

Вестник Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

Серия 5

ГЕОГРАФИЯ

№ 2 • 2015 • МАРТ — АПРЕЛЬ

Издательство Московского университета

Выходит один раз в два месяца

СОДЕРЖАНИЕ

К 100-летию со дня рождения Николая Ивановича Михайлова. 3

Теория и методология

Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны
сравнения в экогеохимии 7

Вемич М. Эстетический и логический коды картографических знаков. 18

География и экология

Банчева А.И. Оценка эффективности экологической политики на примере
Университета Хоккайдо (Япония) 27

Методы географических исследований

Тикун В.С., Белозеров В.С., Щитова Н.А., Панин А.Н., Чер-
касов А.А. Геоинформационный мониторинг: инструмент пространствен-
но-временного анализа миграции населения. 33

Василенко Е.В., Тарасова Л.Л. Использование данных с прибора AS-
SAT/MetOp для мониторинга влажности почвы. 40

Стонт Ж.И., Демидов А.Н. Современные тенденции изменчивости темпе-
ратуры воздуха над акваторией Юго-Восточной Балтики 50

Ивлиева О.Д. Оценка вклада высококвалифицированной миграции в экономи-
ку Германии на основе данных Международной патентной системы. 59

Региональные исследования

Алексеев А.И., Сафронов С.Г. Изменение сельского расселения в Рос-
сии в конце XX — начале XXI века 66

Безродных Ю.П., Сорокин В.М., Янина Т.А. Об ательской регрессии
Каспийского моря 77

Гречушников М.Г., Ломова Д.В., Ефимова Л.Е., Вишневская Г.Н.
Обменные процессы на границе вода—донные отложения в Истринском во-
дохранилище в летний период 86

Нефедова Т.Г. Занятость и отходничество населения в Ставропольском крае . . . 93

Бухарицин П.И., Огородов С.А., Архипов В.В. Воздействие ледя-
ных образований на дно Северного Каспия в условиях колебаний уровня и
ледовитости 101

Юбилеи

80-летие Леонида Викторовича Смирнягина, 75-летие Сергея Дмитриевича
Николаева 109

CONTENTS

To the centenary of the birth of Nikolay Ivanovich Mikhailov. 3

Theory and methodology

Kasimov N.S., Vlasov D.V. Clarkes of chemical elements as comparison standards in ecogeochemistry. 7
Vemich M. Aesthetic and logic codes of cartographical signs 18

Geography and ecology

Bancheva A.I. Assessment of the efficiency of environmental policy (case study of the Hokkaido University) 27

Methods of geographical studies

Tikunov V.S., Belozеров V.S., Shchitova N.A., Panin A.N., Cherkasov A.A. Geoinformational monitoring as an instrument of the spatial-temporal analysis of population migrations 33
Vasilenko E.V., Tarasova L.L. Application of ASCAT/MetOp data for soil moisture monitoring 40
Stont Zh.I., Demidov A.N. Variability of air temperature over the South-Eastern Baltic Sea by the OIFP D-6 data (2004–2013). 50
Ivlieva O.D. Contribution of highly qualified migrants to the economic development of Germany (basing on the International Patent System data) 59

Regional studies

Alexeev A.I., Safronov S.G. Changes in rural settlement patterns in Russia during the late 20th — early 21st centuries 66
Bezrodnykh Yu.P., Sorokin V.M., Yanina T.A. About the Atelian regression of the Caspian Sea 77
Grechushkina M.G., Lomova D.V., Efimova L.E., Vishnevskaya G.N. Exchange processes at the contact of water and bottom sediments in the Istra reservoir during the summer period 86
Nefedova T.G. Employment of population and a phenomenon of seasonal work in the Stavropol Krai. 93
Bukharitsin P.I., Ogorodov S.A., Arkhipov V.V. Impact of ice bodies on the seabed of the Northern Caspian Sea under sea level fluctuation and ice coverage changes 101

Jubilees

To the 80th birthday of Leonid Viktorovich Smirnyagin, to the 75th birthday of Sergey Dmitrievich Nikolayev 109

К 100-летию СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ НИКОЛАЯ ИВАНОВИЧА МИХАЙЛОВА

17 мая 2015 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Николая Ивановича Михайлова — одного из крупнейших отечественных физикогеографов, страноведов, видного картографа и геоморфолога, доктора географических наук, заслуженного деятеля науки РСФСР, дважды лауреата премии имени Д.Н. Анучина, профессора кафедры физической географии СССР (ныне физической географии и ландшафтоведения).

Николай Иванович родился в г. Рыбинск в семье техника-путейца. В 15 лет, окончив школу-семилетку, он поступил учиться в фабрично-заводское училище, после окончания которого работал на Ярославском комбинате по производству резиновых изделий. В 1933 г. он решил осуществить свою мечту о странствиях и путешествиях, подал заявление на географическое отделение почвенно-географического факультета Московского государственного университета и стал студентом. В формировании жизненных позиций и взглядов, приоритетов в научных исследованиях молодого Н.И. Михайлова, безусловно, важную роль сыграли лекции и семинары замечательных географов-энциклопедистов А.А. Борзова, Б.П. Орлова, И.С. Шукина, Н.Н. Баранского, С.Д. Муравейского. Уже на 2-м курсе он отправился на Кавказ для участия в Первой альпиниаде МГУ; затем последовали производственные практики в Жигулях (1936), на Горном Алтае (1937) и Джунгарском Алатау (1938). Стремление познать малоизученные и труднодоступные районы Советского Союза и разные страны сохранилось у Николая Ивановича на всю жизнь.

Получив в 1939 г. диплом с отличием об окончании университета, Н.И. Михайлов по распределению стал работать в Среднеазиатском аэрогеодезическом предприятии Главного управления геодезии и картографии. Начался сравнительно короткий, но очень важный этап становления Николая Ивановича как физикогеографа и картографа. Молодому специалисту было доверено руководить дешифрированием аэрофотоснимков при крупномасштабном картографировании горной территории на Северном Тянь-Шане, в Илийской долине. Следует отметить, что в те далекие предвоенные годы использование дистанционных аэрометодов в научных и практических целях только начиналось. Молодому специалисту удалось получить оригинальные результаты: точно определить размеры оледенения на южном склоне Джунгарского Алатау, выявить ранее неизвестные особенности высокогорных и горнолесных ландшафтов хребта, осуществить наблюдение за режимом ледникового стока.

В 1941 г. Н.И. Михайлова направляют на север Сибири, в Норильскую полярную экспедицию ГУГКа в качестве старшего географа. Изучению Сибири Николай Иванович посвятил 50 лет! Начало Великой Отечественной войны застало его на марш-

руте в низовьях Енисея, он вел пионерные исследования на территории Таймырского национального округа в практически не изученных тогда горах. Их название — Путорана — нанесено на топографическую карту по предложению Н.И. Михайлова. Он первым из географов изучил эти горные массивы и лавовые плато, а также не исследованные ранее озера Кутарамакан, Кета и Ыткель. В 1944—1945 гг. Н.И. Михайлов для выполнения задания Генерального штаба РККА был направлен на работу в топографический отряд Аэрогеодезического предприятия на Северный и Полярный Урал. Результатом экспедиционных исследований стали публикации, посвященные геоморфологическим и физико-географическим особенностям этих регионов.

Осенью 1945 г. начался новый этап в жизни Николая Ивановича — он поступил в аспирантуру НИИ географии Московского университета. С этого времени и до конца своей жизни его многогранная педагогическая, научная и организационная деятельность тесно связана с географическим факультетом, где он прошел путь от аспиранта до профессора кафедры физической географии СССР. Используя богатый и оригинальный материал многолетних полевых исследований, он под руководством проф. А.И. Соловьева, заведовавшего в те годы кафедрой, досрочно защитил в 1947 г. кандидатскую диссертацию на тему “Физико-географическая характеристика гор Путорана”.

В 1948 г. из Московского государственного педагогического института имени В.И. Ленина на кафедру был приглашен молодой доцент Н.А. Гвоздецкий. Это, казалось бы, ординарное событие определило на несколько десятилетий научные направления развития кафедры — ландшафтная география, комплексное физико-географическое районирование, физико-географическое страноведение. Возникло даже новое неофициальное название “кафедра трех Николаев”, поскольку именно в 1950—1970-е гг. лидерами кафедры были профессор Н.А. Гвоздецкий, Н.И. Михайлов и Н.А. Солнцев, несколько позже кафедру усилили профессор Т.В. Звонкова, А.М. Шульгин и будущие профессор В.А. Николаев и А.Е. Кривошукский; каждый из них был сложившимся оригинальным исследователем-естествоиспытателем.

Творческая деятельность Н.И. Михайлова в начале 1950-х гг. была связана с изучением региональных географических проблем Сибири, он очень тонко чувствовал удивительные черты ее природы и, что очень ценно, рассматривал вопросы ее социально-экономического освоения, рационального использования природных ресурсов. Именно такой комплексный географический подход предопределил успех его первой книги, “Сибирь” [1951], и ее повторного издания [1956]. Эти классические монографии, написанные Николаем Ивановичем за-

долго до защиты докторской диссертации, положили начало ряду научных монографий и вузовских учебников и пособий, а его имя стало известно далеко за пределами страны.

Следующая монография Н.И. Михайлова, “Горы Южной Сибири” [1961], открыла 12-томную серию о природе крупных регионов СССР. В ней автор на основе разработанных им теоретических принципов предложил оригинальную схему физико-географического районирования обширного горного региона Сибири. Эта схема не утратила значения до настоящего времени. К сибирской тематике Николай Иванович обращался неоднократно. В 1976 г. вышла в свет его книга “Природа Сибири”, в которой автор раскрылся как талантливый страновед [1976]. Монография носила проблемный характер. В ней даны очень яркие очерки разнообразной природы Сибири, ее ресурсов, охарактеризованы наиболее актуальные задачи хозяйственного освоения важнейших сибирских регионов — Западно-Сибирской равнины, Байкала, Прибайкалья. Ученый совет Московского университета удостоил автора премии имени акад. Д.Н. Анучина.

С начала 1950-х гг. на кафедре начались работы по комплексному физико-географическому районированию. Сотрудники кафедры вошли в состав научно-методического бюро Минвуза СССР по этому актуальному в те годы направлению. Существенный импульс исследованиям был дан Н.А. Гвоздецким, который в 1958 г. возглавил кафедру. Разработкой методических и теоретических вопросов активно занимался Н.И. Михайлов. Еще в 1955 г. он опубликовал избранный цикл лекций по физико-географическому районированию [1955]. Через 5 лет появилось его новое учебное пособие — “Физико-географическое районирование (курс лекций)” [1960]. Продолжением серии учебных пособий была фундаментальная монография, посвященная комплексному физико-географическому районированию, в которой были обстоятельно рассмотрены проблемы пространственной физико-географической дифференциации, принципы выделения и типы географических границ, методы исследования [1962]. В 1963 г. Николай Иванович защитил докторскую диссертацию на тему “Физико-географическое районирование и физическая география Сибири”. Защита прошла блестяще. Одним из официальных оппонентов работы выступил крупный российский географ и геолог акад. В.А. Обручев, который дал весьма высокую оценку исследованию. В том же году Н.И. Михайлов стал профессором кафедры.

Н.И. Михайлов продолжал исследования по физико-географическому районированию. В 1967 г. в серии “Итоги науки. География СССР” в ВИНТИ вышел сделанный им подробный обзор состояния этой проблемы [1967]. Затем Николай Иванович выпустил в свет завершающее на данном этапе учебное пособие по одному из важнейших направле-

ний физической географии. В нем рассмотрены общегеографические положения районирования и частное физико-географическое [1971]. Таким образом, с 1955 по 1971 г. Н.И. Михайловым опубликовано 5 обстоятельных книг и учебных пособий по теоретическим, методологическим, методическим и региональным проблемам комплексного и отраслевого (частного) физико-географического районирования. Результаты многолетних исследований неоднократно докладывались Н.И. Михайловым на высоких географических форумах: Международных географических конгрессах в Стокгольме (1960), Лондоне (1964), Москве (1976); на съездах Русского географического общества, ландшафтных совещаниях и конференциях. С тех далеких лет в изучении проблемы физико-географического районирования достигнуты новые успехи, внедрены количественные и дистанционные методы исследования, появились новые обобщающие труды, но многие из предложенных и обоснованных Н.И. Михайловым исходных положений сохраняют актуальность и используются на практике.

Итоги многолетней научно-педагогической деятельности Н.И. Михайлова в области комплексного физико-географического районирования подведены в учебнике для высших учебных заведений с грифом Минвуза СССР [1985]. В нем основательно рассмотрен широкий круг вопросов: история становления проблемы, понятия о природных территориальных комплексах разного ранга, факторах и закономерностях их формирования и пространственной дифференциации, о типологии, сущности физико-географических границ, о схемах таксономического соподчинения (иерархии) единиц районирования.

В 1950-е гг. сформировался творческий коллектив, состоящий из профессоров Н.А. Гвоздцкого, Ф.Н. Милькова и доцента Н.И. Михайлова. К этому времени известные географы-страноведы приступили к работе по созданию нового учебника по физической географии СССР для высших учебных заведений, выпускающих географов разных направлений и специальностей. Итогом стал классический двухтомник [Мильков, Гвоздцкий, 1958; Гвоздцкий, Михайлов, 1960], по широте охвата предметной области, тщательности подбора фактического материала равных ему нет, он востребован до сих пор, его последнее, 4-е издание 2-й части вышло в свет в 1987 г.

В 1972—1980 гг. под руководством Н.И. Михайлова выполнены научно-прикладные исследования по среднемасштабному ландшафтному прогнозированию, связанные с проектом межбассейнового перераспределения стока Оби и Иртыша в южные засушливые районы Казахстана и Средней Азии. Ландшафтно-экологическое обоснование перераспределения стока рек было велением времени, и обсуждение этой крупной народно-хозяйственной

проблемы вызвало острую дискуссию не только среди ученых, но и среди широкой общественности. Результаты исследований группы, которой руководил Н.И. Михайлов, отражены в коллективной монографии, инициатором, автором и редактором которой был Николай Иванович [Природа..., 1980].

В 1980-е гг. Н.И. Михайлов как физикогеограф обращается к изучению региональных проблем природопользования. Как обычно, его научный поиск реализовывался в виде не только научных статей и монографий, но и учебных пособий. Совместно со своими ближайшими учениками И.Е. Тимашевым и Л.Н. Щербаковой он разработал оригинальный курс “Региональные проблемы рационального природопользования”. В конце 1980-х гг. вышло в свет первое издание учебного пособия, спустя восемь лет — второе [1988, 1996].

На кафедре физической географии СССР Н.И. Михайлов, помимо дисциплины “Региональные проблемы природопользования”, разработал и длительное время читал дисциплины “Физическая география СССР. Сибирь”, “Физико-географическое районирование”. Он вел научные семинары кафедры, руководил учебными практиками. Его лекции были построены очень логично, четко аргументированы методологически, дополнены конкретными примерами полевых исследований, читал он их превосходно. Н.И. Михайлов много сделал для совершенствования преподавания географии в университетах. Он соавтор типовой программы по курсу “Физическая география СССР”. Много лет Н.И. Михайлов возглавлял физико-географическую секцию Научно-методического совета Минвуза СССР, был членом Учебно-методического совета Министерства просвещения СССР, членом экспертного совета по географии ВАК, членом редакционного совета издательства “Мысль”.

Николай Иванович был профессором в полном смысле этого слова, прекрасным педагогом и воспитателем молодежи. До конца своих дней он внимательно следил за периодической литературой, охотно принимал участие в дискуссиях по разнообразным проблемам физической географии. Он был весьма демократичен, умел выслушать оппонентов, всегда доступен для студентов и аспирантов. Под его руководством защищено 20 кандидатских и 3 докторские диссертации, более 100 дипломных работ. Среди его учеников — известные доктора и кандидаты наук: В.С. Михеев, И.Е. Тимашев, В.А. Рюмин, В.А. Ряшин, Г.С. Самойлова, Л.Н. Щербакова

и многие другие, внесшие большой вклад в изучение физической географии Сибири.

Н.И. Михайлова связывали тесные творческие и дружеские отношения с основателем ландшафтно-географической школы сибирских ученых академиком В.Б. Сочавой. Взаимные контакты двух ученых начались задолго до основания Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, но особенно окрепли после образования этого института в 1958 г. Н.И. Михайлов внес существенный вклад в развитие географической науки в Сибири. Он был членом Научного совета по изучению проблем тайги АН СССР, непременным участником научных конференций и совещаний географов Сибири и Дальнего Востока, выступал с проблемными докладами, постоянно консультировал молодых исследователей, выступал официальным оппонентом на защитах диссертаций.

Нельзя не отметить, что среди публикаций Николая Ивановича много страноведческих, рассчитанных на широкий круг образованного читателя. Длительное время он сотрудничал с издательством “Советская энциклопедия”, опубликовав десятки его статей. Упомянем такие крупные очерки, как “Рельеф СССР” и “РСФСР. Природа” во 2-м издании БСЭ; “Сибирь. Физико-географический очерк” во 2-м и 3-м издании БСЭ, “Алтай” в Краткой географической энциклопедии и др.

Николай Иванович был известным филателистом и имел высокий авторитет среди коллекционеров. В специальных изданиях по филателии им опубликовано несколько небольших работ, посвященных теме природы Сибири и ее исследования.

Н.И. Михайлов прожил долгую и творчески насыщенную жизнь. Всего им опубликовано около 200 работ, в том числе 23 научные монографии, учебника и учебных пособия. Его труды изданы в США, Великобритании, Китае, Болгарии, Польше и других странах. Он был награжден высокими правительственными наградами, в том числе медалью “За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.”. Он дважды лауреат премии Минвуза СССР (1977, 1978). В 1980 г. его педагогическая деятельность была отмечена Почетным знаком Минвуза СССР “За отличные успехи в работе в области высшего образования РСФСР”; он награжден почетными грамотами ряда министерств, Русского географического общества, ВДНХ и др. Географы современного поколения продолжают начатое своим учителем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. М.: Географгиз, 1960. 448 с.
 Gvozdeckij N.A., Mikhaylov N.I. Fizicheskaja geografija SSSR. Aziatskaja chast' [Physical Geography of the USSR. The Asian part], Geografgiz, Moscow, 1960, 448 p. (in Russian).

Мильков Ф.Н., Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР: Общий обзор. Европейская часть СССР. Кавказ. М.: Географгиз, 1958. 351 с.

Mil'kov F.N., Gvozdeckij N.A. Fizicheskaja geografija SSSR: Obshhij obzor. Evropejskaja chast' SSSR. Kavkaz [Physical Geography of the USSR. General overview. The

European part of the USSR. Caucasus], Geografiz, Moscow, 1958, 351 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Сибирь: Физико-географический очерк. М.: Географиз, 1951. 288 с.

Mikhaylov N.I. Sibir': Fiziko-geograficheskiy ocherk [Siberia: Physical-geographic outline], Geografiz, Moscow, 1951, 288 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Сибирь: Физико-географический очерк. 2-е изд. М.: Географиз, 1956. 382 с.

Mikhaylov N.I. Sibir': Fiziko-geograficheskiy ocherk. 2-е изд. [Siberia. Physical-geographic outline. 2nd ed.], Geografiz, Moscow, 1956, 382 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Горы Южной Сибири. М.: Мысль, 1961. 236 с.

Mikhaylov N.I. Gory Juzhnoj Sibiri [Mountains of southern Siberia], Mysl', Moscow, 1961, 236 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Природа Сибири. М.: Мысль, 1976. 156 с.

Mikhaylov N.I. Priroda Sibiri [Nature of Siberia], Mysl', Moscow, 1976, 156 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Избранные лекции по физико-географическому районированию. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1955. 175 с.

Mikhaylov N.I. Izbrannye lekcii po fiziko-geograficheskomu rajonirovaniju [Selected lectures on physical-geographic regionalization], Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, 1955, 175 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование (курс лекций): Вопросы методики районирования. Ч. 3. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960. 88 с.

Mikhaylov N.I. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie (kurs lekcij): Voprosy metodiki rajonirovaniya [Physical-geographic regionalization (lectures): Methodology of regionalization], Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, Pt. 3, 1960, 88 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование (курс лекций): Комплексное физико-географическое районирование. Ч. 2. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. 216 с.

Mikhaylov N.I. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie (kurs lekcij): Kompleksnoe fiziko-geograficheskie rajonirovanie [Physical-geographic regionalization (lectures): complex physical-geographic regionalization], Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, Pt. 2, 1962, 216 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование // Итоги науки. География СССР. Вып. 4. М.: ВИНТИ, 1967. 145 с.

Mikhaylov N.I. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie [Physical-geographic regionalization], Itogi nauki, Geografija SSSR, VINITI, Moscow, no 4, 1967, 145 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование (тексты лекций): Общие положения. Частное физико-географическое районирование. Ч. 1. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. 87 с.

Mikhaylov N.I. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie (teksty lekcij): Obshhie polozheniya. Chastnoe fiziko-geograficheskoe rajonirovanie [Physical-geographic regionalization (lectures): General. particular physical-geographic regionalization], Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, Pt. 1, 1971, 87 p. (in Russian).

Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование: Учебник для вузов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 184 с.

Mikhaylov N.I. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie: Uchebnik dlja vuzov [Physical-geographic regionalization: A Textbook for universities], Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, 1985, 184 p. (in Russian).

Михайлов Н.И., Тимашев И.Е., Щербакова Л.Н. Региональные проблемы рационального природопользования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 76 с.

Mikhaylov N.I., Timashev I.E., Shherbakova L.N. Regional'nye problemy racional'nogo prirodoopol'zovanija [Regional problems of sustainable use of natural resources], Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, 1988, 76 p. (in Russian).

Михайлов Н.И., Тимашев И.Е., Щербакова Л.Н. Региональные проблемы рационального природопользования (в поисках решения). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 149 с.

Mikhaylov N.I., Timashev I.E., Shherbakova L.N. Regional'nye problemy racional'nogo prirodoopol'zovanija (v poiskah reshenija) [Regional problems of sustainable use of natural resources (in search of solutions)], Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, 1996, 149 p. (in Russian).

Природа Среднего региона СССР (в связи с проблемой переброски речного стока) / Под ред. Н.И. Михайлова, А.Г. Воронова, И.Е. Тимашева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. 277 с.

Priroda Sredinnogo regiona SSSR (v svyazi s problemoj perebroski rechnogo stoka) [Nature of the Middle region of the USSR (in connection with the problem of diversion of river flow)] / Pod redakciej N.I. Mikhaylova, A.G. Voronova, I.E. Timasheva, Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, 1980, 277 p. (in Russian).

К.Н. Дьяконов, В.А. Снытко

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 550.422

Н.С. Касимов¹, Д.В. Власов²КЛАРКИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КАК ЭТАЛОНЫ СРАВНЕНИЯ
В ЭКОГЕОХИМИИ³

В экогеохимии для оценки экологической опасности загрязнения компонентов ландшафтов для сравнения используют три основных эталона — гигиенические нормативы, фоновые геохимические уровни и кларки химических элементов. Кларки верхней части континентальной земной коры, предложенные разными авторами, существенно отличаются для отдельных элементов. Количественной мерой различий служит геохимический диапазон содержания химического элемента, рассчитываемый как отношение между максимальным и минимальным значением кларка этого элемента. По его величине элементы разделены на четыре группы — с большим (>5,0 Cd, Hg, B, Bi, Br, C, Cl, N, Pd, S, Te), средним (2,5—5,0 As, Cr, Cu, Mo, Ni, Sb, Au, Be, I, Sn, Tl), малым (1,5—2,5 Zn, Co, Ba, Mn, Sr, V, W, Ag, Ca, Cs, Fe, H, La, Mg) и очень малым (<1,5 F, Pb, Al, Ge, K, Na, P, Ti) диапазоном. Наибольшие различия кларков характерны для поллютантов 1—3 класса опасности и других часто изучаемых в эколого-геохимических исследованиях элементов. В качестве кларков Cl, Br, C, N, S, Tl и Sn целесообразно использовать оценки К.Х. Ведеполя; Cd, Pd, Mo и Au — Р.Л. Рудник, С. Гао; Te, Bi и Cu — Ж. Ху, С. Гао; B, Hg, Ni, Cr, As, Sb, I и Be — Н.А. Григорьева.

Ключевые слова: кларки, верхняя часть континентальной земной коры, экогеохимия, глобальные оценки, техногенез, диапазон кларков.

Введение. А.Е. Ферсман в 1923 г. предложил называть среднее содержание химического элемента в земной коре или какой-либо ее части *кларком* в честь американского химика Ф. Кларка, посвятившего более 40 лет решению этой проблемы.

Кларки химических элементов в континентальной земной коре широко используются в качестве эталона для сравнения геохимических систем, для оценки степени концентрации вовлекаемых в процесс техногенеза химических элементов, выявления региональной геохимической специализации фоновых ландшафтов и техногенной геохимической трансформации химического состава природных сред. Так, сравнение значений концентрации многих тяжелых металлов и металлоидов в почвах сельскохозяйственных угодий Европы с их кларками по [Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008] показало, что относительно земной коры в агропочвах Европы накапливаются С, Se, S, Cd, околоскларковые значения характерны для Pb, As, P, Cs, Ti, Cr, Zn, Mn, La, Te, Bi, Ag, Mo, существенно ниже кларков — V, Fe, Au, Ba, Co, Hg, Ni, Cu, Sn, Sr, Sb, U, Be, Tl, W, B, Ge [Chemistry..., 2014].

Как известно, континентальную кору обычно подразделяют на три части: верхнюю (осадочный и гранитно-метаморфический слои), среднюю и нижнюю, для каждой из них рассчитывается средний

химический состав, т.е. выделяются кларки верхней, средней и нижней части коры, а также кларки континентальной коры в целом [Treatise..., 2003]. При этом только верхняя часть коры служит резервуаром природных ресурсов, используемых человечеством, и главным источником большинства химических элементов, вовлеченных в техногенез [Valero et al., 2010].

Почвы и наземные ландшафты формируются на поверхности земной коры, что определяет целесообразность использования при эколого-геохимических исследованиях в качестве эталонов кларков ее верхней части, для расчета которых используются средневзвешенные величины химического состава магматических горных пород [Clarke, 1889; Shaw et al., 1976; Gao et al., 1998; Ярошевский, 2006; Григорьев, 2009], или средний состав мелкозернистых обломочных осадочных пород, ледниковых отложений или ледниковых лёссов в соответствии с концепцией геохимического баланса осадкообразования, согласно которой средний состав вторичных осадочных пород тождествен среднему составу первичных магматических пород [Goldschmidt, 1933; Виноградов, 1962; Taylor, McLennan, 1985; Wedepohl, 1995].

А.Е. Ферсман считал, что кларки представляют собой “новую константу мира”. Однако более чем

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, декан, зав. кафедрой геохимии ландшафтов и географии почв, академик РАН; *e-mail:* secretary@geogr.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, аспирант, мл. науч. с.; *e-mail:* vlasgeo@yandex.ru

³ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 14-27-00083).

полувековые исследования показали, что оценки кларков у разных авторов сильно отличаются для многих элементов. Так, по данным [Виноградов, 1962], кларки Mn, Cr, Ni и Cu в 2–5 раз больше, а S, I, Cl, N, Bi и C в 2–16 раз меньше, чем по данным [Wedepohl, 1995]. В свою очередь кларки, по данным работы [Григорьев, 2009], для S в 23, Vg и Cd в 7, Cl в 4, Au в 3, B, Ca, Ag, Sn, Sb, Bi в 1,5–2 раза больше, а для I в 3 раза меньше, чем данные из [Rudnick, Gao, 2003]. Основная причина различий между оценками — применение авторами разных моделей соотношения главных типов горных пород в континентальной земной коре (в основном магматических — ультраосновных, основных, средних, кислых). Например, А.П. Виноградов [1962] принял соотношение гранитов и базальтов 2:1, а С.Р. Тэйлор, С.М. Макленнан — 1:1 [Ярошевский, 2006]. Различия современных оценок также определяются соотношением главных групп горных пород и их химическим составом: в осадочном слое — песков, песчаников, глин, эвапоритов и др.; в гранитоидном слое — гранитов, гранодиоритов, базитов, сиенитов и др. [Григорьев, 2009]. Таким образом, развитие представлений о распространенности типов и групп горных пород, совершенствование аналитических методов ведут к уточнению кларков химических элементов, т.е. кларк — это, скорее, набор условных констант, применяемых на определенном этапе развития науки, что необходимо учитывать при их использовании в качестве фоновых эталонов, в том числе в экогеохимии и геохимии ландшафтов.

Материалы и методы исследования. В качестве информационной базы использованы данные о кларках химических элементов в верхней части земной коры, опубликованные в работах [Виноградов, 1962; Беус и др., 1976; Shaw et al., 1976; Taylor, McLennan, 1985; Wedepohl, 1995; Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008; Григорьев, 2009] (табл. 1). Из-за ограниченного перечня химических элементов не учитывались кларки земной коры и ее верхней части по данным работ [Turekian, 1970; Ronov, Yaroshevsky, 1972; Shaw et al., 1986; Ронов и др., 1990; Ярошевский, 2006; Гринвуд, Эрншо, 2008]. Анализировались в основном элементы 1, 2 и 3-го класса опасности для окружающей среды.

Результаты исследований и их обсуждение.
Эталон сравнения в экогеохимии. В экогеохимии для оценки экологической опасности загрязнения компонентов ландшафтов используют три основных эталона сравнения: гигиенические нормативы (предельно допустимые концентрации — ПДК, ориентировочно допустимые концентрации — ОДК), фоновые геохимические уровни и кларки химических элементов. Каждый из этих эталонов имеет свои достоинства и недостатки.

ПДК и ОДК разработаны для узкого набора элементов и лишь для некоторых компонентов ландшафтов (почвы, воды, атмосферный воздух).

При сравнении гигиенических нормативов и кларков видно, что ПДК и ОДК некоторых элементов имеют околосларковые значения или даже ниже кларка. Так, ОДК Cd в песчаных почвах составляет 0,5 мг/кг, а его кларк в верхней части земной коры — 0,64 мг/кг, по [Григорьев, 2009], т.е. различия не существенны. Незначительно ниже кларка ОДК Zn и Cu в песчаных почвах, а ОДК As и Ni в песчаных и кислых суглинистых почвах в 1,5–2 раза меньше, чем их кларки [Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008; Григорьев, 2009], что снижает применимость и без того узкого перечня разработанных и утвержденных экологических нормативов.

Шире распространены оценки загрязнения с использованием фоновых уровней поллютантов, учитывающих региональные геохимические особенности территорий. Однако в ряде случаев оценка геохимического фона затруднена или невозможна. Например, поверхностные отложения транспортных дорог, часто называемые дорожной пылью, представляют собой специфический техногенный объект, фоновый аналог которого не существует. Это актуально и для других техногенных объектов (угольные отвалы, хвостохранилища, осадки сточных вод и т.д.), для которых использование фоновых величин элементов в природных почвах, водах или донных отложениях достаточно условно. При эколого-геохимических оценках территорий со сложным геологическим строением и контрастным химическим составом пород (например, крупных речных бассейнов) необходим расчет геохимического фона для каждого типа пород, что не всегда возможно и целесообразно. При эколого-геохимических оценках городских почв их загрязнение часто оценивается относительно фоновых аналогов, в то время как рыхлые субстраты в городах не всегда можно определить в качестве почв с традиционных почвенно-генетических позиций [Герасимова и др., 2003], поэтому сравнение их с фоновыми зональными почвами также весьма условно.

При невозможности применения гигиенических нормативов или геохимического фона в качестве эталона часто используются кларки химических элементов. Однако они также имеют ряд недостатков, главный из которых — большие различия в оценке разных исследователей (рис. 1). Использование разных величин кларков для одних и тех же элементов создает проблему сравнения полученных выводов о геохимической специализации компонентов ландшафтов, а также контрастности и распространенности геохимических аномалий. Все это вызывает необходимость детально исследовать оценки среднего химического состава верхней части континентальной земной коры.

В СССР и России для научных и практических целей часто применялись кларки верхней части

Таблица 1

Кларки химических элементов в верхней части континентальной земной коры, мг/кг

№	Элемент	А.П. Виноградов [1962]	А.А. Беус и др. [1976]	D.M. Shaw et al. [1976]	S.R. Taylor, S.M. McLennan [1985]	K.H. Wedepohl [1995]	S. Gao et al. [1998]	R.L. Rudnick, S. Gao [2003]	Z. Hu, S. Gao [2008]	Н.А. Григорьев [2009]
1	H	—	1000	—	—	—	—	—	—	1670
4	Be	3,8	2,5	1,3	3	3,1	1,95	2,1	1,9	2,3
5	B	12	10	9,2	15	17	28	17	47	34
6	C	230	300	—	—	3240	—	—	—	8100
7	N	19	26	—	—	83	—	83	—	106
9	F	660	720	500	—	611	561	557	—	510
11	Na	25 000	22 000	25 700	28 900	25 670	21 220	24 260	—	20 700
12	Mg	18700	12 000	13 500	13 300	13 510	15 800	14 950	—	17 700
13	Al	80500	80 000	77 400	80 400	77 440	74 990	81 500	—	76 100
15	P	930	800	655	—	665	698	655	—	690
16	S	470	400	600	—	953	309	62	—	1400
17	Cl	170	170	100	—	640	142	370	—	1500
19	K	25 000	27 000	25 700	28 000	28 650	22 250	23 240	—	22 300
20	Ca	29 600	25 000	29 500	30 000	29 450	24 600	25 660	—	38 900
22	Ti	4500	3300	3120	3000	3117	4010	3840	—	3900
23	V	90	76	53	60	53	98	97	106	121
24	Cr	83	34	35	35	35	80	92	73	92
25	Mn	1000	700	527	600	527	774	774	—	770
26	Fe	46 500	36 000	30 900	35 000	30 890	41 430	39 180	—	40 600
27	Co	18	7,3	12	10	11,6	17	17,3	15	17
28	Ni	58	26	19	20	18,6	38	47	34	50
29	Cu	47	22	14	25	14,3	32	28	27	39
30	Zn	83	51	52	71	52	70	67	75	75
32	Ge	1,4	1,3	—	1,6	1,4	1,34	1,4	1,3	1,3
33	As	1,7	1,9	—	1,5	2	4,4	4,8	5,7	5,6
35	Br	2,1	2,2	—	—	1,6	—	1,6	—	11
38	Sr	340	230	316	350	316	266	320	—	270
42	Mo	1,1	1,3	—	1,5	1,4	0,78	1,1	0,6	1,56
46	Pd	—	0,0001	—	0,0005	—	0,00146	0,00052	—	—
47	Ag	0,07	0,048	—	0,05	0,055	0,055	0,053	—	0,11
48	Cd	0,13	0,16	0,075	0,098	0,102	0,079	0,09	0,06	0,64
50	Sn	2,5	2,7	—	5,5	2,5	1,73	2,1	2,2	3,5
51	Sb	0,5	0,2	—	0,2	0,31	0,3	0,4	0,75	0,81
52	Te	0,001	0,001	—	—	—	—	—	0,027	—
53	I	0,4	0,5	—	—	1,4	—	1,4	—	0,49
55	Cs	3,7	3,8	—	3,7	5,8	3,55	4,9	4,9	5,5

Окончание табл. 1

№	Элемент	А.П. Виноградов [1962]	А.А. Беус и др. [1976]	D.M. Shaw et al. [1976]	S.R. Taylor, S.M. McLennan [1985]	K.H. Wedepohl [1995]	S. Gao et al. [1998]	R.L. Rudnick, S. Gao [2003]	Z. Hu, S. Gao [2008]	Н.А. Григорьев [2009]
56	Ba	650	680	1070	550	668	678	628	—	510
57	La	29	46	32,3	30	32,3	34,8	31	—	32
74	W	1,3	1,9	—	2	1,4	0,91	1,9	1,4	2,03
79	Au	0,0043	0,0012	0,00181	0,0018	—	0,00124	0,0015	—	0,00436
80	Hg	0,083	0,033	0,096	—	0,056	0,0123	0,05	—	0,065
81	Tl	1	1,8	0,524	0,75	0,75	1,55	0,9	0,55	—
82	Pb	16	16	17	20	17	18	17	—	17
83	Bi	0,009	0,01	0,035	0,127	0,123	0,23	0,16	0,23	0,29

Примечание. *N* — порядковый номер элемента в периодической таблице химических элементов Д.И. Менделеева. Полужирным выделены значения кларков, которые целесообразно использовать в качестве эталонов при эколого-геохимических исследованиях.

