региональных штаб-квартир и число стран, представленных ТНК. Если руководствоваться правилом «одна компания в одном городе», то реальное число офисов в глобальных городах США в 2012—2013 гг. составило 2963. Их распределение по типологическим группам, как и в случае материнских ТНК, носит концентрированный, но более сглаженный характер. За счет альфа-городов (~ 3/5) дополнительный вес приобретают формирующиеся глобальные центры (19%), т.е. «расселение» офисов зарубежных компаний получает большую степень свободы, что представляется вполне логичным. Картина в целом повторяется и при анализе размещения 255 региональных штаб-квартир иностранных ТНК, но носит более жесткий характер. На альфа-группу городов приходится уже более 3/4 всех головных офисов компаний, а на формирующиеся — менее 8%. Налицо явное тяготение региональных штаб-квартир зарубежных компаний к эпицентрам транснационального бизнеса в США. Закономерны результаты и третьего ракурса исследования — как и в предыдущих случаях, с большим отрывом лидирует Нью-Йорк, где присутствуют ТНК из 45 стран; в остальных центрах альфа-группы городов — по 20—30, а в прочих городах — от 10 до 20 стран.

Дифференциацию глобальных городов США как центров деловой активности корпораций других стран хорошо отражает сводный индекс корпоративной активности (ИКА) (табл. 1). По его значениям выделяются: однозначный лидер Нью-Йорк (максимальная величина ИКА, равная трем), превосходящий другие города по всем индикаторам с гигантским отрывом, и три группы центров низших рангов.

Первая группа (ИКА = 1,0 ÷ 1,6) представлена серьезными конкурентами неофициальной столице США — Лос-Анджелесом, Сан-Франциско, Хьюстоном, Чикаго, Майами и Вашингтоном, в каждом из этих городов расположено внушительное число представительств ТНК разных ранга и профиля из 30 стран и более. Следует отметить колоссальное значение совсем небольшого числа городов, во многом определяющих внешнеэкономическое сотрудничество США на уровне ТНК.

Вторая группа (ИКА = 0,5 ÷ 1,0) состоит из центров трех типов: функционально-специализированных (например, Сан-Хосе, Детройт); бывших городов-лидеров, утративших по ряду причин свое величие (Филадельфия, Бостон); центров, динамично развивающихся на инновационной основе (Даллас, Сиэтл). Эти города привлекательны для иностранных бизнес-структур за счет предоставления особого комплек-

са высокопрофессиональных услуг или производств международного значения. Так, Атланта — крупнейший авиахаб США и мира; Филадельфия — колыбель американской независимости, а ныне оплот мощнейшей химической промышленности, фармацевтики и медицины. Для Детройта особую роль играет его позиционирование в качестве родины мирового автомобилестроения.

Третья группа (ИКА < 0,5) включает 18 городов с относительно ограниченными возможностями глобального роста. Эти центры пока не обладают достаточным человеческим капиталом, должными условиями для развития успешной бизнес-среды, экономическими и/или прочими ресурсами, позволяющими на равных бороться с лидерами за привлечение зарубежных инвестиций. Значительная часть из них либо уже не играют той роли, как несколько десятилетий назад (например, Питтсбург, Кливленд), либо совсем недавно начали восхождение в рамках глобальных рынков (Остин, Финикс) и еще не успели нарастить потенциал, необходимый для достойной конкуренции с городами, больше вовлеченными в корпоративные сети.

**Некоторые географические аспекты присутствия зарубежных ТНК в глобальных городах США**, где ныне действуют крупнейшие бизнес-контрагенты 47 из 66 стран, входящих в рейтинг Форбс-2000. Их совокупная региональная структура довольно специфична. Если в целом в составе ТНК мира (без США) доминируют компании Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) (49,4%), на второй позиции находится своеобразный консолидированный субрегион Европа, Ближний Восток и Африка (40,8%), а вес остальных территорий ничтожно мал, то в случае глобальных центров США ситуация иная — АТР (31,8%) существенно уступает Европе (52,8%), а среди прочих весомы позиции соседней Канады (табл. 2). При этом на уровне стран единоличным лидером по числу офисов зарубежных ТНК выступает Япония, почти в 2 раза опережая Великобританию, Францию и Германию. В целом в глобальных городах США доминируют корпорации довольно узкого круга стран. Так, на их первую пятерку (Япония, Великобритания, Франция, Германия и Канада) приходится 55,6% всех представительств ТНК, а на первую десятку — 74,9%.

Анализ массива данных по агломерациям США с использованием индекса Херфиндаля—Хиршмана (Herfindahl—Hirschman index, НИ), обычно применяющегося для оценки степени монополизации отрасли, а в нашем случае — «географии», свидетельствует о довольно умеренном уровне диверсификации пространственной структуры присутствующих в них зарубежных ТНК<sup>4</sup> (рисунок). Его средняя величина для всей совокупности глобальных центров США состав-

<sup>4</sup> Если значение индекса Херфиндаля—Хиршмана составляет > 1800, то отрасль считается высокомонополизированной, если < 1000 — умеренно- и слабомонополизированной. Подчеркнем, что здесь речь идет не о числе конкурирующих на рынке фирм, а о развернутости географии, числе стран, представленных в глобальных городах США зарубежными ТНК.

Таблица 2

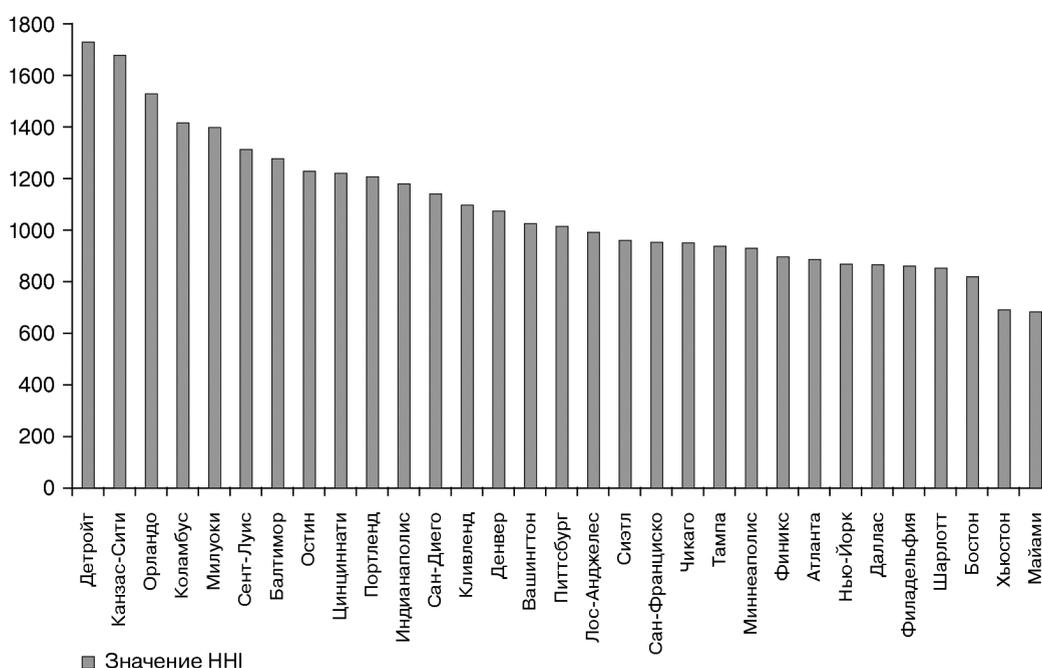
**Региональная структура представительств крупнейших зарубежных ТНК в глобальных городах США\* в 2013 г.**

Регионы, страны	Распределение по регионам и странам мира				Число стран, представленных крупнейшими зарубежными ТНК	
	число представительств крупнейших зарубежных ТНК		число региональных штаб-квартир крупнейших зарубежных ТНК			
	ед.	%	ед.	%	ед.	%
Европа, в том числе	1552	52,4	90	35,3	17	36,1
Великобритания	306	10,2	21	8,2	1	2,1
Франция	288	9,8	17	6,7	1	2,1
Германия	267	9,0	9	3,5	1	2,1
Азия, в том числе	1058	35,7	139	54,5	20	42,5
Япония	576	19,5	88	34,5	1	2,1
Республика Корея	100	3,4	19	9,7	1	2,1
Северная Америка, в том числе	229	7,7	12	4,7	2	4,3
Канада	208	7,1	11	4,3	1	2,1
Южная и Центральная Америка	113	3,8	13	5,1	6	12,8
Африка	11	0,4	1	0,4	2	4,3
Топ-10 стран	2116	71,5	200	78,4	10	21,3
Всего	2963	100	255	100	47	100

\* Без ТНК США. Рассчитано по [7, 9; официальные сайты корпораций].

ляет 1091. По этому показателю глобальные центры США достаточно четко группируются в 4 категории: < 900 — 9 городов, 900—1000 — 6, 1000—1200 — 6 и > 1200 — 10 центров. Середина рейтинга сравнительно малочисленна, но и разброс между крайними зна-

чениями индекса не так велик. Не вдаваясь в подробности и выяснение причинно-следственных взаимосвязей, отметим лишь, что из минимального числа стран привлекают компании депрессивный Детройт (НИИ = 1728) и Канзас-Сити (НИИ = 1650), а макси-



Рейтинг глобальных городов США по индексу Херфиндаля—Хиршмана в 2013 г. Рассчитано по [5—7]

мального — новые точки роста международной деловой активности — Майами и Хьюстон (< 700).

На этом общем фоне прослеживается ряд частных «расселенческих» приоритетов зарубежных ТНК в городах США. Чисто количественное превосходство имеют европейские корпорации — их доля в географической структуре компаний превышает 60% в 10 городах, 7 из которых находятся на Среднем Западе и Востоке страны, в регионах, экономически и культурно традиционно ориентированных на Европу. В моделях размещения часто ощутимы национальные предпочтения. Так, повышенным интересом британских компаний пользуются Бостон и Филадельфия, германских — Шарлотт и Финикс, французских — Даллас, а испанских — Майами. Абсолютное преобладание компаний из АТР отмечается только в Лос-Анджелесе (> 50%), но прочные, а часто и определяющие позиции (> 40%) азиатские ТНК занимают во многих центрах. Прежде всего к ним относится Нью-Йорк, на корпоративном уровне теснейшим образом взаимодействующий в финансовой сфере с Японией, а также ряд городов, функционально специализированных в рамках глобальных рынков, например высокотехнологичный Остин, где особо активны тайваньские компании, или Детройт с широким представительством японских и южнокорейских фирм-автомобильных производителей. Фактор территориальной близости во многом играет главную роль в размещении корпораций из Южной Америки и Канады. В первом случае пальма первенства принадлежит Майами, в котором представлены компании всех шести стран региона, работающих в США, а во втором — крупнейшим центром северо-запада страны.

*Сопряженный анализ корпоративной активности и географического разнообразия* свидетельствует о высокой и часто прямой зависимости между значимостью города в национальной и глобальной экономике и его вовлеченностью в транснациональные сети корпораций разных стран. По сочетанию признаков в отдельную немасштабную категорию выделяется Нью-Йорк как суперцентр транснационального бизнеса, а также четыре блока глобальных городов США (табл. 3).

Первый из них (ИКА = 0,5 ÷ 1,5; ННИ < 1000) состоит из 10 мощных комплексных или функционально-специализированных деловых центров, играющих важную роль на одном или нескольких слабомонополизированных глобальных рынках, что способствует привлечению корпораций со всего мира. Вторая группа (ИКА = 0,5 ÷ 1,5; ННИ > 1000) представлена только тремя городами (Вашингтон, Детройт, Сан-Хосе), которые занимают выдающееся место, но уже в рамках сегментов мировой экономики, контролируемых минимальным количеством ТНК. В этом случае, несмотря на высокую аттрактивность городов для международного бизнеса, уже изначально предполагается ограниченное число зарубежных участников. Третий блок (ИКА < 0,5; ННИ < 1000), пожалуй, самый интересный с точки зрения принципов размещения представительств зарубежных ТНК, включает 4 центра — Финикс, Миннеаполис, Шарлотт и Тампа. Эти города концентрируют пристальное внимание большого числа корпораций из разных стран, причем не столько за счет четко просматриваемой экономической выгоды, сколько из-за комфортности условий пребывания, в том числе климатических<sup>5</sup>. Четвертый и наи-

Таблица 3

Группировка глобальных городов США по сочетанию индикаторов «корпоративной активности» и индекса Херфиндаля—Хиршмана в 2013 г.

Индекс Херфиндаля—Хиршмана	ИКА				Всего
	< 0,5	0,5—1,0	1,0—1,5	3	
< 900	Шарлотт, Финикс	Атланта, Бостон, Филадельфия, Даллас	Майами, Хьюстон	Нью-Йорк	9
900—1000	Миннеаполис, Тампа	Сиэтл	Лос-Анджелес, Сан-Франциско, Чикаго		6
1000—1200	Денвер, Индианаполис, Кливленд, Питтсбург, Сан-Диего	Сан-Хосе	Вашингтон		7
> 1200	Балтимор, Канзас-Сити, Коламбус, Милуоки, Орlando, Остин, Портленд, Сент-Луис, Цинциннати	Детройт			10
Всего	18	7	6	1	32

\* Составлено по [7].

<sup>5</sup> Например, Тампа считается одним из самых быстрорастущих городов Флориды, а Миннеаполис уже традиционно возглавляет рейтинг 50-ти самых «здоровых» городов США.

более многочисленный по составу кластер (ИКА < 0,5; ННІ > 1000) представлен узкоспециализированными по функциональному профилю и формирующимися по статусу глобальными городами — это полигоны деятельности отраслевых ТНК некоторых стран, факторы размещения которых разнообразны и часто специфичны. В этих центрах, как правило, представлено небольшое число компаний преимущественно из стран Европы, обладающих наиболее сформированной и разветвленной сетью филиалов.

#### Выводы:

— анализ подтвердил исходную гипотезу о нодальности крупнейших агломераций США в пространственной организации транснационального бизнеса, высоком уровне концентрации в них не только штаб-квартир материнских ТНК, но и представительств ведущих зарубежных компаний. Рейтинг центров по числу последних довольно хорошо совпадает с иерархией глобальных городов по комплексу характеристик, что подчеркивает работоспособность и релевантность критерия;

— доказано безоговорочное лидерство Нью-Йорка как по внутренней, так и по внешней корпоративной активности. Выявлена определяющая роль в реализации внешнеэкономического сотрудничества страны на уровне ТНК в целом небольшого числа городов альфа-группы, которым прочие центры существенно уступают по аттрактивности для международного бизнеса;

— в глобальных городах США широко представлена география крупнейших экономик мира. В струк-

туре ТНК доминируют компании из развитых стран, а в региональном разрезе — из Европы. Если судить только по числу представительств, без учета масштабов деятельности, деловой тон задают корпорации Японии, Великобритании, Франции, Германии и Канады;

— распространение зарубежных ТНК определяется многими факторами. Один из главных приоритетов — глобальная мощь и экономическая составляющая города, но при определении конкретного места дислокации офисов используется двуединая модель, учитывающая как интересы и специфику бизнеса, так и возможности, ресурсы и перспективы развития города. Немаловажную роль играют функциональная специализация города, его экономико-географическое положение и место в системе центров глобальных рынков, наличие исторических корней и традиционных культурных связей, комфортность среды проживания персонала и др.;

— использование корпоративного подхода позволило по-новому раскрыть глобальность крупнейших агломераций США, оценить глубокую неоднородность их положения в рамках циклично-генетической динамики городского развития, начиная от депрессивного автомобильного Детройта и заканчивая амбициозными и высокотехнологичными центрами типа Остина. Выявленные закономерности представляются весьма своевременными в смысле привлечения инвестиций и создания новых полюсов роста деловой активности на территории России.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глобальный город: теория и реальность / Под ред. Н.А. Слукки. М.: ООО «Аванглион», 2007. 243 с.
2. Город в контексте глобальных процессов / Под ред. И.И. Абылгазиева, И.В. Ильина, Н.А. Слукки. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2011. 448 с.
3. Денисенко О.О. Процеси метрополізації: світогосподарський аспект. Київ: Інститут географії НАН України, 2012. 194 с.
4. Пилька М.Э., Слука Н.А. Новейшие сдвиги в отраслевой структуре экономики Большого Лос-Анджелеса // География, градостроительство, архитектура: синтез наук и практик. Смоленск: Ойкумена, 2013. С. 227—241.
5. Сайт Бюро переписей США. URL: <http://www.census.gov/> (дата обращения: 25.12.2013).
6. Сайт Бюро статистики труда США. URL: <http://www.bls.gov> (дата обращения: 12.12.2013).
7. Сайт журнала «Forbes». URL: <http://www.forbes.com> (дата обращения: 03.02.2014).
8. Сайт исследовательской группы «Globalization and World Cities», GaWC. URL: <http://www.lboro.ac.uk/gawc/index.html> (дата обращения: 14.11.2013).
9. Сайт компании «Dan&Bradstreet». URL: <http://www.dnb.com> (дата обращения: 25.12.2013).
10. Слука Н.А. Геодемографические феномены глобальных городов. Смоленск: Ойкумена, 2009. 317 с.
11. Слука Н.А. Глобальный город // Социально-экономическая география: понятия и термины: Словарь-справочник. Смоленск: Ойкумена, 2013. С. 71—72.
12. Слука Н.А. Градоцентрическая модель мирового хозяйства. М.: Пресс-Соло, 2005. 168 с.
13. Слука Н.А. Градоцентрический вектор в развитии мировой системы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 5. С. 3—10.
14. Слука Н.А., Ткаченко Т.Х. Глобальные города: особенности индустриального развития // Изменения в пространственной организации промышленности мира: вторая половина XX в. — начало XXI в. / Под ред. И.А. Родионовой. М.: Экон-Информ, 2009. С. 239—257.
15. Abrahamson M. Global Cities. Oxford: University Press, 2004.
16. Beaverstock J., Smith R., Taylor P. A roster of world cities // Cities, 1999. Vol. 16, N 6. P. 445—458.
17. Brenner N. Global cities, glocal states: Global city formation and state territorial restructuring in contemporary Europe. Routledge, 1998.
18. Clark D. Urban world / Global city. L.; N.Y., 2003.
19. Friedmann J. The world city hypothesis // Development and Change, 1986. Vol. 17. P. 69—83.
20. Global power city index 2011. Tokyo, Institute for Urban Strategies, 2011.

21. Global cities index and emerging cities outlook. A.T. Kearney report, 2012. URL: <https://www.atkearney.com/documents/10192/dfedfc4c-8a62-4162-90e5-2a3f14f0da3a> (дата обращения: 25.12.2013).
22. *Hall P.* The world cities. Third edition. N.Y.: Weidenfeld & Nicholson, 1984.
23. Hot Spots: Benchmarking global city competitiveness // A report from the Economist Intelligence Unit, 2012.
24. *Kratke S., Taylor P.J.* A world geography of global media cities // *Europ. Planning Stud.* 2004. Vol. 12, N 4. P. 459—477.
25. *Kratke S.* How manufacturing industries connect cities across the world: Extending research on 'Multiple Globalisation' // *GaWC Res. Bull.* 2011. N 391. P. 121—147.
26. *Parnreiter C.* Global cities and the production of uneven development // *GaWC Res. Bull.* 2012. N 394. P. 291—295.
27. *Robinson J.* Global and world cities: A view from off the map // *Intern. J. of Urban and Regional Res.* 2002. Vol. 26, N 3. P. 531—554.
28. *Sassen S.* The global city: New York, London, Tokyo. Princeton Universit. Press, 1991; 2001.
29. *Taylor P.* World city network: A global urban analysis. Routledge, 2004.
30. *Taylor P.* Leading world cities: Empirical evaluations of urban nodes in multiple networks // *Urban Stud.* 2005. Vol. 42, N 9. P. 1593—1608.
31. *Taylor P., Ni P., Derudder B.* et al. Global urban analysis: A survey of cities in globalization. L.: Earthscan, 2011.
32. *Verhetsel A., Sel S.* World maritime cities: From which cities do container shipping companies make decisions? // *Transport Policy.* 2009. Vol. 16, N 5. P. 240—250.