земной коры А.П. Виноградова [1962], за рубежом более популярны оценки К.Х. Ведеполя [Wedepohl, 1995], С.Р. Тэйлора и С.М. Макленнана [Taylor, McLennan, 1985] и др. И хотя считается, что корректировка предложенных А.П. Виноградовым кларков химических элементов не способна существенно повлиять на основополагающие выводы геохимии (проблема распределения минеральных природных ресурсов, в основном редких элементов; установление геохимического фона биосферы и выявление ее геохимической неоднородности и др.) [Ярошевский, 2006], использованию заниженных или завышенных значений кларков в экогеохимии не уделялось должного внимания [Касимов, Власов, 2012; Kasimov, Vlasov, 2014].

Так, при расчете кларков концентрации или рассеяния химических элементов с использованием низких (относительно данных других исследователей) кларков могут быть выявлены ложные геохимические аномалии элементов или сильно завышена их площадь. При высоких же значениях кларков элементов в верхней части земной коры относительно данных других авторов контрастность и площадь аномалий, наоборот, могут быть сильно занижены. В то же время химический состав земной коры пространственно неоднороден в связи с ее геодинамической и возрастной гетерогенностью, что создает проблему количественной оценки различий [Ярошевский, 2006].

В качестве примера приведем расчеты кларков концентраций (КК) и рассеяния (КР)⁴ химических элементов в городских придорожных почвах южной части Восточного административного округа Москвы (ВАО). В почвах газонов ведущий фактор почвообразования антропогенный. Они также подвержены сильному техногенному воздействию

транспорта. И хотя часто при разбивке придорожных газонов применяются торфо-компостные смеси, природные составляющие которых изымаются из фоновых ландшафтов, сравнение придорожных почв с зональными дерново-подзолистыми почвами не совсем корректно. Поэтому в качестве эталона мы использовали кларки верхней части континентальной земной коры (рис. 2).

В придорожных почвах ВАО при применении кларков по [Виноградов, 1962; Беус и др., 1976] выявляются очень контрастные аномалии Вi, в то время как при расчете КК по другим оценкам Вi накапливается слабо. Cd по [Григорьев, 2009] имеет околоскларковые концентрации, а по [Виноградов, 1962; Беус и др., 1976; Taylor, McLennan, 1985; Wedepohl, 1995; Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008] характеризуется сильным накоплением (КК = 7,5÷20). По данным работ [Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008; Григорьев, 2009], As образует неконтрастные аномалии, в то время как по другим оценкам он накапливается интенсивнее. По кларкам отдельных авторов Мо, Cr, Ni, Со и V слабо накапливаются, а по другим рассеиваются. Большие разбросы значений КК и КР установлены для Sn, Sb, W.

Карты распределения КК Cd в поверхностном горизонте почв южной части ВАО показывают значительные различия в распространенности и контрастности геохимических аномалий этого металла (рис. 3). По данным работы [Григорьев, 2009], наименьшую площадь занимают аномалии Cd при использовании кларка, а по данным [Hu, Gao, 2008], наиболее контрастные с максимальным распространением их центров. При значении кларка Cd по данным работы [Виноградов, 1962] получается промежуточная оценка степени загрязнения территории

⁴ Кларки концентрации КК = С/К и рассеяния КР = К/С, где С — содержание элемента в почвах, мг/кг; К — кларк элемента в верхней части континентальной земной коры, мг/кг.

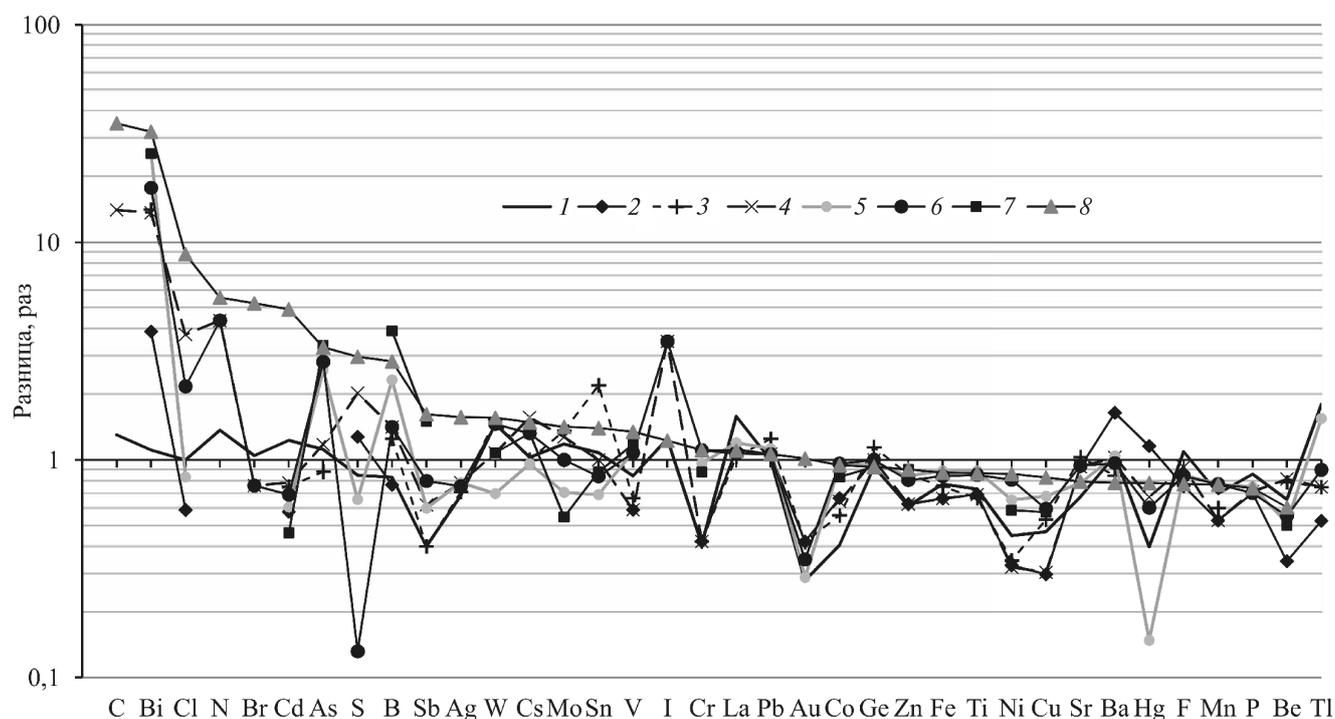


Рис. 1. Кларки химических элементов в верхней части континентальной земной коры. За 1 приняты кларки А.П. Виноградова [1962]. Цифрами обозначены кларки по: 1 — [Беус и др., 1976], 2 — [Shaw et al., 1976], 3 — [Taylor, McLennan, 1985], 4 — [Wedepohl, 1995], 5 — [Gao et al., 1998], 6 — [Rudnick, Gao, 2003], 7 — [Hu, Gao, 2008], 8 — [Григорьев, 2009]

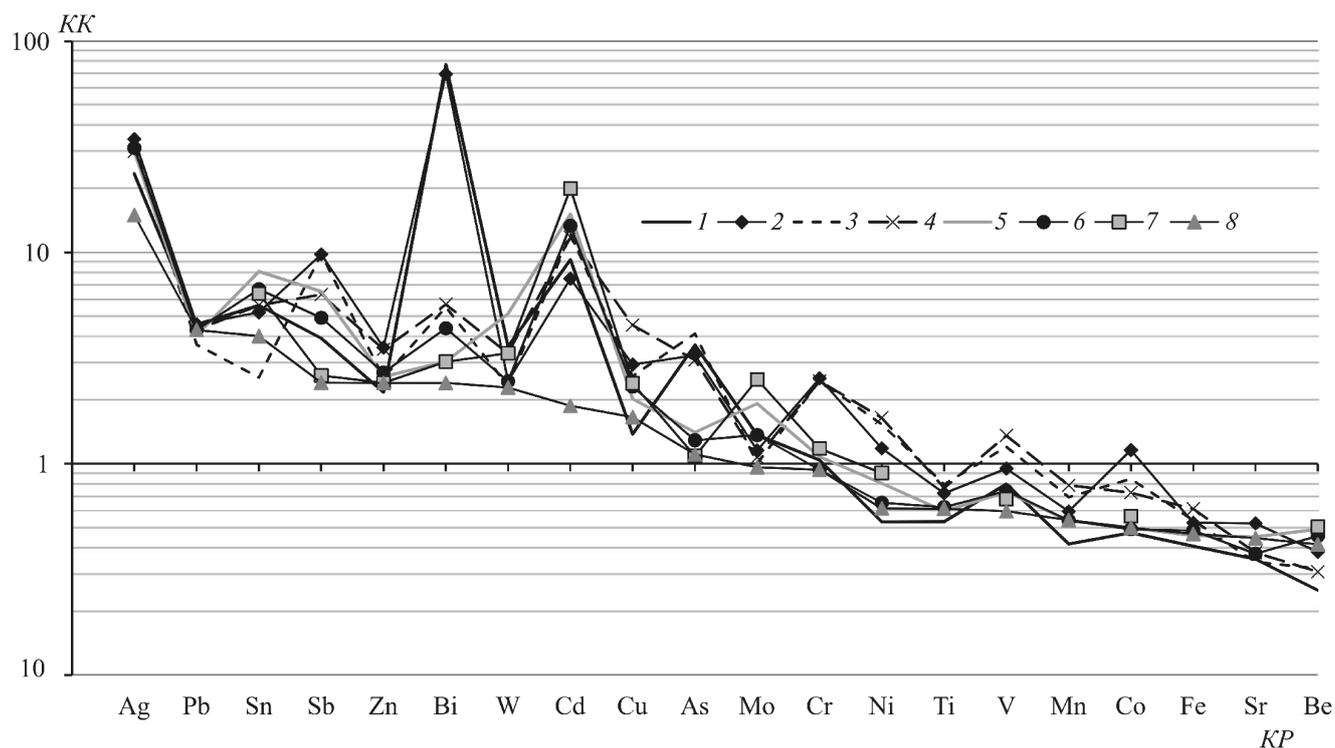


Рис. 2. Кларки концентрации (КК) и рассеяния (КР) элементов в придорожных почвах Восточного округа г. Москвы. Цифры — показатели, рассчитанные относительно оценок по: 1 — [Виноградов, 1962], 2 — [Беус и др., 1976], 3 — [Taylor, McLennan, 1985], 4 — [Wedepohl, 1995], 5 — [Gao et al., 1998], 6 — [Rudnick, Gao, 2003], 7 — [Hu, Gao, 2008], 8 — [Григорьев, 2009]

(рис. 3, б). Этот пример иллюстрирует неоднозначность оценок экологического состояния среды при использовании кларков различных авторов. Такие сильные различия аномальности характерны и для многих других элементов.

Оценка различий кларков элементов. Неоднородность геохимических систем оценивают с помощью показателя *абсолютного разброса* — отношения максимального фонового содержания элемента в одной составной части геохимической

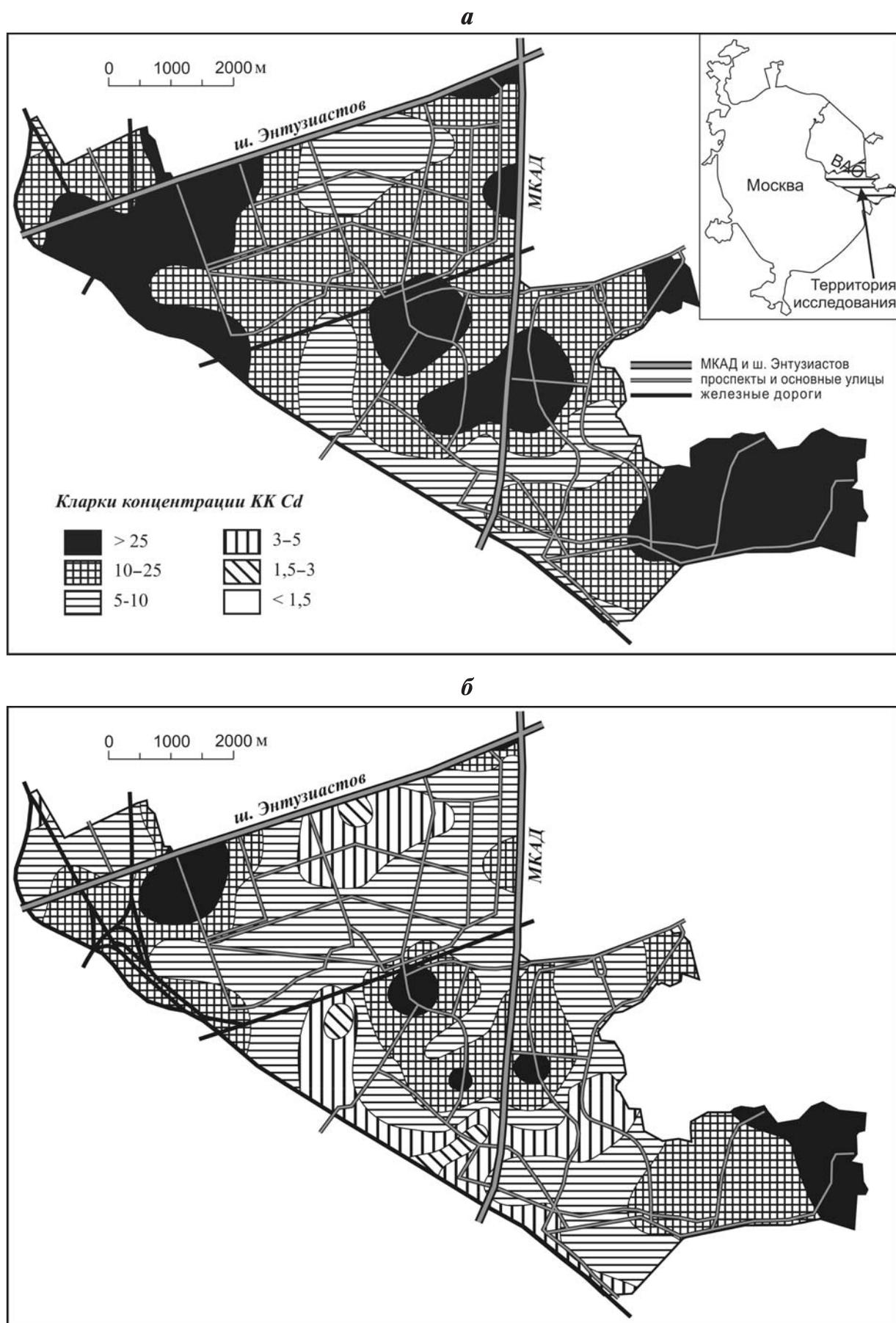
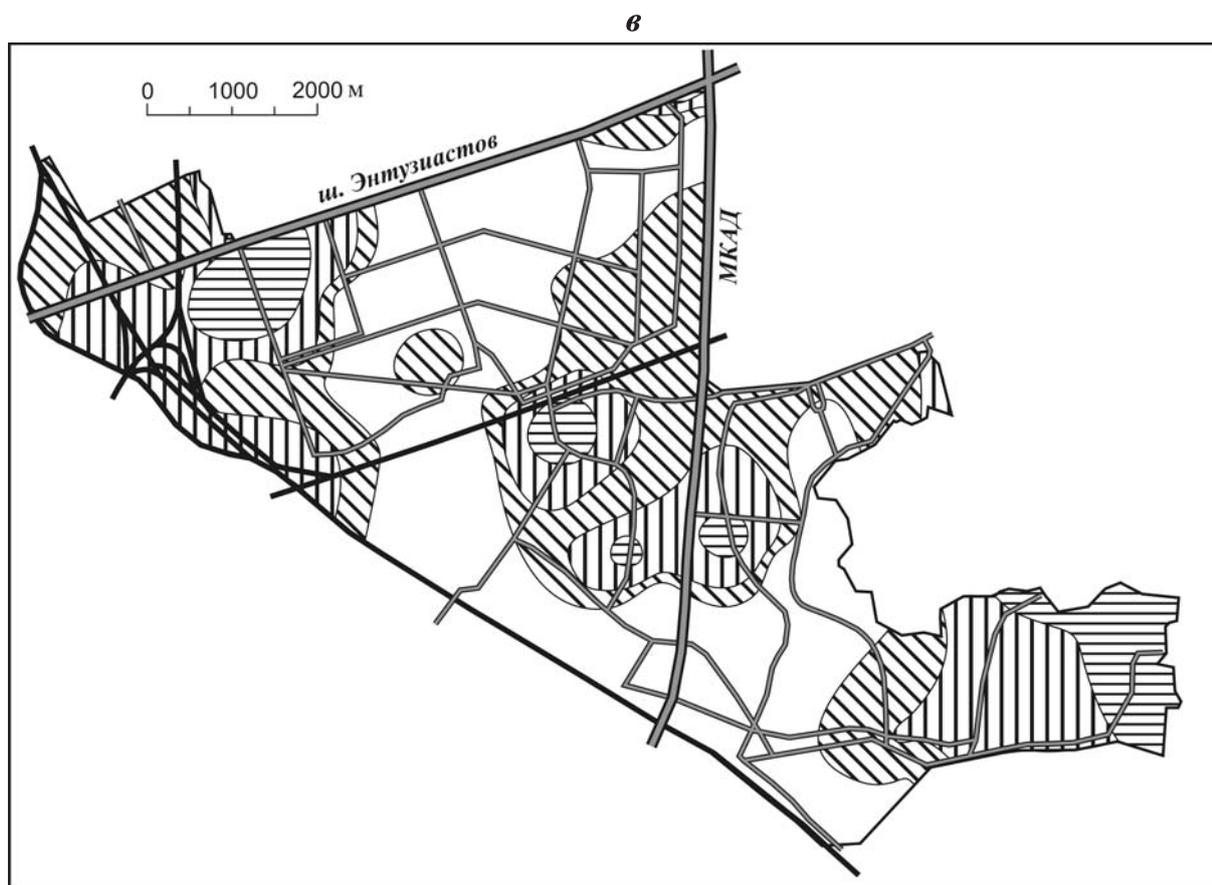


Рис. 3. Кларки концентрации Cd в поверхностном горизонте почв. От кларков зависит оценка степени загрязнения территории ВАО кадмием: *а* — сильное загрязнение, по [Ну, Гао, 2008]; *б* — среднее загрязнение, по [Виноградов, 1962]; *в* — слабое загрязнение, по [Григорьев, 2009]



системы к минимальному фоновому содержанию этого же элемента в другой составной части этой же системы; для земной коры такими частями являются разные типы горных пород [Алексеевко, Алексеевко, 2013]. При анализе различий между кларками в верхней части земной коры предлагается использовать показатель *геохимического диапазона кларков элементов* (ГД), равный отношению максимального и минимального значения содержания *i*-го элемента: $ГД = C_{i_{max}}/C_{i_{min}}$.

По величине ГД химические элементы разделены на четыре группы (табл. 2; рис. 4), которые по степени экологической опасности и экогеохимической изученности затем подразделены на под-

группы: 1-го, 2-го, 3-го класса и 4 — без класса опасности в почвах.

Элементы с очень малым ГД ($\leq 1,5$) — кларки верхней части земной коры у разных исследователей практически не отличаются для F, Pb, Al, K, Na, P, Ti, Ge. Для этих элементов незначительная разница в кларках позволяет в качестве эталонов сравнения использовать любые оценки.

Элементы с малым ГД (1,5—2,5). В эту группу входят те элементы, кларки которых в верхней части земной коры незначительно отличаются у разных исследователей, и делятся на четыре подгруппы (здесь и далее индекс — величина ГД, подгруппы приведены через точку с запятой): $Zn_{1,6}; Co_{2,5}; V_{2,3}W_{2,2}Ba_{2,1}Mn_{1,9}Sr_{1,5}; Ag_{2,3}H_{1,7}Cs,La,Ca,Mg_{1,6}Fe_{1,5}$.

Таблица 2

Группирование элементов

Группы элементов (величина ГД)	Подгруппы элементов			
	Класс опасности в почвах*			прочие элементы
	1	2	3	
>5,0	Cd, Hg	B	—	Bi, Br, C, Cl, N, Pd, S, Te
2,5—5,0	As	Cr, Cu, Mo, Ni, Sb	—	Au, Be, I, Sn, Tl
1,5—2,5	Zn	Co	Ba, Mn, Sr, V, W	Ag, Ca, Cs, Fe, H, La, Mg
$\leq 1,5$	F, Pb	—	—	Al, Ge, K, Na, P, Ti

* Классы опасности элементов в почвах населенных мест по [СанПиН..., 2007].

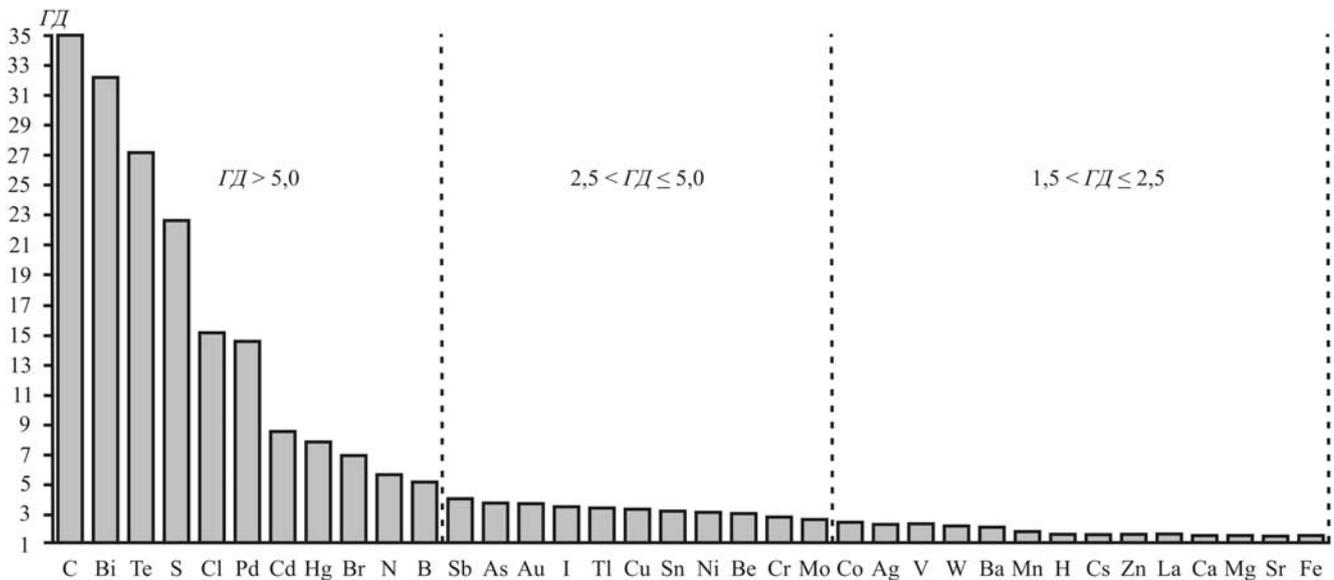


Рис. 4. Геохимический диапазон (ГД) кларков химических элементов в верхней части континентальной земной коры, по [Виноградов, 1962; Беус и др., 1976; Shaw et al., 1976; Taylor, McLennan, 1985; Wedepohl, 1995; Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Ну, Gao, 2008; Григорьев, 2009]. Показаны элементы с ГД > 1,5

Из этой группы элементов наиболее экологически опасен Zn, хотя явно выделить экстремальные оценки его кларков трудно из-за их небольшой разницы у разных авторов. Однако в целом кларк Zn, по данным [Виноградов, 1962; Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Григорьев, 2009], выше, чем по данным [Беус и др., 1976; Shaw et al., 1976; Wedepohl, 1995]. Для Co оценка по [Беус и др., 1976] меньше в 1,6–2,5 раза, чем другие оценки. Среди элементов подгруппы 3-й и 4-й в первую очередь выделяется Mg, кларки которого, по данным [Беус и др., 1976], отличаются от оценок других авторов в 1,1–1,6 раза в большую или меньшую сторону. Аналогичная ситуация характерна для Mn и Fe, кларки которых максимальны у А.П. Виноградова [1962]. Минимальный кларк для W рассчитан в работе [Gao et al., 1998], максимальный для Ba — в работе [Shaw et al., 1976], максимальный для Ag и Ca — в работе Н.А. Григорьева [2009].

Элементы со средним ГД (2,5–5,0) с заметной разницей величин кларков в верхней части земной коры, по данным разных исследователей, также делятся на три подгруппы — $As_{3,8}$; $Sb_{4,0}Cu_{3,4}Ni_{3,1}Cr_{2,7}$; $Au_{3,6}I_{3,5}Tl_{3,4}Sn_{3,2}Be_{2,9}$.

Наиболее опасен для окружающей среды As с высоким диапазоном кларка (3,8). С течением времени каждая последующая оценка кларка As была выше предыдущей, за исключением минимальной по данным [Taylor, McLennan, 1985], что необходимо учитывать при анализе региональных геохимических особенностей фоновых территорий, так как использование ранних (относительно низких) кларков приводит к переоценке вклада As в геохимическую специализацию района и искусственно увеличивает контрастность и опасность выявляемых аномалий этого элемента.

Так, в фоновых почвах монгольской части бассейна р. Селенга среднее содержание As составляет 8,6, в донных отложениях — 8,5, в речной взвеси — 40, в пылевой составляющей снежного покрова — 24 мг/кг [Кошелева и др., 2012; Chalov et al., 2013]. При использовании кларков (мг/кг) А.П. Виноградова (1,7), А.А. Беуса с соавторами (1,9), С.Р. Тэйлора и С.М. Макленнана (1,5) и К.Х. Ведеполья (2) выявлено очень сильное концентрирование As во всех компонентах ландшафтов, а при расчете относительно данных С. Гао с соавторами (4,4), Р.Л. Рудник и С. Гао (4,8), Ж. Ху и С. Гао (5,7) и Н.А. Григорьева (5,6) сильное накопление характерно только для речной взвеси и пылевой составляющей снега.

Среди элементов 2-го класса опасности кларк Sb Н.А. Григорьева в 1,6–4,0 раза выше, чем у других исследователей. Кларк Cu, по Д.М. Шоу с соавторами [1976] и К.Х. Ведеполью [1995], в 1,6–3,4 раза меньше, чем по другим оценкам. Мо имеет очень низкий кларк, по данным [Gao et al., 1998; Ну, Gao, 2008], ГД металла составляет 2,6. Отдельно выделяются Cr и Ni, объединяемые общей особенностью: их кларки, по А.П. Виноградову и наиболее поздним работам [Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Ну, Gao, 2008; Григорьев, 2009], в несколько раз превышают оценки по данным работ [Беус и др., 1976; Shaw et al., 1976; Taylor, McLennan, 1985; Wedepohl, 1995]. В 3-й подгруппе кларк Au, по Н.А. Григорьеву в 2,4–3,6 раза больше, чем у других исследователей. Явно занижены кларки Sn в оценках С. Гао с соавторами [1998] и Be — по Д.М. Шоу с соавторами [1976], которые соответственно в 1,2–3,2 и 1,5–2,9 раза меньше, чем по другим оценкам.

Элементы с большим ГД (>5,0). В эту группу входят элементы с самой значительной разницей кларков верхней части земной коры у разных ис-

следователей. В ней выделяются три подгруппы — $Cd_{8,5}Hg_{7,8}$; $B_{5,1}$; $C_{35}Bi_{32}Te_{27}S_{23}Cl, Pd_{15}Br_{6,9}N_{5,6}$.

Cd и Hg — наиболее опасные загрязнители окружающей среды. При анализе их кларков видно, что оценка Hg , по С. Гао с соавторами [1998], и Cd , по Н.А. Григорьеву [2009], сильно отличается от остальных. При игнорировании этих экстремальных значений ГД снижается до 1,5—2. Бор — элемент 2-го класса опасности, его кларк, по [Hu, Gao, 2008], значительно отличается от такового у других авторов.

Для элементов 3-й подгруппы оценка одного или нескольких исследователей сильно отличается от всех остальных оценок, в результате чего для этих элементов сильно возрастает величина ГД. Так, по [Беус и др., 1976], кларк Pd в 5—15 раз меньше, чем его оценки других авторов. Кларки S и Cl , по [Григорьев, 2009], заметно выше, чем у других исследователей (в 1,5—23 раза для S и в 2,3—11 раз для Cl). Для S наибольшая разница в оценках отмечена в двух наиболее поздних работах [Rudnick, Gao, 2003; Григорьев, 2009]. Для Bi , C и N кларки у А.П. Виноградова и А.А. Беуса с соавторами значительно меньше, чем у других исследователей, — в 3,5—32, 11—35 и 3,2—5,6 раза соответственно. Эти сравнения можно продолжить.

Таким образом, кларки химических элементов в верхней части континентальной земной коры, по А.П. Виноградову [1962], А.А. Беусу с соавторами [1976], Д.М. Шоу с соавторами [Shaw et al., 1976], С.Р. Тэйлору и С.М. Макленнану [Taylor, McLennan, 1985], значительно отличаются от современных оценок. Особо отметим очень широкое применение кларков А.П. Виноградова в эколого-геохимических исследованиях российских ученых. При использовании кларков верхней части континентальной коры необходимо учитывать разные оценки для одних и тех же химических элементов, что особенно актуально для элементов с большой разницей в оценке кларков и наиболее опасных поллютантов (Cd , Hg , B , As , Cr , Cu , Mo , Ni , Sb , Bi , Br , C , Cl , Pd , S , Te , Zn , Co , Ba , Mn , Sr , V , W).

При эколого-геохимических исследованиях ландшафтов в качестве эталонов сравнения целе-

сообразно использовать любую оценку кларка элемента с очень малым геохимическим диапазоном: для F , Pb , Al , K , Na , P , Ti , Ge - [Виноградов, 1962; Беус и др., 1976; Shaw et al., 1976; Taylor, McLennan, 1985; Wedepohl, 1995; Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008; Григорьев, 2009]; для Zn , Co , V , W , Mn , Sr , H , Cs , La и Fe — любую из современных оценок [Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008; Григорьев, 2009], а для Ba , Ag , Ca и Mg — кларки по [Rudnick, Gao, 2003] (из-за сильного отличия оценок Н.А. Григорьева). Для элементов со средним и высоким геохимическим диапазоном стоит уделять повышенное внимание к выбору эталонов сравнения (табл. 1). Так, в качестве кларков для Cl , Br , C , N , S , Tl и Sn целесообразно применять оценки из работы [Wedepohl, 1995], Cd , Pd , Mo и Au — [Rudnick, Gao, 2003], Te , Bi и Cu — [Hu, Gao, 2008], B , Hg , Ni , Cr , As , Sb , I и Be — [Григорьев, 2009]. Близость к среднему между разными оценками кларков и современность этих оценок — ключевые условия выбора рекомендуемых эталонов сравнения в экогеохимии.

Выводы:

— в экологической геохимии и геохимии ландшафтов в качестве эталонов сравнения широко используются кларки химических элементов, оценка которых сильно различается у разных авторов, т.е. кларки представляют собой набор условных констант, применяемых на определенном этапе развития науки;

— количественной мерой различий оценок предлагается считать геохимический диапазон химических элементов (ГД) — отношение между максимальным и минимальным значением кларка одного и того же элемента. По величине ГД химические элементы делятся на четыре группы: с большим ($>5,0$), средним ($2,5-5,0$), малым ($1,5-2,5$) и очень малым ($<1,5$) диапазоном. Каждая группа в зависимости от экологической опасности и геохимической изученности элементов разделена на несколько подгрупп;

— в качестве кларков отдельных элементов целесообразно применять оценки К.Х. Ведеполя, Р.Л. Рудника, С. Гао, Ж. Ху или Н.А. Григорьева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Алексенко В.А., Алексенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2013. 380 с.

Alekseenko V.A., Alekseenko A.V. Himicheskie jelementy v geohimicheskikh sistemah. Klarki pochv selitebnykh landshaftov [Chemical elements in geochemical systems. The abundances in urban soils], Izdatel'stvo JuFU, Rostov-on-Don, 2013, 380 p. (in Russian).

Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1976. 248 с.

Beus A.A., Grabovskaja L.I., Tihonova N.V. Geohimija okruzhajushhej sredy [Environmental Geochemistry], Nedra, Moscow, 1976, 248 p. (in Russian).

Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. 1962. № 7. С. 555—571.

Vinogradov A.P. Srednee sodержanie himicheskikh jelementov v glavnykh tipah izverzhennykh porod zemnoj kory [The average content of chemical elements in the main types of igneous rocks of the Earth's crust], Geokhimiya, 1962, no 7, pp. 555—571 (in Russian).

Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация) / Под ред. Г.В. Добровольского. М.: Ойкумена, 2003. 266 с.

Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokof'eva T.V. Antropogennye pochvy (genezis, geografija, rekul'tivacija) [Anthropogenic soils (genesis, geography, remediation)], ed. by G.V. Dobvol'skij, Ojkumena, Moscow, 2003, 266 p. (in Russian).

Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 382 с.

Grigoriev N.A. Raspredelenie himicheskikh jelementov v verhnej chasti kontinental'noj kory [Chemical element distribution in the upper continental crust], UrO RAN, Ekaterinburg, 2009, 382 p. (in Russian).

Гринвуд Н.Н., Эрншо А. Химия элементов. Т. 1, 2. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. 607+670 с.

Greenwood N.N., Earnshaw A. Chemistry of the Elements. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997. 1600 p.

Касимов Н.С., Власов Д.В. Технофильность химических элементов в начале XXI века // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 1. С. 15—22.

Kasimov N.S., Vlasov D.V. Tehnofil'nost' himicheskikh jelementov v nachale XXI veka [Technophilia of chemical elements in the beginning of the 21st century], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria Geografiya, 2012, no 1, pp. 15—22 (in Russian).

Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Сорокина О.И., Гунин П.Д. Геохимия техногенных ландшафтов г. Улан-Батор // Геохимия ландшафтов и география почв / Под ред. Н.С. Касимова, М.И. Герасимовой. М.: АПР, 2012. С. 207—235.

Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Sorokina O.I., Gunin P.D. Geohimija tehnogennyh landshaftov g. Ulan-Bator [Geochemistry of technogenic landscapes of Ulaanbaatar City], In: Geohimija landshaftov i geografija pochv, ed. by N.S. Kasimov, M.I. Gerasimova, APR, Moscow, 2012, pp. 207—235 (in Russian).

Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. М.: Наука, 1990. 180 с.

Ronov A.B., Yaroshevsky A.A., Migdisov A.A. Himicheskoe stroenie zemnoj kory i geohimicheskij balans glavnyh jelementov [Chemical composition of the Earth's crust and the geochemical balance of the main elements], Nauka, Moscow, 1990, 180 p. (in Russian).

СанПиН 2.1.7.1287-03. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы, с изменениями от 25.04.2007. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/11/11782/> (дата обращения: 10.11.2014).

SanPiN 2.1.7.1287-03. 2.1.7. Pochva, ochistka naselennyh mest, bytovye i promyshlennyye othody, sanitarnaja ohrana pochvy. Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovaniya k kachestvu pochvy. Sanitarno-jepidemiologicheskie pravila i normativy, s izmenenijami ot 25.04.2007 [Soil, purification of settlements, domestic and industrial wastes, sanitary protection of soil. Sanitary requirements to the soil quality. Sanitary rules and standards, amended on 25.04.2007], URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/11/11782/> (Accessed: 10.11.2014).

Ярошевский А.А. Распространенность химических элементов в земной коре // Геохимия. 2006. № 1. С. 54—62.

Yaroshevsky A.A. Abundances of chemical elements in the Earth's crust // Geochemistry Intern. 2006. Vol. 44, N 1. P. 48—55.

Chalov S., Lychagin M., Kasimov N. et al. Water resources assessment of the Selenga-Baikal river system // Geo-Öko (J. of Geoecology). 2013. Vol. 34, N 70. P. 77—102.

Chemistry of Europe's agricultural soils. Part A: Methodology and interpretation of the GEMAS data set / Ed. by C. Reimann, M. Birke, A. Demetriades, P. Filzmozer, P. O'Connor. Hannover: Schweizerbart Sci. Publ., 2014. 528 p.

Clarke F.W. The relative abundance of the chemical elements // Phil. Soc. Washington. 1889. Bull. XI. P. 131—142.

Gao S., Luo T.-C., Zhang B.-R. et al. Chemical composition of the continental crust as revealed by studies in East China // Geochim. Cosmochim. Acta. 1998. Vol. 62, Iss. 11. P. 1959—1975.

Goldschmidt V.M. Grundlagen der quantitativen Geochemie // Fortschr. Mineral. Kinst. Petrogr. 1933. N 17. P. 112.

Hu Z., Gao S. Upper crustal abundances of trace elements: A revision and update // Chem. Geol. 2008. Vol. 253, Iss. 3—4. P. 205—221.

Kasimov N.S., Vlasov D.V. Global and regional geochemical indexes of production of chemical elements // Geography, Environment, Sustainability. 2014. Vol. 7, N 1. P. 52—65.

Ronov A.B., Yaroshevsky A.A. Earth's Crust Geochemistry // Encyclopedia of Geochemistry and Environmental Sciences / Ed. by R.W. Fairbridge. N.Y., 1972. P. 243—254.

Rudnick R.L., Gao S. Composition of the continental crust // Treatise on Geochemistry. Vol. 3. The Crust. Elsevier Sci., 2003. P. 1—64.

Shaw D.M., Cramer J.J., Higgins M.D., Truscott M.G. Composition of the Canadian Precambrian shield and the continental crust of the Earth // The Nature of the Lower Continental Crust / Ed. by J.B. Dawson, D.A. Carswell, J. Hall, K.H. Wedepohl. L.: Geol. Soc. of London, 1986. P. 257—282.

Shaw D.M., Dostal J., Keays R.R. Additional estimates of continental surface Precambrian shield composition in Canada // Geochim. Cosmochim. Acta. 1976. Vol. 40, Iss. 1. P. 73—83.

Taylor S.R., McLennan S.M. The continental crust: Its composition and evolution. Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1985. 330 p.

Treatise on geochemistry. Vol. 3. The Crust / Ed. by R.L. Rudnick. Elsevier Sci., 2003. 659 p.

Turekian K.K. Encyclopedia of science and technology. Vol. 4. N.Y.: McGraw-Hill, 1970. 627 p.

Valero Al., Valero An., Vieillard P. The thermodynamic properties of the upper continental crust: Exergy, Gibbs free Energy and Enthalpy // ECOS, 2010. URL: http://www.exergoecology.com/Members/aliciavd/Properties_earth1.pdf (Accessed: 11.07.2014).

Wedepohl K.H. The composition of the continental crust // Geochim. Cosmochim. Acta. 1995. Vol. 59, N 7. P. 1217—1232.

N.S. Kasimov, D.V. Vlasov

**CLARKES OF CHEMICAL ELEMENTS AS COMPARISON STANDARDS
IN ECOGEOCHEMISTRY**

The environmental pollution assessment is usually based on the use of the following three main comparison standards: threshold values or other hygienic limits, geochemical background levels of pollutants and clarkes of chemical elements. Clarkes of chemical elements in the upper continental crust differ significantly from author to author. Therefore a geochemical range of the clarkes of chemical elements calculated as a ratio of the maximum and minimum clarkes values of the same element is a quantitative measure of the difference. Basing on the geochemical range of clarkes chemical elements were organized into four groups: with high (>5) for Cd, Hg, B, Bi, C, Cl, N, Pd, S, Te; medium (2,5–5,0) for As, Cr, Cu, Mo, Ni, Sb, Au, Be, I, Sn, Tl; low (1,5–2,5) for Zn, Co, Ba, Mn, Sr, V, W, Ag, Ca, Cs, Fe, H, La, Mg; and very low geochemical range ($<1,5$), for F, Pb, Al, Ge, K, Na, P, Ti. The highest geochemical range is typical for the most dangerous pollutants and for other chemical elements commonly studied during the ecological and geochemical investigations. It could be recommended to apply K.H. Wedepohl's estimates as clarkes for Cl, Br, C, N, S, Tl and Sn; R.I. Rudnick and R. Gao's estimates for Cd, Pd, Mo and Au. Estimates of Z. Hu and S. Gao could be used for Te, Bi and Cu while those of N.A. Grigoriev are recommended as clarkes for B, Hg, Ni, Cr, As, Sb, I and Be.

Key words: clarkes, upper continental crust, ecogeochemistry, global estimates, technogenesis, range of clarkes.

УДК 912:003.6

М. Вемич¹**ЭСТЕТИЧЕСКИЙ И ЛОГИЧЕСКИЙ КОДЫ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ЗНАКОВ**

Проанализирована кодировка картографических знаков на единичном репрезентативном уровне, когда через структуру каждого конкретного знака регистрируются их основные значения, которые являются частью сложной и многослойной композиции географической карты. Формирование значения и структуры географической карты начинается с эстетической и логической кодировки картографических знаков, которые получают, таким образом, выражение и содержание, свои параметры и возможности языковой текстуализации на карте, представленной в виде рисунка или логической модели изображенной реальности.

Ключевые слова: семиотика, кодировка, эстетический код, логический код, картографические знаки, карта.

Введение. Язык картографии является языком знаков и образов. Он находится в отношениях непосредственной аналогии с предметом изображения на карте, но подразумевает и элементы условности, т.е. договоренности о том, каким образом расшифровываются картографические знаки, изображенные на географической карте. Поэтому картографы всегда стремились как можно больше приблизить картографические знаки к предмету изображения и создавать их по максимально возможной аналогии с ним, благодаря чему прочтение знаков было бы очевидным и не требовало конвенциональных или арбитражных элементов. Это достигается в первую очередь посредством эстетической и логической кодировки каждого конкретного картографического знака на отдельно взятом репрезентативном уровне конструирования карты, когда регистрируются первичные значения знаков с учетом их дальнейшего позиционирования в отдельных элементах в структурном единстве карты. Структурная интеграция карты позволяет осуществить семиотическую композицию в ее многослойности в соответствии с законом о единстве общих, специфических и индивидуальных черт, что иллюстрирует богатые возможности картографического языка и применения картографии на практике. Назовем эти три конструктивно-композиционных уровня карты: кодировка — отражает частный (индивидуальный) уровень, схематизация — уровень специфических черт, стилизация — общий уровень структуры карты.

Процесс кодировки заключается в создании репрезентативного выражения для каждого картографического знака. Таким образом, значения знаков отображаются в ключе или легенде карты. Это особенно подчеркивали А.К. Салищев в теоретических работах: “В картографии средством связи служит карта, а кодирование и декодирование выполняются через условные картографические знаки” [Салищев, 1986], а также А. МакЭхрен [MacEachren,

2004]: “Картография — это изображение”, т.е. представление картографических знаков является основой любого картографического процесса. Схематизация подразумевает позиционирование картографических знаков с уже зарегистрированными в видимой части карты значениями, так, чтобы по элементам были понятны их значения, в то время как стилизация объединяет все композиционные элементы карты в соответствии с целями и методами картографа в конечной общей обработке значения карты. Эта многослойность семиотической композиции и конструктивная интеграция карты создают совершенно особую аналоговую картину реального или виртуального географического картографируемого пространства, т.е. реальное или “виртуальное геоизображение” [Берлянт, 2001]. Благодаря единству всех трех уровней всеобщности в создании карт обеспечивается непосредственная связь картографии с практикой, а также междисциплинарность применения картографии в различных сферах коммуникации и сознания, особенно в географии.

Методика исследований. Кодировка картографических знаков как вид особого воссоздания реальности непосредственно соприкасается и соединяет мир восприятия и мир мышления. В широком смысле это дает возможность выразить и передать языком картографии в первую очередь визуальные образы, а затем и мыслительное содержание. Таким образом, речь идет о том, чтобы установить равновесие между двумя противоположными потребностями формирования и установления значения через эстетический и логический коды знаков. Как результат такой двойной кодировки в картографической практике существуют два “типа картографических знаков: *иконические знаки*, в которых акцент делается на эстетическом кодировании, и *идеографические знаки*, в которых акцент ставится на кодировании логическом” [Вемич, 2001].

¹ Институт географии имени Й. Цвиича, Сербская академия наук и искусств, руководитель отдела картографии, докт. геогр. н., науч. с.; e-mail: mvemich@eunet.rs.

Единство и противоположность эстетического и логического кодов картографических знаков. Такое разделение типов картографических знаков соответствует общеизвестным семиотическим отношениям восприятия и значения, которые были описаны П. Гиро. В частности, он разделяет логические и выразительные (эстетические) знаки, свойства которых противопоставлены на всех уровнях. Таким образом, существуют две семиотические формы, “которые противопоставляют друг другу науку и искусство”, и “поэтому между логическими знаками и эмоциями, с одной стороны, и между выразительными знаками и разумом — с другой, существуют отношения взаимонеприятия” [Guiraud, 1985]. Такие отношения, проявляющиеся при малейшей попытке конструирования и регистрации значения какого-либо знака, можно проиллюстрировать на простейшем примере прямоугольника (рис. 1).

Итак, неоспоримо доказано, что визуальный, или оптический, центр прямоугольника, который определяется в этой точке множеством показателей большого числа непосредственных наблюдателей, с одной стороны, и настоящий, т.е. геометрический центр, находящийся на пересечении диагоналей, с другой стороны, не совпадают. Экспериментально подтверждено, что оптический центр находится всегда приблизительно на 5% выше геометрического, в чем легко можно убедиться. Перцептивный, или семиотический, визуальный центр прямоугольника соответствует его реальному эстетическому коду, тогда как геометрический центр соответствует коду логическому. На этом простом примере показаны объективные требования единства и противоположности двойного кодирования картографических знаков. Те картографические знаки, которые в своей основе имеют более сложные сочетания геометрических фигур или тел, могут иметь и большие противоречия в достижении сбалансированности между двумя автономными кодами и наоборот.

Учитывая, что с помощью картографических знаков рисуются (или “пишутся”) карты, более значимые результаты достигаются при сочетании эстетического и логического кодов этих знаков, что приводит к совершенству формы и истинности содержания карт. Так, по мнению картографов прошлого, карта представляет собой “глаза географии”, “камень мудрости географии” или “фундамент географии”, так как она “вбирает все географические знания определенного времени” [Вемић, 2005]. Красота и истинность карт перенесли картографию в мир высших ценностей искусства и науки. В 50-е гг. прошлого века Н.Н. Баранский называл карты вторым языком географии [Баранский, 1956], а в 1970-е гг. А.Ф. Асланикашвили уточнил его мысль: “В данном случае требуется считать вторым языком географии не карту, а язык карты” [Асланикашвили, 1974]. Поэтому кодирование картографических знаков на элементарном уровне связано — через специальное картографическое описание — с се-



Рис. 1. Визуальный и настоящий центры прямоугольника [Robinson et al., 1995]

миотической композицией карты на самом общем уровне. Таким образом, как и предлагал А.Ф. Асланикашвили, язык карты рассматривается и принимается в качестве объективного языка картографии. Такой язык имеет свою структуру, функцию и генезис [Вемић, 1998].

Структуру карты создают эпистемологические и систематические элементы (выражение и содержание) ключа картографических знаков или легенды карты. Эти знаки включаются в математически определенную пространственную систему карты и составляют тематические общности, такие, как рельеф, гидрография, вегетация, населенные пункты, коммуникации, топонимика и т.п. Их функция заключается в передаче сложной аналоговой картины или логической модели представления реальности (некоторой тематики на определенной территории) в определенном автономном и гетерономном масштабе с внешней и внутренней перспективой. Из сложной и многослойной структуры карты вытекают и основные функции языка картографии — ориентационно-коммуникативные и когнитивные функции, которые с генетической точки зрения принадлежат миру искусства и миру науки. Здесь можно согласиться с В.С. Тикуновым, когда он пишет: “Язык карты столь богат и гибок, что, несмотря на многовековую историю его использования, до сегодняшнего дня появляются все новые разновидности отображения явлений на картах, и процесс этот, несомненно, будет продолжаться в будущем” [Тикунов, 1986].

Насколько язык картографии особенный и специфический, показывает простое сравнение географической карты и аэро- или космического снимка одной и той же территории в одинаковом масштабе. В то время как снимок полностью отражает все, как в зеркале, запечатлевая реальность в определенный момент времени, карта является авторским произведением в той мере, в которой картограф считает необходимым заменять на карте объект изображения, его состояние или протекающие в нем процессы знаковой текстуализацией. Таким образом, картограф может вызывать в сознании читателя визуальные образы и мысли, которые,

вероятно, появлялись бы у него при изучении или наблюдении объектов, изображенных на карте. Аэро-снимок, как и космический снимок, отображает сиюминутное состояние и может производить некоторое эстетическое впечатление в отношении субъекта, однако не обладает выразительностью. В то же время изображение на карте осуществляет как объективные, так и эстетические отношения с предметом изображения. Тем самым карта получает вневременную непреходящую ценность как документ, свидетельствующий не только о предмете изображения, но также о времени, целях и культурном уровне народа, создавшего ее.

Любая кодификация картографических знаков — это субъективный, творческий процесс, которому предшествует наблюдательная и мыслительная деятельность. Здесь речь идет прежде всего о чувственном, визуальном восприятии предмета изображения, которое картографы не изучают достаточно глубоко, торопясь как можно скорее перейти к абстрактному мышлению, хотя именно от этих чувственных впечатлений в наибольшей степени зависят авторская кодификация и создание знаков. Однако кроме картографов существуют еще и теоретики искусства, такие, как Р. Арнхайм, который называет этот начальный продуктивный творческий импульс “наблюдательным мышлением” или “визуальным мышлением” [Arnheim, 1970]. Тем самым он акцентирует внимание на неразделимом единстве эстетического и научного, не забывая при этом о границах между ними, что абсолютно верно и для языка картографии. Вследствие этого любое конструирование значения картографических знаков в процессе создания ключа или легенды карты подразумевает единство и противоположность эстетического и логического кодов данных знаков.

Кодировка начинается с непосредственного перевода основных визуальных компонентов наблюдения (форма, цвет и движение) какого-либо пространственного объекта в визуальные изменяемые компоненты различных картографических знаков: “форму, ориентировку, цвет, текстуру, оттенок и размер” [Bertin, 1967] как точечных и линейных знаков, так и поверхностных и объемных графических знаков. Наряду с графикой на картах также появляются буквенные и цифровые знаки (топонимы, отметки высоты, надписи и т.п.), которые кодированы в первую очередь логически, что снижает эстетическую композицию карты, однако они не лишены и собственной эстетической ценности. В надписях на картах всегда использовались особые буквы, представляющие эстетическую ценность.

Эстетический код картографических знаков отражает эстетические отношения, заключающиеся в согласовании структуры картографических знаков с действующими культурными и эстетическими нормами того времени, когда создается карта. Тем самым сенсорная деятельность субъекта (картографа) связана с представлениями об объекте изобра-

жения на карте. Это происходит под влиянием двух противодействующих сил — впечатления от визуального наблюдения как внешней объективной силы, а также выразительности (экспрессии) визуального воображения как внутренней субъективной силы. Поэтому из первичных чувственно-оптических наблюдений создаются и фиксируются два вида представлений — визуальное (статическое) и кинетическое (динамическое).

Визуальные представления статичны, они создаются на основе визуального впечатления из определенного угла наблюдения, что подразумевает ограниченные пространственные характеристики наблюдаемого объекта. На основании таких статических представлений долгое время горы на картах изображали в виде закругленных конусов (“кротовых кочек”), горные цепи — как ряды “кротовых кочек”, фабрики — в виде заводских дымовых труб, колодцы — в виде колодезных журавлей и т.п. Кинетические представления же динамичны, активны, их получают на основе изменения угла зрения по отношению к объекту наблюдения, так что ряд наблюдаемых секвенций соединяется в единое представление. Они пластичнее, чем статические визуальные представления, так как объект рассматривается в пространстве и с ним “соприкасаются” с разных сторон. Так, с необходимостью создания кинетических представлений на картах вместо “кротовых кочек” появилось перспективное изображение рельефа местности, что начал еще Леонардо да Винчи, суммировавший единичные визуальные представления различных возвышенностей (холмов и гор) в одно, хотя и не полное полукинетическое пластическое представление рельефа местности. Несмотря на то что в этом наземном методе изображения рельефа точка наблюдения была сдвинута с одного места, она не “перешла” на другую сторону холма, так как только с введением методов штриховки, изоглины, пластичности цвета и теней из множества параллельных точек из ортогональной перспективы было достигнуто полное кинетическое представление рельефа (рис. 2).

Визуальные и кинетические представления — основной доступный картографу материал для чувственного восприятия, из которого он выделяет элементы для создания картографических знаков и изображения объектов на карте. Картограф делает это в соответствии с действующими эстетическими нормами своего времени, которые подразумевают неизменные позиции в отношении объективных и субъективных эстетических параметров. Обычно при этом картограф отступает или отклоняется от господствующей нормы, оставляя, таким образом, — со стилистической точки зрения — личный, авторский отпечаток на своей карте.

Представление картографического ключа или легенды в конструктивно-художественном плане — конечная цель эстетического кодирования картографических знаков, применяемых в изображении

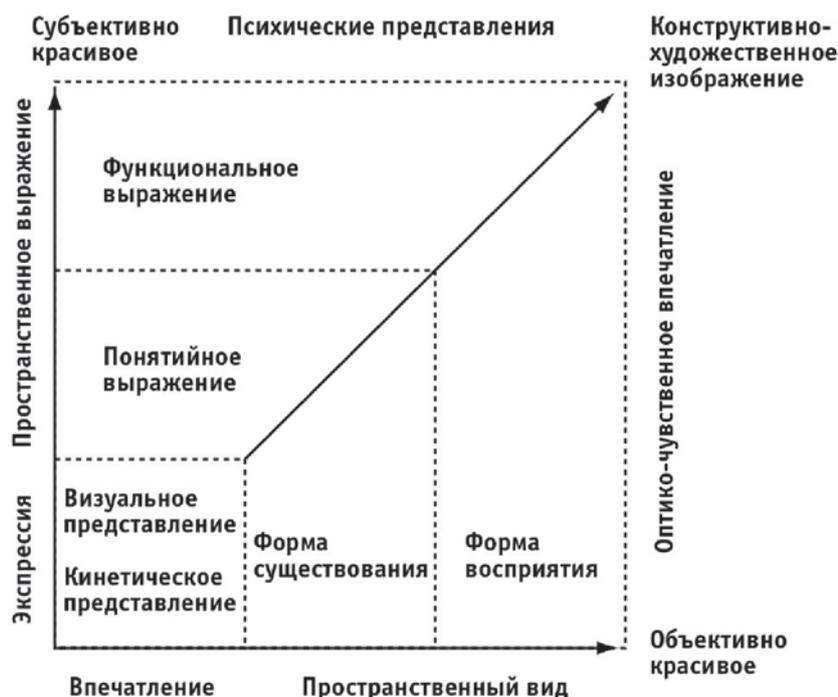


Рис. 2. Эстетический код картографических знаков

определенных пространственных объектов на карте. Картограф, подчиняясь объективным причинам, с одной стороны, создает из первичного представления о предмете изображения психическое представление о пространственном выражении (форме существования и форме восприятия) каждого конкретного объекта или явления, для которого создается соответствующий знак. С другой стороны, к этому пространственному выражению картограф добавляет и свое субъективное опτικο-чувственное впечатление, т.е. то пространственное выражение (понятийное и функциональное), меру которого он тоже устанавливает сам. Неразделимое единство между формой существования и понятийным выражением, с одной стороны, и формой восприятия и функциональным выражением — с другой, т.е. между объективными представлениями и субъективными впечатлениями, образует автономные параметры создания картографического знака. Это можно проиллюстрировать на простом примере куба как картографического знака.

Куб как знак кодируется прежде всего логически, это идеографический знак, но он содержит и минимальную эстетическую кодификацию (рис. 3). Форма существования какого-либо предмета изображения на карте, которую можно заменить кубом, может быть представлена как трехмерный объект, рассматриваемый из одной точки, откуда можно увидеть или же мысленно представить все три его стороны. Однако в этом случае ни одна сторона куба не будет иметь квадратную форму согласно объективному принципу наблюдения. Несмотря на то что куб сформирован геометрически правильно, такое понятийное выражение знака несовершенно, оно требует в качестве функционального

выражения куба наиболее яркой его формы, которая подразумевает прежде всего точное изображение квадрата, а затем его повторение в трехмерном пространстве. Подобное пространственное выражение куба создается с помощью сублимации кинетических представлений из разных углов зрения, однако с точки зрения геометрии это не вполне точно, так как если одна сторона куба выглядит квадратной, остальные стороны не могут быть видны. Именно такое представление куба мы автоматически нарисуем, следуя за господствующей эстетической нормой, но нарушая при этом геометрическую правильность куба.

В контексте объективности эстетический (пространственный) вид какого-либо создаваемого картографического знака имеет в отношении реального объекта, который он изображает, все элементы “эстетических отношений”, по Б. Тошовичу [Тошович, 2002], так как он обладает своими эстетической формой, эстетическим содержанием и эстетической ценностью, которые связаны с основными категориями господствующей эстетической нормы. В то же время субъективное эстетическое выражение (пространственное выражение) связано с эстетической потребностью, эстетическим вкусом и чувством меры картографа, таким образом создается эстетическое впечатление и эстетическое удов-

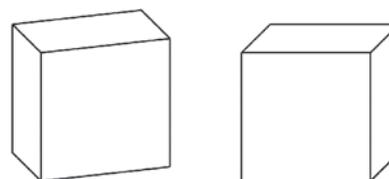


Рис. 3. Геометрическое и художественно-конструктивное изображение куба в пространстве

летворение. Конечное картографическое изображение состоит из согласованных между собой пространственного вида и пространственного выражения созданного картографического знака. Тем самым формируется духовная связь, т.е. реальные эстетические отношения субъекта и объекта, базирующиеся на “незаинтересованной заинтересованности” субъекта в объекте, что дополняется чувством духовного наслаждения от использования карт в общении с объектом. Этим объясняется почетное место, которое занимают карты на стенах государственных, научных и школьных кабинетов, любовь к горным походам, прогулкам на природе, поездкам или морской навигации по картам, страсть к коллекционированию карт и т.д.

Логический код картографических знаков. Логическую суть картографических знаков можно определить через изучение отношений между картографическим языком и мышлением, которые интересны в той же мере, что и отношения между языком и действительностью или между мышлением и действительностью. Чтобы определить все это, необходимо рассмотреть связь знака и значения с понятием. Знак представляет собой опосредованное или конденсированное изображение реальности, сенсорное или воображаемое, а значение является его свойством, которое соотносится не со знаком, а с объектом, который он передает. В этом смысле знак и значение обладают определенной автономностью. В процессе мыслительного абстрагирования чувственные стимулы материального знака редуцируются, и в сознании остается только его значение как живого комплекса ментальных, мыслительных, эмоциональных, ценностных и метрических отношений между знаком и субъектом, знаком и объектом, знаком и другими знаками той же системы, знаком и его реальным восприятием, а также между знаком и мерой значения в процессе осознания реальности и коммуникации между людьми. Этот комплекс значимых отношений можно выразить через аналоговую ассоциативность и символичность знака относительно объекта изображения.

Прекращение восприятия материального знака называется “прозрачностью значения”. Этот процесс неотделим от первичного чувственно воспринимаемого материала, т.е. от картинки или представления, которые возникают при прочтении какого-либо знака, однако мыслительная апперцепция может достигать высокого уровня обобщения, близкого к абстрактному мышлению. Переход из мира знаков в мир понятий происходит через редуцирование несущественных и концентрацию основных воспринимаемых констант как в случае с ассоциативными, так и в случае с символическими картографическими знаками. Знаки, выполняющие только функцию обозначения и исключают эмоциональную и предписывающую функции, обладают только понятийным значением. Тем самым они выполняют только одно из двух условий, отличающих логические знаки.

То же справедливо и в обратном направлении, когда абстрактное логическое мышление нуждается в добавлении определенных чувственных, осязаемых элементов, принадлежащих культуре некоторого объединения людей, чтобы таким образом мог ожить мир ассоциативных знаков и символов карты. Однако в процессе абстрагирования искусственных элементов существуют различные чувственные фиксации довольно общего характера, которые остаются в сознании субъекта, однако не включаются в понятие. Так, например, в случае затенения рельефа не всегда учитывается природный угол освещения, хотя это было бы логично. Вместо этого угол изменяется в зависимости от расширения основных горных хребтов, даже если это противоречит естественному освещению, как в случае с Динарским нагорьем на Балканском полуострове.

Широкий диапазон совпадения значения картографических знаков и процесса концептуализации объективной действительности подчеркивает целесообразность логического кода картографических знаков, т.е. высокую степень их мыслительной и визуальной обобщенности. Логический код картографических знаков является результатом элементарных логических операций в определенной системе взаимоотношений, направленных на определение объема и содержания тематики изображения на карте, тем самым в процессе создания карты достигается объективная апперцепция внешнего мира. Символическая и ассоциативная связи картографических знаков и значения лежат в основе их логического кода, который формирует объем и содержание понятий и положений, связанных с объектом изображения на карте. Символическая связь позволяет достигнуть апперцепции объема понятия (в представлении, моделировании и концептуализации), в то время как через ассоциативную связь знака и значения достигается апперцепция отображенного на карте содержания (в представлении, моделировании и выражении). В процессе формирования знаков объемное выражение формируется через основные визуальные категории: точку, линию, площадь и внутренний объем, в то время как содержание задается различными визуальными переменными — формой, размером, цветом, оттенком, ориентировкой и текстурой знака (рис. 4).

При наблюдении объекта изображения созданные оптико-чувственные, визуальные и кинетические представления одновременно стимулируют и абстрактное мышление субъекта. Картограф логическим путем принимает, перенимает их и сравнивает между собой, идентифицирует и редуцирует их отдельные части. Таким образом, он выделяет логические составляющие представления картографических знаков, между которыми он устанавливает автономную меру значения. С одной стороны, это делается с помощью моделирования (через анализ и синтез) и концептуализации (через генерализацию и специализацию), и так устанавлива-



Рис. 4. Логический код картографических знаков

ется логический объем знаков, а с другой стороны, их логическое содержание устанавливается через формирование (типизацию) и выражение (классификацию). Автономная мера значения вырабатывается постепенно через анализ и синтез объема и типизацию содержания элементов представления и затем через генерализацию и специализацию объема и классификацию содержания, пока не будет достигнут понятийный смысл картографических знаков, т.е. пока не будет окончательно установлено качественное и количественное единство их логического содержания.

Результаты исследований и их обсуждение. Обсуждаемые вопросы способствуют развитию теоретической базой картографии, а “прогресс в картографии может быть связан с разработкой собственной теории, методологии и методики на базе технических средств” [Тошовић, 2002]. В этом смысле знак в языке занимает ту же позицию, что атом в физике, ген в биологии или понятие в логике. Для того чтобы пользоваться знаком в языковой текстуализации, следует принимать во внимание, что знак как наименьшая основная единица обладает не одним, а несколькими типами смысловых отношений. В принятом определении “значение — это комплексные отношения какого-либо знака с ментальным понятием, которое он выражает, объектом, который он изображает, другими знаками в той же системе и практическими операциями, необходимыми для реализации, изменения, употребления и определения рассматриваемого объекта” [Марковић, 1961]. Помимо четырех приведенных смысловых отношений, картографические знаки обладают и пятым, *семиометрическим отношением*,

или значением размера [Ветић, 2001]. С этой точки зрения каждый картографический знак обладает тематическим (ментальным) значением, пространственным (предметным) значением, значением размера (метрическим), обзорным (языковым) и интерпретационным (практическим) значениями.

Текстуализация картографических знаков. Каждая конкретная система картографических знаков становится полной, когда указанные связи знаков согласуются с их эстетическим и логическим кодами так, чтобы их можно было непосредственно использовать при изображении объекта на карте и при текстуализации, например, в создании топографических карт. На старых картах использовался первичный эстетический код картографических знаков, однако после изобретения математических картографических проекций и использования съемки местности эстетическая кодировка уступила место логической. Лишь в современных работах постепенно начинают обращать внимание на оба кода.

Текстуализация картографических знаков позволяет установить прямые связи между отдельными смысловыми отношениями знаков (многослойные и синхронные), поэтому каждый знак на карте получает свое уникальное пространственное положение, взаимосвязь с другими и пространственную форму. Так, знаки могут быть прочитаны одновременно как стилизованные изображения или как модели объекта, который они отображают. Таким образом, текстуализированные знаки на карте выполняют две важные функции языка картографии — коммуникативную и когнитивную (рис. 5).

С помощью текстуализации происходит выражение эстетического стиля и логического смысла

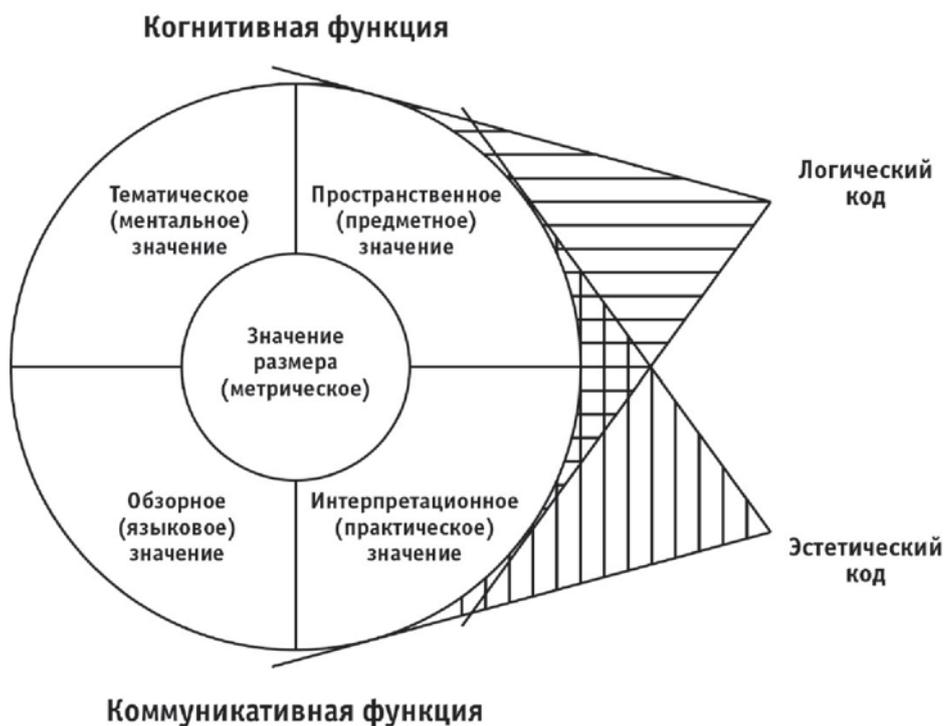


Рис. 5. Кодирование знаков в функции языка картографии

картографических знаков вследствие их эстетического и логического кодирования при создании географически-картографической картины мира. В языке картографии стиль рассматривается как высшие творческие возможности картографа при создании карты как продукта искусства и оценивается, по мнению М. Чаркич, “не как обычная форма выражения, а как совершенство формы, способность лучше всего выразить сущностную сторону изображаемого мира” [Чаркич, 2002]. Со стилем также непосредственно связана и содержательная сторона картографической текстуализации — “такая форма мысли, которая проникает во все системы нашего сознания” [там же].