Поступила в редакцию  
24.03.2014

**M.E. Pilka, N.A. Sluka**

#### **SITING OF THE OFFICES OF LARGEST TRANSNATIONAL CORPORATION IN THE GLOBAL CITIES OF THE USA**

The initial hypothesis about the nodal role of the largest US agglomerations in the spatial structure of transnational business and the core importance of just several centers (with New-York being an absolute leader) for the foreign economic cooperation of the country at the level of transnational corporations is proved by the analysis. Geography of the largest world economies represented in the global cities of the USA is described, as well as the factors governing the location of foreign corporations. A dual model of office location is based on the combination of business interests, specific features and specialization of companies and potential, resources and prospects of a city.

*Key words:* global cities, largest transnational corporations of the world, office location, the USA.

УДК 911.9

А.Ф. Имангалин<sup>1</sup>

## ПРОГНОЗ РАЗМЕЩЕНИЯ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ В КРУПНЫХ РОССИЙСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ

Рассмотрено существующее положение и потенциальное развитие торговых центров как форматов современной торговли в крупных российских агломерациях с учетом их специфики. Проанализированы динамика и специфика развития этих объектов в крупных агломерациях на ближайшую перспективу. Рассмотрены методики оценки размещения различных типов объектов и предложены инструменты для прогнозирования размещения крупных торговых центров в городе с использованием математического и геоинформационного моделирования на примере Пермской агломерации.

*Ключевые слова:* торговые центры, гравитационные модели, оптимальное размещение, модель Хаффа, Пермь, торговая агломерация, зона обслуживания.

**Введение.** Основная цель статьи — анализ сложившегося и перспективного развития торговых центров в крупных российских агломерациях, а также прогнозирование размещения новых крупных торговых центров в городе с использованием гравитационно-вероятностной модели Хаффа.

Развитие крупных объектов торговой недвижимости в городах трансформирует потребительский рынок не только самого города, но и прилегающих территорий. В торговую зону, где проживают клиенты крупных центров, входят населенные пункты с разным уровнем покупательной способности и характером потребительского поведения, что требует более сложных и комплексных методов оценки. Если при размещении малых форм торговли анализируются город и его районы, то при размещении крупных форм торговли необходимо учитывать и близлежащие пригороды и города, жители которых могут быть потенциальными клиентами.

**Постановка проблемы.** Первое представление о масштабе потенциального рынка и отчасти его социально-экономической структуре дает выделение городских агломераций, но этот способ не всегда подходит при анализе торговой недвижимости. Городская агломерация в классическом понимании — это компактное скопление населенных пунктов, главным образом городских, местами срастающихся, объединенных в сложную многокомпонентную динамичную систему с интенсивными производственными, транспортными и культурными связями [3, 5]. Главный критерий выделения агломерации — наличие связи между объектами системы. В классическом понятии ключевую роль агломерации играют трудовые и другие связи в пределах двухчасовой доступности, важна и плотная сеть населенных пунктов, в первую оче-

редь городов, что характерно для наиболее крупных агломераций.

Если рассматривать городскую агломерацию с точки зрения потенциального рынка при размещении крупных объектов торговли, то необходимо расширить это понятие. Для торговой недвижимости двухчасовая зона доступности не является ограничивающим фактором при покупке товаров, особенно эпизодического спроса; при совершении покупки клиенту не важно, есть ли населенные пункты между его городом и местом совершения покупок. Целевая аудитория торгового центра (ТЦ) может не иметь трудовых связей с городом, в котором расположен ТЦ, но в то же время пользоваться его услугами. В результате население агломерации может составлять только часть потребителей услуг крупного торгового объекта. По этой причине при планировании размещения крупных торговых объектов городские агломерации рассматриваются расширенно, т.е. необходимо учитывать города, размещенные за пределами агломерации, но в то же время нужна оценка объема платежеспособного спроса в них, так как решение о строительстве объекта зависит от возможного будущего оборота и его прибыльности.

У каждого типа ТЦ есть своя определенная торговая зона, которую можно выделить на основе функционального состава и ареала обслуживания. Обычно выделяют следующие типы: микрорайонные, районные, окружные, суперокружные, региональные, суперрегиональные [4, 7, 9]. Они отличаются по размеру торговой зоны, набору арендаторов, размерам самого объекта.

Зона обслуживания *микрорайонных ТЦ* составляет в среднем до 10 мин. пешеходной доступности — это ближайшие жилые районы или транспортные и другие узлы. Микрорайонные ТЦ предлагают услу-

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, аспирант; e-mail: imangalin@gmail.com

ги и товары повседневного спроса, это обусловлено ограниченным составом арендаторов, а также площадью ТЦ. При наличии спроса на такие объекты их небольшой формат позволяет размещать их повсеместно. К основным преимуществам такого формата ТЦ относятся невысокая стоимость строительства, высокая доходность объектов за счет высоких арендных ставок, низких маркетинговых и других издержек. Фактор местоположения объектов этого типа особенно критичен, например наличие метро или пересадочного узла может обеспечивать до 95% постоянных посетителей, но высоки и риски, связанные с этим фактором. Отрицательная сторона — ограниченность в развитии такого объекта, так как размер участка, как правило, ограничен, ТЦ не имеет потенциала для расширения, могут отрицательно влиять и локальные факторы.

Иная ситуация у *суперрегиональных объектов*, которые представляют собой крупнейшие центры торговли. В них может быть сосредоточено до 100 разных магазинов и более, предлагающих широкий ассортимент товаров и услуг. Зона притяжения таких объектов может составлять более 2 ч., особенно если в них размещены уникальные развлекательные площадки — от океанариумов до аквапарков. К преимуществам таких объектов относятся высокий валовый доход, возможность улучшать размещение как за счет транспортной доступности, так и за счет строительства новых жилых районов в рамках освоения близлежащих территорий, низкое влияние локальных факторов. Недостаток суперрегиональных торговых центров представлен высокой стоимостью строительства, необходимостью обслуживать клиентов на высоком уровне, что выражается как в маркетинговых стратегиях в рамках продвижения и повышения лояльности посетителей, так и в технической эксплуатации — содержании дорожной инфраструктуры, высокой степени развития элементов жизнеобеспечения объекта и т.п.

Если агрегировать информацию отраслевых баз данных, то зависимость зоны влияния ТЦ от размера очевидна, хотя не линейна. Суть выделения торговых зон заключается в том, что в основном клиенты (> 95%) проживают в определенном географическом районе, имеющем относительно лучшую транспортную доступность до крупного ТЦ, что позволяет оценить его потенциальную аудиторию. Этот подход описан в работе В. Эпплбаума [8]. Методы, относящиеся к классу описательно-детерминистских подходов и позволяющие оценить торговые зоны, определить доли рынка и уровень проникновения торгового объекта, рассмотрены автором статьи в работе [2]. Такой анализ применим к «классическим» торговым центрам, в то время как специализированные или ориентированные на пешеходный поток малые объекты некорректно рассматривать с точки

зрения анализа торговых зон — слишком трудно выявить географические закономерности зон влияний этих объектов.

Региональные и суперегиональные типы ТЦ ориентируются на агломерации как на свои потребительские рынки. Крупные объекты размещены в основном на окраинах городов, выездных трассах и гораздо реже в черте города. Экономия на масштабе и стоимости земли позволяет уменьшать цены на продукты и услуги, что позволяет конкурировать с торговыми объектами в центре. Особенно наглядно демонстрирует эту политику размещение торгово-развлекательных центров (ТРЦ) «Мега» как в Московском, так и в других регионах.

**Материалы и методы исследования.** Сложившаяся ситуация и перспективы размещения крупных торговых объектов в городах-миллионниках рассмотрены на основе анализа обеспеченности торговыми площадями как в агломерации, так и в городе-центре в рамках его административных границ. Это позволяет анализировать не только насыщенность главного города торговыми объектами, но и оценить потенциал агломерации в целом.

Расчеты показали, что в 2013 г. среди 13 городов-миллионников с их агломерациями можно выделить 4 кластера (рис. 1). В первый кластер входят Пермь, Красноярск, Ростов-на-Дону, имеющие низкую обеспеченность ТЦ как агломерации в целом, так и центрального города. В этих городах не развиты современные форматы торговли или только планируются новые объекты торговой недвижимости. Во второй кластер входят Волгоград, Нижний Новгород и Новосибирск, они характеризуются более высокими показателями обеспеченности торговыми площадями и имеют большие агломерации, в которых размещены современные торговые центры. Третий кластер состоит из Казани, Уфы и Омска, где довольно хорошо развиты современные формы торговой недвижимости в центральном городе, а высокая обеспеченность агломерации обусловлена в основном высокой долей населения города-центра. В четвертый кластер входят города-лидеры по обеспеченности торговыми площадями в этом кластере; выделяются два подтипа. К первому подтипу относятся Екатеринбург и Самара с очень высокой обеспеченностью торговыми площадями центра и большой агломерацией, соразмерной с центральным городом. Эти города достигли точки первичного насыщения —  $500 \text{ м}^2/1000 \text{ человек}$  [6], их дальнейшее развитие связано с внешним платежеспособным спросом или размещением новых объектов на периферии. Во вторую подгруппу попали Челябинск и Воронеж, характеризующиеся не только высокой обеспеченностью центрального города, но и всей агломерации в связи с малой численностью населения на периферии.

Для оценки перспектив собрана информация о вводимых в эксплуатацию новых объектах, которые запланированы девелоперами в ближайшее время и

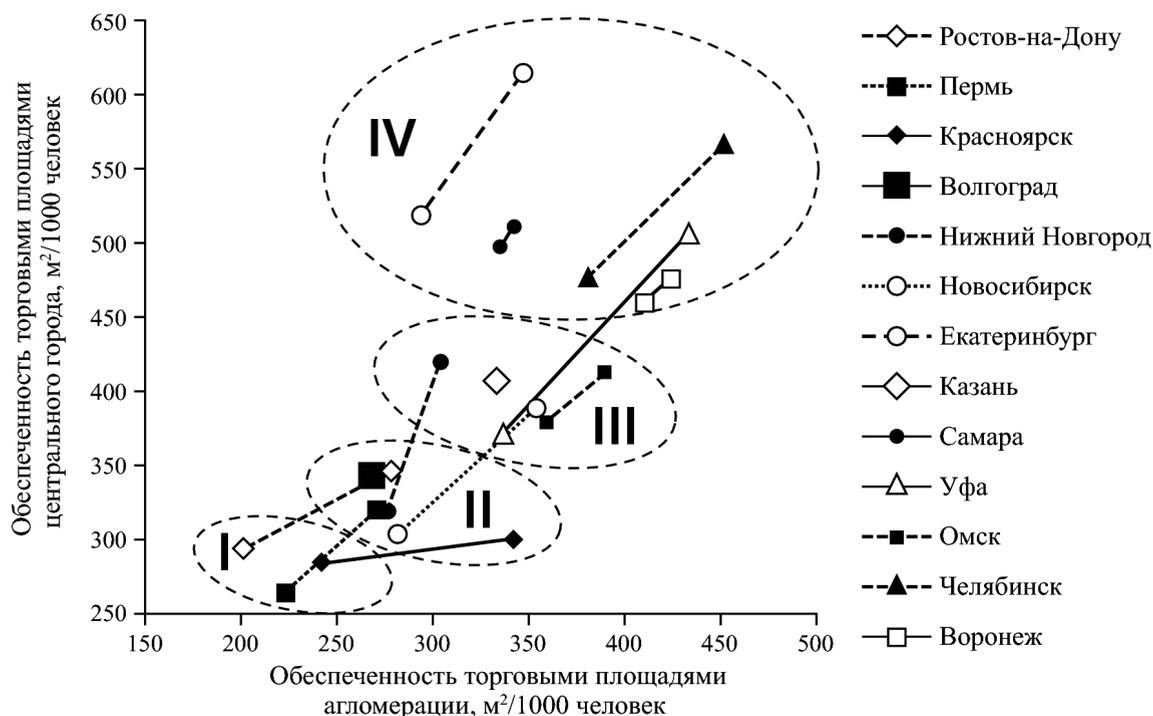


Рис. 1. Обеспеченность торговыми площадями населения центрального города и агломерации в 2013—2015 гг. Рассчитано автором на основе информационной базы компании «SmartLoc» [1]

реализация которых наиболее вероятна. Анализ динамики обеспеченности показывает уменьшение дифференциации обеспеченности населения торговой недвижимостью в регионах в основном за счет увеличения насыщенности центрального города. На рис. 1 представлена динамика изменения обеспеченности торговыми площадями исследуемых городов-миллионников и их агломераций в 2013—2015 гг., где точками показаны существующая и перспективная ситуация, а линиями — приращение показателей исследуемых объектов.

К 2015 г. сохранятся только три кластера. По сравнению с 2013 г. упразднится первый кластер, характеризующийся низкими показателями развития новых форм торговой недвижимости. Если рассматривать изменения в составе кластеров, то часть агломераций не изменит своего положения, в них не планируются новые торговые центры, к ним относятся Казань (в связи с высокой долей вакантных площадей в существующих торговых центрах) и Волгоград, который пока не интересен девелоперам-инвесторам из-за низкого потенциала рынка.

Выделяются группы агломераций, которые не имеют высокого значения прироста, что не позволяет определить их в другой кластер. Такая ситуация характерна для Омска, Самары и Воронежа в связи с

вводом 1—3 малых объектов районного или окружного формата. В третий кластер — регионы с высокой динамикой торговой недвижимости — вошли два подтипа. В одних объектах исследования, как, например, в Красноярске и Ростове-на-Дону, обеспеченность агломерации торговыми площадями повысилась за счет увеличения числа объектов на периферии<sup>2</sup>. Второй подтип характеризуется высокой динамикой приращения торговых площадей в центре агломерации, причем преимущественно за счет строительства крупных объектов<sup>3</sup>. Вводом новых объектов в этих агломерациях обусловлена возможность их перехода в более развитые кластеры. Однако Челябинск и Екатеринбург не формируют новый кластер — они займут лидерские позиции по обеспеченности главного города благодаря вводу крупнейших ТРЦ<sup>4</sup>.

По мере ввода торговой недвижимости рынки насыщаются. Челябинская, Воронежская, Уфимская агломерации уже в скором времени достигнут точки первичного насыщения, в то время как у Екатеринбурга и других городов с пригородами еще есть потенциал для развития. При насыщении первичных рынков в городах-миллионниках начнет активно развиваться второй эшелон городов — особенно полумиллионники и крупные нефтяные города, где достаточно высока платежеспособность населения.

<sup>2</sup> В Красноярской агломерации большой вклад в насыщенность рынка внесет строящийся суперрегиональный ТРЦ «Торговый квартал» в Солонцах с торговой площадью более 100 тыс. м<sup>2</sup>, а в агломерации Ростова-на-Дону такую роль сыграют региональные ТЦ «Всплеск» в Аксае и ТЦ «Мармелад» в Таганроге.

<sup>3</sup> В Уфе строится суперрегиональный ТРЦ «Планета», в Новосибирске — ТЦ «Новомолл» и вторая очередь ТРЦ «Аура», в Нижнем Новгороде — региональный ТРЦ «Небо» и нижегородский местный ритейл-парк.

<sup>4</sup> Суперрегиональный торговый центр «Алмаз» в Челябинске, а также «Гагарин Молл», «Призма», «Пассаж» в Екатеринбурге.

**Прогноз развития торговой недвижимости на примере Перми.** Развитие современных форм торговли обусловлено такими факторами, как платежеспособный спрос, уровень насыщения торговыми центрами, их конкуренция, а также постоянно меняющиеся потребительские предпочтения. Анализ и прогноз развития современных торговых центров в качестве нового формата торговли в городах-миллиониках с низким уровнем развития торговой недвижимости сделан на примере Пермской агломерации, где учтены крупнейшие населенные пункты: Пермь, Краснокамск, поселки Сытва, Старые Ляды, Полазна.

При сравнительном анализе Перми и более развитого Екатеринбурга можно увидеть, что первый город характеризуется обеспеченностью торговыми площадями, составляющей 265 м<sup>2</sup>/1000 человек в рамках границы города, в нем размещены 20 торговых центров, а второй — 519 м<sup>2</sup>/1000 человек и 32 центра соответственно. Обеспеченность торговыми площадями агломерации Екатеринбурга составляет 294 м<sup>2</sup>, а Пермской агломерации — 223 м<sup>2</sup>/1000 человек. Таким образом, с учетом объектов, размещенных на периферии, здесь дифференциация не такая сильная, как у центральных городов.

Уровень развития торговли характеризуется показателем оборота розничной торговли. В 2012 г. он составил для Екатеринбурга 91,5 млрд руб. (65,6 тыс. руб. на душу населения), в Перми — 49,2 млрд руб. (48,4 тыс. руб. на душу населения) [7]. На уровень товарооборота влияют такие факторы, как численность и доходы населения, миграционные потоки и др. В Екатеринбурге душевые показатели товарооборота на 35,3% выше, чем в Перми, а уровень заработной платы на 10,8% больше (не учтены заработки в малом предпринимательстве и неформальном секторе). Более высокий товарооборот в Екатеринбурге во многом обусловлен притоком покупателей из внешней зоны агломерации, а также из-за ее пределов. «Внешний» платежеспособный спрос в Екатеринбурге позволяет вводить новые торговые площади при высокой обеспеченности ими. Город уже достиг показателя первичного насыщения рынка торговыми площадями в 500 м<sup>2</sup>/1000 человек, на этом уровне обычно усиливается конкуренция и снижается заполняемость новых торговых центров, требуется редевелопмент объектов, однако Екатеринбург все еще имеет потенциал для роста. Пермская агломерация почти в 2 раза меньше, ее центральный город в основном концентрирует «внутренний» платежеспособный спрос, что упрощает анализ.

Исходя из значения обеспеченности торговыми площадями при первичном насыщении рынка оценен их новый потенциальный объем, который можно ввести в городе без дополнительного риска. С учетом существующего предложения и численности населения он составляет ~238 тыс. м<sup>2</sup> в 2013 г. Кроме того, необходима оценка оптимального варианта разме-

щения крупных коммерческих объектов в городе для обеспечения потребностей населения в качественных услугах и товарах, а также максимизации потенциальной прибыли бизнес-структур.

В основе методов прогнозирования лежит итерационный подход с использованием моделей пространственного потребительского поведения [11], где в основу модели Хаффа положена гипотеза, согласно которой привлекательность отдельного магазина зависит от размера его торгового зала и обратно пропорциональна его удаленности от потребителя. Значение полезности торгового объекта для покупателя, которая выражается через вероятность посещения покупателем  $i$  конкретного торгового объекта  $j$ , вычисляется по уравнению

$$P_{ij} = \frac{A_j^\alpha}{D_{ij}^\beta} \cdot \frac{1}{\sum_j^n \frac{A_j^\alpha}{D_{ij}^\beta}},$$

где  $P_{ij}$  — вероятность посещения  $j$ -го магазина  $i$ -м покупателем;  $A_j^\alpha$  — мера привлекательности коммерческого объекта  $j$  (размер торгового зала);  $D_{ij}^\beta$  — расстояние до торгового центра  $j$ , которое должен преодолеть покупатель  $i$ ;  $\alpha$  — вычисляемый эмпирическим путем коэффициент привлекательности;  $\beta$  — коэффициент влияния расстояния, требующий статистической оценки;  $n$  — число торговых точек.