Двойственность текстуализации содержания какой-либо географической карты отмечалась и раньше. Так, например, Л. Сретенович, анализируя структуру содержания карты, пишет: “Дихотомия содержания карты состоит в его раздвоении на экспонентное и имманентное...” [Сретенович, 1977], из чего следует, что экспонентное содержание конкретно, пластично и экспрессивно, тогда как имманентное является абстрактным, мыслительным и логичным. Кроме того, экспонентное содержание выполняет коммуникативную, а имманентное — когнитивную функцию картографического языка, и все это в итоге проистекает из начальной кодификации картографических знаков.

Выводы:

— язык картографии является знаковым, изображение объекта на карте всегда начинается с кодирования картографических знаков — генетического воссоздания реальности при наличии двух противоположных требований формирования и

установления смысла через эстетический и логический коды знаков, что в широком смысле позволяет выражать и передавать языком картографии в первую очередь визуальные представления, а затем и мыслительное содержание;

— эстетический код отражает эстетическое отношение между конструкциями картографических знаков и действующими культурными и эстетическими нормами того времени, когда создается карта. Конструктивно-художественное представление каждого знака, а также картографического ключа в целом формируется из оптико-чувственных (визуальных и кинетических) представлений о предмете изображения, при согласовании формы существования знака и его понятийного выражения, а также формы существования и функционального выражения. Наряду с этим в субъективном смысле эстетический код связан с эстетическими потребностями, эстетическим вкусом и эстетическими критериями создателя карты (картографа), таким образом реализуется обратная связь — создается эстетическое впечатление и эстетическое удовольствие у того, кто пользуется картой;

— логический код создается основными логическими операциями, составляющими взаимосвязанную систему отношений, основанных на непосредственных чувственных представлениях и определяющих автономные параметры значения картографических знаков. С первых операций сравнения, идентификации и редуцирования отдельных составляющих логическое значение картографического знака устанавливается, с одной стороны, путем моделирования (через анализ и синтез) и концеп-

туализации (через обобщение и специализацию), таким образом определяется логический объем знаков, а с другой — путем создания формы (типизации) и выражения (классификации), чем определяется логическое содержание знаков;

— картографическая текстуализация обеспечивает полное выражение стиля и смысла картографических знаков через их эстетический и логический коды при создании географо-картографической картины мира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Асланикашвили А.Ф. Метакартография. Основные проблемы. Тбилиси: Мецниереба, 1974. 128 с.

Aslanikashvili A.F. Metakartografiya. Osnovnie probleme [Metacartography. Basic problems]. Tbilisi: Mecniereba, 1974. 128 p. (in Russian).

Баранский Н.Н. Экономическая география. Экономическая картография. М.: Гос. изд-во геогр. литературы, 1956. 367 с.

Baransky N.N. Ekonomicheskaya geografiya. Ekonomicheskaya kartografiya [Economic geography. Economic cartography]. Moskva: Gosydarstvennoe izdatelstvo geograficheskoy literatury, 1956. 367 p. (in Russian).

Берлянт А.М. Виртуальные геоизображения. М.: Научный мир, 2001. 56 с.

Berlyant A.M. Virtualnie geoizobrazheniya [Virtual Geo-images]. Moskva: Nauchniy Mir, 2001. 56 p. (in Russian).

Вемич М. Семиотрия — новый семиотический аспект языка картографии // Изв. РГО. 2001. Т. 133, вып. 5. С. 49—54.

Vemić M. Semiometriya — novyj semioticheskij aspekt yazyka kartografii [Semiometrics — the new semiotic aspect of cartographic language]. Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva, 2001, t. 133, v. 5, pp. 49—54 (in Russian).

Салищев К.А. Общенаучные понятия и методы в развитии картографии // Географическая картография. Взгляд в будущее. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. С. 19—28.

Salishchev K.A. Obshchenauchnie ponyatiya i metody razvitiya kartografii [General scientific concepts and methods in the development of cartography] V kn. Geograficheskaya kartografiya. Vzglyad v budushchee. Moskva: Izdat. Moskovskogo Universiteta, 1986, pp. 19—28 (in Russian).

Сретеновић Љ. Структура садржине карте: Зборник. Београд: Десети конгрес географа Југославије, 1977. 483 с.

Sretenović L.J. Struktura sodержaniya karty [Structure of map contents]. Belgrad, sbornik Desiyatyj congress yugoslavskih geografov, 1977, 483 p. (in Serbian).

Тикунов В.С. Теоретические направления развития методов моделирования тематического содержания карт // Географическая картография. Взгляд в будущее. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. С. 53—62.

Tikunov V.S. Teoreticheskie napravleniya razvitiya metodov modelirovaniya tematiceskogo sodержaniya kart [Theoretical directions of methods development for modeling of the maps thematic content] V kn. Geograficheskaya kartografiya. Vzglyad v budushchee. Moskva: Izdat. Moskovskogo Universiteta, 1986, pp. 53—62 (in Russian).

Тикунов В.С. Некоторые теоретические вопросы картографии // Геодезия и картография. 1991. № 7. С. 27—31.

Tikunov V.S. Nekotorye teoreticheskie voprosy kartografii [Some theoretical trends in cartography]. Geodeziya i kartografiya, 1991, № 7, s. 27—31 (in Russian).

Arnheim R. Visual thinking. L.: Faber and Faber Limited, 1970. 285 p.

Bertin J. Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps. P.: Gauthier-Villars, 1967. 436 p.

Guiraud P. Semiology, 1971 (French ed.). Belgrade: Plato Publishing, 1985. 127 p.

MacEachren A.M. How maps work: Representation, Visualization, and Design. N.Y.; L.: The Guilford press, 2004. 513 p.

Марковић М. Дијалектичка теорија значења. Београд: Нолит, 1961. 542 с.

Marković M. Dialeknicheskaya teoriya znacheniya [The dialectical theory of meaning]. Belgrade: Nolit, 1961. 542 s. (in Serbian).

Robinson A.H., Morrison J.L., Muehrcke P.C., Kimerling A.J., Guptill S.C. Elements of cartography. N.Y.; Chichester; Brisbane; Toronto; Singapore: John Wiley & Sons, Inc., 1995. 674 p.

Тошовић В. Естетика језичког дноса // Стил. 2002. № 1. С. 11—32.

Tošović B. Estetika yazykovogo otnosheniya [Aesthetics of linguistic relation]. Belgrad: Stil', 2002, № 1, s. 11—32 (in Serbian).

Чаркић М.Ж. О појму стила // Стил. 2002. № 1. С. 67—77.

Čarkić M.Ž. O poniatii stylya [On the notion of style]. Belgrad: Stil', 2002, № 1, s. 67—77 (in Serbian).

Вемич М. Теорија значења у картографији. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, 1998. Књ. 55. 196 с.

Vemić M. Teoriya znacheniya v kartografii [The theory of meaning in cartography]. Belgrad: Geograficheskij institut im. J. Tsvijicha, 1998, kn. 55. 196 p. (in Serbian).

Вемич М. Картовизија. Приступи и концепти у картографији. Београд: Међународно удружење Стил, 2005. 224 с.

Vemić M. Kartovedenie. Podkhody i konceptsii v kartografii. [Cartology. Approaches and Concepts in Cartography]. Belgrad: Stil', 2005. 224 p. (in Serbian).

Поступила в редакцију
13.01.2015

M. Vemić

THE ESTHETICS AND LOGIC CODES OF CARTOGRAPHIC SIGNS

The language of cartography is a sign language, therefore every mapping starts with coding cartographic signs which function as a genetic support to the reality existing between the two opposing requests for constituting and founding the meaning, by the way of their esthetics and logic codes. This makes it generally possible for the language of cartography to be articulated and transmitted, primarily through visual images and subsequently as reflective contents. The esthetics code is an esthetic relationship that coordinates the construction of cartographic signs with the ruling cultural and esthetic criteria contemporary to the act of mapping. This functions in such a manner that from the perceptive-sensual (visual and kinetic) ideas about objects that are the subject of mapping, a constructive-artistic presentation is created with a balanced form of existence, as well as a form of action in a functional mode, pertaining not only to every single cartographic sign, but also to the cartographic key as a whole. Furthermore, from a subjective point of view, the esthetics code is related to esthetic needs, esthetic taste and esthetic sense of its author, the cartographer, which generates a feedback reaction effectuated as an esthetic impression, esthetic pleasure and esthetic delight of the reader or the user of the map. The logic code consists of basic logical operations posed in an interactive system of relations which relies on immediate sensual notions that make an autonomous measure of semantics of individual cartographic signs. Departing from comparison, identification of and discrimination between separated sections, the logical meaning of cartographic signs is established, on one side by modeling (through analysis — synthesis) and by comprehension (through generalization — specialization) which confirms their logical scope while, on the other side, shaping (typization) and expressing (classification) determine their logical context. Cartographic textualization gives a full expression to the style and the purpose of cartographic signs in depicting the geographic-cartographic image of the world, since it is embedded in their esthetics and logic codes.

Key words: semiotics, coding, aesthetic code, logical code, cartographic signs, map.

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 504.06

А.И. Банчева¹**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
НА ПРИМЕРЕ УНИВЕРСИТЕТА ХОККАЙДО (ЯПОНИЯ)**

Рассмотрен опыт Университета Хоккайдо по реализации принципов устойчивого развития, а также проблема антропогенной нагрузки, оказываемой университетом на окружающую среду, и вопросы оценки эффективности университетской экологической политики. Подробно рассмотрен план действий по созданию кампуса с устойчивым развитием, признанный международной Ассоциацией по устойчивому развитию в высшем образовании (AASHE) инновацией в университетском управлении. Для оценки эффективности экологической политики использована методика расчета экологического следа. Проведены расчеты энергетической составляющей экологического следа кампуса с использованием метода объемно-конверсионного коэффициента. Результат расчета (1,07 гга/студента) сопоставлен с ранее опубликованными данными об университетах США, Китая, Великобритании, Канады.

Ключевые слова: устойчивое развитие, экологическая политика университета, устойчивый кампус, углеродный след, Хоккайдо.

Введение. В условиях глобальных изменений окружающей среды и климата растет интерес к оценке антропогенной нагрузки и снижению ее негативного воздействия, в том числе за счет уменьшения потребления природных ресурсов, экологизации экономики и образа жизни людей. Разработка методик измерения и количественной оценки эффективности принимаемых в этом направлении мер — одна из актуальных задач современной науки. Этой проблеме посвящена, в частности, подготовленная в 2015 г. международным авторским коллективом монография [Assessing..., 2015], в которой рассмотрены разные концепции и подходы к оценке устойчивости экологического развития. Практическая значимость подобных исследований связана с тем, что ученые, представители бизнес-сообщества, общественных организаций, а также политики, принимающие решения, хотят понимать, как те или иные меры, предпринимаемые ими в области технологического и социально-экономического развития, образования и воспитания населения, могут повлиять на экологическую ситуацию на региональном или местном уровне.

Важную роль в достижении целей устойчивого развития играют высшие учебные заведения. Ведущие университета мира наряду с повышением качества образования и научных исследований все большее внимание уделяют экологической стороне своей деятельности. Экологическая направленность развития высшей школы США, Европы и Японии прослеживается не только в изменениях образовательного процесса, но и в системе управления университетом и деятельностью кампуса. Во

многих кампусах осуществляются проекты по внедрению ресурсо- и энергосберегающих технологий, снижению производства отходов и пр. Такая деятельность рассматривается не только как часть бизнес-планов университетов, но и как инструмент экологического образования и воспитания студентов. Подобная переориентация многих учебных заведений в сторону экологизации их деятельности и устойчивого развития становится все более выраженным глобальным трендом [Lambrechts, Liedekerke, 2014], который в будущем может стать одним из факторов репутационной оценки того или иного университета в международных рейтингах вузов. Поэтому сейчас в области устойчивого развития активно развивается и международное сотрудничество университетов [Бузмаков, Андреев, 2012], платформами для которого выступают Ассоциация по продвижению идей устойчивого развития в системе высшего образования (The Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education — AASHE), Экологическая ассоциация университетов и колледжей (Environmental Association for Universities and Colleges), Международная сеть кампусов с устойчивым развитием (International Sustainable Campus Network) и др.

В соответствии с Тбилисской декларацией 1977 г. (об экологическом образовании) и Таллуарской декларацией 1990 г. (о мировом лидерстве университетов в развитии и поддержке устойчивого развития) ряд ведущих университетов США и Великобритании, а затем и других стран Европы и Азии поставили перед собой задачу устойчивого экологического развития. Международный союз исследовательских

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии мира и геоэкологии, аспирантка; e-mail: ban-sai@mail.ru

университетов (IARU), который объединяет 10 ведущих вузов мира, продвигает Программу устойчивого развития кампусов. Например, в рамках этой программы в Токийском университете была поставлена задача — снизить выбросы углекислого газа на 15% в 2006—2012 гг. В 2008 г. на саммите 35 ведущих университетов мира в Саппоро (G8 University Summit) была разработана и утверждена Саппоро-ская декларация об устойчивом развитии университетов. В соответствии с ней на университеты возлагается ведущая роль в создании общества с устойчивым развитием в масштабе города или региона.

Цель работы — изучение зарубежного опыта внедрения парадигмы устойчивого развития в деятельность вуза и оценка эффективности проводимой экологической политики на примере одного из университетов Японии. Выбор университета Японии обусловлен тем, что в этой стране для решения экологических проблем широко используются как передовые технологические идеи, так и инновационные подходы в сфере управления и организации жизни. Инструменты устойчивого развития внедрены во многие высшие учебные заведения Японии, значимыми достижениями в этом направлении отличается Университет Хоккайдо (г. Саппоро) — объект исследований автора. Позитивный опыт Университета Хоккайдо может оказаться полезным для выработки экологически ориентированной политики российских университетов.

Материалы и методы исследований. Использованы материалы, собранные во время стажировки в Университете Хоккайдо (в 2013—2014 гг. в рамках гранта Японского фонда), в том числе литературные и статистические данные, результаты опросов и интервью (9 полуструктурированных интервью) с преподавателями и студентами. Проанализированы также многочисленные публикации по проблемам устойчивого развития университетов мира, индикаторам их развития и оценке экологических достижений из баз данных платформы ScienceDirect.

В качестве основного метода оценки экологической эффективности деятельности университета использована методология экологического следа, которая приобретает все большее значение для измерения интенсивности воздействия антропогенной деятельности не только на глобальном и региональном, но и на институциональном и индивидуальном уровне. Этот метод широко применяется при эколого-географических исследованиях. Так, библиометрический поиск по базе данных ScienceDirect по ключевым словам “ecological footprint” дал результат в виде 1218 англоязычных статей, опубликованных в авторитетных международных журналах. Экологизации деятельности университетов (ключевые слова “green sustainable campus”) посвящено 256 статей (на март 2015 г.). Анализ ряда статей позволил сравнить полученные показатели с опубликованными данными о других университетах мира.

Методология оценки и расчетов экологического следа активно развивается с 1992 г., когда в журнале “Окружающая среда и урбанизация” была опубликована статья У. Риза, впервые предложившего эту концепцию [Rees, 1992]. Более чем за два десятилетия методика и набор показателей оценки экологического следа существенно расширились — сейчас в зависимости от целей исследований оперируют понятиями углеродного следа, энергетического, водного следа и др. Автором использована методика оценки углеродного следа с применением метода объемно-конверсионного коэффициента для расчетов ассимиляционных функций леса. Такой показатель демонстрирует меру потребления энергоресурсов в университете и отражает степень антропогенной нагрузки на экосистемы кампуса и прилегающие территории.

Результаты исследований и их обсуждение. Для оценки экологической эффективности деятельности университета изучена система управленческих, образовательных и технологических нововведений, предпринятых в Университете Хоккайдо.

В 2010 г. здесь был создан специальный межфакультетский отдел по устойчивому развитию, который можно рассматривать как новацию в системе университетского управления. Отдел, напрямую подчиненный ректору, призван координировать инициативы всех факультетов университета. Согласно разработанному Плану действий по созданию кампуса с устойчивым развитием (Sustainable Campus) [Hokkaido..., 2013], деятельность университета в направлении устойчивого развития включает следующие направления: экологическое образование и просвещение (как внутри университетского сообщества, так и за его пределами); сотрудничество университета с администрацией города, компаниями и населением; снижение негативного воздействия на окружающую среду и рациональное природопользование на территории кампуса.

Для продвижения экологического образования функционирует Центр наук в области устойчивого развития (Center for Sustainable sciences, CENSUS), где студенты любого факультета могут прослушать курсы в сфере экополитики, экологической этики, международного сотрудничества, пройти практический курс “Навыки лидера” и другие, совмещая их с обучением по основной специальности. Помимо аудиторных занятий предусмотрены полевые выезды и семинары. В Университете Хоккайдо ежегодно проводятся недели устойчивого развития, в ходе которых можно прослушать открытые лекции, посетить конференции и другие мероприятия, посвященные актуальным для Японии темам — водопользованию, урбанизации и рурализации, развитию альтернативной энергетики, сотрудничеству с Дальневосточным регионом России и др.

Поощряются студенческие исследования, в которых кампус выступает объектом исследования или

служит экспериментальной площадкой для внедрения экологических инноваций. Пример подобных работ — исследование возможностей использовать древесную биомассу, полученную на территории кампуса, и частичное замещение ею закупаемого газа и других горючих ископаемых [Yamada et al., 2012]. Другой пример — исследование эксплуатации электровелосипедов на территории кампуса для снижения выбросов углекислого газа.

В области взаимодействия с администрацией города и частными компаниями университет заключил договор с мэрией Саппоро о сотрудничестве в сфере городского планирования и энергетической политики. На территории университета построена научно-производственная зона, включающая около 20 исследовательских институтов, в том числе институт по так называемым зеленым инновациям [Creative..., 2012]. Большинство реализуемых здесь проектов междисциплинарны (биохимия, электроника, медицина), многие из них нацелены на решение экологических задач.

Для снижения негативного воздействия на окружающую среду и оптимизации природопользования университет реализует проекты по сокращению водопотребления, энергосбережению, использованию альтернативных источников энергии, управлению отходами. Так, только установка в 2008 г. счетчиков воды на всех факультетах позволила сократить водопотребление на 15–20% [Hokkaido..., 2013]. С 2011 г. используются солнечные панели, установленные на крыше факультета наук об окружающей среде. В холле факультета в режиме реального времени демонстрируется информация о работе батарей (по потенциалу солнечной энергии Саппоро, лежащий в условиях умеренного климата, не уступает субтропическому Токио). Продолжительность солнечного сияния в Саппоро составляет 1860 ч/год (данные за 1891–2013 гг.), отсутствует сезон июньских дождей, летние месяцы солнечны [Japan..., 2014]. В четырех зданиях кампуса тепло, получаемое от геотермальных источников, идет на подогрев полов в помещении и асфальта. Новые здания возводятся по стандартам “зеленого строительства” и сертифицируются по японской системе оценки CASBEE.

На некоторых факультетах ведутся кампании по активной экономии электроэнергии, в том числе реализуется инициатива Warm Biz (аналогичная знаменитой программе Cool Biz²). Один из возможных путей экономии электроэнергии — снижение ее пикового потребления зимой, что достигается за счет установки температуры кондиционера не выше 20 °С и прочих организационных решений. В результате на факультете наук об окружающей среде в 2012 г. пиковое потребление электроэнергии сократилось на 21% летом и 14% зимой (по отношению к 2010 г.) [Cё:..., 2014]. За эти достиже-

ния факультет был удостоен премии в области экономии энергии, присуждаемой Министерством экономики, транспорта и промышленности Японии.

Для оценки эффективности реализации плана действий отдел по устойчивому развитию разработал собственную систему оценки. Пилотная оценка была проведена в 2012 г. и усовершенствована в 2013 г. Кроме того, систему оценки Университета Хоккайдо использовали для своих кампусов 7 других университетов Японии, в том числе Токийский. Система оценки включает 158 критериев, объединенных в 4 раздела: управление, образование и научные исследования, окружающая среда, местное население. Например, в разделе “Управление” оценивается наличие в университете плана действий по оптимизации энерго- и водопользования, возможности горожанам посещать зеленые зоны и исторические объекты кампуса. Помимо этого, эффективность политики университета оценивают международные ассоциации, в состав которых он входит.

Согласно оценке AASHE, Университет Хоккайдо имеет средний по сравнению с другими университетами уровень эффективности политики в области устойчивого развития, превосходя университеты США (в среднем) по разделу “Образование и исследования” и отставая в планировании и администрировании. При этом разработанный Университетом Хоккайдо план действий, описанный выше (основы которого закладывались еще в 2006 г.), оценивается как инновация в сфере университетского управления [The Sustainability..., 2012].

Кроме комплексной оценки результативности экологической политики можно также использовать и другие показатели, например экологический след (ЭС). ЭС отражает меру потребления ресурсов и оценивается как площадь продуктивной территории или акватории, необходимой для обеспечения жизни определенного числа людей с соответствующим материальным уровнем жизни и хозяйственной деятельностью в течение продолжительного времени. В качестве единицы измерения экологического следа используется величина “глобальный гектар” (гга). Один глобальный гектар соответствует 1 га биопродуктивного пространства, характеризующегося среднемировой продуктивностью различных экосистем за рассматриваемый год, которые объединяются в одном показателе благодаря так называемым факторам эквивалентности [Lenzen, Murray, 2003]. Наряду с пашнями, пастбищами, лесами, акваториями и застроенными землями следует рассчитывать и площади, необходимые для поглощения антропогенной эмиссии CO₂, вклад последней составляет, как правило, не менее 75% в структуре ЭС. Индикатор, отражающий только энергопотребление, называют углеродным следом (ЭС_y) и рассчитывают по формуле [World..., 2011]

² Cool Biz — кампания по сокращению энергопотребления, запущенная Министерством окружающей среды Японии в 2005 г.

$$\text{ЭС}_y = \Phi\text{Э} \cdot B \cdot (1 - A_{\text{океан}}) / A_{\text{лес}}, \quad (1)$$

где $\Phi\text{Э}$ — фактор эквивалентности для лесных территорий; B — ежегодные выбросы CO_2 в результате антропогенной деятельности; $A_{\text{океан}}$ — доля выбросов CO_2 , поглощаемых океаном; $A_{\text{лес}}$ — количество CO_2 , поглощаемое 1 га леса.

Для расчетов использованы следующие данные. Согласно методике Global Footprint Network фактор эквивалентности ($\Phi\text{Э}$) для лесных территорий равен 1,33, а доля ассимиляции CO_2 океанами ($A_{\text{океан}}$) 0,3. Выбросы CO_2 происходят в основном за счет сжигания горючих ископаемых для выработки электроэнергии, потребляемой университетом. Данные о выбросах получены из ежегодных экологических отчетов университета, в 2012 г. значения CO_2 (B) составляли 115 472 т [Hokkaido..., 2013].

Количество углекислого газа, поглощаемое 1 га леса со среднемировой продуктивностью ($A_{\text{лес}}$), зависит от состава древостоя, возраста деревьев, прочих факторов и варьирует в диапазоне 0,7–7,5 т [Climate..., 1996; FAO, 2014]. Для уточнения показателя ассимиляционных функций лесов Хоккайдо автор выполнила дополнительные расчеты. Для этого использован метод объемно-конверсионного коэффициента, который позволяет рассчитать объем стока углерода на основе статистических данных о площади и типах лесов, его возрастном составе [Замолотчиков и др., 1998]. В отечественной научной литературе имеются оценки стоков и запасов углерода для основных лесобразующих пород. После определения значений общего стока углерода для каждой древесной породы ассимиляцию CO_2 можно рассчитать путем их умножения на специальный коэффициент $K = 3$ (6) [Экономическая..., 2009].

На Хоккайдо, расположенном в умеренном поясе, представлены два типа зональной растительности — хвойные леса (пихта, лиственница, ель, криптомерия) и широколиственные листопадные

(дуб, клен, бук, липа), сводная информация представлена в табл. 1.

Расчеты показали, что 1 га лесов на Хоккайдо ассимилирует в среднем 5,58 т CO_2 /год, это значение использовано для дальнейших расчетов в качестве делителя $A_{\text{лес}}$.

С применением формулы (1) вычислено, что показатель ЭС_y для Университета Хоккайдо равен 19 266 гга, а удельное значение — 1,07 гга/студента. Принимая во внимание, что общая численность студентов, преподавателей и персонала университета составляет 21 844 человека (2013 г.), удельное значение ЭС_y снизится до 0,88 гга/человека. Последняя величина представляется наиболее точной, так как отражает потребление энергоресурсов каждым членом университетского сообщества, однако для дальнейшего анализа будет использовано первое удельное значение.

В ходе расчетов сделаны выводы о некоторых недостатках методики оценки углеродного следа и допущения, которые автору пришлось принять, например большое весовое значение показателя ассимиляционных функций лесов ($A_{\text{лес}}$), хотя в литературе точные данные об этом показателе по регионам отсутствуют. Расчетным методом автором получены собственные данные для региона о. Хоккайдо в целом, однако более корректными стали бы расчеты с показателями для лесных ландшафтов субрегионального уровня. Кроме того, можно подвергнуть сомнению значение ассимиляции углекислого газа океанами ($A_{\text{океан}}$), равное 30% и рекомендованное Международной сетью экологического следа. Кроме того, формула (1) не учитывает ассимиляционного вклада почв и лесной подстилки, а также эмиссионного вклада лесов.

Для верификации расчетов полученное значение автор сравнила с результатами аналогичных исследований, выполненных в университетах США, Китая и Канады (табл. 2). Так, показатели ЭС_y Университета Огайо составляют 2,02, Колледжа

Таблица 1

Исходные и расчетные данные об ассимиляционных функциях лесов Хоккайдо

Тип леса / видовой состав лесов на Хоккайдо	Площадь лесов, га*	Депонирование С, т/год	Ассимиляция CO_2 , т/год
Естественные леса в том числе:	3 688 598	5 977 971	21 879 373
хвойные	902 726	406 227	
лиственные	2 785 872	5 571 744	
Плانتации в том числе:	1 502 979	1 938 039	7 093 224
хвойные	1 459 766	1 851 647	
лиственные	43 196	86 392	
Всего	5 191 577	7 916 010	28 972 596

* Источник [Forestry Agency of Japan].

Таблица 2

Данные об углеродном следе (ЭС_y) для университетов США, Китая, Великобритании и Канады*

Показатель	Университет Иллинойс, Чикаго, США	Северо-Восточный университет, Китай	Университет Торонто, Миссиссога, Канада	Колледж Колорадо, США	Университет Огайо, США	Университет Хоккайдо, Япония
Углеродный след, гга	71 249	16 855	6 033	4 875	149 653	19 266
Удельный углеродный след, гга/студента	1,93	0,72	0,74	1,95	2,02	1,07

* Расчеты выполнены автором на основе данных [Klein-Banai, Theis, 2011].

Колорадо — 1,95, Университета Иллинойс (Чикаго) — 1,93 гга/студента. Эти три университета характеризуются максимальными значениями удельного энергопотребления среди изученных и превосходят в этом Университет Хоккайдо (в случае с Университетом Огайо в 2 раза). Авторский результат занимает среднее положение среди сравниваемых университетов, превосходя показатели Северо-Восточного университета Китая (0,72 гга/студента) и Университета Торонто в Миссиссога (0,74 гга/студента), но все же с положительной стороны характеризует меру потребления энергоресурсов в Университете Хоккайдо.

Кроме того, в терминах методологии экологического следа можно сказать, что Университет Хоккайдо является экологическим кредитором. Имеется в виду, что территория, принадлежащая университету, в том числе экосистемы, способные ассимилировать антропогенные выбросы CO₂, более чем в 3 раза превосходит территорию, необходимую для ассимиляции этих выбросов, т.е. свой углеродный след (70 000 га, включая экспериментальные леса в северной части о-ва Хоккайдо, против 19 266 гга соответственно). Таким образом, университет посредством своих лесных территорий нивелирует воздействие на среду, оказываемое не только им, но и другими агентами энергопотребления.

Выводы:

— инициативы Университета Хоккайдо представляют собой хороший пример реализации системного подхода в университетской экологической

политике, который охватывает оптимизацию природопользования в кампусе, экологическое образование и просвещение, внешнее взаимодействие университета с городским сообществом. Некоторые инициативы передовые даже для Японии, среди них — координирующая деятельность отдела по устойчивому развитию, план действий по созданию устойчивого кампуса, система внутренней оценки экологической политики. Опыт Университета Хоккайдо по межфакультетскому экологическому образованию и рациональному ресурсопользованию можно применять и в российских университетах, несомненно, с учетом российских реалий и региональных особенностей;

— одним из критериев эффективности экологической политики, проводимой Университетом Хоккайдо, может служить показатель углеродного следа. Полученное значение ЭС_y, равное 1,07 гга/студента (2013), меньше, чем в ряде других университетов мира, что может свидетельствовать об эффективности проводимых мероприятий в области энергопотребления;

— методика анализа экологического следа позволяет оценить величину антропогенного воздействия университета на окружающую среду, создает базу для разработки дальнейших планов по экологизации деятельности вуза, включая оптимизацию ресурсопотребления. Полученные оценки важны также для повышения экологической осведомленности студентов и сотрудников в рамках парадигмы устойчивого развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Бузмаков С.А., Андреев Д.А. Принципы устойчивого развития в ведущих мировых университетах // Геогр. вестн. 2012. Вып. 2, № 21. С. 74—84.

Buzmakov S.A., Andreev D.A. Principy ustojchivogo razvitija v vedushchih mirovyh universitetah [The principles of sustainable development in the world's leading universities] // Geogr. vestn., 2012, V. 2, no 21, pp. 74—84 (in Russian).

Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Коровин Г.Н. Определение запасов углерода по зависимым от возраста насаждений конверсионно-объемным коэффициентам // Лесоведение. 1998. № 3. С. 84—93.

Zamolodchikov D.G., Utkin A.I., Korovin G.N. Opredelenie zapasov ugleroda po zavisimym ot vozrasta nasazhdenij konvercionno-ob'emnym koeficientam [Determination of amount of carbon level using the age of plantations conversion-volume factor] // Lesovedenie, 1998, no 3, pp. 84—93 (in Russian).

Тихоцкая И. Экологическое образование в Японии // История и культура традиционной Японии. Т. 7 из Orientalia et Classica: Тр. Ин-та восточных культур и античности; Вып. LII. М.: РГГУ, 2014. С. 449—466.

Tihockaja I. Jekologicheskoe obrazovanie v Japonii [Environmental education in Japan] // Istorija i kul'tura tra-

dicionnoj Japonii. T. 7 iz Orientalia et Classica: Tr. In-ta vostochnyh kul'tur i antichnosti; Vol. LII. Moskva, RGGU, 2014, pp. 449—466 (in Russian).

Экономическая оценка биоразнообразия / Под ред. С.Н. Бобылева. М.: Глобальный экологический фонд, 2009.

Jekonomicheskaĭa ocenka bioraznoobrazija [Economic assessment of biodiversity] / Pod red. S.N. Bobileva. M.: Global'nyj jekologicheskij fond, 2009 (in Russian).

Кё:то дайгаку, канке: андзэн хокэн кико: (Университет Киото, отдел по экологической политике). URL: <http://www.esho.kyoto-u.ac.jp> (дата обращения: 29.10.2014).

Сё: энэ сэнта: (Центр по вопросам энергоэффективности и энергосбережения, Япония). URL: <http://www.eccj.or.jp/bigaward/winner13> (Accessed: 16.04.2014).

Assessing and measuring environmental impact and sustainability / Ed. J. Klemes. Butterworth-Heinemann, 2015. 608 p.

Climate change: impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. Report of Working Group II, Assessment Report, IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1996.

Creative Research Institute (CRIS), Hokkaido University. URL: <http://www.cris.hokudai.ac.jp/cris/en/> (Accessed: 16.04.2014).

FAO, The State of the World's Forests. URL: <http://www.fao.org/docrep/003/y0900e/y0900e06.htm> (Accessed: 16.04.2014).

Forestry Agency of Japan. URL: <http://www.rinya.maff.go.jp> (Accessed: 29.10.2013).

Hokkaido University, Office for a Sustainable Campus. URL: <http://www.osc.hokudai.ac.jp> (Accessed: 29.10.2013).

Japan Meteorological Agency. URL: <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/en/smp/index.html> (Accessed: 16.04.2014).

Klein-Banai C., Theis T.L. An urban university's ecological footprint and the effect of climate change // *Ecol. Indicators*. 2011. Vol. 11, Iss. 3. P. 759—934.

Lambrechts W., Liedekereke L.V. Using ecological footprint analysis in higher education: Campus operations, policy development and educational purposes // *Ecol. Indicators*. 2014. Vol. 45. P. 402—406.

Lenzen M., Murray S.A. The ecological footprint. Iss. and trends. The University of Sydney, 2003.

Rees W. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out // *Environment and Urbanization*. 1992. Vol. 4, N 2. P. 121—130.

The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System (STARS). URL: <https://stars.aashe.org/institutions/hokkaido-university/report/2012-12-20/> (Accessed: 16.04.2014).

Tokyo University Sustainable Campus Project. URL: <http://www.tscp.u-tokyo.ac.jp/en/> (Accessed: 29.10.2014).

Yamada K., Fujii M., Araki H. Assessment of the possibility of introducing a recycling system of organic wastes on campus: a case study on Hokkaido University // *J. Life Cycle Assessment*. Japan. 2012. Vol. 8, N 1. P. 45—54.

World Footprint Network. URL: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/methodology/> (Accessed: 16.04.2014).

Поступила в редакцию
17.06.2014

A.I. Bancheva

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF ENVIRONMENTAL POLICY (CASE STUDY OF THE HOKKAIDO UNIVERSITY)

The experience of the Hokkaido University in realization of the sustainable development principles is discussed; the efficiency of environmental policy is evaluated, as well as the anthropogenic load of the University over the environment. The Action Plan aimed at the creation of a sustainable campus which was considered by the International Association of Sustainable Higher Education to be an innovation in university management is analyzed in detail. Environmental initiatives of the University cover three basic lines, i.e. optimization of resource use, environmental education and relations with administration and business. To evaluate the anthropogenic load of the University over the environment the ecological (carbon) footprint of the campus was calculated basing on the annual University reports information (resource consumption, CO₂ emissions), statistical data of the Hokkaido prefecture (areas of coniferous and broadleaved forests) and materials of Russian publications (volume conversion coefficient values). The carbon footprint of the Hokkaido University is about 1.07 gha per 1 student. The results were correlated with available data on the universities of the USA, China, Great Britain and Canada.

Key words: sustainable development, environmental policy of the university, sustainable campus, carbon footprint, Hokkaido.