Модель Хаффа позволяет сделать прогноз изменения числа клиентов при разных сценариях (открытие новых торговых точек конкурентами, увеличение торговой площади объекта), выявить географию проживания потенциальной целевой аудитории, оценить риски расположения объекта. В связи с тем что модель гибкая и ее можно настроить в соответствии с особенностями местного рынка и исследуемого объекта, ее активно используют при решении задач государственного планирования и оценки развития бизнеса [8]. Кроме того, выбранная модель хорошо прогнозирует посещаемость средних и крупных торговых центров (торговая площадь > 30 000 м<sup>2</sup>), это связано с тем, что на объекты меньшего размера сильно влияют локальные факторы [2].

При составлении прогноза проблему составляет распределение потенциальной площади — ввести 4 торговых центра площадью 60 тыс. м<sup>2</sup> каждый или же 6 центров по 40 тыс. м<sup>2</sup> для достижения уровня первичного насыщения. Для разрешения этой проблемы использован сценарный подход оценки эффективности объекта при его разном размере, при моделировании также учтена информация о планируемых проектах в регионе.

Для анализа размещения использованы следующие объекты (рис. 2): 20 существующих торговых

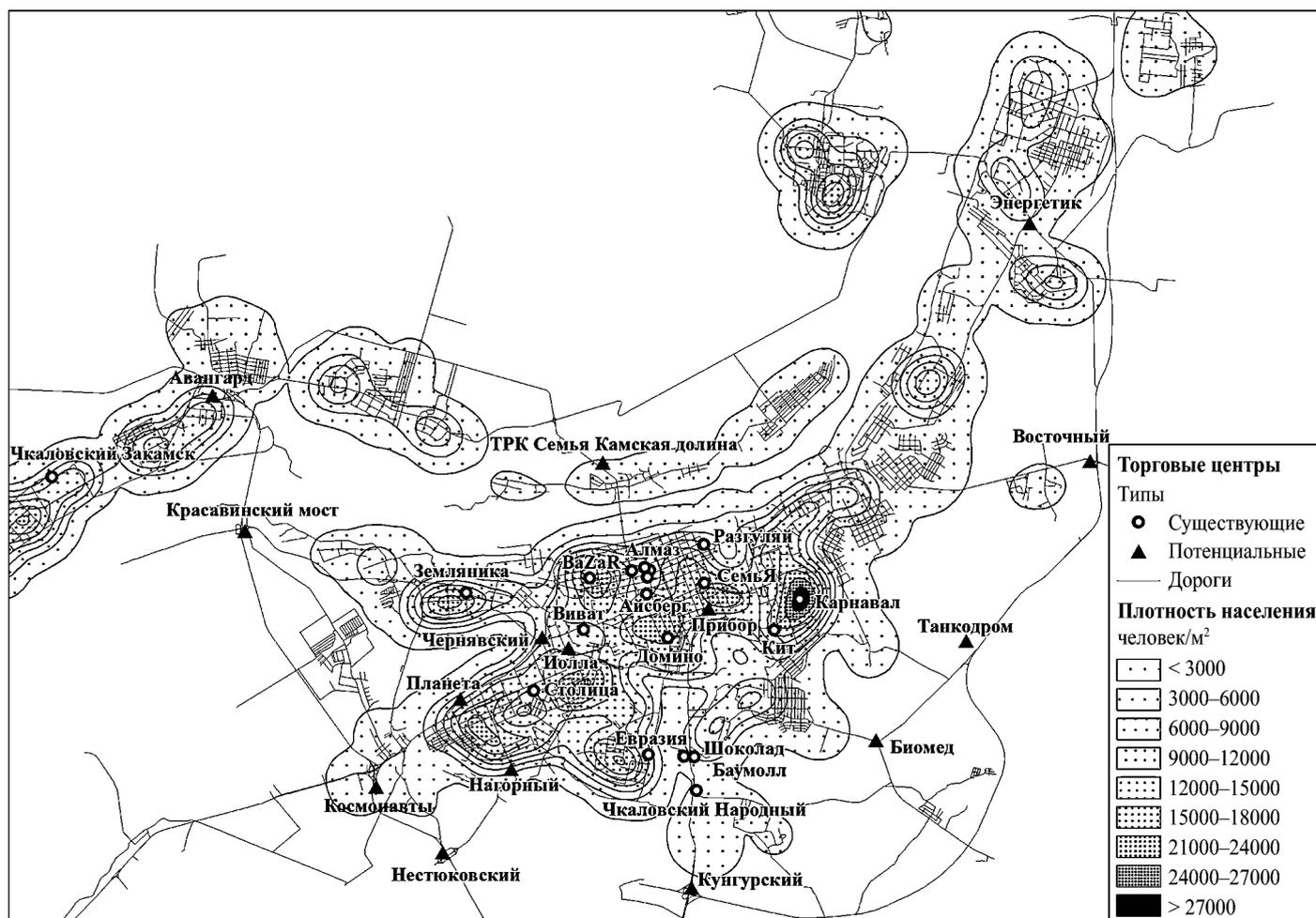


Рис. 2. Исследуемые торговые центры и потенциальные участки в г. Пермь

центров размером  $> 5$  тыс.  $m^2$ ; 11 потенциально возможных участков для строительства объектов, удовлетворяющих минимальным требованиям (первая линия главных дорог, пересечение крупных трасс, участок без больших перепадов рельефа, крупный земельный участок); 2 участка под редевелопмент промышленных площадок; 2 участка под планируемые крупные ТЦ.

Для сравнительного пространственного анализа транспортной доступности торговых центров в Екатеринбурге и Перми рассчитано среднее время доступности на личном транспорте до ближайшего торгового центра. В Екатеринбурге оно составило 5,1 мин., а в Перми — 7,5 мин. Расчет построен на основе улично-дорожного планарного графа с атрибутами средней скорости, односторонности, класса дороги в программном комплексе ArcGIS 10.0 с использованием модуля Network Analysis. В рамках существующего потребительского поведения рассчитывается территориальная доступность на личном автомобиле, так как он служит основным видом транспорта, на котором клиенты добираются до торгового объекта, и имеет наибольший территориальный охват [1]. Хотя обеспеченность населения личными автомоби-

лями на тысячу человек в Пермском крае составляет 203, а в Свердловской области 243 [7], но в пересчете этих показателей на домохозяйства, которые являются базовой единицей в маркетинговых исследованиях, указанные значения составляют 507 и 607 соответственно. Такие значения показателя характеризуют высокую обеспеченность домохозяйств автомобилями, что позволяет им пользоваться услугами торговых центров. В качестве исходных данных о местах проживания клиентов взята база данных геомаркетинговой компании «SmartLoc» [1] о жилых строениях с атрибутами числа квартир в каждом доме. База данных собрана на основе дешифрирования спутниковых снимков высокого разрешения с использованием дополнительных открытых источников информации о числе жилых квартир в доме; единое покрытие и метод сбора данных по городам позволяют сравнивать их между собой.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Уровень развития торговли оценивался как через разнообразие торговых центров, так и по территориальной доступности. Так, для Перми характерны пространственный монополизм некоторых объектов и неравномерное распределение обеспеченности различными

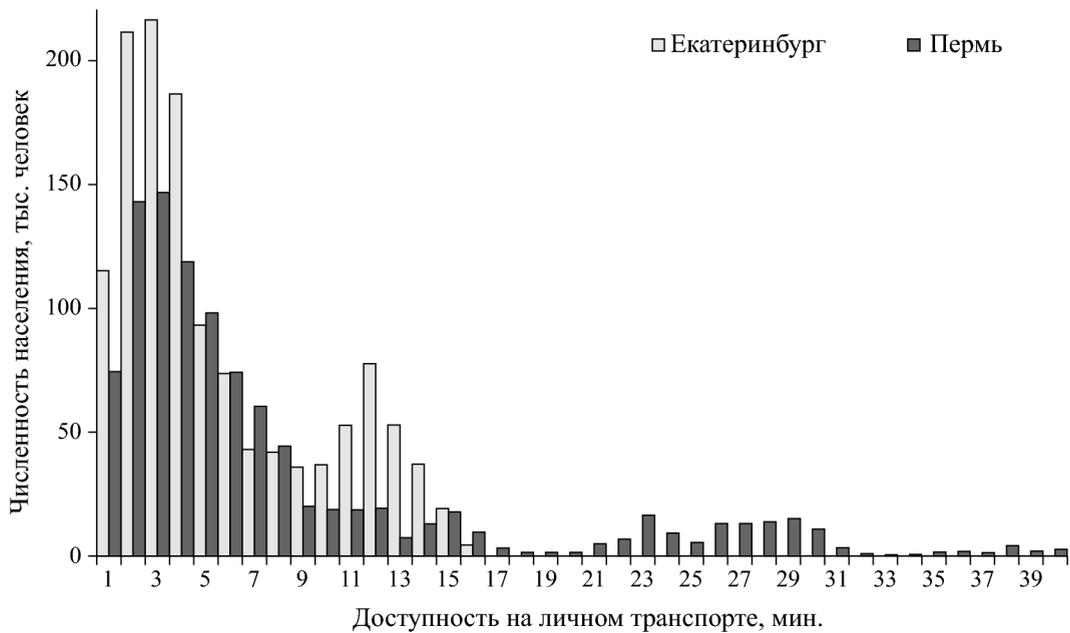


Рис. 3. Распределение численности населения по доступности ближайшего торгового центра

торговыми центрами, в то время как в Екатеринбурге минимальное число ТЦ, обслуживающих население, достигло 9. При анализе зон обслуживания учитывается, что малый объект имеет меньшую зону влияния по сравнению с крупным, эта зависимость заложена в модель [11]. Выявлена дискриминация в обслуживании 86 тыс. человек в Перми — они не попадают в зону обслуживания ТЦ по принятым для анализа нормам, что означает неполное покрытие торговыми центрами территории города. При сравнении Екатеринбурга и Перми на гистограмме наблюдается четкая

дифференциация населения по уровню доступности торговых центров (рис. 3).

Прогноз размещения потенциального объекта строился на итерационном и вероятностном подходах, тем самым оценивались все локации по отношению к новому условию, которое может наступить с наибольшей вероятностью. Для уменьшения числа итераций были введены два проекта, которые имеют высокую вероятность реализации (ТРЦ «Семья Камская долина» и «Планета» с торговой площадью 60 и 73 тыс. м<sup>2</sup> соответственно).

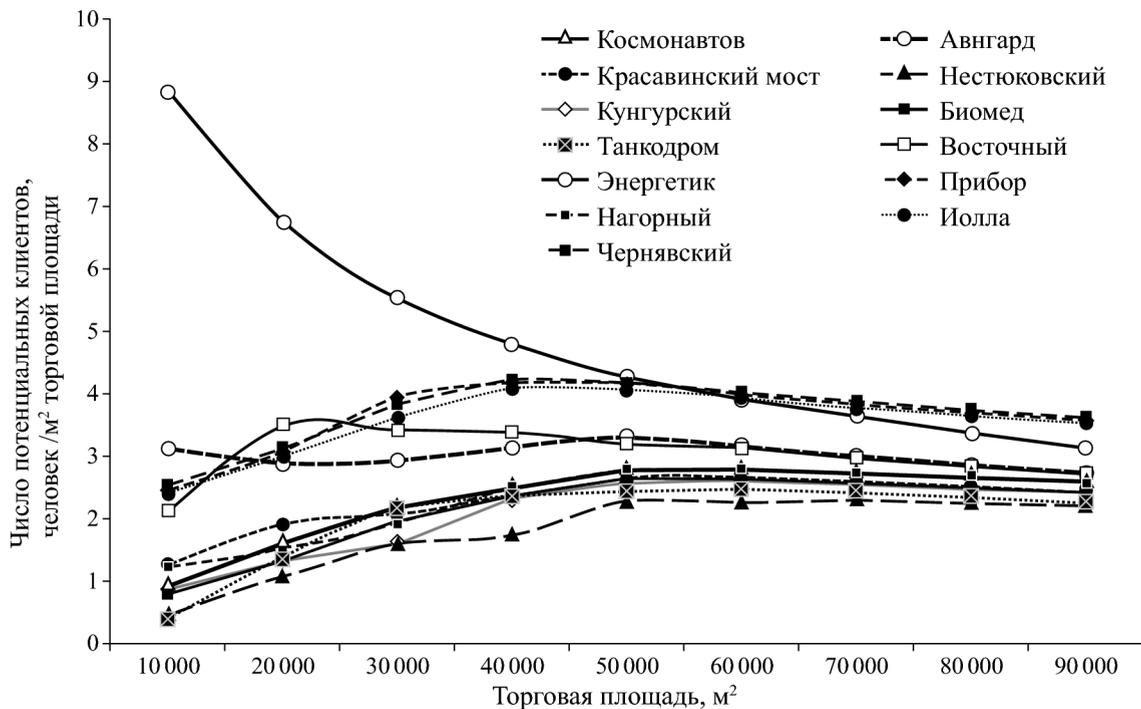


Рис. 4. Эффективность торговых объектов при их разной площади. Первая итерация сценарного анализа

Анализ 13 локаций в первой итерации выявил преимущества участка «Энергетик», который имеет наибольшую эффективность при крупном размере (> 30 тыс. м<sup>2</sup>) и требует меньших инвестиций при размещении, он имеет высокие показатели числа потенциальных клиентов при размере торговой площади до 60 тыс. м<sup>2</sup> (рис. 4).

Вторая итерация анализа позволила выявить оптимальный участок с точки зрения стоимости размещения и эффективности притяжения клиентов («Авангард»). Для сценария принят размер торговой площади на нем по остаточному принципу (< 45 тыс. м<sup>2</sup>).

При реализации описанных сценариев развития торговой недвижимости суммарный объем торговых площадей в городе составит 550 тыс. м<sup>2</sup>, а среднее время доступности до ближайшего ТЦ улучшится с 7,5 до 4,5 мин. При анализе гистограммы распределения доступности торговых центров в прогнозируемом варианте четко проявляется логнормальное распределение значений доступности. Это свидетельствует о равномерности распределения торговых центров по территории города, при этом максимальное время доступности сократится с 41 до 29 мин. Такой вариант размещения будет оптимален как для бизнес-структур с точки зрения доходности будущих объектов, так и для населения с точки зрения роста территориальной доступности качественных товаров и услуг.

#### Выводы:

— рынок торговой недвижимости в агломерациях развивается с разной скоростью, в одних агломера-

циях наблюдается стагнация, а в других — приращение торговых площадей. Факторами дифференциации скорости служат потенциальный объем рынка, институциональная среда, логистические проблемы, уровень конкуренции и т.п.;

— современное размещение торговых центров обеспечивает и коммерческую, и социальную эффективность. В пространственно-дифференцированном городе высокая стоимость строительства объекта в центре и небольшие свободные площади приводят к тому, что крупные объекты выносятся на периферию с целью уменьшения издержек, но эта тенденция одновременно уменьшает различия в обеспеченности товарами и услугами и их территориальной доступности для населения агломерации;

— для крупных торговых объектов необходим анализ развития городских агломераций в целом. Еще один из ключевых показателей уровня насыщенности рынка — среднее время транспортной доступности, этот показатель отражает социальную эффективность объектов, оказывающих услуги населению;

— при оценке размещения торговых объектов оптимально использовать сочетание разных методов — от выделения торговых зон до вероятностно-гравитационных моделей, что позволяет лучше учитывать специфику объектов. Модель Хаффа дает возможность численно оценить коммерческую и социальную эффективность потенциальных торговых объектов и прогнозировать их возможное размещение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геомаркетинговая компания «SmartLoc» [Официальный сайт]. URL: <http://smartloc.ru/> (дата обращения: 23.02.2014).
2. Имангалин А.Ф. Пространственные модели потребительского поведения, применяемые при оценке размещения рыночных услуг // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 4. С. 62—68.
3. Лаппо Г.М., Полян П.М., Селиванова Т.И. Городские агломерации России // Демоскоп. № 407—408.
4. Международный совет торговых центров [Интернет-портал]. URL: <http://www.icsc.org/> (дата обращения: 23.02.2014).
5. Полян П.М. Урбанистическая структура и урбанистическая концентрация // Экономическая география: Респуб. межвузовский научный сб. Вып. 36. Киев, 1984. С. 61—68.
6. Портал коммерческой недвижимости [Интернет-портал]. URL: [bmetr.dkvartal.ru](http://bmetr.dkvartal.ru/) (дата обращения: 23.02.2014).
7. Федеральная служба государственной статистики. [Официальный сайт]. URL: [gks.ru](http://gks.ru) (дата обращения: 23.02.2014).
8. Applebaum W., Cohen S.B. The dynamics of store trading areas and bicubic splines // J. Retailing. 1992. Vol. 68. P. 221—241.
9. Cliquet G. Geomarketing: Methods and strategies in spatial marketing. L.: ISTE, 2006.
10. DeLisle J.R. The Evolution of shopping center research: A 12-year retrospective // J. Shopping Center Res. 2005. Vol. 12, N 2. P. 1—82.
11. Huff D.L. A probabilistic analysis of shopping center trade areas // Land Economics. 1963. Vol. 39. P. 81—90.

Поступила в редакцию  
26.03.2014

A.F. Imangalin

#### FORECAST OF THE SITING OF SHOPPING CENTERS IN LARGE RUSSIAN AGGLOMERATIONS

The state-of-the-art and the prospects of modern shopping centers development in large Russian agglomerations are discussed. Dynamics and specific features of their development for the nearest future are analyzed. Shopping centers are classified according to their size; the types of shopping cen-

ters in urban agglomerations are identified. Four groups of agglomerations are identified according to the type of development and location of shopping centers. Possible changes of the groups and their composition by 2015 are forecasted. Totally 271 existing shopping centers and 29 ones under construction were analyzed for 13 largest agglomerations (excluding Moscow and St.-Petersburg).

Methods of evaluating the location of different types of objects are discussed and the instruments for forecasting the siting of large shopping centers in a city based on mathematical and geoinformational modeling are suggested. Siting of potential commercial objects is forecasted using the iterative approach with application of the Huff model. Commercial and social efficiency of potential projects is analyzed. The results of the study could be useful for social economic investigations of cities and in urban planning.

*Key words:* shopping centers, gravity models, optimal location, Huff model, Perm, commercial agglomeration, service zone.

## ЮБИЛЕЙ

## 80-ЛЕТИЕ БАЛИСА БАЛИО СЕРАПИНАСА

Балис Балио Серапинас — один из самых почтенных профессоров кафедры картографии и геоинформатики географического факультета Московского университета. Его жизнь и профессиональная деятельность неизменно подчинены одному правилу — скромность, безукоризненная справедливость и честность со студентами, аспирантами и коллегами.

Балис Балио родился 8 октября 1934 г. в г. Каунасе, а профессиональное образование получил в Московском институте инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК), который с отличием окончил в 1958 г. После этого он работал в Якутии, затем окончил очную аспирантуру в МИИГАиКе по кафедре высшей геодезии. Занимался электрооптическими и радиогеодезическими измерениями, опубликовал по этой теме с 1965 по 1973 г. 5 учебно-методических пособий.

С 1973 г. Балис Балио перешел работать на географический факультет МГУ. За сорок лет работы на кафедре картографии и геоинформатики он стал высококлассным специалистом-картографом. В 1995 г. защитил докторскую диссертацию по чрезвычайно актуальной и практически важной теме «Надежность использования карт в географических исследованиях». Тема работы весьма точно соответствует характеру Б.Б. Серапинаса — он очень точный и аккуратный исследователь, профессионал высокого класса, с 1999 г. профессор географического факультета МГУ.