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 910.3

В.С. Тикунов¹, В.С. Белозеров², Н.А. Щитова³, А.Н. Панин⁴, А.А. Черкасов⁵ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ: ИНСТРУМЕНТ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ⁶

Исследованы изменения в миграционных процессах в постсоветский период. Отмечено интенсивное развитие репатриационных процессов, поменялись ролями принимающие и отдающие мигрантов регионы, появились изменения в системе город—село. Показана актуальность выявления пространственно-временных особенностей миграционных процессов на разных территориальных уровнях — страновом, региональном, локальном, поселенческом. Обоснована целесообразность использования геоинформационных технологий для организации мониторинга миграционных процессов. Разработаны концептуальные подходы к созданию геоинформационного мониторинга миграционных процессов (ГММ), адаптации и интеграции мигрантов в принимающие сообщества. Сформулированы ключевые задачи ГММ: определение долгосрочных тенденций миграционных процессов в регионе, муниципальных районах, поселениях, а также выявление центров и зон миграционной активности; оценка влияния миграции на этническую и демографическую структуры населения, межэтническую напряженность на конкретных территориях и т.д. Выделены этапы ГИС-мониторинга миграционных процессов: создание концептуальной схемы ГИС-мониторинга, построение ее логической структуры, формирование базы данных, построение пространственно-временных моделей, оценка и экспертиза миграционных процессов на разных территориальных уровнях. Разработана геоинформационная система мониторинга, включающая аппаратные средства, программное обеспечение, данные, исполнителей и методы. Дана характеристика основных блоков — базы данных, моделирования и визуализации миграционных процессов. Показаны экспертные возможности системы геоинформационного мониторинга.

Ключевые слова: геоинформационная система, геоинформационный мониторинг, миграционные процессы, моделирование и визуализация, адаптация и интеграция мигрантов, база данных.

Введение. Геополитические и социокультурные трансформации последних лет обусловили активизацию миграционных процессов во всем мире. Все большую миграционную привлекательность приобретает Россия. Одновременно возрастает пространственная мобильность населения внутри страны. Процессы внешней и внутренней миграции становятся неотъемлемой составной частью повседневной жизни россиян и активно влияют на нее. Более того, многие явления рассматриваются в современной России как новые вызовы и угрозы национальной безопасности. Так, в “Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года” выделен ряд проблем, прямо или косвенно связанных с миграционными процессами: рост числа внешних трудовых мигрантов, их низкий социокультур-

ный адаптационно-интеграционный потенциал; сохранение мигрантофобских настроений и обострение межнациональных и межконфессиональных отношений; периодическое увеличение числа беженцев и вынужденных переселенцев и незаконная миграция; экспансия международного терроризма и угроза распространения экстремизма в субъектах Российской Федерации и т.д. [Стратегия..., 2009].

Начавшаяся в начале 1990-х гг. на постсоветском пространстве трансформация миграционных процессов проявляется в изменении территориальной и социально-демографической структуры миграционных потоков. В исторически короткие сроки произошли стержневые модификации хода миграционных процессов [Белозеров, Панин, 2001]. Активизировались репатриационные процессы, по-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, зав. лабораторией, директор Центра мировой системы данных по географии, профессор, докт. геогр. н.; *e-mail:* tikunov@geogr.msu.ru

² Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра экономической и социальной географии Института математики и естественных наук, профессор, докт. геогр. н.; *e-mail:* vsbelozerov@yandex.ru

³ Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра экономической и социальной географии Института математики и естественных наук, профессор, докт. геогр. н.; *e-mail:* stavgeo@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория комплексного картографирования, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* alex_pandin@mail.ru

⁵ Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра картографии и геоинформатики Института математики и естественных наук, ассистент, канд. геогр. н.; *e-mail:* cherkasov_stav@mail.ru

⁶ Работа подготовлена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 13-06-00462 и 13-05-12011).

менялись ролями принимающие и отдающие мигрантов регионы, сформировались новые миграционные отношения между городом и селом [Зайончковская, 1984]. Крупномасштабный анализ миграционных потоков выявил массовые изменения в географии расселения мигрантов в сети сельских поселений. В связи с этим актуальным представляется выявление пространственно-временных трансформаций миграционных процессов, идущих на разных территориальных уровнях, — от страны в целом до отдельных поселений, а определение механизмов и методов управления миграционными процессами становится ключевой задачей современного государственного управления. Решение такой задачи невозможно без организации непрерывного получения достоверной и актуальной информации. Наиболее адекватным методом слежения за миграционными процессами следует считать комплексный мониторинг, позволяющий не только получать точные количественные данные, но и отслеживать векторные характеристики и тенденции их изменений с учетом территориального масштаба. Выявление пространственно-временных особенностей миграционных процессов с последующей разработкой сценариев их оптимизации подразумевает обработку и обобщение больших массивов информации, что нереально без использования современных способов, в частности геоинформационных технологий. ГИС не только гарантируют возможность получения, обновления и анализа информации, но и обеспечивают оперативное моделирование процессов, разработку на этой базе действенных управленческих решений с учетом их возможных последствий. Таким образом, именно геоинформационный мониторинг является наиболее эффективным методом информационного обеспечения миграционной политики.

Материалы и методы исследований. Идеи разработки геоинформационного мониторинга этнодемографических процессов последовательно развиваются более 15 лет ставропольскими географами в лаборатории народонаселения и ГИС-технологий СКФУ. Работа направлена на разработку концептуальных основ создания геоинформационного мониторинга миграционных процессов (ГММ), адаптации и интеграции мигрантов в принимающие сообщества, что позволит оперативно реагировать на возникновение негативных последствий, связанных с миграцией, на разных территориальных уровнях. Критическое осмысление накопленного опыта создания ГИС-мониторинга различных социальных (например, этнических) [Белозеров, Панин, 2011], этнодемографических [Панин, 2005] и демографических [Раужин, 2011] процессов, этнических аспектов урбанизации [Черкасов, 2013] позволяет предложить методологию построения системы геоинформационного мониторинга миграционных процессов, основанную на структурно-функциональном и атрибутивном подходах. При

разработке концептуальной модели ГММ были определены структура, механизм, внешние и внутренние условия его функционирования. Фундаментальные условия функционирования ГММ — иерархичность территориальных уровней, множественность форм исходных данных, возможность анализировать динамику и моделировать миграционные процессы.

Атрибутивный подход обеспечил выделение следующих этапов конструирования ГММ:

- 1) создание концептуальной схемы ГИС-мониторинга, построение его логической структуры;
- 2) формирование пространственной базы гео-данных, подготовка картографической основы;
- 3) построение пространственно-временных моделей, визуализация миграционных процессов;
- 4) оценка, прогноз и экспертиза миграционных процессов на разных территориальных уровнях (страновом, региональном, муниципальном, поселенческом).

Результаты исследований и их обсуждение. Концептуальная схема геоинформационного мониторинга миграционных процессов. Под ГММ мы понимаем систему сбора и интеграции пространственной и атрибутивной информации о состоянии миграционной ситуации на исследуемой территории в едином хранилище данных для визуализации, пространственно-временного анализа и моделирования миграционных процессов с их последующей оценкой и прогнозом развития в целях поддержки оперативного управления. Ключевыми задачами ГММ следует считать:

- регулярную актуализацию и визуализацию информации о миграционных процессах на территориях разного масштаба;
- определение долгосрочных векторов и тенденций в миграционных процессах в регионе и его подразделениях, выявление центров и зон миграционной активности и иммиграционной attractiveness;
- выявление связей между социально-экономическими факторами и миграционными процессами;
- оценка влияния миграции на этнодемографическую структуру населения, межэтническую напряженность на конкретных территориях;
- сравнительный анализ территорий (регионов, муниципалитетов, поселений) по проблемам и динамике миграционной ситуации, миграционному поведению населения;
- оценка работы руководства регионов по решению миграционных проблем и межнациональных отношений.

Концептуальная схема геоинформационного мониторинга состоит из трех блоков — организационного, моделирования и визуализации, а также экспертно-аналитического (рисунки).

Организационный блок — узловая структура ГММ. Он включает модуль программного обеспечения, в данном случае — функции и инструменты, основанные на программной платформе ArcGIS

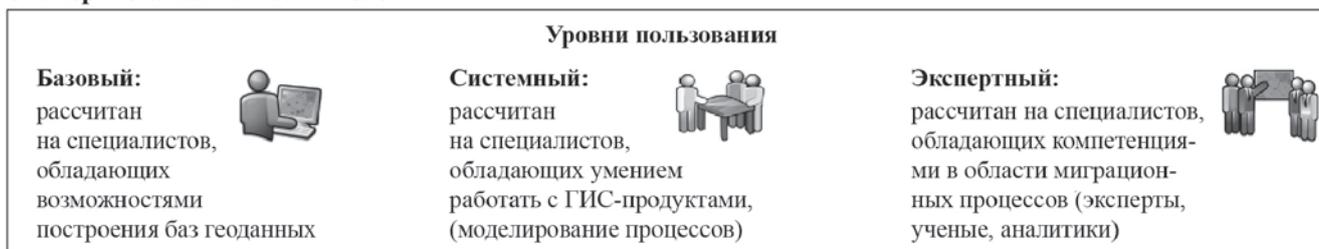
Организационный блок



Блок моделирования и визуализации



Экспертно-аналитический блок



Концептуальная схема геоинформационного мониторинга миграционных процессов

Spatial Analyst фирмы “ESRI”. Центральное место занимает хранилище пространственных данных (база), в котором реализованы возможности использования различных типов данных (статистических, социологических, экспертных и т.д.). В соответствии со структурой определяется наполнение базы геоданных, устанавливаются пространственные масштабы, формулируются задачи функционирования ГММ.

Блок моделирования и визуализации подразумевает набор инструментов, с помощью которых осуществляются разработка и создание программных продуктов (тематические геоинформационные системы, атласные информационные системы, электронные атласы, экспертные системы и др.), подготавливаются визуальные модели (карты, схемы, графики и др.). Пространственные модели создаются в соответствии с временными параметрами. Предусматриваются возможность оперативного развертывания веб-сервиса и организация геопортала, которые будут отражать состояние миграционных и адаптационно-интеграционных процессов и их территориальную дифференциацию на разных временных этапах.

Экспертно-аналитический блок дифференцирован в соответствии с уровнями пользователей и позволяет решать задачи, различающиеся по целевым установкам и степени сложности. Достаточно четко различаются пользователи трех уровней. Первый уровень, базовый, рассчитан на специалистов, обладающих возможностями построения баз геоданных; второй, системный, рассчитан на специалистов, работающих с ГИС-продуктами (моделирование процессов); третий, оперативный, рассчитан на специалистов-аналитиков, обладающих компетенциями в области миграционных процессов.

Формирование базы геоданных. Геоданные — наиболее важный компонент геоинформационного мониторинга миграционных процессов. Основой базы служит официальная статистика Росстата, региональных статистических комитетов и т.д. Исключение — поселенческий уровень, когда для формирования базы данных обрабатываются талоны прибытия/выбытия мигрантов с помощью программного комплекса “Миграция” [Белозеров и др., 2003; Белозеров, Панин, 2011]. Данные организованы согласно иерархии административно-территориального деления Российской Федерации (страна, регион — субъект РФ, муниципалитет, поселение). В условиях большой страны и огромного разнообразия меж- и внутрирегиональных различий необходима организация пространственно распределенного мониторинга с возможностью учета региональных особенностей. Принцип полимасштабности, впервые сформулированный И.М. Маергойзом и активно развиваемый его учениками (наиболее ярко представлен в работах А.И. Трейвиша, П.М. Поляна), понимается как метод оперирования масштабами—рангами территории, с его помощью можно установить соотношение разно-

временных и разномасштабных тенденций. Опора на принцип полимасштабности, сочетание геоинформационных и мониторинговых технологий позволяют решить задачу учета глобальных и регионально-локальных особенностей, в том числе и за счет картографической визуализации данных, совмещения временных и пространственных координат. В географическом ракурсе полимасштабность информации представляется как ее ключевое, имманентное свойство.

Предусмотрена возможность сбора, хранения и обработки сведений, полученных в ходе социологических опросов. Для этого организован модуль сбора и обработки данных социологических опросов. Введение отдельного информационного блока, включающего результаты социологических обследований, стало возможным благодаря использованию автоматизированного программного комплекса “Анкета” [Белозеров и др., 2003], который позволяет переводить материалы опросов в электронную форму, удобную для хранения и последующей обработки, анализировать полученную информацию и составлять разнообразные отчеты с заданными параметрами.

Все данные имеют привязку к конкретным территориальным уровням. Данные, касающиеся миграционных процессов, интерпретируются с учетом пространственных показателей этнодемографических и социально-экономических процессов. База геоданных включает 13 миграционных показателей на страновом, 14 — на региональном, 15 — на локальном и 16 — на поселенческом уровне (таблица).

Кроме того, ведется мониторинг адаптации и интеграции мигрантов через выявление различных показателей (степень владения русским языком, знание основ национальной культуры; уровень экономической адаптированности, социально-бытовой обустроенности; тип поведения; этноконфессиональная совместимость; уровень участия в социально-политической жизни; уровень мигрантофобии; сформированность территориальной идентичности и т.д.). Поскольку набор статистических сведений существенно ограничен, многие параметры адаптации и интеграции мигрантов можно оценить только с учетом субъективных данных. Частные показатели объединяются в интегральные индикаторы, для расчета которых необходимо введение весовых коэффициентов, корректирующих значимость отдельных показателей. Степень влияния показателей неодинакова и меняется в зависимости от характера их территориальной дифференциации, пространственного уровня и масштаба исследования. Весовые коэффициенты позволяют понизить или повысить значимость того или иного показателя. Подпрограмма введения весов — отдельный модуль мониторинга, функционирует на основе как объективных, так и субъективных данных, включая экспертные оценки.

Моделирование миграционных процессов. Для визуализации и моделирования миграционных

Показатели, используемые для мониторинга миграционных процессов на разных территориальных уровнях

Показатель	Страновой	Региональный	Локальный	Поселенческий
Количественный				
Число прибывших	+	+	+	+
Число выбывших	+	+	+	+
Миграционный прирост (МП)	+	+	+	+
Коэффициент МП	+	+	+	+
Миграционный оборот	+	+	+	+
Миграционная нагрузка	+	+	+	+
Территориальная структура				
Международная	+	+	+	+
Межрегиональная	+	+	+	+
Внутрирегиональная		+	+	+
Локальная			+	+
Межселенная				+
Качественная характеристика				
Этнический состав	+	+	+	+
Половой состав	+	+	+	+
Возрастной состав	+	+	+	+
Уровень образования	+	+	+	+
Продолжительность проживания	+	+	+	+

процессов используется ряд методов и способов: центрографический, типологический, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазон значений и т.д. [Тикунов, 1997]. В частности, разрабатываются карты миграционного поведения этносов, картодиаграммы миграционного прироста и др. [Белозеров и др., 2014]. Созданный на основе центрографического метода картографический материал позволяет определять территориальный вектор миграционной активности населения, выявлять зоны миграционной привлекательности, демонстрировать динамику смещения региональных центров тяжести выбытия и прибытия мигрантов. Незаменим центрографический метод при исследовании этнических миграций [Belozerov et al., 2013]. Применение типологического метода позволяет группировать территории по схожести протекания процессов, получать картографические материалы, отражающие пространственные особенности миграционного поведения населения [Белозеров и др., 2014].

Предусмотрена возможность работы со слоями. Каждый слой содержит данные о разных сторонах миграционных процессов, при их комбинировании создаются интегральные карты качественно нового уровня. Наряду с картами информация может быть

представлена в виде таблиц, графиков, диаграмм, текстов. Полученные в результате предварительной обработки стандартизированные показатели можно использовать отдельно для создания аналитических карт или объединять их в индикаторы при помощи методов агрегирования.

Технологии вывода данных позволяют оперативно получать необходимую картографическую информацию, менять масштаб отображения, получать атрибутивные данные в табличном виде. Рассмотрение миграционных процессов в динамике делает возможным не только проводить дифференциацию территорий, но и осуществлять краткосрочное прогнозирование изменений, касающихся как отдельных составляющих, так и всей миграционной ситуации.

Экспертные возможности геоинформационного мониторинга. Представленная система геоинформационного мониторинга обладает высокими экспертными возможностями и позволяет решать следующие важные задачи:

— регулярно актуализировать информацию о миграционных процессах, осуществлять ее визуализацию для более качественного формирования отчетов и подготовки рекомендаций для управляющих структур различного территориального уровня;

— определять долгосрочные тенденции по изменению миграционной ситуации;

— выявлять территории, опасные с точки зрения возникновения миграционной напряженности, оценивать влияние миграционных процессов на межэтническую напряженность на конкретных территориях;

— проводить сравнительный анализ различных территорий (как регионов, так и муниципалитетов), группировать их по проблемам и динамике изменения миграционной ситуации;

— отслеживать действие региональных организационно-правовых институтов и их влияние на адаптацию и интеграцию мигрантов;

— выявлять тенденции в динамике адаптационно-интеграционных моделей поведения мигрантов и их влияния на социально-экономическую ситуацию в местах вселения;

— выявлять связи между изменениями социально-экономических факторов и миграционными проблемами.

Материалы, получаемые с помощью геоинформационного мониторинга, можно использовать для создания интернет-атласа “Миграции, адаптация и интеграция мигрантов”. Технологическим завершением функционирования геоинформационного мониторинга миграционных процессов является возможность развертывания картографического веб-сервиса и организации геопортала на платформе ArcGIS Server.

Выводы:

— предлагаемый геоинформационный мониторинг миграционных процессов представляет собой систему, имеющую сложную многоярусную структуру соподчиненных блоков и компонентов. ГИС-мониторинг обладает возможностями построения пространственно-временных моделей, отображающих изменение параметров миграцион-

ных процессов, что создает предпосылки для разработки прогнозов и сценариев их изменения;

— в ГИС-мониторинге учитывается адекватность показателей различным территориальным уровням. Изменение пространственного масштаба модели сопровождается изменением набора показателей. Формирование базы геоданных обеспечивает разработку интегральных индексов, отражающих состояние миграционных процессов;

— реализация принципа единства объективных и субъективных оценок осуществляется через сопряженный анализ объективных данных, характеризующих миграции, и субъективных оценок населения, полученных в результате социологических опросов. Эффективность использования ГИС-мониторинга миграционных процессов заключается в правильно разработанном плане и определенных правилах работы, которые соответствуют специфике поставленной задачи. В данном случае концептуальная схема геоинформационного мониторинга миграционных процессов отражает общий план работы по созданию и использованию системы;

— предложенная система мониторинга миграционных процессов позволяет совершенствовать принципы принятия управленческих решений при разработке программ развития территорий различного масштаба;

— включение в аналитическую деятельность крупных массивов миграционных данных, использование интернет-технологий, упрощенность процедуры отображения статистической и социологической информации, ее дополнения и оперативного изменения автоматизируют процесс анализа миграционных процессов, повышают оперативность и эффективность работы органов государственной власти при разработке региональной политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Белозеров В.С., Панин А.Н. Мониторинг этнических процессов на Северном Кавказе с помощью ГИС-технологий // Расселение, этнокультурная мозаика, геополитика и безопасность горных стран: Тез. Междунар. конф. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001. С. 226.

Belozеров V.S., Panin A.N. Monitoring etnicheskikh processov na Severnom Kavkaze s pomoshh'ju GIS-tehnologij [Monitoring of ethnic processes in the North Caucasus by means of GIS-technologies] // Rasseleniy, etnokul'turnaja mozaika, geopolitika i bezopasnost' gornyh stran: Tez. Mezhdunarodnoj konferencii. Stavropol: Publishing house of SSU, 2001, pp. 226 (in Russian).

Белозеров В.С., Панин А.Н. Формирование региональной базы данных по миграции в Ставропольском крае // Миграции и пространственная мобильность в сельско-городском континууме России в XX веке: управляемость, адаптивность и стратегии преодоления. Ставрополь, 2011. С. 154—166.

Belozеров V.S., Panin A.N. Formirovanie regionalnoy bazy dannykh po migracii v Stavropolskom krae [Formation of a regional database on migration in Stavropol Krai] // Migracii i prostranstvennaja mobil'nost' v sel'sko-gorodskom kontinuumе Rossii v XX veke: upravljaemost', adaptivnost' i strategii preodolenija. Stavropol, 2011, pp. 154—166 (in Russian).

Белозеров В.С., Панин А.Н., Приходько Р.А., Чихичин В.В., Черкасов А.А. Этнический атлас Ставропольского края. Ставрополь, 2014. 301 с.

Belozеров V.S., Panin A.N., Prikhodko R.A. Chikhichin V.V., Cherkasov A.A. Etnicheskij atlas Stavropol'skogo kraja [Ethnic atlas of Stavropol Krai]. Stavropol, 2014. 301 p. (in Russian).

Белозеров В.С., Панин А.Н., Черкасов А.А. ГИС “Этнические процессы в России” — инструмент управления полиэтничными территориями // Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение:

Мат-лы Междунар. конф. “ИнтерКарто/ИнтерГИС-20”. Белгород, 2014. С. 387—391.

Belozеров V.S., Panin A.N., Cherkasov A.A. GIS “Etnicheskie processy v Rossii” — instrument upravlenija poli-jetnichnymi territorijami [GIS “Ethnic Processes in Russia” — the instrument of management of polyethnic territories] // Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie: Materialy Mezhdunarodnoj konferencii “InterKarto/InterGIS — 20”. Belgorod, 2014, pp. 387—391 (in Russian).

Белозеров В.С., Турун П.П., Маслиев Р.О., Панин А.Н., Соловьев И.А., Ненахов А.Э. Автоматизированный комплекс “Миграция” // ВНТИЦ. 2003. № 50200300811.

Belozеров V.S., Turun P.P., Masliyev R.O., Panin A.N., Solovyov I.A., Nenakhov A.E. Avtomatizirovannyj kompleks “Migracija” [The automated complex “Migration”] // VNTIC, 2003, no 50200300811 (in Russian).

Зайончковская Ж.А. Миграционные связи России после распада СССР // Миграционные процессы после распада СССР. М.: Наука, 1984. С. 21—35.

Zayonchkovskaya Zh.A. Migracionnye svyazi Rossii posle raspada SSSR [Migratory communications of Russia after the breakup of the Soviet Union] // Migracionnye process posle raspada SSSR. M., Nauka, 1984, pp. 21—35 (in Russian).

Панин А.Н. Атласная информационная система “Этнодемографические процессы в Ставропольском крае”: Автореф. канд. дисс. Ставрополь, 2005.

Panin A.N. Atlasnaja informacionnaja sistema “Etnodemograficheskie processy v Stavropol'skom krae” [Atlas information system “Ethnodemographic processes in Stavropol Krai”]: Abstract. Cand. dissertation. Stavropol, 2005 (in Russian).

Раужин И.Г. Полимасштабный мониторинг демографических процессов в России с использованием геоинформационных технологий: Автореф. канд. дисс. Ставрополь, 2011.

Rauzhin I.G. Polimashtabnyj monitoring demograficheskikh processov v Rossii s ispol'zovaniem geoinformacionnykh tehnologij [Poly-scale monitoring of demographic processes in Russia with use of geoinformation technologies]: Abstract. Cand. dissertation. Stavropol, 2011 (in Russian).

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 год. Указ Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537 “О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года”. URL: <http://www.rg.ru/2009/05/19/strategia-dok.html> (дата обращения: 30.04.2015).

Strategiya nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii do 2020 goda [About Strategy of national security of the Russian Federation till 2020]. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 12 maya 2009 g. № 537 “O strategii nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii do 2020 goda”. URL: <http://www.rg.ru/2009/05/19/strategia-dok.html> (Accessed: 30.04.2015) (in Russian).

Тикун В.С. Моделирование в картографии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 405 с.

Tikunov V.S. Modelirovanie v kartografii [Modelling in cartography]. M.: Publishing house Mosk. un-ta, 1997, 405 p. (in Russian).

Черкасов А.А. Мониторинг этнических аспектов урбанизации на основе ГИС-технологий: Автореф. канд. дисс. Ставрополь, 2013.

Cherkasov A.A. Monitoring jetnicheskikh aspektov urbanizacii na osnove GIS-tehnologij [Monitoring of ethnic aspects of urbanization on the basis of GIS-technologies]: Abstract. Cand. dissertation. Stavropol, 2013 (in Russian).

Belozеров V.S., Tikunov V.S., Cherkasov A.A., Ibrahimov A., Caliskan V. Geoinformation technologies in the study of ethnic aspects of urbanization in Russia // Geography, Environment, Sustainability. 2013. N 4 (6). P. 19—30.

Поступила в редакцию
02.02.2015

V.S. Tikunov, V.S. Belozеров, N.A. Shchitova, A.N. Panin, A.A. Cherkasov

GEOINFORMATIONAL MONITORING AS AN INSTRUMENT OF THE SPATIAL-TEMPORAL ANALYSIS OF POPULATION MIGRATIONS

There are some changes in migratory processes during the post-Soviet period, namely the intensive repatriation processes, the interchange of the roles between the receiving and the providing regions, changing urban-rural system, etc. The importance of finding out spatio-temporal features of migration processes is shown at the different territorial levels, i.e. national, regional, local, individual (settlement). Application of geoinformation technologies for the monitoring of migration processes proves to be particularly useful. Conceptual approaches to the organization of the geoinformation monitoring of migration processes (GMM) including the adaptation and integration of migrants into the receiving communities are suggested. Key tasks of the GMM are formulated, i.e. determination of the long-term tendencies of migration processes in a region, municipalities and settlements, identification of the centers and zones of migratory activity, assessment of migration influence on the ethnic and demographic structure of the population, revealing the inter-ethnic tension within particular territories, etc. Stages of the GIS-monitoring of migration processes are as follows: creation of the conceptual scheme of the GMM, elaboration of its logical structure, formation of the geo-database, creation of spatio-temporal models, assessment and examination of migration processes at different territorial levels. The GMM includes hardware, software, the executors and the methods. Main elements of the GMM, i.e. geo-database, modeling and visualization of migration processes, are described. Expert opportunities of the system of geoinformation monitoring are discussed.

Key words: geoinformation system, geoinformation monitoring, migration processes, modeling and visualization, adaptation and integration of migrants, geo-database.

УДК 528.088.4:520.626.05[631.425.2]

Е.В. Василенко¹, Л.Л. Тарасова²**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ С ПРИБОРА ASCAT/МЕТОР
ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ**

По данным ФГБУ “НИЦ “Планета”” и ФГБУ “Гидрометцентр России” проведена верификация относительной влажности верхнего слоя почвы по данным с прибора ASCAT (ИСЗ MetOp). Можно утверждать, что “спутниковая” относительная влажность почвы хорошо отражает влажность верхнего 10-сантиметрового слоя, при известных агрогидрологических свойствах почвы (объемный вес, значения предельной полевой влагоемкости и влажности устойчивого завядания) ее можно адекватно пересчитать в запасы продуктивной влаги. Полученные оценки позволяют использовать эти данные для оперативного агрометеорологического мониторинга условий увлажнения почвы в период сева сельскохозяйственных культур. По данным ASCAT (ИСЗ MetOp) можно правильно диагностировать переувлажнение верхнего слоя почвы, и, что особенно важно, их использование позволит существенно повысить качество оперативного мониторинга условий проведения полевых работ в период сева.

Ключевые слова: спутниковый мониторинг, относительная влажность, верхний слой почвы, запасы продуктивной влаги.

Введение. Влажность почвы, безусловно, один из наиболее важных для сельского хозяйства метеорологических факторов. При недостатке или избытке почвенной влаги нельзя провести полевые работы с хорошим качеством: посеянные в сухую или переувлажненную почву семена могут погибнуть, а в период вегетации в условиях засухи растения испытывают стресс. Поэтому в агрометеорологическом мониторинге влажности почв уделяется повышенное внимание. Вместе с тем детальный анализ поля почвенной влаги в настоящее время затруднен как из-за недостаточной густоты наблюдательной сети [Тарасова, 2008], так и в силу традиционной системы измерений этой величины — раз в 10 дней.

Возможность более детального наблюдения за влажностью почвы не раз поднималась в научной литературе и в дискуссиях на конференциях как агрофизиков, так и агрометеорологов. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области считаются дистанционные наблюдения.

Спутниковые наблюдения за влажностью почвы ведутся уже достаточно давно. В 2006 г. был запущен полярно-орбитальный спутник MetOp-A с усовершенствованным прибором — скаттерометром ASCAT, который испускает импульс, который, отражаясь от Земли, принимают сенсоры спутника. По разнице между значениями интенсивности исходного и отраженного сигнала определяется величина обратного рассеяния σ^0 , которая зависит от многих факторов, в том числе от влажности верхнего слоя почвы. В 2012 г. группировка спутников EUMETSAT была дополнена новым спутником MetOp-B с аналогичной аппаратурой на борту.

Методика получения значений относительной влажности почвы по спутниковой информации основана на принципах, представленных в работах [Bartalis et al., 2007, 2008] и заключается в следующем.

По данным высокого разрешения со спутников ERS-1 и ERS-2, а также по данным прибора ASCAT была создана квазистатистическая база данных параметра обратного рассеяния для всей территории Земли. База включает данные с 1991 г. по настоящее время. Поступающая со скаттерометра информация интерполируется в узлы регулярной сетки с помощью функции Хемминга. Обозначим величину обратного рассеяния, как $\sigma^0(t)$. Так как значение $\sigma^0(t)$ сильно изменяется в зависимости от азимутального угла сканирования, σ^0 нормируется с учетом этого угла. Затем для отсека “шума” оценивается стандартное отклонение $\sigma^0(t)$. Так как интенсивность сигнала обратного рассеяния сильно зависит от угла падения, значения σ^0 нельзя сравнивать напрямую и необходимо провести нормализацию значений к углу падения. Таким образом, все измерения $\sigma^0(t)$ должны быть экстраполированы к эталонному углу 40°. Это позволяет получить кривую годового хода значений обратного рассеяния и ее производных для каждой точки сетки. Затем эмпирически подбираются такие углы падения, при которых влияние растительности на обратное рассеяние минимально, а влияние влажности почвы, напротив, максимально. Считается, что относительная влажность почвы для данной точки пропорциональна отношению текущего значения обратного рассеяния к минимальному и максимальному значению обратного рассеяния, заре-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии, мл. науч. с.; ФГБУ “НИЦ “Планета””; e-mail: wittmann20@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии, науч. с., канд. геогр. н.; ФГБУ “Гидрометцентр России”; e-mail: lydia_tarasova@mail.ru

гистрированному за всю историю наблюдений. Таким образом, относительную влажность почвы можно рассчитать по формуле

$$\Theta_s(t) = \frac{\sigma^0(40, t) - \sigma_{dry}^0(40, t)}{\sigma_{wet}^0(40, t) - \sigma_{dry}^0(40, t)},$$

где $\Theta_s(t)$ — относительная мера (от 0 до 1) содержания воды в поверхностном слое почвы; $\sigma^0(40, t)$ — измеренная величина обратного рассеяния, нормированная к углу 40° ; $\sigma_{dry}^0(40, t)$ и $\sigma_{wet}^0(40, t)$ — величина обратного рассеяния, нормированная к углу 40° для максимально сухих и влажных условий соответственно; t — номер дня в году.

Величина обратного рассеяния формируется исключительно в поверхностном слое почвы, соответственно значения влажности почв относятся только к верхнему слою, в описании [Bartalis et al., 2007] авторами указано, что толщина этого слоя ≤ 5 см.

Таким образом, в силу того что полученная величина не связана с наземными измерениями (например, с измерениями фактической влажности почвы в некоторых опорных пунктах или с данными с каких-либо агрогидрологических карт и т.п.), в первую очередь необходимо выяснить, что значит относительная влажность почвы по данным прибора ASCAT и как она соотносится с наземными данными.

Ранее эти массивы данных со спутников о содержании почвенной влаги были детально исследованы учеными из Испании, Франции, Италии, Люксембурга и Австрии. Наиболее полные, на наш взгляд, выводы представлены в заключительном междисциплинарном отчете “Последовательная валидация спутниковой влажности почвы и модельных продуктов с наземными измерениями для выбранных участков в Европе” [Consistent..., 2010], где убедительно доказано, что “спутниковая” влажность почвы хорошо согласуется с наземными данными, отражает ее изменения во времени, пространственное распределение и экстремальные значения. Вместе с тем в силу того что в указанной работе для сопоставления использован индекс почвенной влаги, который не используют отечественные агрометеорологи, нами предпринята попытка выполнить собственную верификацию “спутниковой” влажности почвы с помощью данных о запасах продуктивной влаги в почве, измеренных на сети станций Росгидромета.

Материалы и методы исследований. Мы использовали базы данных ФГБУ “НИЦ “Планета””, ФГБУ “Гидрометцентр России” и Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. В соответствии с соглашением Росгидромета и EUMETSAT ФГБУ “НИЦ “Планета”” оперативно получает данные с зарубежных спутников по системе международного обмена EARS (EUMETSAT Advanced Re-transmission Service). Система позволяет получать ряд данных, в том числе данные об относительной

влажности верхнего слоя почвы со скаттерометра ASCAT (ИСЗ MetOp-A и MetOp-B).

Данные формируются в виде файлов и передаются в формате BUFR, затем их необходимо декодировать. Создаются два вида продуктов — данные о влажности почвы с разрешением 12,5 км, а также ежедневные композиты по федеральным округам, интерполированные в регулярную сетку с шагом 12,5 км. В ФГБУ “НИЦ “Планета”” с апреля 2013 г. накапливается база данных о влажности почвы, полученных с прибора ASCAT (ИСЗ MetOp-A и MetOp-B) для территории Южного, Северо-Кавказского, Центрального и Приволжского федеральных округов.

Для решения поставленной задачи в нашем распоряжении имелись архивы отдела агрометеорологических прогнозов Гидрометцентра, составленные по данным наблюдательной сети. Сопоставление проводилось с массивами данных о запасах продуктивной влаги в верхнем (0—10 см), пахотном (0—20 см) и метровом (0—100 см) слоях почвы под всеми сельскохозяйственными культурами.

Результаты исследований и их обсуждение. Сопоставление относительной влажности почвы по данным с прибора ASCAT с запасами продуктивной влаги в верхнем слое почвы. Первичный визуальный анализ полученных летом 2013 г. слайдов “спутниковой” относительной влажности почвы с полями запасов продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях почвы под яровыми и озимыми зерновыми культурами показал их высокую согласованность. Выявлено, что ареалы высоких и низких значений “спутниковой” влажности совпадают с районами избыточного и недостаточного увлажнения пахотного слоя почвы. Вместе с тем в отдельных районах в спутниковых данных проявились локальные максимумы и минимумы, не прослеживающиеся на картах запасов продуктивной влаги в пахотном слое почвы. Также отметим значительную детализацию полученных полей, что неудивительно, так как даже в хорошо освещенных агрометеорологической информацией регионах, например в центральных черноземных областях, среднее расстояние между двумя близлежащими станциями составляет ~ 75 км, варьируя от 25 до 150 км. Иными словами, хотя сеть гидрометеорологических станций в нашей стране достаточно густая, отобразить все особенности пространственного распределения почвенной влаги она, по-видимому, не может.

При сравнении абсолютных значений относительной влажности верхнего слоя почвы по данным ASCAT с запасами продуктивной влаги возникают определенные сложности. Здесь нужно учитывать, что агрометеорологи не используют в своей работе понятие “относительная влажность почвы”, эта терминология используется в основном в агрономии, где под относительной влажностью почвы понимают отношение влаги, содержащейся в каком-либо слое почвы, к предельной полевой влагоемкости (ППВ) этого слоя. Заметим, что предельная полевая

влагоемкость — количество воды, которое удерживается в порах почвы после ее полного увлажнения и свободного стекания избыточной влаги, — не является в полном смысле слова предельной. Теоретически в почве все поры могут быть заполнены водой (полная влагоемкость) и относительная влажность при переувлажнении почвы может быть выше 100%. Вместе с тем, учитывая достаточно быстрое стекание лишней почвенной влаги [Будаговский, 1955; Судницын, 1979; Глобус, 1983] и достаточно большой размер ячейки скаттерометра (12,5×12,5 км), такое событие представляется нам маловероятным.

На первом этапе было важно понять, как соотносятся максимальная измеренная со спутника влажность почвы и предельная полевая влагоемкость. В качестве рабочей гипотезы было принято, что они эквивалентны.

Чтобы проверить эту гипотезу, необходим массив агрогидрологических констант (объемный вес почвы, ее скважность, значения предельной полевой влагоемкости и влажности устойчивого увядания) [Процеров, 1953]. Представленный в монографии А.В. Процерова массив, к сожалению, чрезвычайно

ограничен (всего 15 разрезов на европейской части России), как в силу сложности и ресурсозатратности метода определения предельной полевой влагоемкости (поэтому эту характеристику определяли не на каждом почвенном разрезе), так и из-за существенных изменений, происходивших в нашей стране и наблюдательной сети Росгидромета почти за полвека. Современная агрогидрологическая информация отрывочна и труднодоступна. К сожалению, сейчас практически не издаются справочники агрогидрологических свойств почв.

Характеристики почвенных разрезов (дата отбора проб и координаты разреза, тип почв), по которым в дальнейшем проводилось сопоставление значений “спутниковой” и измеренной на гидрометстанциях влажности почвы, приведены в табл. 1. Особо отметим, что нами охвачены все основные сельскохозяйственные районы и типы почв, хотя рассмотрено всего 15 разрезов.

На гидрометеорологических станциях отбор проб для определения запасов продуктивной влаги в почве осуществляется на 8-й день декады. Обычно пробы берут на производственных полях, которые

Таблица 1

Почвенные разрезы

Регион	Станция	Разрез	Дата	Координаты, град.		Тип почв
				в.д.	с.ш.	
Архангельская область	Емецк	3	29.09.1940	41,750	63,467	Почва дерново-подзолистая суглинистая
Республика Карелия	Олонец	15, 16	26.08.1939	32,983	60,983	Почва дерново-среднеподзолистая суглинистая
Ленинградская область	Белогорка	31	28.06.1939	30,133	59,350	Почва дерново-сильноподзолистая суглинистая
Республика Татарстан	Бугульма	218, 219	27.09.1938	52,800	54,583	Чернозем тучный тяжелосуглинистый
Курская область	Обоянь	301	15.06.1949	36,283	51,217	Чернозем выщелоченный на средних суглинках
Оренбургская область	Бугуруслан	197	03.08.1949	52,467	53,667	Чернозем обыкновенный
Пензенская область	Земетчино	303	06.06.1949	42,617	53,500	то же
Самарская	Безенчук	326		49,433	52,983	Чернозем обыкновенный суглинистый
	Большая Глушица			50,483	52,383	Чернозем южный остаточно-карбонатный тяжелосуглинистый
Саратовская область	Ершов	345	06.06.1949	48,283	51,333	Почва темно-каштановая тяжелосуглинистая
Ростовская область	Зимовники	388	29.10.1939	42,483	47,150	Почва каштановая глинистая
	Гигант			41,333	46,517	Чернозем предкавказский карбонатный
Краснодарский край	Тихорецк	423	19.09.1939	40,083	45,850	Чернозем предкавказский карбонатный тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке

могут находиться на удалении несколько километров от станции, однако это расстояние редко превышает 10 км. Поэтому из массивов спутниковой влажности почв за 8, 18 и 28 число — дни определения влагозапасов на станциях — выбраны значения в точках, близлежащих к указанным станциям (радиус окрестности — $0,02^\circ$ по широте и долготе — равен одному шагу по сетке в каждом направлении). Затем по известным значениям предельной полевой влагоемкости, объемного веса почвы и влажности устойчивого завядания верхнего 10-сантиметрового слоя относительная влажность почвы была пересчитана в значения запасов продуктивной влаги в этом слое почвы, выраженные в миллиметрах водного слоя. Для примера в табл. 2 приведены результаты пересчета “спутниковой” относительной влажности почвы в запасы продуктивной влаги в верхнем слое почвы за I декаду июля 2013 г. В табл. 2 по ряду станций, где влагозапасы определяются под несколькими культурами, приведены интервалы их значений.

На следующем этапе исследования полученные результаты были сопоставлены с запасами продуктивной влаги в верхнем 10-сантиметровом слое

почвы под всеми сельскохозяйственными культурами на данной станции, за которыми ведутся наблюдения. Критерием оценки соответствия рассчитанных значений с измеренными под какой-либо культурой влагозапасами было не просто попадание в соответствующую градацию (плохие, достаточные, хорошие, избыточные), а их совпадение с точностью до 2 мм. Такая величина невязки выбрана нами исходя из допустимых значений ошибки определения запасов продуктивной влаги. В соответствии с “Наставлениями агрометеорологическим станциям и постам” она не должна превышать 10%. Хорошими в верхнем 10-сантиметровом слое почвы считаются запасы продуктивной влаги ~20 мм, 10% от них и составят 2 мм.

В целом по всем станциям за июль 2013 г. для верхнего 10-сантиметрового слоя близкие значения получены в 85% случаев, из чего можно заключить, что действительно *максимальная “спутниковая” влажность близка к предельной полевой влагоемкости*. Скорее всего, это объясняется тем, что “запомненный” за все время наблюдений по прибору ASCAT максимум величины обратного рассеяния, как правило, наблюдается весной, когда после схода снеж-

Таблица 2

Агрогидрологические константы, спутниковая влажность почвы и расчетные и наблюдаемые запасы продуктивной влаги в верхнем 10-сантиметровом слое почвы за I декаду июля 2013 г.

Регион	Станция	ППВ	Влажность устойчивого завядания	Объемный вес	ASCAT относительной влажности почвы	Запасы продуктивной влаги в 0–10 см	
						Расчет	Наблюдения
Архангельская область	Емецк	31,5	5,4	1,1	85–91	24–25	13
Республика Карелия	Олонец	38,7	9,5	1,18	56–65	14–18	16–21
Ленинградская область	Белогорка	21,8	4,2	1,45	68–85	15–21	13–23
Республика Татарстан	Бугульма	47	20,7	1,1	58–60	7–10	5–6
Курская область	Обоянь	28,5	6,7	1,05	33–36	3–6	4
Оренбургская область	Бугуруслан	46,6	19	0,82	55–57	5–6	8
Пензенская область	Земетчино	36,6	15,3	0,8	87–95	13–16	15
Самарская область	Безенчук	35,7	11,6	0,88	30–40	0–3	0–4
	Большая Глушица	33,4	12,6	1,12	38–44	0–4	2
Саратовская область	Ершов	31,3	11,3	1,18	40–46	1–4	3
Ростовская область	Зимовники	28,5	8,5	1,09	12–15	0	0–1
	Гигант	32,6	12,6	1,06	17–23	0	6
Краснодарский край	Тихорецк	32,1	11	1,06	51–56	6–7	9

ного покрова влагосодержание почвы близко к предельной полевой влагоемкости.

В качестве примера в табл. 2 нами приведены данные за I декаду июля 2013 г., так как именно в эту декаду на двух станциях (Емецк Архангельской области и Гигант Ростовской области) получены существенные расхождения значений расчетной и наблюдаемой влажности почвы. По-видимому, такие нестыковки можно объяснить следующим. Пос. Емецк находится в тайге, наблюдения за влажностью почвы здесь ведутся только под картофелем, и, возможно, пробы почвы взяты не на производственных полях, а на частном огороде наблюдателя. Как ни мал пиксель скаттерометра, все же огород, как нам кажется, не простирается на 12 км. Для станции Гигант существенную невязку можно приписать ошибкам либо в наблюдениях, либо в исходных данных при определении (заметим, что во вступительной статье к справочнику [Процеров, 1953] написано, что в распоряжении составителя были только готовые материалы, проверить которые не представлялось возможным).

Далее нами была предпринята попытка экстраполировать “спутниковую” влажность почвы в более глубокие слои, так как основная масса корней большинства сельскохозяйственных культур лежит в слое почвы от 10 до 50 см. Это важно с точки зрения получения простой и прямой, т.е. без дополнительных расчетов, оценки влагообеспеченности, а следовательно, и для оценки условий роста и развития растений. В качестве рабочей гипотезы мы приняли, что в слое 10–20 см относительная влажность такая же, как и в верхнем 10-сантиметровом. Расчеты показали, что эта гипотеза ошибочна. В большинстве разрезов различия между рассчитанными и фактическими запасами продуктивной влаги в пахотном слое почвы составляли от 5 до 15 мм. Если принять за 100% фактические запасы в этом слое почвы, то ошибка

составляет $\geq 50\%$, т.е. такая оценка не всегда попадает даже в общепринятые градации (плохие, ..., избыточные). Заметим, что этот факт закономерен и объясняется большими вертикальными градиентами влагосодержания почвы [Степанцова, 2012]. Таким образом, напрямую отнести значения относительной влажности почвы, полученные с помощью прибора ASCAT, к пахотному слою почвы не представляется возможным.

Рассмотрим другую возможность экстраполяции значений почвенной влаги — через введение коэффициента пропорциональности (возможно, в пахотном (0–20 см) слое почвы содержится в 2 раза больше влаги, чем в слое 0–10 см, а в полуметровом слое — в 5 раз), т.е. предположим, что величина градиента почвенной влаги постоянна.

Для этого нами рассмотрены все имеющиеся за май–июнь–июль 2013 г. наблюдения за запасами продуктивной влаги в верхнем 10-сантиметровом, пахотном, полуметровом и метровом слоях почвы под всеми сельскохозяйственными культурами. Была рассчитана частота процентного отношения запасов продуктивной влаги в одном слое к таковому в другом (табл. 3). Анализ показал, что в слое 10–20 см содержится примерно $1/2$ всей влаги пахотного слоя почвы, причем чем шире интервал (40–60, а не 45–55%), тем выше частота попадания. При этом там, где значения малы — в верхнем 10-сантиметровом и пахотном слоях, — ошибки будут малы, а для полуметрового и метрового слоев такая процедура уже неуместна: ошибки вычислений будут существенны. Например, допустим, в 0–10 см содержится 10 мм продуктивной влаги, тогда в пахотном слое с вероятностью 70% будет от 16 до 25 мм, а если 15 мм, то интервал расширится до 25–38 мм, что уже неопределенно (25 мм — достаточные запасы, 38 мм — хорошие).

Интересно, что в среднем за лето 2013 г. доля влаги, содержащейся в слое почвы 10–20 см, по

Таблица 3

Отношение запаса продуктивной влаги (ЗПВ) в разных слоях почвы

Пахотный слой		Полуметровый слой		Метровый слой	
Доля ЗПВ в слое почвы 10–20 см от слоя 0–20 см, %		Доля ЗПВ в слое почвы 0–10 см от слоя 0–50 см, %		Доля ЗПВ в слое почвы 0–10 см от слоя 0–100 см, %	
Узкий интервал					
<45	14	<17	52	<7	54
45–55	48	17–22	27	7–12	36
>55	38	>22	21	>12	10
Широкий интервал					
<40	7	<15	39	<5	38
40–60	73	15–25	52	5–15	58
>60	20	>25	10	>15	3

отношению к таковой в пахотном слое составляет 54%, по отношению к полуметровому слою она составляет 18%, а доля влагозапасов в верхнем слое к метровому — 7%. Иными словами, прямо экстраполировать “спутниковую” влажность почвы верхнего слоя в пахотный с определенной долей вероятности можно, а в более глубокие слои такая экстраполяция возможна только на основе модели почвенной влаги, учитывающей как метеорологические и почвенные условия, так и водопотребление растениями [Кислов и др., 2015].

Резюмируя вышесказанное, можно утверждать, что *относительная влажность почвы по данным ASCAT/MetOp-A, хорошо отражает влажность верхнего 10-сантиметрового слоя*, и при известных агрогидрологических свойствах почвы (объемный вес, значения предельной полевой влагоемкости и влажности устойчивого завядания) *ее можно адекватно пересчитать в запасы продуктивной влаги*.

Возможность применения спутниковых данных по влажности почвы в оперативной агрометеорологической практике. Возможность проводить ежедневный спутниковый мониторинг почвенной влаги особенно ценна в период сева озимых зерновых культур. Знать степень увлажнения верхнего слоя почвы в этот период чрезвычайно важно, так как оптимальные для прорастания семян запасы влаги определяют появление дружных всходов и благоприятные условия для осенней вегетации озимых [Моисейчик, 1975; Максименкова, 1990]. Недостаточные и плохие влагозапасы в почве в период сева, безусловно, могут быть пополнены осадками, однако не исключено и появление изреженных всходов. В наиболее неблагоприятном случае может наблюдаться переувлажнение почвы, что приводит как к задержке сева из-за невозможности вывести на поля технику, так и к задержке прорастания семян или даже их загниванию из-за плохой аэрации.

Рассмотрим конкретный пример — условия сева в первой декаде сентября 2013 г. Как правило, в конце августа — начале сентября в большинстве районов Центрального федерального округа наступают оптимальные сроки сева озимых зерновых культур под урожай будущего года.

В качестве исходной информации о ходе уборочных работ нами использованы сводки, размещенные на сайте Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Такие сводки публикуются ежедневно по рабочим дням и содержат информацию о темпах уборки сельскохозяйственных культур и сева озимых (зерновых и рапса). Также за каждый день по данным с прибора ASCAT для территории Центрального федерального округа были построены композиты из нескольких витков. Практически во все дни охват территории спутниковой информацией был не ниже 90%, лишь 5 сентября он составил 80%.

В I декаде сентября 2013 г. практически повсеместно проводился сев озимых зерновых культур под урожай 2014 г. На преобладающей территории Центрального федерального округа агрометеорологические условия для проведения полевых работ в большинстве дней декады были неблагоприятны из-за дождей, высокой влажности воздуха и переувлажнения верхнего слоя почвы, которое местами достигало критериев опасного агрометеорологического явления (ОЯ). В эту декаду на территории округа наблюдалась неустойчивая погода с частыми, а в ряде районов с сильными дождями. Очень сильными дожди были в Брянской, Калужской, Тульской, Московской, Рязанской, Владимирской, Ивановской, Тамбовской и Воронежской областях, на западе Курской, севере Орловской и в ряде районов Липецкой и Костромской областей, где количество осадков в 2—4 раза превысило декадную норму и составило от 40 до 70 мм и более. Наибольшее количество осадков за эту декаду (100—130 мм, или 1,5—2 месячные нормы) выпало в ряде пунктов Московской, Калужской, Рязанской, Владимирской и Ивановской областей. Лишь в Тверской области осадков было мало (2—11 мм, или менее 50% от нормы).

Лишь в последние один-два дня декады, когда дожди в большинстве районов прекратились, а фоновая температура воздуха повысилась, условия для проведения полевых работ улучшились. Таким образом, в I декаде сентября полевые работы велись выборочно и лишь в отдельные дни, когда на возвышенных участках почва просыхала до мягкопластичного состояния.

Из анализа литературных данных можно сказать, что оптимальные условия для проведения обработки почвы, сева, прорастания семян и появления всходов большинства сельскохозяйственных культур находятся в пределах 60—90% ППВ. При относительной влажности $\leq 50\%$ в почве не хватает влаги для набухания семян, а при влажности близкой к 100% затрудняется аэрация и возможно загнивание семян.

В качестве примера на рис. 1 показаны районы с различной относительной влажностью почвы по спутниковым данным за 7 сентября 2013 г. В этот день из-за сильных дождей доля площадей с избыточно увлажненным верхним слоем почвы была наибольшей за всю декаду (рис. 2). Видно, что в большинстве районов Центрального федерального округа влажность почвы была $>90\%$, т.е. складывались крайне неблагоприятные условия, и проведение сева озимых было невозможно. Можно отметить, что мягкопластичное состояние (влажность 60—80%) почвы наблюдалось лишь на части полей в Тверской, Смоленской, Курской, Белгородской областях и на юге Липецкой области.

На рис. 2 видно, что при увеличении доли площадей с очень высокой влажностью почвы темпы

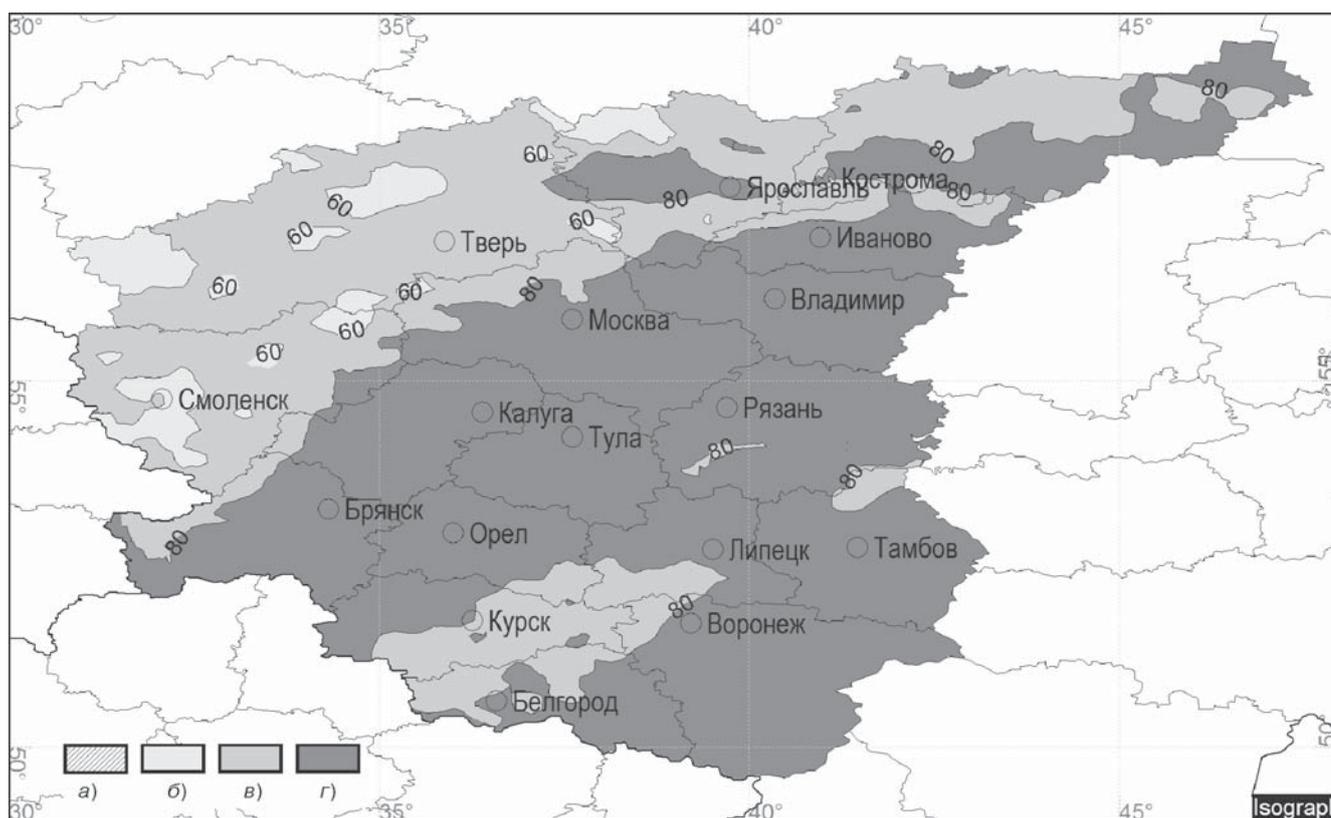


Рис. 1. Относительная влажность верхнего слоя почвы по данным ASCAT (ИСЗ MetOp-A и MetOp-B) на 7 сентября 2013 г.: а — <50% ППВ (плохое увлажнение), б — 51–60% ППВ (недостаточное увлажнение), в — 61–80% ППВ (оптимальное увлажнение), г — ≥80% ППВ (переувлажнено)

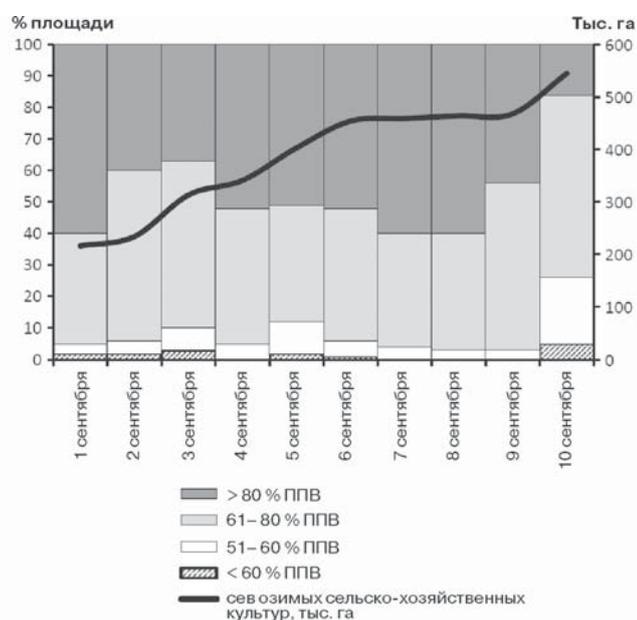


Рис. 2. Доли территории Центрального федерального округа с различной степенью увлажнения верхнего слоя почвы и темпы сева озимых зерновых культур на зерно и зеленый корм и озимого рапса в I декаде сентября 2013 г.

сева замедляются, а при уменьшении — убыстряются. В дни, когда дожди были особенно сильными (6–8 сентября), более чем на 50% площади округа относительная влажность почвы, по спутниковым данным, составила 100%, сев озимых практически остановился. По всему Центральному

федеральному округу за эти дни озимые были посеяны всего на 14 тыс. га, что составляет менее 0,3% от площадей, предназначенных под их посев. В дни без осадков (2–3 и 10 сентября) на большей части территории округа увлажнение почвы было близко к оптимальному, и в эти дни было засеяно почти 270 тыс. га, или 7% площадей. Также отметим, что доля площадей с плохими влагозапасами в верхнем слое почвы практически равна нулю, действительно, по данным сети станций Росгидромета, засушливые явления на территории Центрального федерального округа в I декаде сентября не наблюдались.

Безусловно, сельскохозяйственные земли занимают не 100% территории округа и распределение полей неравномерно (в южной половине округа доля пашни значительно больше, чем в северной), вместе с тем даже такой простой метод дает возможность оценить условия сева. Особенно важно, что информация поступает в оперативном режиме, что позволяет ежедневно оценивать долю территории, охваченную засухой или переувлажнением.

Заметим, что столь хорошая согласованность условий увлажнения и темпов проведения посевных работ получились, по-видимому, из-за аномальности агрометеорологических условий в сентябре 2013 г.

Весной 2014 г. работы по сопоставлению темпов сева яровых культур и площадей с разным увлажнением почвы по спутниковой информации были продолжены. Нами проанализированы данные за

период с 10 апреля по 31 мая 2014 г. В этот период наиболее благоприятные агрометеорологические условия для сева были в III декаде апреля, когда в большинстве областей Центрального федерального округа проходил массовый сев яровых культур.

Наблюдавшаяся в конце апреля теплая и сухая погода ускорила прогревание и просыхание почвы. К середине декады верхний слой почвы достиг мягкопластичного состояния даже в северных районах округа. Для примера на рис. 3 показана относительная влажность почвы по данным со спутника за 24 апреля. Видно, что избыточное увлажнение верхнего слоя почвы наблюдалось лишь в отдельных районах на западе и северо-востоке рассматриваемой территории, на остальной части округа оно было достаточным. Вместе с тем на юго-востоке округа относительная влажность верхнего слоя почвы понизилась до 30% и менее. Такой низкий уровень влагосодержания почвы в значительной степени связан с большим физическим испарением с поверхности почвы вследствие отсутствия осадков в этот период на фоне высокой инсоляции и большого дефицита влажности воздуха.

В целом в III декаде апреля переувлажнение верхнего слоя почвы (по спутниковой информации) наблюдалось лишь на 5—20% территории, в дни с осадками — на 30—40% территории (рис. 4). В таких благоприятных условиях темпы сева практиче-

ски не зависят от влажности верхнего слоя почвы. Видно практически линейное увеличение засеянных площадей; по данным Росстата, в этот период в большинстве центральных черноземных областей была засеяна почти 1/3 от запланированных площадей, а всего, по данным на 30 апреля, яровые культуры посеяны на 70% площадей. Такие темпы сева существенно опережали обычные, а некоторое замедление 26—27 апреля, по-видимому, можно объяснить выходными днями.

В то же время, как уже отмечено, в наших расчетах принимается во внимание вся территория округа, а как показано на рис. 3, переувлажнение почвы наблюдалось в основном в центральных нечерноземных областях, где оптимальные сроки сева приходятся на более поздние сроки. (Отметим, что весной лимитирующим фактором для проведения сева ранних яровых зерновых и кормовых культур является, как правило, подмерзание верхнего слоя почвы.)

Таким образом, основной ограничивающий фактор для проведения полевых работ — переувлажнение верхнего слоя почвы — хорошо прослеживается на спутниковых изображениях относительной влажности почвы по данным скаттерометра ASCAT (ИСЗ MetOp-A и MetOp-B), и эти данные можно использовать для оперативного мониторинга условий проведения полевых работ.

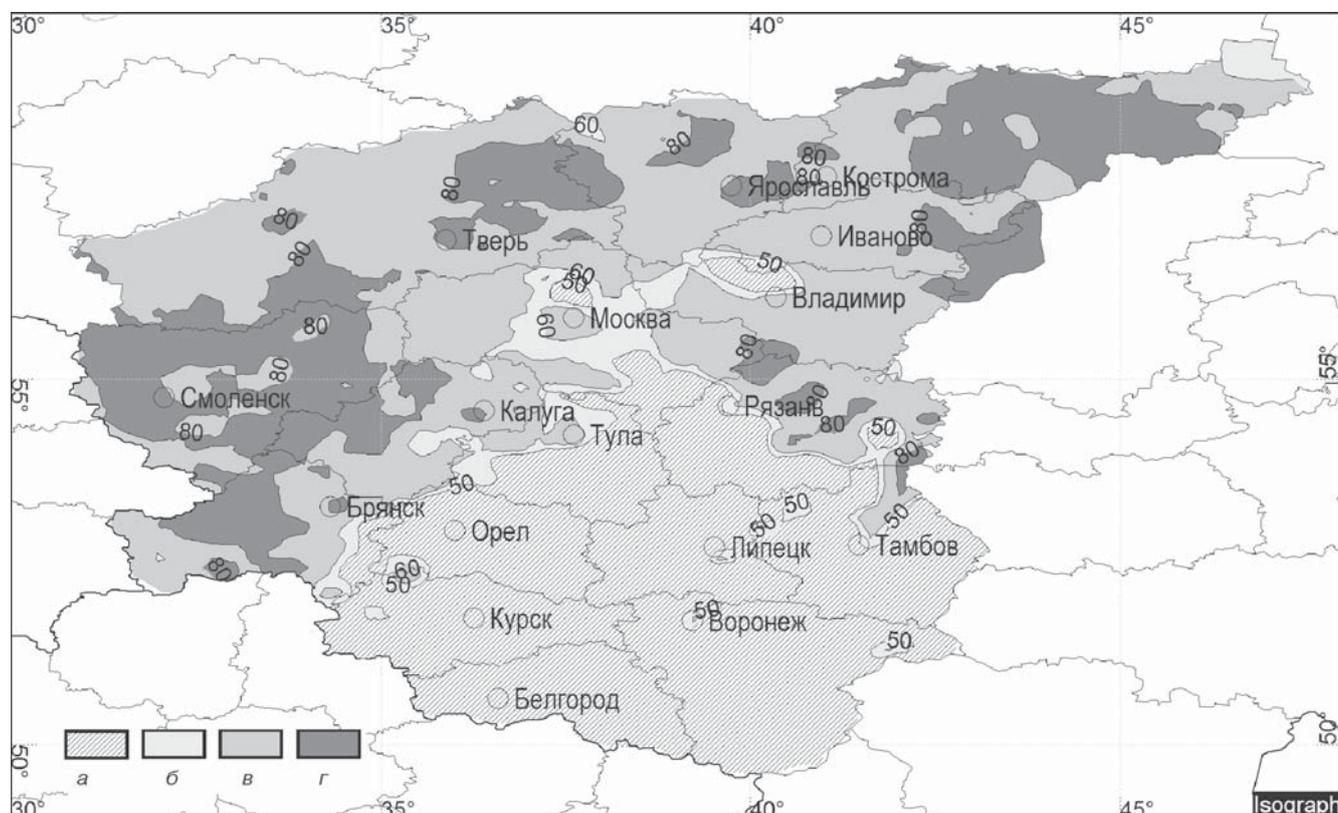


Рис. 3. Относительная влажность верхнего слоя почвы по данным ASCAT (ИСЗ MetOp-A и MetOp-B) на 24 апреля 2014 г.: а — <math>< 50\%</math> ППВ (плохое увлажнение), б — 51—60% ППВ (недостаточное увлажнение), в — 61—80% ППВ (оптимальное увлажнение), г — >math>\ge 80\%</math> ППВ (переувлажнено)

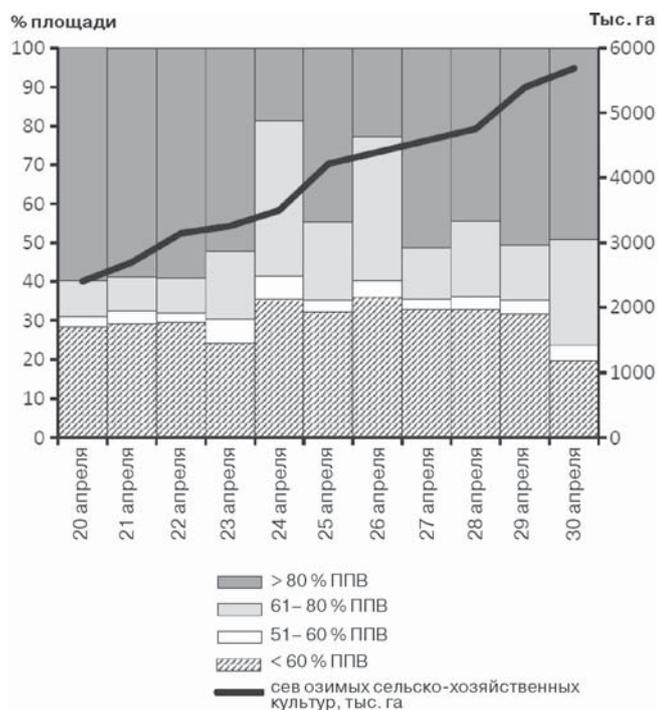


Рис. 4. Доли территории Центрального федерального округа с различной степенью увлажнения верхнего слоя почвы и темпы сева сельскохозяйственных культур в III декаде апреля 2014 г.

Выводы:

— относительная влажность почвы по данным скаттерометра ASCAT (ИСЗ MetOp-A и MetOp-B), хорошо отражает увлажнение верхнего 10-сантиметрового слоя, и при известных агрогидрологических свойствах почвы (объемный вес, значения предельной полевой влагоемкости и влажности устойчивого завядания) ее можно адекватно пересчитать в запасы продуктивной влаги;

— по данным скаттерометра ASCAT можно правильно диагностировать переувлажнение верхнего слоя почвы, что может существенно повысить качество оперативного мониторинга условий проведения полевых работ в период сева сельскохозяйственных культур.

В дальнейшем возможно создание композитов относительной влажности почвы с учетом маски сельскохозяйственных земель, что, конечно, повысит их информативность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Будаговский А.И. Впитывание воды в почву. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 136 с.

Budagovskiy A.I. Vpityvanie vody v pochvu [The absorption of water into the soil], Izdatel'stvo AN SSSR, Moscow, 1955, 136 p. (in Russian).

Глобус А.М. Физика неизотермического внутрипочвенного влагообмена. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 279 с.

Globus A.M. Fizika neizoternogo vnutripochvennogo vlagoobmena [Physics of non-isothermal subsurface water exchange], Hydrometeoizdat, Leningrad, 1983, 279 p. (in Russian).

Кислов А.В., Варенцов М.И., Тарасова Л.Л. О роли локального состояния влажности почвы весной в формировании крупномасштабных засух Восточно-Европейской равнины // Физика атмосферы и океана. 2015. № 2.

Kislov A.V., Varentsov M.I., Tarasova L.L. O roli lokal'nogo sostoyaniya vlazhnosti pochvy vesnoy v formirovaniy krupnomasshtabnykh zasukh Vostochno-Evropeyskoy ravniny [On the role of the local state of soil moisture in the spring in the formation of large-scale droughts East European Plain], Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, 2015, no 2 (in Russian).

Максименкова Т.А. Методы оценки и прогноза состояния озимых зерновых культур осенью. Обнинск, 1990. 51 с.

Maksimenkova T.A. Metody ocenki i prognoza sostoyaniya ozimyh zernovykh kul'tur osen'ju. [Methods of assessing and forecasting the state of winter crops in autumn], Obninsk, 1990, 51 p. (in Russian).

Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 294 с.

Moisejchik V.A. Agrometeorologicheskie uslovija i perezimovka ozimyh kul'tur [Agrometeorological conditions and wintering of winter crops], Hydrometeoizdat, Leningrad, 1975, 294 p. (in Russian).

Процеров А.В. Справочник агрогидрологических свойств почв Союза ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 308 с.

Procerov A.V. Spravochnik agrogidrologicheskikh svojstv pochv Sojuza SSR [Directory agrohydrological soil properties of the USSR], Hydrometeoizdat, Leningrad, 1958, 308 p. (in Russian).