Область научных интересов профессора Б.Б. Серапинаса охватывает математические разделы картографической науки и теории проекций, исследование качества и надежности геоинформационного картографирования, методику глобального спутникового позиционирования. Он один из ведущих и наиболее искусных преподавателей кафедры, читает лекции по основным дисциплинам «Геодезические основы карт», «Математическая картография» и по разработанному им пионерному курсу «Основы спутникового позиционирования». Им также написан инновационный учебник по математической картографии. Его научные публикации касаются применения в географии спутникового позиционирования, геоинформатики, картометрии, теории проекций, теории картографии и использования географических карт. Много лет Б.Б. Серапинас читал курс геодезии для студентов-геологов, был неизменным руководителем летних геодезических практик для географов, картографов, геологов.

Б.Б. Серапинас имеет авторское свидетельство, он автор более 150 научных публикаций, один из соавторов «Справочника по картографии» (1988) и фундаментальной работы «Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов» (1999). Им опубликованы учебные пособия: «Топографические карты, фотоснимки и геодезические измерения» (1980), «Лабораторные работы по топографии» (1981, в соавторстве), «Основы теории картографических проекций» (1988), «Основы спутникового позиционирования» (1998), «Введение в ГЛОНАСС и GPS измерения» (1999), «Геодезические основы карт» (2001), «Глобальные системы позиционирования» (2002), «Практикум по геодезическим основам карт» (2008), «Основы спутникового позиционирования» (2012), написан университетский учебник «Математическая картография» (2005). Б.Б. Серапинас — соавтор классического университетского учебника «Картоведение» (2003), учебника «Геоинформатика», выдержавшего уже 3 издания (2005, 2008, 2010), капитальной монографии «Картография, геоинформатика и аэрокосмическое зондирование» (2004). Его педагогическая и методическая работа чрезвычайно плодотворна.

Профессор Б.Б. Серапинас много лет входил в состав диссертационного научного совета, был представителем (экспертом) кафедры картографии и геоинформатики в Техническом комитете по стандартизации «Географическая информатика/геоматика». Многие годы он успешно участвовал в научно-исследовательских проектах, поддержанных РФФИ, в Программе поддержки ведущих научных школ Российской Федерации, а также в программе «Университеты России — фундаментальные исследования».

Большие профессиональные заслуги Б.Б. Серапинаса отмечены знаками «Почетный геодезист» (1994), «Почетный работник высшего профессионального образования РФ» (2004), он удостоен звания «Заслуженный профессор Московского университета» (2010).

В повседневной жизни профессор Б.Б. Серапинас очень скромный, обладает тонким чувством юмора, подлинный интеллигент. Свое 80-летие он встречает окруженный искренней любовью многих выпускников кафедры, его уважают коллеги и ученики. Желаем дорогому Балису Балио здоровья, долголетия и успехов в научном творчестве и педагогической работе.

*Редколлегия журнала*

## ХРОНИКА

**В ДИССЕРТАЦИОННЫХ СОВЕТАХ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА ЗА 2013 г.****Диссертационный совет по экономической, социальной, политической и рекреационной географии**

На соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.24 «Экономическая, социальная политическая и рекреационная география» защищено 10 диссертаций: С.П. Земцов «Инновационный потенциал регионов России»; П.Л. Кириллов «Региональное геодемографическое прогнозирование (методика и опыт практических разработок)»; А.И. Кротков «Региональные стратегии транснациональных корпораций на развивающихся фармацевтических рынках»; Н.К. Куричев «Территориальная организация обрабатывающей промышленности страны в мирохозяйственном контексте (на примере США)»; К.А. Морачевская «Приграничность и периферийность как факторы развития приграничных с Белоруссией регионов России»; В.И. Немов «Глобальный рынок природного газа: территориальная структура и особенности формирования»; И.Н. Панкратов «Трансформация географической структуры международной торговли товарами в условиях процессов глобализации и регионализации»; М.В. Тодиева «Структурно-территориальные сдвиги в промышленности и сельском хозяйстве Республики Молдова в конце XX — начале XIX века»; И.Г. Чубаров «Географические особенности формирования глобальных городов КНР»; П.П. Эм «Системы размытых центральных мест Корейского полуострова».

*А.А. Агирречу*

**Гидрометеорологический диссертационный совет**

На заседаниях гидрометеорологического диссертационного совета Д 501.001.68 в 2013 г. защищено 7 диссертаций на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27: Е.В. Борщенко «Морфодинамика русел рек бассейна Амура (российская часть) и ее трансформация под влиянием естественных и антропогенных факторов»; Е.П. Рец «Сток рек бассейна Терека»; М.Б. Киреева «Водный режим рек бассейна Дона в условиях меняющегося климата»; Д.П. Нестеренко «Водный режим пойм равнинных рек на примере Волжского бассейна»; В.В. Соколова «Пространственно-временная изменчивость стока рек бассейна Амура»; Д.И. Соколов «Влияние водохранилищ на изменение окисляемости и цветности речной воды (на при-

мере источников водоснабжения г. Москвы)»; по специальности 25.00.30 — А.П. Ревокатова «Краткосрочный прогноз концентрации угарного газа в атмосфере Московской агломерации».

*В.С. Савенко*

**Физико-географический диссертационный совет Д 501.001.13**

В 2013 г. защищено 6 диссертаций на соискание ученой степени кандидата географических наук, из них по специальности 25.00.23 О.И. Сорокина «Тяжелые металлы в ландшафтах г. Улан-Батора»; А.В. Шарпова «Окислительно-восстановительное состояние почв Среднерусской лесостепи в зоне влияния терриконов угольных шахт»; по специальности 25.00.23 А.Н. Филаретова «Воздействие продуктов сгорания твердого ракетного топлива на компоненты южно-таежных экосистем»; М.В. Пасхина «Геоэкологическая оценка урбанизированных территорий для целей градостроительного планирования»; А.А. Медведков «Среднетаежные геосистемы бассейна р. Енисей в условиях меняющегося климата»; Д.А. Волков «Экологическое состояние подмосковных водохранилищ в условиях изменения структуры природопользования (на примере водохранилищ системы канала имени Москвы)».

*И.А. Горбунова*

**Диссертационный совет по геоморфологии и эволюционной географии, гляциологии и криологии Земли, картографии**

В 2013 г. было проведено 13 заседаний совета, три из них посвящены принятию к защите диссертационных работ аспирантов и обсуждению документов, поступивших из ВАКа.

На соискание ученой степени кандидата географических наук защищено 10 диссертаций: С.А. Гаврилова «Картографирование природных чрезвычайных ситуаций на территории России»; А.С. Булочникова «Морфотектоника Алеутской островной дуги»; А.А. Резепкин «Поверхностная морена как фактор эволюции горного ледника»; С.А. Тимонин «Атласная демографическая информационная система»; С.Ю. Самсонова «Рельеф в управлении особо охраняемыми природными территориями г. Москвы»; Е.В. Гаранкина «Эволюция криогенного микрорельефа гор субаркти-

ки»; Н.В. Карпухина «Геоморфологическое строение и история развития рельефа Чудско-Псковской низменности»; А.С. Турчанинова «Определение зон зарождения и оценка динамических характеристик снежных лавин»; Джоландан Бахриар Шейхи «Геоморфология и история развития юго-западного побережья Кас-

пийского моря»; Е.С. Марченко «Пространственная оценка устойчивости снежного покрова для определения возможности схода лавин разных генетических типов».

Диссертации на соискание доктора географических наук в 2013 г. не защищались.

*А.Л. Шныпарков*

## НОВЫЕ КНИГИ

### УСТЬЯ РЕК РОССИИ НА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ

**В.И. Крацова, Н.С. Митькиных. Устья рек России. Атлас космических снимков / Под ред. В.Н. Михайлова. — М.: Научный мир, 2013. — 124 с. — Тираж 300 экз.**

Устьевые области рек — часть обширных береговых зон — играют важную роль в социально-экономическом и экологическом состоянии этих зон и привлекают к себе внимание специалистов всего мира. Большое значение для исследований в устьях рек и расширения хозяйственной деятельности в береговых зонах имеет пространственная информация, позволяющая видеть изучаемые объекты в целом и частями на обзорных и детальных космических снимках.

В рецензируемом атласе представлено 28 устьевых областей важнейших рек России на 125 фрагментах космических и аэроснимков. Этот атлас — часть существующего полностью пока лишь в рукописном виде атласа космических снимков «Устья рек мира», который составлен специалистами лаборатории аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики и кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в 2006—2010 гг.

Рецензируемое издание имеет формат 21,5×29,5 см, удобный для индивидуального настольного использования, и предназначено для научных работников и практиков, студентов, магистрантов, аспирантов в области географии, гидрологии, геоморфологии, ландшафтоведения, экологии как при научных исследованиях, так и при практическом управлении береговыми зонами.

Устья рек рассмотрены на разных масштабнотерриториальных уровнях — от обзорного для устьевых областей и их основных частей (дельт и эстуариев в целом) до детального для участков дельт и частей рукавов. Характеристика устьевых областей рек дана от общего к частному с представлением материалов на разных территориальных уровнях при использовании снимков разного разрешения. Снимки устьевых областей рек сопровождаются текстовыми пояснениями с информацией об их гидролого-морфологических особенностях, многолетней и сезонной изменчивости, ландшафтах и использовании земель дельт, гидротехнических сооружениях и т.д. Атлас можно рассматривать как иллюстративную научно-популярную энциклопедию устьев рек России.

Атлас открывается введением, где подробно описаны структура работы, принципы отбора и обработки космических снимков, представляющих собой основные материалы. Здесь отмечено, что в основном использованы космические снимки из интернет-галерей, интернет-каталогов (главным образом сним-

ки MODIS/Terra, ETM/Landsat) и информационных систем Google Earth, «Космоснимки». Аэрофотоснимки и космические снимки с других зарубежных и российских спутников также использованы в атласе в отдельных случаях для характеристики таких показателей, как изменчивость дельт рек Каспийского региона в период повышения уровня моря в 1978—1995 гг., и др.