Степанцова Л.В. Агрофизические свойства, гидрологический режим и диагностика черноземовидных почв севера Тамбовской низменности: Автореф. докт. дисс. М., 2012.

Stepancova L.V. Agrofizicheskie svojstva, gidrologicheskij rezhim i diagnostika chernozemovidnykh pochv severa Tambovskoj nizmennosti: Avtoref. dokt. diss. [Agrophysical properties, hydrology and Diagnostics of chernozem soils north of the Tambov plain: Author. doctor. diss.], Moscow, 2012 (in Russian).

Судницын И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 255 с.

Sudnicyn I.I. Dvizhenie pochvennoj vlagi i vodopotreblenie rastenij [The movement of soil moisture and water use plants], Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1979, 255 p. (in Russian).

Тарасова Л.Л. Пространственно-временная структура поля запасов продуктивной влаги в почвах черноземной зоны европейской части России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2008. № 2. С. 56—71.

Tarasova L.L. Prostranstvenno-vremennaja struktura polja zapasov produktivnoj vlagi v pochvah chernozemnoj zony evropejskoj chasti Rossii [The space-time structure of the field of productive moisture reserves in the soil of the chernozem zone of the European part of Russia] // Vestnik Moskovskogo Universiteta, Serija 5, Geografija, 2008, no 2, pp. 56—71 (in Russian).

Bartalis Z., Naeimi V., Hasenauer S., Wagner W. ASCAT Soil Moisture Product Handbook // ASCAT Soil Moisture Report Ser. 2008. N 15. 22 p.

Bartalis Z., Wagner W., Naeimi V. et al. Initial soil moisture retrievals from the METOP-A Advanced Scatterometer (ASCAT) // *Geophys. Res. Lett.* 2007. N 24, L20. 401 p.

Consistent validation of H-SAF soil moisture satellite and model products against ground measurements for selected

sites in Europe // Final Report. 2010. 56 p. URL: http://hsaf.meteoam.it/documents/reference/HSAF_AS_09_03_final_report.pdf (Accessed: 10.09.2014).

Поступила в редакцию
25.12.2014

E.V. Vasilenko, L.L. Tarasova

APPLICATION OF ASCAT/METOP DATA FOR SOIL MOISTURE MONITORING

The ASCAT/MetOp data on the relative humidity of the upper soil layer were verified using the information provided by the Planeta State Research Center and the Hydrometeorological Center of the Russian Federation. The satellite data adequately reflects the humidity of the top 10-cm thick soil layer. If the agricultural properties of soil, such as its volume weight, maximum field moisture capacity and the permanent wilting point, are known they could be recalculated into the productive moisture reserves. The resulting estimates allow using these data for the operative agrometeorological monitoring of soil humidity during the sowing season. The ASCAT/MetOp data provide for the correct diagnostics of the over-moistening of upper soil layers which is particularly important to improve the operative monitoring of field work conditions during the sowing season.

Key words: satellite monitoring, relative humidity of the top layer of soil, productive moisture reserves.

УДК 551.524(261.24)

Ж.И. Стонт¹, А.Н. Демидов²**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НАД АКВАТОРИЕЙ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ³**

На основании ежечасных наблюдений, получаемых в рамках экологического мониторинга с морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП D-6), расположенной примерно в 20 км от берега, исследована изменчивость температуры воздуха за последние 10 лет. По сравнению со второй половиной XX в. повысилась среднегодовая температура воздуха и среднемесячная температура самого теплого месяца (август). Минимум в годовом ходе температуры сместился на февраль. Среднемесячная температура воздуха наиболее изменчива зимой и наименее изменчива в августе. Проанализированы особенности суточного хода. Выявлены как общие закономерности многолетней изменчивости средних значений температуры воздуха, так и региональные различия. Показано, что положительное приращение средней температуры воздуха наблюдалось только летом. Отрицательное приращение наибольшее в зимний период; осенний и весенний тренды слабоотрицательны.

Ключевые слова: Юго-Восточная Балтика, температура воздуха, межгодовая изменчивость, тренд.

Введение. В Балтийском регионе, как и в других регионах Европы, в последние годы очевидна климатическая изменчивость гидрометеорологических условий. Изменения климата в большинстве исследований связывают с антропогенным потеплением [IPCC..., 2008]. Однако высказывались и определенные сомнения в правильности таких утверждений [Кондратьев, 2004]. Инструментальные данные наблюдений свидетельствуют о наличии некоторой тенденции к росту и падению температуры приземного воздуха в умеренных широтах с цикличностью несколько десятков лет [Алексеев и др., 2010; Котляков, 2010; Панин, 2010]. По мнению ряда авторов [Алексеев и др., 2010; Фролов и др., 2010], наблюдаемое потепление обусловлено естественными факторами, имеющими изменчивость с временным масштабом десятки—сотни лет, а не антропогенным влиянием. Несмотря на региональные различия, в прибрежных районах Балтийского моря отмечаются общие закономерности многолетней изменчивости средних значений температуры воздуха [Chubarenko et al., 2002]. В статье [Avotniece et al., 2010] показано, что из-за высокой летней температуры увеличилась продолжительность вегетационного и безморозного периода, последнее связано с уменьшением экстремальных значений температуры в зимний период. Для последнего десятилетия XX в. и первого десятилетия XXI в. были характерны не только отдельные чрез-

вычайно жаркие месяцы, но и весь летний сезон [Twardosz et al., 2013].

Изменчивость минимальной и максимальной температуры и дневного диапазона температуры в Польше проанализирована на основе данных 9 станций с разным периодом измерений (самый длинный ряд — 98 лет) [Wibig et al., 2002]. Увеличение минимальной температуры сопровождалось небольшим повышением максимальной температуры и уменьшением дневного диапазона. Установлено, что эти изменения хорошо коррелируют с облачностью, и сильные колебания температуры связаны с интенсивностью Северо-Атлантического колебания, особенно зимой и весной. В странах Прибалтики региональные средние аномалии годовой температуры воздуха в 1991—2007 гг. составили 0,8–0,9 °C относительно показателей принятого за норму климатического периода 1961—1990 гг.; наблюдалось также увеличение осадков на 1–6%, особенно зимних [Kriauciuniene et al., 2012]. За период 1966—2009 гг. коэффициент линейного тренда температуры воздуха для всего Балтийского побережья Польши составил 0,3 °C/10 лет [Tylkowski, 2013]. Но имеются региональные различия. Так, по данным работы [Michalska, 2011], максимальный рост температуры воздуха (0,32 °C/10 лет) относится к области Щецинского Приморья, которое расположено в западной части польского побережья Балтийского моря, тогда как в восточной части —

¹ Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН, Атлантическое отделение, лаборатория геоэкологии, ст. науч. сотр., канд. геогр. н.; e-mail: ocean_stont@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра океанологии, ст. науч. сотр., канд. геогр. н.; e-mail: alik1@mail.ru

³ Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы” Минобрнауки России (уникальный идентификатор RFMEFI57414X0091) и при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации “Русское географическое общество” (грант № 13-05-41374 РГО_а). Аналитическая работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант №14-37-00047).

Гданьское Приморье — тренд составил $0,28\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$. При анализе данных за 1950–2009 гг. в районе Щецина получены линейные тренды по сезонам: весна $0,0296$, зима $0,032\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$ (приращение $1,8$ и $1,9\text{ }^{\circ}\text{C}/60\text{ лет}$ соответственно) [Kirschenstein, 2011].

На акватории Юго-Восточной Балтики суммарная солнечная радиация составляет $360,0\text{--}376,8\text{ кДж}/\text{см}^2$ в год [Гидрометеорологические..., 1992; Климатический..., 1957; Померанец, 1964]. На поступление радиации существенно влияет распределение облачности и прозрачности атмосферы. Больше 45% годового количества поглощенной радиации Юго-Восточная Балтика получает летом, немногим меньше (~35%) — весной, на пасмурный осенне-зимний сезон приходится 20%. В течение 4–5 месяцев (с октября—ноября по февраль—март) радиационный баланс в этом регионе отрицательный с минимумом в декабре; максимальные величины отмечены в июне [Гидрометеорологические..., 1992; Дубравин, Стонт, 2012].

Существует мнение [Pinker et al., 2005; Wild et al., 2005], что количество солнечной радиации, достигающей поверхности Земли, увеличилось по сравнению с 1990 г., это одна из причин повыше-

ния температуры воздуха и поверхности воды. Тенденция к увеличению суммарной солнечной радиации с середины 1980-х гг. выявлена и для Московского региона [Чубарова и др., 2014]. В работе [Смирнова и др., 1988] отмечено, что рост температуры воздуха в разных районах побережий Белого и Балтийского морей наблюдается с начала или середины 1980-х гг., предполагается, что, несмотря на глобальное потепление, примерно в 2016 г. ожидается минимум векового цикла солнечной активности.

Цель работы — выявить изменчивость температуры воздуха в российском секторе Юго-Восточной Балтики, оценить изменения статистических характеристик температуры, сравнить приращение температуры воздуха над морской поверхностью в 22 км от берега и по береговым станциям в прибрежной полосе (Польша, Литва, Калининградская область).

Материалы и методы исследований. Работа выполнена на основе изучения 10-летнего ряда наблюдений в открытой части моря, где исключено влияние суши (рис. 1). Гидрометеорологические наблюдения в этой части юго-востока Балтики в по-

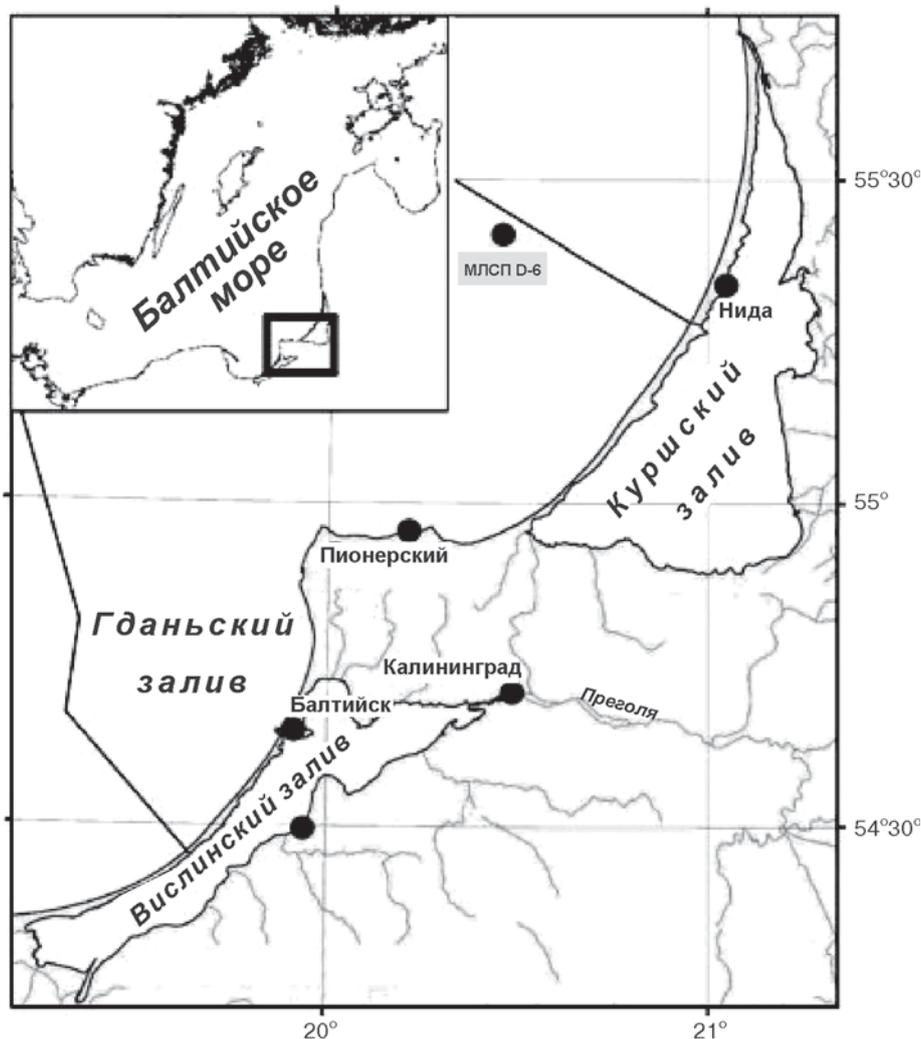


Рис. 1. Карта побережья Юго-Восточной Балтики

следние годы практически не проводятся. Район исследования лежит вне путей активного судоходства, т.е. нет попутных наблюдений транспортными и рыболовными судами, научные экспедиции не организуются.

Для анализа изменчивости температуры воздуха использованы данные производственного экологического мониторинга Кравцовского месторождения (D-6), который с 2004 г. проводит ООО «ЛУКОЙЛ-КМН». Морская ледостойкая стационарная платформа (МЛСП, D-6) расположена приблизительно в 20 км от берега (рис. 1). На МЛСП D-6 на высоте 27 м над уровнем моря установлена автоматическая гидрометеорологическая станция (АГМС) «Миникрамс-4», которая ведет непрерывные измерения. Дискретность записей с датчиков в файлах, поступающих на обработку, составляет ~30 с. Программное обеспечение АГМС предоставляет возможность кодировать метеопараметры по международному коду КН 01 и передавать телеграммы по интернет-каналу, что позволяет в оперативном режиме обрабатывать данные наблюдений. Мы анализировали ежечасные данные о температуре воздуха, которые представляют собой непрерывный ряд длительностью 10 лет. Приведение температуры к стандартному уровню 2 м не проводилось, так как сложно учитывать фактор стратификации атмосферы.

Межгодовая изменчивость температуры исследована с помощью дисперсионного, гармонического и спектрального анализа [Брукс, Карузерс, 1963; Козубская, Коняев, 1977; Рожков, 2008]. Для расчета долговременных трендов использована линейная аппроксимация временных рядов методом наименьших квадратов. Оценка значимости коэффициентов линейной зависимости, а также достоверности полученных результатов осуществлялась с помощью t-критерия Стьюдента [Fisher, Yates, 1975]. Предусматривалась возможность выборки по сезонам и месяцам для исследования изменчивости параметров линейной модели. Дополнительно проводилась сплайновая интерполяция данных для получения рядов с равномерным временным шагом и последующим выявлением долгопериодных колебаний. Статистики по сезонам и общий тренд (весь ряд) неаддитивны.

Результаты исследований и их обсуждение. Изменения температуры воздуха (среднегодовой, среднемесячной максимальной и минимальной) в Калининградском регионе (метеостанция 26702 УМКК) в 1975–2010 гг. характеризуются положительным линейным трендом 0,01–0,05 °С/год и соответственно приращением 0,4–1,8 °С/период [Навроцкая, Стонт, 2014]. Увеличение среднемесячных значений максимальной температуры происходило в несколько раз быстрее, чем рост среднемесячной минимальной температуры. Ход среднегодовой температуры воздуха характеризуется значительными межгодовыми колебаниями. Выделяются временные интервалы, в пределах которых изменения

температуры схожи, — устойчивая тенденция к росту или снижению: 1975–1985 гг. — незначительное похолодание (–0,2 °С/10 лет), 1986–1995 гг. — потепление (0,9 °С/10 лет) и в 1996–2010 гг. — замедление роста по сравнению с предыдущим периодом (0,1 °С/10 лет) [Навроцкая, Стонт, 2014].

В районе Кравцовского нефтяного месторождения (D-6) над акваторией моря (рис. 1), согласно ежемесячным картам пространственного распределения температуры воздуха [Гидрометеорологические..., 1983], средняя годовая температура воздуха составляет 7,4 °С, самая низкая средняя месячная температура (–2,0 °С) отмечена в январе. Средняя температура летних месяцев составляет 16,8 °С в июле, а наиболее высокая — в августе (16,9 °С). Годовая амплитуда среднемесячной температуры 18,9 °С [Гидрометеорологические..., 1983].

Основные характеристики межгодовой изменчивости температуры воздуха за период 2004–2013 гг. по данным МЛСП D-6 представлены в табл. 1 и на рис. 2. Средняя годовая температура воздуха выше, чем в середине прошлого столетия [Гидрометеорологические..., 1983] и составляет 8,7±0,6 °С, а годовая амплитуда среднемесячных значений температуры равна 19,7 °С (табл. 2). Максимальная среднегодовая температура отмечена в 2008 г. (9,4±5,8 °С), вариации среднемесячных значений температуры составляют от 2,4 до 18,0 °С. Минимальная среднегодовая температура наблюдалась в 2010 г. (7,2±8,6 °С), вариации среднемесячных значений температуры от –5,4 до 20,8 °С. Межгодовое изменение приращения среднегодовых значений температуры в последнее десятилетие лежит в интервале от –1,5 до 1,7 °С. Межгодовое приращение максимальных среднемесячных значений температуры варьирует от –2,3 до 2,0 °С, а минимальных среднемесячных — от –4,8 до 4,5 °С, что приблизительно в 2 раза больше, чем для наиболее теплых месяцев года. Это свидетельствует о том, что наибольший вклад в изменчивость среднегодовых значений температуры вносят вариации температуры в холодный период года. Так, в 2008 г. (самый теплый год) в зимние месяцы отмечено всего 10 дней с морозами до –10 °С. Зимой 2010 г. (самый холодный год) суммарная продолжительность морозов (до –15 °С) составила 60 дней.

Продолжительность безморозного периода на акватории Юго-Восточной Балтики составляет 272±18 дней, что приблизительно на 70 дней больше, чем на побережье [Барина, 2002; Калининградская область..., 1969].

В Юго-Восточной Балтике зимой график среднемесячного хода температуры двух месяцев (январь, февраль) опускается в область отрицательных значений температуры (–0,3 и –1,1 °С соответственно, табл. 2). Минимум в годовом ходе смещается на февраль (–1,1 °С) против января (–2,0 °С) в середине прошлого столетия (табл. 2). Аналогичный результат отмечен и для береговых метеостанций Балтийска и Клайпеды. Вероятнее

Таблица 1

Характеристики межгодовой изменчивости температуры воздуха по данным МЛСП D-6 в 2004–2013 гг.

Год	Среднее $\pm\sigma$, °C	Характеристики экстремумов, °C			Продолжительность безморозного периода, дни
		Минимум	Максимум	Амплитуда	
2004	8,4 \pm 6,8	-10,6	25,9	36,5	—
2005	8,9 \pm 7,0	-9,7	24,4	34,1	293
2006	9,0 \pm 8,2	-19,3	29,8	49,1	250
2007	9,3 \pm 6,5	-12,3	26,4	38,7	274
2008	9,4 \pm 5,8	-10,3	22,9	33,2	280
2009	8,7 \pm 7,0	-10,9	26,7	37,6	288
2010	7,2 \pm 8,6	-15,3	31,1	46,4	273
2011	8,9 \pm 7,5	-13,1	28,0	41,1	245
2012	8,2 \pm 7,5	-16,4	29,4	45,8	289
2013	8,7 \pm 7,7	-10,9	30,7	41,6	255
Среднее	8,7 \pm 0,6	-12,9 \pm 3,2	27,5 \pm 2,7	40,4 \pm 5,4	272 \pm 18

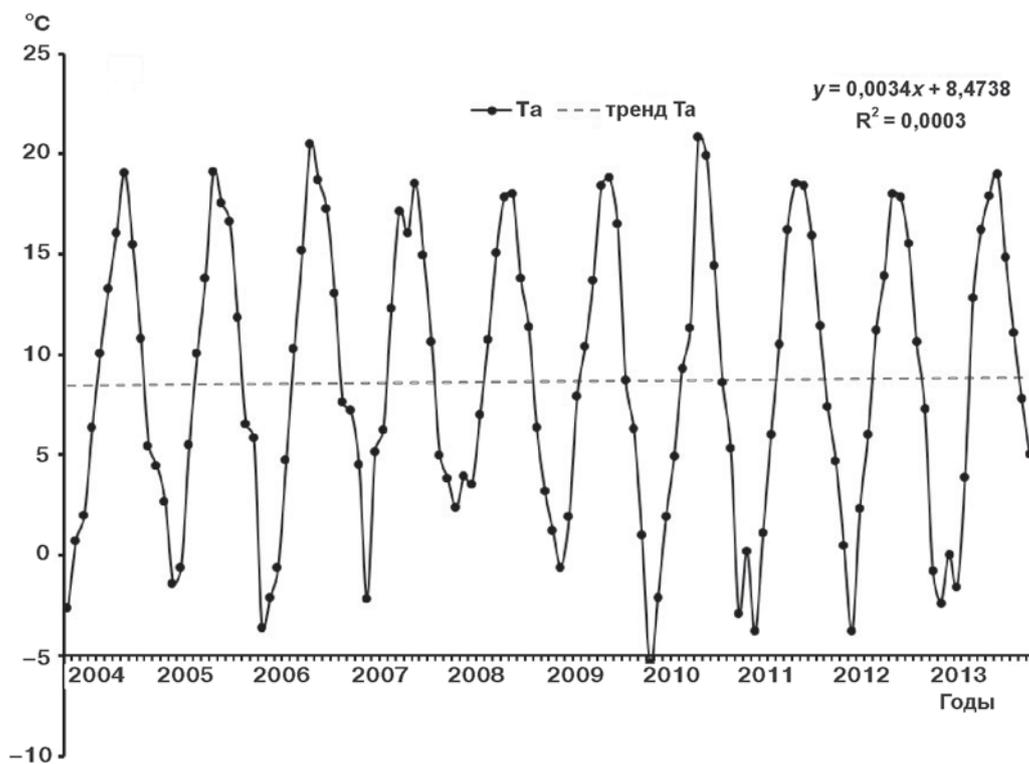


Рис. 2. Межгодовая изменчивость среднемесячной температуры воздуха по данным МЛСП D-6 за 2004–2013 гг. Показаны линейный тренд и его уравнение

всего, причиной этого явления служат циркуляционные процессы. При анализе индексов циркуляции за 2000–2013 гг. оказалось, что в зимние месяцы, особенно в феврале, наблюдается рост восточной (E) составляющей переноса при уменьшении западной (W). В эти же годы, по данным МЛСП (D-6), в феврале увеличилась повторяемость ветров восточных румбов, при которых и наблюдаются отрицательные значения температуры.

Климат Юго-Восточной Балтики стал более морским. За 2004–2013 гг. абсолютный минимум (-19,3 °C, январь) наблюдался в 2006 г., максимальная амплитуда экстремальных значений в этот год составила 49,1 °C (табл. 1). В зимние месяцы температура воздуха наиболее изменчива — в декабре $\pm\sigma = 3,2$ °C и январе $\pm\sigma = 3,1$ °C (табл. 2). Причина этого заключается в оттепелях, которые чередуются с заточками холодного воздуха.

Таблица 2

Статистические характеристики среднемесячной температуры воздуха, измеренной на МЛСП D-6 в 2004–2013 гг., и трендовые приращения по месяцам

Характеристика	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднее	–0,3	–1,1	1,5	5,8	10,8	14,6	18,3	18,6	15,5	10,8	6,5	3,1
Стандартное отклонение, $\pm\sigma$	3,1	2,3	2,0	1,2	1,1	1,7	1,6	0,7	1,1	1,3	1,0	3,2
Абсолютный максимум	10,3	7,4	15,8	21,3	26,1	29,8	31,1	29,1	24,1	18	12,8	12,3
Абсолютный минимум	–19,3	–16,4	–9,7	–1,1	2,8	7,7	12,1	11,7	7,0	1,1	–9,2	–11,5
Приращение среднемесячной температуры, °C	–2,0	–2,8	–0,4	–0,0	1,9	0,03	0,9	0,04	–1,5	–1,7	1,8	–2,4
Коэффициент Стьюдента	10,1	16,3	3,39	1,90*	12,8	0,23*	8,61	0,56*	16,3	15,4	14,4	14,3
Число членов выборки	7173	6613	7301	6918	7220	6994	7093	7244	6970	7256	6910	7173

* Незначимое распределение Стьюдента.

Повышение температуры происходит достаточно равномерно с марта по август от 1,5 (март) до 18,6 °C (август) (рис. 2; табл. 2). Среднемесячная температура самого теплого месяца (август) повысилась на 1,7 °C по сравнению со второй половиной XX в. [Дубравин, Стонт, 2012]. Наименее изменчива среднемесячная температура воздуха в августе ($\pm\sigma = 0,7$ °C). На 0,3 °C температура ниже в июле (18,3 °C), затем следуют сентябрь (15,5 °C) и июнь (14,6 °C). Температура воздуха в весенний переходный период составляет в марте 1,5, в апреле 5,8, в мае 10,8, в осенний период в сентябре 15,5, в октябре 10,8 и в ноябре 6,5 °C. Периоды повышения и понижения температуры воздуха в сезонном ходе приблизительно равны и составляют по 6 мес., т.е. сезонный ход температуры воздуха в районе платформы определяется годовой волной [Дубравин, Стонт, 2012], что хорошо видно на рис. 2.

Среднегодовая температура воздуха над акваторией Юго-Восточной Балтики понижается по направлению к берегу от 8,3–8,5 (в центре бассейна) до 7,8–7,9 °C (в Балтийске) [Дубравин, Стонт, 2012; Электронный..., 2007]. Максимум температуры в сезонном ходе на прибрежных станциях наблюдается в июле–августе, минимум — в январе–феврале (табл. 2). Над акваторией происходит смещение минимальных значений температуры на февраль, максимальных на август. Сезонный ход температуры воздуха над Юго-Восточной Балтикой полностью определяется годовой волной. В период с апреля по июль температура воздуха в центре акватории ниже, чем в прибрежной зоне (максимальный контраст в мае), а в период с августа по март, наоборот, температура в центре бассейна выше, чем в прибрежной зоне (максимальный контраст в декабре). Расчеты по данным из разных источников показывают устойчивость сезонного хода температуры воздуха в Юго-Восточной Бал-

тике в последние 140 лет [Дубравин, Стонт, 2012]. Квота годовой гармонике температуры воздуха на побережье (Клайпеда, Балтийск, Светлогорск) не выходила за пределы интервала $q_1 = 0,995 \div 0,999$, а дата наступления ее максимума (T_{\max}) 09.07.–18.07.; на акватории исследований квота первой гармонике лежит в пределах $q_1 = 0,990 \div 0,995$, дата наступления максимума смещается к концу июля 15.07.–28.07. [Дубравин, Стонт, 2012].

В целом за 2004–2013 гг. изменение среднегодовой температуры воздуха, по данным МЛСП D-6, характеризуется линейным трендом, составляющим +0,003 °C/мес соответственно, приращение составило +0,36 °C /10 лет (рис. 2). Но линейный тренд статистически незначим. Для Восточного Поморья Польши приращение составило +0,28 °C/10 лет (1966–2009) [Michalska, 2011], для Калининграда — +0,20 °C/10 лет (1996–2010) [Навроцкая, Стонт, 2014].

Положительное приращение средней температуры воздуха наблюдалось только летом (+0,07 °C/год), внутригодовой максимум температуры приходится на июль–август. На территории Литвы, по данным [Jurgelėnaitė et al., 2012], за 1991–2010 гг. темп роста температуры воды и воздуха составил 0,04 и 0,06 °C в теплое время года соответственно, т.е. величины тренда хорошо согласуются. Уменьшение среднемесячной температуры воздуха зимой (отрицательное приращение от –2,0 в январе до –2,8 °C/10 лет в феврале) происходило в 2,5 раза быстрее, чем увеличение значений среднемесячной температуры летом (от 0,03 в июне до 0,9 °C/10 лет в июле) (табл. 2), с чем, вероятно, и связан процесс замедления роста средней температуры воздуха на фоне ожидаемого минимума векового цикла солнечной активности в 2016 г. [Смирнова и др., 1988]. Максимальное положительное приращение в соответствии с трендом приходится на май (1,9 °C/10 лет)

и ноябрь ($1,8\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$), распределение Стьюдента значимо при уровне $0,99$. В апреле, июне и августе приращение близко к $0\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ (незначимое распределение Стьюдента).

Суточный ход среднемесячной температуры воздуха представлен на рис. 3. Хорошо видно, что суточный минимум приурочен к 6 часам (время местное), тогда как суточные максимумы тяготеют к послеполуденным часам (18 ч.).

В ноябре, декабре и январе суточный ход выражен слабо, среднеквадратическое отклонение $\pm\sigma = 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. В мае суточный ход наиболее выражен ($\pm\sigma = 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), что связано, по-видимому, с частым господством антициклональных условий и соответствующим дневным прогревом и ночным выхолаживанием. Суточный ход хорошо выражен в апреле и августе ($\pm\sigma = 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$).

В исследуемом районе регулярный суточный ход температуры воздуха характеризуется преобладанием суточной волны с большой устойчивостью. Это подтверждается результатами гармонического анализа [Дубравин, Стонт, 2012]. Максимальный размах суточного хода температуры воздуха наблюдается в теплый период (апрель—октябрь), минимальный — в холодный (ноябрь—март) (рис. 3). Показано, что вклад регулярного суточного хода в общую дисперсию температуры воздуха невелик, и относительная доля суточного хода в дисперсии временной изменчивости температуры воздуха с

приближением к побережью возрастает в несколько раз (от $0,2\%$ на МЛСП D-6 до $4,3\%$ в Калининграде) [там же]. Вклад сезонного хода в общую дисперсию для температуры воздуха составил 73% , межгодовой изменчивости — $0,8\%$ [Дубравин, Стонт, 2012].

Выводы о распределении высоко- и низкочастотной составляющих временной изменчивости метеорологических полей, в том числе температуры воздуха, полученные для Северной Атлантики [Гулев и др., 1994], справедливы и для Юго-Восточной Балтики [Дубравин, Стонт, 2012].

Для установления циркуляционных причин выявленной изменчивости температуры воздуха над акваторией Юго-Восточной Балтики вычислены значения коэффициента корреляции между температурой и индексами атмосферной циркуляции Вангенгейма—Гирса за 2004—2012 гг. (значения индекса атмосферной циркуляции предоставлены сотрудниками ААНИИ А.А. Дмитриевым и В.А. Белязо из неопубликованного “Календарного каталога атмосферных процессов по циркумполярной зоне Северного полушария и их количественных характеристик за период с 1949 по 2013 г.”). Обнаружена прямая заметная связь (по Чэддоку) с зональной (W) формой циркуляции ($r = 0,63$ при $P = 9\%$) и обратная с восточной (E) формой ($r = -0,62$ при $P = 95\%$). С меридиональной формой циркуляции связь обратная умеренная ($r = 0,40$ при $P = 95\%$).

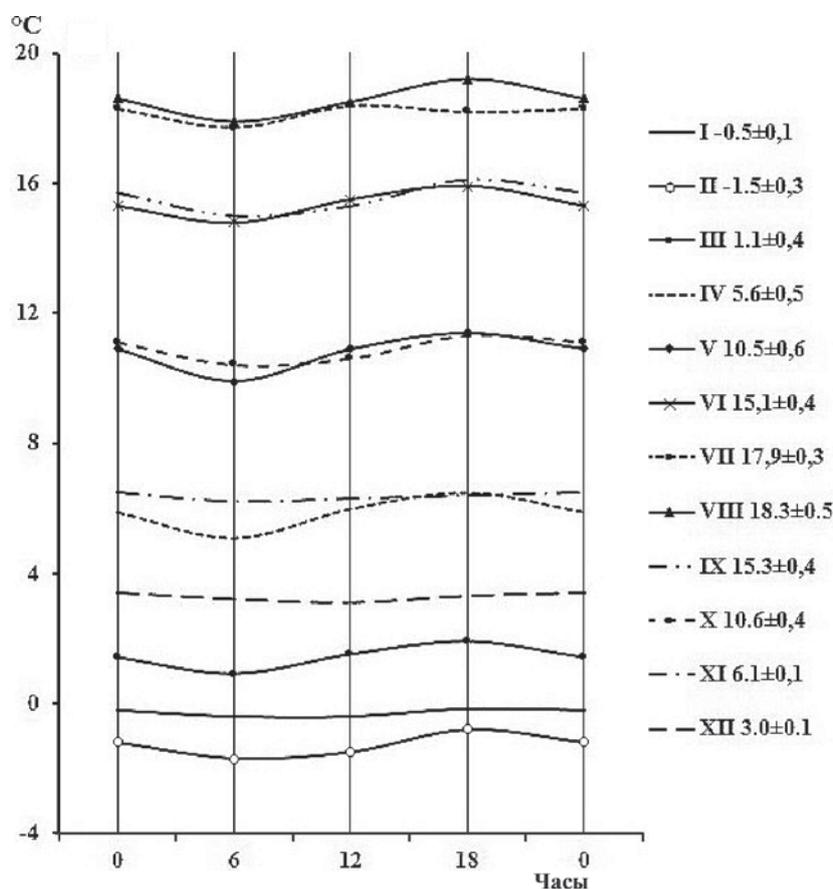


Рис. 3. Внутрисуточная изменчивость температуры воздуха, измеренной на МЛСП D-6 в 2004—2013 гг.

При определении скрытых долгопериодных колебаний применяли фильтрацию с большим периодом осреднения [Козубская, Коняев, 1977]. При этом исследованы ряды температуры воздуха с музейного научно-исследовательского судна “Витязь”, пришвартованного в центре г. Калининград, длительностью 20 лет (1995–2014). Коэффициент корреляции между температурой воздуха, измеренной на МЛСП D-6 и на судне “Витязь”, очень высокая (по Чэддоку): $r = 0,97$ при $P = 95\%$. В рядах температуры воздуха для береговых станций удалось выделить колебания с периодом 6–7 лет. Отметим, что анализ изменчивости индекса Северо-Атлантического колебания показал, что наиболее заметен на спектре максимум 7,8 года [Смирнов и др., 1998].