В атласе выделены два больших раздела с космическими снимками по территориальной привязанности рек к европейской и азиатской частям страны, а также представлена сводка основных показателей рассмотренных устьев рек.

В европейской части России рассмотрено 12 рек, 5 из которых ориентированы на юг и впадают в Азовское и Каспийское моря (Волга, Терек, Сулак, Дон, Кубань), а 7 относятся к бассейнам Балтийского моря и Северного Ледовитого океана (Преголя, Нева, Онега, Северная Двина, Мезень, Кулой, Печора).

Во втором разделе, представляющем азиатскую часть России, характеризуются 16 рек бассейнов Северного Ледовитого (Обь, Надым, Пур, Таз, Енисей, Хатанга, Лена, Яна, Индигирка, Колыма) и Тихого океанов (Анадырь, Камчатка, Большая, Пенжина, Амур), а также оз. Байкал (Селенга).

Каждый раздел открывается обзорной картой, где обозначены рассматриваемые далее территории. Характеристика устьевой территории также начинается с карты, на которой показаны береговая линия моря или озера, гидрографическая сеть (реки, рукава, протоки, каналы, озера), важнейшие населенные пункты, железные и автомобильные дороги. Текст содержит основные сведения о реке в целом (ее истоке, длине, величинах стока воды и стока взвешенных наносов, характере режима) и подробную информацию об устьевой области реки и ее частях (о морфологическом типе устьевой области, типе эстуария и дельты, гидрографической сети, устьевом взморье, ландшафтных особенностях, использовании земель дельты, хозяйственном значении устья).

Представление устьевой области реки из космоса открывается обзорным снимком, отображающим территорию в целом, далее на более детальных снимках приводятся отдельные участки дельты и ее наиболее интересные объекты, а также характеризуются особенности многолетней и сезонной изменчивости дельт на сериях разновременных снимков. Все снимки сопровождаются указанием на съемочную систему, название спутника, дату съемки, масштаб изображения, а также текстовыми пояснениями, которые облег-

чают восприятие изображения и акцентируют внимание на наиболее важных и интересных деталях. Яркие и четкие цветные изображения, включая тонированные аэрофотоснимки, не только прекрасно выполняют свою основную задачу — внедрение космических снимков в географические исследования, образовательную и просветительскую деятельность, но и делают это издание необычайно красивым и эффектным.

Устьевые области в атласе представлены с разной степенью подробности (от 11 снимков для Волги или Лены до одного снимка для р. Большая и р. Камчатка Камчатского края или Мезени и Кулоя в Архангельской области), что вполне объяснимо местоположением рек, их размерами, значимостью в хозяйственной жизни страны, и соответственно в разных масштабах. Обзорные снимки, отображающие устьевые области рек в целом и крупные объекты площадью в несколько десятков тысяч квадратных километров, даны в масштабе от 1:1 000 000 до 1:5 000 000, что позволяет на одной странице разместить целиком изображение обширных дельтовых систем таких рек, как, например, Волга, Енисей и др. Для объектов поменьше (дельты Невы, Северной Двины и др.), занимающих площадь несколько тысяч квадратных километров, приведены снимки в масштабе от 1:500 000 до 1:1 000 000. Следующий масштабный уровень, на котором представлены отдельные участки дельт, — 1:100 000—1:500 000. Сериями снимков среднего масштаба иллюстрируются природные процессы, например очищение дельты Лены ото льда, разнотемпературное состояние территорий (как на январском и сентябрьском снимках дельты Амура) и многолетние изменения (например, дельты Сулака). Снимки в наиболее крупном масштабе (1:1000—1:50 000) использованы для отображения особых объектов или явлений, а также социально-экономических объектов, например судоходных каналов в дельте Волги, Петропавловской крепости на о-ве Заячий в дельте Невы.

Подборка снимков характеризует гидрологические процессы в устьях рек. Морфологические особенности использованы авторами для описания динамики дельтовых рукавов. Для крупнейших арктических рек (Обь, Енисей, Лена и др.) при сопоставлении весенних и летних снимков получены подробные сведения о ледовом режиме рек в период вскрытия. Для некоторых дельт описано распространение поступающих взвесей, в том числе такие явления, как «маргинальный эффект» (осаждение взвесей в пределах водоемов) в дельте р. Селенга и «пробка мутности» (резкое увеличение мутности за счет взмучивания приливными течениями) в дельте р. Мезень.

Завершается атлас небольшим теоретическим разделом, в котором приведена характеристика устьев рек по гидролого-морфологическим типам и морфометрическим показателям. Данные представлены в виде таблиц (гидролого-морфологическая типизация, характеристика устьевых областей, общие сведения о реках) и на мелкомасштабных картах (гидролого-морфологические типы устьевых областей, распределение дельт и эстуариев по площади), что позволяет легко сопоставлять приведенную информацию.

При систематизации космических снимков учитывались принципы типизации устьевых областей, сведения о реках, их режиме, стоке воды и наносов и т.д., опубликованные в последние годы. Отбор и обработка космических снимков проведены на основе методических разработок лаборатории аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова.

Все указанное обеспечивает несомненную научную ценность атласа, что подтверждается и приведенным в конце списком использованной литературы. Кроме того, приятно осознавать, что эта работа продолжает традиции аэрокосмической школы Московского университета в создании научно-методических атласов по применению космических снимков.

*Е.Р. Чалова, В.Д. Скарятин*

**ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ  
«ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 5. ГЕОГРАФИЯ»**

Для публикации в журнале принимаются статьи со- трудников, аспирантов и студентов МГУ (в том числе в со- авторстве с представителями других организаций). Текст сопровождается выпиской из протокола заседания кафедры, сведениями об авторах: фамилия, имя и отчество (пол- ностью), кафедра, телефон домашний и рабочий, мобиль- ный, *e-mail* каждого автора. Статьи принимаются на гео- графическом факультете МГУ, комн. 2108а.

**Требования к оформлению статьи  
и краткого сообщения**

1. Суммарный объем статьи (включая рисунки и спи- сок литературы) не должен превышать 14 страниц. Не- обходимо стандартизировать структуру статьи, используя подзаголовки: **введение, постановка проблемы, материалы и методы исследований, результаты исследований и их обсуж- дение, выводы (по пунктам)**.

2. К статье на отдельной странице прилагаются анно- тация (6—8 строк) и ключевые слова (6—8) на русском язы- ке. Внизу первой страницы текста статьи в сноске необхо- димо указать название кафедры (место работы), должность, звание и адрес электронной почты для каждого автора.

3. Перед заголовком работы необходимо проставить УДК.

4. Текст должен быть подготовлен в редакторе Word с использованием шрифта Times Roman 12. Имя файла мо- жет содержать до 8 символов и иметь расширения .doc или .txt. Текст должен быть распечатан через 2 интервала, поля со всех сторон по 2,5 см. Текст представляют на отдельном носителе (компакт-диске) и в 2 экз. распечатки. Страницы следует пронумеровать.

5. Рисунки, фотографии, таблицы, подрисуночные под- писи прилагаются отдельно в 2 экз. в конце статьи. Каждая таблица должна быть напечатана на отдельной странице тем же шрифтом, через 2 интервала, иметь тематический заголовок и не дублировать текст. Таблицы нумеруются арабскими цифрами по порядку их упоминания в тексте. Все графы в таблицах должны иметь заголовки и быть раз- делены вертикальными линиями. Сокращения слов в таб- лицах не допускаются. Материал по строкам должен быть разделен горизонтальными линиями.

6. Формулы, математические и химические знаки долж- ны иметь четкое написание. Трудноразличимые (латинские и греческие) буквы и знаки нужно пояснять карандашом на полях («лат.» или «греч.»).

7. Размерность всех физических величин должна со- ответствовать Международной системе единиц (СИ).

8. Список литературы должен содержать в алфавитном порядке все цитируемые и упоминаемые в тексте работы

(не более 20), иностранная литература помещается после отечественной тоже по алфавиту. При ссылке на изобре- тение необходимо указать год, номер и страницу «Бюлле- тень изобретений». Ссылки на неопубликованные работы не допускаются (возможны ссылки на устное сообщение и автореферат кандидатской или докторской диссертации). Библиографическое описание дается в следующем поряд- ке: фамилии и инициалы авторов, название статьи, полное название работы, место издания, издательство, год изда- ния (для неперпериодических изданий), для периодических — фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год выпуска, том, номер, страницы. Ссылка на ли- тературный источник в тексте приводится так: «В работе [5] указано, что...». В конце статьи приводится ее объем в знаках.

9. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Разрешаются лишь общеприня- тые сокращения названий мер, физических, химических и математических величин и терминов и т.д. Все аббревиа- туры, относящиеся к понятиям, методам, аналитическим и обработки данных, а также к приборам, при первом упо- треблении в тексте должны быть расшифрованы.

10. Каждый рисунок должен быть выполнен на белой бумаге в виде компьютерной распечатки на лазерном прин- тере. Для тоновых рисунков использовать формат TIFF с разрешением 600 dpi; рисунки должны быть записаны на отдельном диске в формате программы, в которой они сделаны; для фотографий использовать формат TIFF с раз- решением не менее 300 dpi. Рисунки и фотографии долж- ны быть черно-белыми, четко выполнены и представлены в 2 экз. Компьютерный вариант должен иметь расширение .tif или .cdr (Corel Draw), он предоставляется на отдель- ном носителе (компакт-диске). Рисунки записывать в той программе, в которой они созданы. На обороте всех иллю- страций указывают их номер, фамилию автора и название статьи. **Обращаем ваше внимание на то, что текст и рисунки предоставляются на отдельных дисках.**

11. Подписи прилагаются на отдель- ной странице и оформляются согласно требованиям, изло- женным в п. 4.

12. Статьи, не отвечающие перечисленным требова- ниям, не принимаются.

13. Дополнения в корректуру не вносятся.

14. Редакция журнала оставляет за собой право произво- дить сокращения и редакционные изменения текста статей. Рукописи не возвращаются.

**Плата за публикацию не взимается.**

*Благодарим вас за соблюдение  
наших правил и рекомендаций!*