Выводы:

— за последнее десятилетие (2004–2013) отмечены следующие изменения в характеристиках температуры воздуха для российского сектора Юго-

Восточной Балтики по сравнению с серединой прошлого столетия: среднегодовая температура воздуха повысилась;

— минимум в годовом ходе сместился на февраль, что связано с изменчивостью циркуляционных условий и свидетельствует о том, что климат Юго-Восточной Балтики стал более морским;

— наибольший вклад в изменчивость среднегодовых значений температуры вносят вариации значений температуры в холодный период года;

— одна из причин выявленной изменчивости температуры воздуха заключается в связи с циркуляционными условиями: прямая заметная связь ($r = 0,63$ при $P = 95\%$) для зональной (W) формы циркуляции и обратная заметная ($r = -0,62$ при $P = 95\%$) для восточной (E);

— выявленные колебания с периодом 6–7 лет в рядах температуры воздуха для береговых станций также наиболее заметны на спектрах изменчивости индекса Северо-Атлантического колебания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- Алексеев Г.В., Радионов В.Ф., Александров Е.И.* и др. Климатические изменения в Арктике и Северной Полярной области // Проблемы Арктики и Антарктики. 2010. № 1 (84). С. 67–80.
- Alekseev G.V., Radionov V.F., Aleksandrov E.I. i dr. Klimaticheskie izmeneniya v Arktike i Severnoy Polyarnoy Oblasti [Climate changes in the Arctic and the North Pole zone], Problemy Arktiki i Antarktiki, 2010, no 1 (84), pp. 67–80 (in Russian).
- Барина Г.М.* Калининградская область. Климат. Калининград: ФГУИПП “Янтар. Сказ”, 2002. 196 с.
- Barinova G.M. Kaliningradsкая oblast'. Klimat [Kaliningrad region. Climate], FGUIPP “Yantar. Skaz”, Kaliningrad, 2002, 196 p. (in Russian).
- Брукс К., Карузере Н.* Применение статистических методов в метеорологии. Л.: Гидрометеоздат, 1963. 416 с.
- Bruks K., Karuzers N. Primenenie statisticheskikh metodov v meteorologii [Of statistical methods in meteorology], Gidrometeoizdat, Leningrad, 416 p. (in Russian).
- Гидрометеорологические условия. Проект “Моря СССР” Т. 3. Балтийское море. Вып. 1. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 450 с.
- Gidrometeorologicheskie usloviya. Proekt “Morya SSSR”. T. 3. Baltiyskoe more, Vyp. 1. [Hydro-meteorological conditions. The project “The Seas of the USSR”], Gidrometeoizdat, St. Petersburg, 450 p. (in Russian).
- Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Т. 1. Балтийское море. Вып. 1. Балтийское море без заливов. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 175 с.
- Gidrometeorologicheskie usloviya shel'fovoy zony morey SSSR. T. 1. Baltiyskoe more. Vyp. 1. Baltiyskoe more bez zalivov [Hydro-meteorological conditions of the USSR sea shelf. Vol. 1. Baltic Sea. Iss. 2. Baltic Sea without golfs], Gidrometeoizdat, Leningrad, 175 p. (in Russian).
- Гулев С.К., Колинко А.В., Ланно С.С.* Синоптическое взаимодействие океана и атмосферы в средних широтах. СПб.: Гидрометеоздат, 1994. 320 с.
- Sinopticheskoe vzaimodeystvie okeana i atmosfery v srednih shirotah [Synoptical interaction between the ocean and the atmosphere in the middle latitude], Gidrometeoizdat, St. Petersburg, 320 p. (in Russian).
- Дубравин В.Ф., Стонт Ж.И.* Гидрометеорологический режим, структура и циркуляция вод // Нефть и окружающая среда Калининградской области. Т. 2. Море / Под ред. В.В. Сивкова. Калининград: Терра Балтика, 2012. С. 69–105.
- Dubravyn V.F., Stont Zh.I. Gidrometeorologicheskii rezhim, struktura i tsirkulyatsiya vod // Neft' i okruzhayushchaya sreda Kaliningradskoy oblasti. T. 2. More / Pod red. V.V. Sivkova [Hydro-meteorological regime, structure and circulation of the waters // Oil and environment of the Kaliningrad region], Terra Baltika, Kaliningrad, pp. 69–105 (in Russian).
- Дубравин В.Ф., Стонт Ж.И.* Эволюции гидрометеорологических полей над Юго-Восточной Балтикой // Изв. РГО. 2012. Т. 144, вып. 5. С. 37–48.
- Dubravyn V.F., Stont Zh.I. Evolyutsii gidrometeorologicheskikh poley nad Yugo-Vostochnoy Baltikoy [The hydro-meteorological evolution in the South East Baltics], Izvestiya RGO, 2012, T. 144, Vyp. 5, pp. 37–48 (in Russian).
- Калининградская область: Очерки природы. Калининград, 1969. 205 с.
- Kaliningradsкая oblast': Ocherki prirody [Kaliningrad region: The Nature essay], Kaliningrad, 1969, 205 p. (in Russian).
- Климатический и гидрологический атлас Балтийского моря / Ред. В.С. Самойленко. М.: Гидрометеоздат, 1957. 106 с.
- Klimaticheskii i gidrologicheskii atlas Baltiyskogo morya / Red. V.S. Samoylenko [The climatic and hydrological atlas of the Baltic Sea], Gidrometeoizdat, Moscow, 1957, 106 p. (in Russian).
- Козубская Г.И., Коняев К.В.* Адаптивный спектральный анализ случайных процессов и полей // Физика атмосферы и океана. 1977. Т. 13, № 1. С. 61–71.

Kozubskaya G.I., Konyaev K.V. Adaptivnyj spektral'nyj analiz sluchaynyh protsessov i polej [The spectral analyses of the processes and areas], *Fizika atmosfery i okeana*, 1977, Vol. 13, no 1, pp. 61–71 (in Russian).

Кондратьев К.Я. Изменения глобального климата: нерешенные проблемы // *Метеорология и гидрология*. 2004. № 6. С. 118–127.

Kondrat'ev K.Ya. Izmeneniya global'nogo klimata: nereshennye problemy [Global climate change: reality, hypothesis and fantasies], *Meteorologiya i gidrologiya*, 2004, no 6, pp. 118–127 (in Russian).

Котляков В.М. Криосфера и климат // *Экология и жизнь*. 2010. № 11. С. 51–60.

Kotlyakov V.M. Kriosfera i klimat [The cryosphere and climate], *Ekologiya i zhizn'*, 2010, no 11, pp. 51–60 (in Russian).

Навроцкая С.Е., Стонт Ж.И. Региональные особенности изменчивости гидрометеорологических условий у побережья Юго-Восточной Балтики (Калининградская область) // *Изв. РГО*. 2014. Т. 146, № 3. С. 54–64.

Navrotskaya S.E., Stont Zh.I. Regional'nye osobennosti izmenchivosti gidrometeoro-logicheskikh usloviy u poberezh'ya Yugo-Vostochnoy Baltiki (Kaliningradskaya oblast') [The hydro-meteorological changes of the South East coast of the Baltic sea (Kaliningrad region)], *Izv. RGO*, 2014, Vol. 146, no 3, pp. 54–64 (in Russian).

Панин Г.Н. Об изменении климата в полярных зонах Земли // *Докл. РАН*. 2010. Т. 427, № 3. С. 397–402.

Panin G.N. Ob izmenenii klimata v polyarnykh zonah Zemli [Climatical changes in the polar areas of the Earth], *Doklady Akademii Nauk*, 2010, T. 427, no 3, pp. 397–402 (in Russian).

Померанец К.С. Тепловой баланс Балтийского моря // *Тр. ГОИН*. 1964. Вып. 82. С. 87–109.

Pomeranets K.S. Teplovoy balans Baltiyskogo moray [The thermal balance of the Baltic Sea], *Trudy GOIN*, 1964, V. 82, pp. 87–109 (in Russian).

Рожков В.А. Методы статистической гидрометеорологии. Географические и геоэкологические аспекты развития природы и общества / Ред. Н.В. Каледин. СПб., 2008. С. 121–132.

Rozhkov V.A. Metody statisticheskoy gidrometeorologii. Geograficheskie i geoekologicheskie aspekty razvitiya prirody i obschestva [The methods of the statical hydro-meteorology. Geographical and ecological development of the nature and the society], red. N.V. Kaledin, St. Peterburg, 2008, pp. 121–132 (in Russian).

Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Кочанов С.Ю. Северо-Атлантическое колебание и климат. СПб.: Изд-во РГГМУ, 1998. 122 с.

Smirnov N.P., Vorob'ev V.N., Kochanov S.Yu. Severo-Atlanticheskoe kolebanie i klimat [North-Atlantic Oscillation and climate], *Izd. RGGMU*, St. Peterburg, 1998. 122 p. (in Russian).

Смирнова А.И., Минина Н.И., Яковлева Н.П. Вероятностный анализ годового хода и межгодовой изменчивости чисел Вольфа, форм атмосферной циркуляции, водообмена Балтийского моря с Северным и его составляющих // *Режимобразующие факторы, гидрометеорологические и гидрохимические процессы в морях СССР*. Л., 1988. С. 5–15.

Smirnova A.I., Minina N.I., Yakovleva N.P. Veroyatnostnyj analiz godovogo hoda i mezhgodovoy izmenchivosti chisel Vol'fa, form atmosfernoj tsirkulyatsii, vodoobmena Baltiyskogo morya s Severnym i ego sostavlyayushchih

[Probabilistic analysis of annual variations and interannual variability of Wolf numbers, the forms of atmospheric circulation, water exchange of the Baltic sea with the North sea and its components], v kn.: *Rezhimobrazuyushchie faktory, gidrometeorologicheskie i gidrohimicheskie protsessy v moryah SSSR*, Leningrad, 1988, pp. 5–15 (in Russian).

Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П. и др. Изменения климата Арктики и Антарктики — результат действия естественных причин // *Проблемы Арктики и Антарктики*. 2010. № 2 (85). С. 52–61.

Frolov I.E., Gudkovich Z.M., Karklin V.P. i dr. Izmeneniya klimata Arktiki i Antarktiki — rezul'tat deystviya estestvennykh prichin [Climate change in the Arctic and Antarctic — result of natural causes], *Problemy Arktiki i Antarktiki*, 2010, no 2 (85), pp. 52–61 (in Russian).

Чубарова Н.Е., Незваль Е.И., Беликов И.Б. и др. Климатические и экологические характеристики московского мегаполиса за 60 лет по данным Метеорологической обсерватории МГУ // *Метеорология и гидрология*. 2014. № 9. С. 49–64.

Chubarova N.E., Nezval' E.I., Belikov I.B. i dr. Klimaticheskie i ekologicheskie ha-rakteristiki moskovskogo megapolisa za 60 let po dannym Meteorologicheskoy observatorii MGU [Climatical and ecological characteristics of the Moscow metropolis for 60 years, according to the Meteorological Observatory of Moscow state University], *Meteorologiya i gidrologiya*, 2014, no 9, pp. 49–64 (in Russian).

Электронный атлас “Климат морей России и ключевых районов Мирового океана”. 2007. URL: http://www.esimo.ru/atlas/Balt/1_1.html (дата обращения: 20.11.2014).

Elektronnyj atlas “Klimat morey Rossii i klyuchevykh rayonov Mirovogo okeana” [“The Climate of Russian seas and the key areas of the World ocean”], 2007. URL: http://www.esimo.ru/atlas/Balt/1_1.html

Avotniece Z., Rodinov V., Lizuma L. et al. Trends in the frequency of extreme climate events in Latvia // *Baltica*. 2010. Vol. 23 (2). P. 135–148.

Chubarenko I.P., Chubarenko B.V. General water dynamics of the Vistula Lagoon // *Environm. and Chemical Physics*. 2002. Vol. 24, N 4. P. 213–217.

Fisher R.A., Yates F. Statistical tables for biological, agricultural and medical research. Edinburg: Oliver and Boyd, 1975.

IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2008.

Jurgelėnaitė A., Kriaučiūnienė J., Šarauskiene D. Spatial and temporal variation in the water temperature of Lithuanian rivers // *Baltica*. 2012. N 25 (1). P. 65–76.

Kriaučiūnienė J., Meilutytė-Barauskiene D., Reihan A. et al. Variability in temperature, precipitation and river discharge in the Baltic States // *Boreal Env*. 2012. Vol. 17(2). P. 150–162.

Kirschenstein M. The air temperature variations in Szczecin and its dependence on the North Atlantic Oscillation (NAO) / Baltic coastal zone // *J. Ecology and Protection of the Coastline*. 2011. Vol. 15. P. 5–23.

Michalska B. Tendencje zmian temperatury powietrza w Polsce [Recent trends of air temperature in Poland] // *Prace i Studia Geograficzne*. 2011. Vol. 47. P. 67–75.

Pinker R.T., Zhang B., Dutton E.G. Do satellites detect trends in surface solar radiation? // *Science*. 2005. Vol. 308 (5723). P. 850–854.

Tylkowski J. Temporal and spatial variability of air temperature and precipitation at the Polish coastal zone of the southern Baltic Sea // *Baltica*. 2013. N 26(1). P. 83–94.

Twardosz R., Kossowska-Cezak U. Exceptionally hot summers in central and eastern Europe (1951–2010) // *Theoretical and Applied Climatology*. 2013. Vol. 112. P. 617–628.

Wibig J., Gowicki B. Trends of minimum and maximum temperature in Poland // *Climate Research*. 2002. Vol. 20. P. 123–133.

Wild M., Gilgen H., Roesch A. et al. From dimming to brightening: decadal changes in solar radiation at Earth's surface // *Science*. 2005. Vol. 308 (5723). 06. P. 847–850.

Поступила в редакцию
02.12.2014

Zh.I. Stont, A.N. Demidov

**VARIABILITY OF AIR TEMPERATURE OVER THE SOUTH-EASTERN BALTIC SEA
BY THE OIFP D-6 DATA (2004–2013)**

The recent decade variability of air temperature was studied using the hourly observation data of the OIFP D-6-based environmental monitoring. The mean annual temperature is higher now than during the second half of the 20th century. The monthly values are the most variable in winter and the least variable in August. The diurnal variations are also analyzed. Both general regularities and regional features of the long-term variability of mean annual temperature were identified.

It was found that the mean annual temperature in the Russian sector of the South-Eastern Baltic Sea is higher now than in the middle of the 20th century (8.7 °C and 7.4 °C respectively). Minimum values shifted from January (–2.0 °C) to February (–1.1 °C). Winter months are January and February with diurnal variations of temperature below zero (–0.3 °C and –1.3 °C respectively), with March values being rather close to them (1.5 °C). It was proved that the seasons tend to shift one month forward under the marine conditions.

The highest variability of monthly means is typical for August and the lowest for January and February, mainly because of often thawing and surges of the Arctic air masses.

The results are of regional importance and characterize the Russian sector of the South-Eastern Baltic Sea about 22 km from the Curonian Spitz coast.

Key words: air temperature, regional features, variability, trend, trend gain, South-Eastern Baltic Sea.

УДК 911. 3: 301

О.Д. Ивлиева¹

ОЦЕНКА ВКЛАДА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ МИГРАЦИИ В ЭКОНОМИКУ ГЕРМАНИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПАТЕНТНОЙ СИСТЕМЫ

Высококвалифицированная миграция исследована с использованием разных теоретических подходов. Охарактеризована структура и динамика миграции в Германию особой группы мигрантов — иммигрантов — владельцев патентов (*immigrant-inventors*), выполнена оценка их влияния на инновационную сферу немецкой экономики. Представлена характеристика географического распределения этого вида мигрантов по странам и регионам происхождения, описана динамика потоков за последние два десятилетия. На основе данных об индексах цитируемости и патентной активности сделан вывод о вкладе каждой группы исследователей (иммигрантов, эмигрантов и ремигрантов) в инновационное развитие страны.

Ключевые слова: высококвалифицированная миграция, человеческий капитал, иммигранты — владельцы патентов, патенты, “циркуляция умов”, инновационное развитие, возвратная миграция, Германия.

Введение. В условиях развития глобализации возрастает актуальность регулирования миграционных потоков. Одна из основных задач иммиграционной политики в странах, принимающих мигрантов, — регулирование миграционных потоков с целью стимулирования экономического развития. При этом государство стремится всячески поощрять въезд в страну тех категорий работников, потребность в которых испытывает экономика страны в настоящее время. Развитые европейские страны в условиях негативной демографической ситуации и ускоряющегося технологического развития испытывают особый дефицит в квалифицированной рабочей силе. Решением этой проблемы в краткосрочном периоде стал допуск на местный рынок труда высококвалифицированных мигрантов. Приезжая в страну и получая возможность применить имеющиеся навыки и реализовать свой человеческий капитал, мигрант становится своего рода инвестором в экономику принимающей страны, способствуя ее росту. Специалист, в отличие от низкоквалифицированного мигранта, не только восполняет нехватку на рынке труда, но и создает дополнительные рабочие места, т.е. одно из его главных преимуществ состоит в том, что, обладая определенным набором знаний и навыков (принимающему государству не нужно оплачивать его обучение), он генерирует новое знание, создает инновации, повышая конкурентоспособность экономики страны-реципиента. Привлечение из-за рубежа значительного числа ученых и инженеров стимулирует изобретательскую активность и распространение инноваций в экономике принимающей страны, ускоряя темп ее роста (согласно макромоделям, на 0,5% в год) [International..., 2008]. Поэтому сегодня большинство европейских госу-

дарств проводит политику привлечения на территорию страны высококвалифицированных мигрантов.

Несмотря на возрастающую важность этой проблемы, миграция высококвалифицированных кадров остается малоизученной. На сегодняшний день не существует единой теории, описывающей схемы и структуру этого вида миграции. Одна из причин отсутствия теоретической базы — плохая обеспеченность статистикой, однако это и есть следствие общей незаинтересованности стран — реципиентов высококвалифицированных кадров в исследовании этого вопроса. По мнению А.Ю. Гапоновой [2010], принимающие страны, как правило, не заинтересованы в исследовании проблемы межгосударственной миграции высококвалифицированных кадров, в частности проблемы “утечки умов”, так как они до сих пор выступали в роли стран, получающих значительные преимущества в результате притока уже готовых квалифицированных специалистов [Гапонова, 2010]. Так, в докладе ОЭСР Д. Солта “Международное движение специалистов” отмечено: “...несмотря на большое значение миграции высококвалифицированного персонала для развития и управления международной экономикой, мы мало знаем о схемах и процессах миграции” [Salt, 1997]. Только недавно ситуация немного изменилась, во многих развитых странах стали изучать эти вопросы, но чаще всего в контексте “циркуляции умов”, поэтому так бедна в этой области статистика и мало теоретических разработок.

В Германии из-за негативных демографических тенденций и высокого темпа технологического развития нехватка специалистов ощущается острее. Таким образом, высока актуальность изучения высококвалифицированной миграции, прежде всего в контексте повышения эффективности миграци-

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

онной политики. Без анализа механизмов, структуры и географии высококвалифицированной миграции сложно проводить грамотную иммиграционную политику, а также судить о влиянии этого явления на экономику страны и о степени участия мигрантов в создании инноваций и развитии технического прогресса.

Материалы и методы исследований. Несмотря на отсутствие разработанной теоретической базы для высококвалифицированной миграции, существует много работ, посвященных прикладным аспектам этого вида миграции, а именно ее влиянию на отправляющую и принимающую страны. До 1990-х гг. большинство работ было посвящено явлению “Brain Drain” (“утечка умов”), рассматривались механизмы негативного влияния эмиграции и потери человеческого капитала на экономику страны. Более поздние исследования ставят под сомнение однозначность негативных последствий для отправляющей страны. Так, И.Г. Ушкалов и И.А. Малаха [1999] подчеркивают, что многие из иммигрировавших представителей академического сообщества сохраняют тесные связи со своими странами, поддерживая научные и академические отношения с коллегами и учебными заведениями на родине. Более того, часть сделавших карьеру за границей возвращаются по мере улучшения условий работы у себя дома. Большинство последних исследований направлено на изучение факторов, способствующих извлечению выгоды из интеллектуальной эмиграции. Работы показали, что “выгода от умов” (“Brain Gain”) имеет несколько форм:

- эмиграция специалистов из страны в какой-то мере способствует принятию мер по обеспечению лучших условий для высококвалифицированных работников в странах их происхождения;

- эмигранты, поддерживающие связь с коллегами из страны происхождения, способствуют перетоку знаний и передаче технологий на родину;

- при возвращении мигранты приносят с собой новые знания и навыки, которые готовы применить в знакомых им условиях;

- политика по стимулированию возвратной миграции выгодна стране, так как она не несет расходы на адаптацию специалиста и “возвращает” капитал, потраченный на его образование в прошлом [Salt, 1997; Staubhaar, 2000; Saxenian, 2002; Cerase, 1974].

О высоком уровне человеческого капитала ремигрантов пишет Ф. Церазе [Cerase, 1974]. Отдельная категория “возвращенцев”, ремигранты-инноваторы, согласно теории Церазе, — это наиболее динамичная категория мигрантов. Они готовы использовать все новоприобретенные навыки и знания (т.е. свой человеческий капитал) уже в родной стране, которая, по их мнению, предоставляет им более выгодные условия и перспективы для развития.

Исключительное значение миграционных сетей в воспроизводстве и перетоках знаний и последующем возвращении подчеркивает А. Саксе-

ниан, анализирувавшая китайские и индийские сети мигрантов в Силиконовой Долине [Saxenian, 2002]. Высококвалифицированные эмигранты получают доступ к технологиям и знаниям страны-реципиента и активно участвуют в их трансфере на родину, тем самым положительно влияя на экономику страны происхождения. Явление возвратной миграции высококвалифицированных специалистов получило отражение в концепции “циркуляции умов” (“Brain Circulation”). А. Саксениан определяет это явление как возвратную миграцию высококвалифицированных работников, которые: а) приехали из третьих стран, б) остались в развитых странах после окончания университета для старта карьеры, в) получают поддержку от иммигрантских сообществ и сообществ выпускников, г) после возвращения на родину становятся участниками международной сети специалистов. Однако для того чтобы возвращение состоялось, страна отправления должна создать приемлемые рамочные условия — политическую стабильность, экономическую открытость, развитость высокотехнологических отраслей.

Цель исследования — изучение географии, структуры и динамики потоков высококвалифицированных мигрантов в Германии. Сначала были определены основные требования к источникам данных: а) наличие данных по странам; б) сопоставимость данных по странам происхождения мигрантов; в) возможность оценить человеческий капитал мигранта; г) актуальность сведений.

Этими характеристиками обладает база данных из Международной патентной системы Всемирной организации интеллектуальной собственности. Международная патентная система начала свое существование в 1978 г. и к 2013 г. включала данные по 148 странам. Она предоставляет сведения о стране проживания и гражданстве владельца патента, что позволяет отследить его мобильность.

Выбор этого источника также позволяет взглянуть на критерии оценки человеческого капитала под другим углом. В то время как уровень образования и формальный статус (научный сотрудник, профессор) дают только потенциальную характеристику человеческого капитала, статус владельца патента подтверждает материальное воплощение этого капитала в конкретном изобретении/технологии. Несмотря на то что база не охватывает всех изобретений, в нее попадают наиболее экономически ценные из них. Такая позитивная селекция происходит из-за того, что процедура патентования довольно дорогостоящая и заявитель прибегает к нему только в случае высокой окупаемости технологии/изобретения (в противном случае изобретение патентуется в региональном ведомстве в пределах страны). Таким образом, рассматривая мобильность изобретателей на основе данных Международной патентной системы, можно изучать наиболее высококвалифицированных мигрантов, применивших человеческий капитал за пределами страны проис-

хождения. Еще одно преимущество этого источника — ежегодная обновляемость и довольно длинный временной ряд данных (с 1990 г.).

Патентные данные позволяют не только отслеживать мобильность их владельцев, но и оценивать степень их вовлеченности в экономику страны прибытия. Такой показатель, как доля иммигрантов — владельцев патентов в общем числе владельцев патентов от наиболее активных патентующих компаний и организаций страны, дает характеристику вклада мигрантов в инновационную деятельность компании. Еще один индикатор, позволяющий охарактеризовать вклад держателей патентов в развитие инновационных отраслей экономики, — цитируемость их патентов. В экономической литературе цитируемость патента рассматривается как одно из измерений ценности изобретения [Miguélez, Fink, 2013; Trajtenberg, 1990; World..., 2012]. На ее основе выделяют группу так называемых прорывных патентов. Патент считается прорывным, если он входит в 5% патентов с наибольшим цитированием, полученным в первые 5 лет после регистрации. Анализируя долю иммигрантов среди авторов всех патентов системы и их процент в прорывных патентах, можно сделать вывод об их вкладе в наиболее передовые технологии.

В качестве источников данных были выбраны Международная патентная система Всемирной организации интеллектуальной собственности и отчет Комитета развития и интеллектуальной собственности (Committee on Development and Intellectual Property, — CDIP). Дана географическая характеристика миграции владельцев патентов в Германию. На основе таких показателей, как “доля иностранцев среди всех владельцев патентов в наиболее активных патентующих организациях Германии” и “доля иностранцев среди обладателей прорывных патентов”, сделан вывод о вкладе создателей иммигрантов в инновационную составляющую немецкой экономики.

На основе исследования Экспертной комиссии по исследованиям и инновациям, которое в свою очередь использует данные платформы Scopus Custom Data Elsevier, проведено качественное сравнение цитируемости ученых-ремигрантов с цитируемостью

ученых-иммигрантов и эмигрантов и сделан вывод о вкладе каждой группы в инновационную сферу Германии [Elsevier..., 2014].

Результаты исследований и их обсуждение. Германия занимает 2-е место (после США) по абсолютному числу иммигрантов — владельцев патентов, въехавших в страну в период с 2001 по 2010 г., в эти годы в Германию въехали 7,4% всех иммигрантов — владельцев патентов (табл. 1).

Однако, несмотря на их значительный приток, в Германии наблюдается отрицательное миграционное сальдо: с 2000 по 2010 г. из страны уехало около 32 тыс. владельцев патентов, что на 8 тыс. больше числа приехавших владельцев патентов.

В абсолютных данных в этот же период в Германию мигрировало более 2600 держателей патентов из Австрии и Франции и более 2100 из Нидерландов и Великобритании соответственно (рис. 1). Несмотря на значительные колебания в объемах потоков из отдельных стран, общая структура распределения по основным странам происхождения на протяжении 20 лет (1990—2010) остается стабильной, как правило, это страны Евросоюза — Австрия, Франция, Нидерланды, Италия.

С помощью патентных данных можно оценивать степень вовлеченности иностранных авторов патентов в экономику страны прибытия. На фоне наиболее экономически развитых европейских стран в Германии доля иммигрантов — владельцев патентов среди всех авторов патентов невелика.

Наибольшая их доля наблюдается в химическом концерне “BASF SE” (10%) и в фармацевтической компании “Boehringer Ingelheim” (10%), тогда как в британской организации “Imperial Innovations LTD” около 30% зарегистрированных патентов принадлежит иммигрантам, в американской “Qualcomm” — более 60%, а в швейцарской компании “Alstom” — около 70% [WIPO...,] (рис. 2).

Отличительной чертой Германии можно считать то, что наиболее активными создателями патентов в ней являются специалисты крупных компаний и корпораций, тогда как в США, Швейцарии и Великобритании в десятку наиболее активных создателей патентов входят университеты, характеризующиеся очень высокой долей иностранцев среди

Таблица 1

Страны — лидеры по числу прибывших иммигрантов — владельцев патентов в период с 2000 по 2010 г.

Показатель	США	Германия	Швейцария	Великобритания	Нидерланды
Общее число мигрантов, прибывших в страну	194 609	25 341	20 416	15 758	9665
Доля от общемирового числа иммигрантов — владельцев патентов, %	51,17	7,44	6	4,63	2,84
Доля от общемирового числа владельцев патентов в стране, %	18,8	5,54	38,4	11,6	13,7
Сальдо, тыс. человек	193	−8	18	−18	2

Примечание. Составлено по данным [Saxenian, 2002].

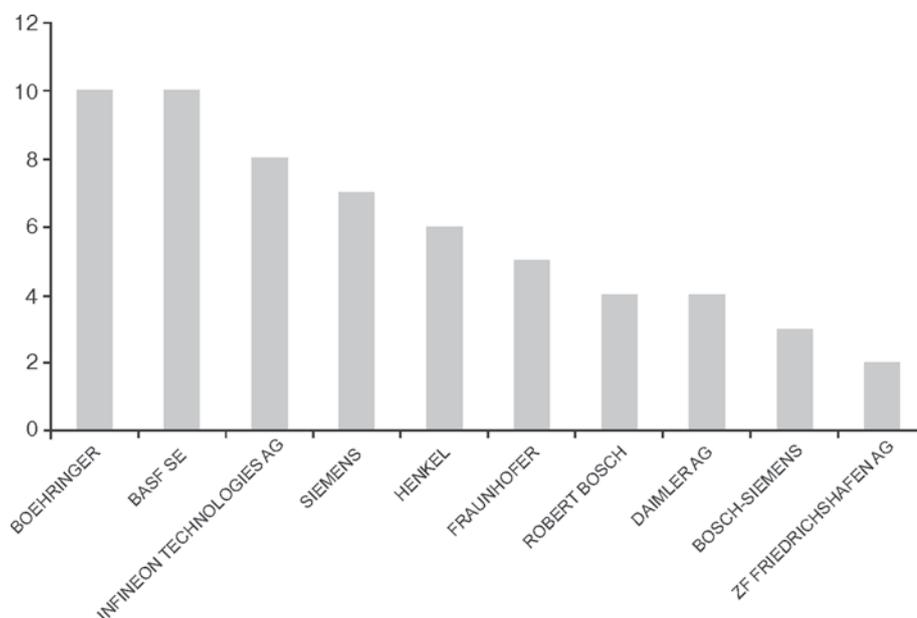


Рис. 1. Доля основных стран происхождения иммигрантов — владельцев патентов, въехавших в Германию, по [Salt, 1997]

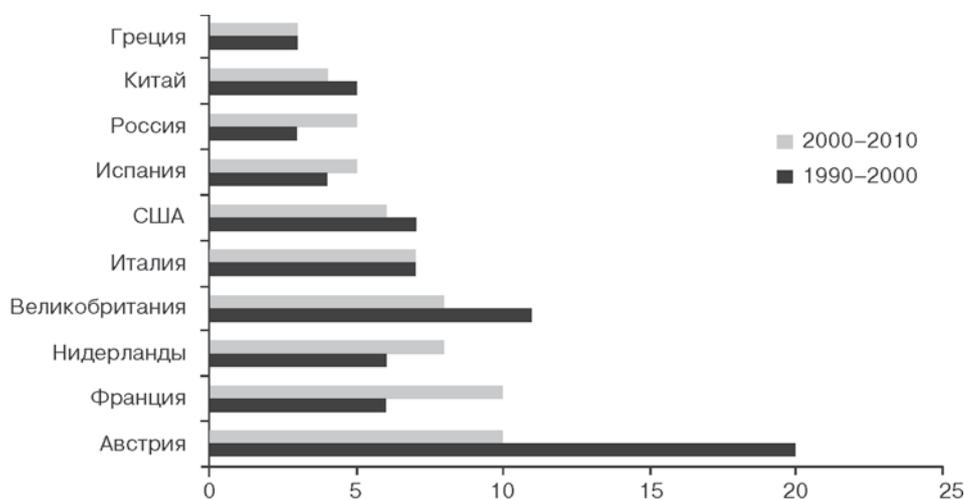


Рис. 2. Доля иностранцев среди всех владельцев патентов в наиболее активных патентующих организациях Германии, по [Saxenian, 2002]

всех владельцев патентов (Массачусетский технологический институт — 30%, Институт Калифорнии — 30, Федеральная политехническая школа Лозанны — 30, Кембриджский и Оксфордский университеты — по 25%). Поэтому можно сделать вывод, что в этих странах, в отличие от Германии, университеты гораздо больше интегрированы в экономическую систему. С одной стороны, разработки иммигрантов используются прежде всего крупнейшими компаниями, что повышает конкурентоспособность последних на мировом рынке, а с другой — низкое число иммигрантов — владельцев патентов в университетах может препятствовать активному обмену знаниями в научной сфере.

Данные о патентах для той отрасли, в которой был зарегистрирован патент иммигранта, позволяют проанализировать, иммигранты из каких стран

наиболее активно участвуют в создании инноваций в той или иной отрасли. Анализ данных табл. 2 показывает важную роль граждан Австрии и Франции как наиболее многочисленных создателей инноваций в тех отраслях, где в Германии наблюдается дефицит высококвалифицированных специалистов и экспертов (мехатроника и машиностроение, электроника и электротехника).

Еще один показатель, позволяющий охарактеризовать вклад иммигрантов — владельцев патентов в развитие инновационных отраслей экономики, — цитируемость их патентов. Анализируя данные о патентах, созданных иммигрантами, в общем числе патентов (табл. 3), можно отметить, что их доля выше именно в прорывных патентах² (20%) по сравнению с участием в процессе патентования в целом (5,5%).

² Патент считается прорывным, если он входит в 5% патентов с наибольшим числом цитат, полученных в первые 5 лет после регистрации.

Таблица 2

Распределение числа патентов, зарегистрированных в Германии в 2000—2010 гг., по гражданству их авторов

Электротехника		Оптика, медицинские технологии, биоматериалы	
Гражданство создателя	Число патентов	Гражданство создателя	Число патентов
Австрия	942	Нидерланды	446
Франция	738	Австрия	442
Нидерланды	649	Россия	349
Италия	531	Франция	270
США	444	Великобритания	265
Китай	422	Италия	203
Россия	315	США	203
Химия		Мехатроника и машиностроение	
Великобритания	2000	Австрия	773
Франция	1840	Франция	615
Нидерланды	1508	Италия	390
Австрия	1345	Нидерланды	375
Испания	1036	Великобритания	370
США	1000	Испания	265
Греция	895	США	248
Италия	867	Турция	222
Россия	751	Россия	212

Примечание. Составлено по данным [Sexenian, 2002].

Таблица 3

Доля иностранцев среди обычных и прорывных патентов

Страна	Доля иностранцев среди всех обладателей патентов, %	Доля иностранцев среди обладателей прорывных патентов, %
Германия	5,5	20
США	18,17	22,53
Швейцария	35,27	44
Великобритания	14,74	21,16
Франция	11,45	17,56
Бельгия	22,89	35,61
Италия	4,45	7,82

Примечание. Составлено по данным [Salt, 1997].

Наряду с иностранными владельцами патентов в Германию возвращаются и высококвалифицированные немцы, в прошлом эмигрировавшие из страны. Из-за отсутствия данных о возвратной миграции в целом можно охарактеризовать это явление на примере узкой группы высококвалифицированных специалистов — ученых.

На рис. 3 представлен так называемый импакт-фактор³ (SNIP Factor, Source Normalized Impact per Paper), рассчитанный для четырех групп ученых: ученые, не мигрировавшие за пределы Германии; ученые-иммигранты; ученые-ремигранты и ученые-эмигранты. Так как импакт-фактор оценивает среднее качество издательств, где публиковались статьи ученого, то его можно считать своеобразным показателем качества человеческого капитала и уровня ученого: чем выше рейтинг журнала, тем выше его требования к актуальности и научной ценности публикации.

³ Для каждого обнаруженного в базе Scopus издания рассчитывается импакт-фактор — соотношение среднего числа цитат на статью в этом журнале и средней цитируемости статей в соответствующей научной области. Импакт-фактор ученого рассчитывается как среднее значение импакт-факторов всех издательств, где публиковались его статьи. Таким образом, чем выше научный рейтинг журналов, где публикуются статьи ученого, тем выше импакт-фактор ученого.

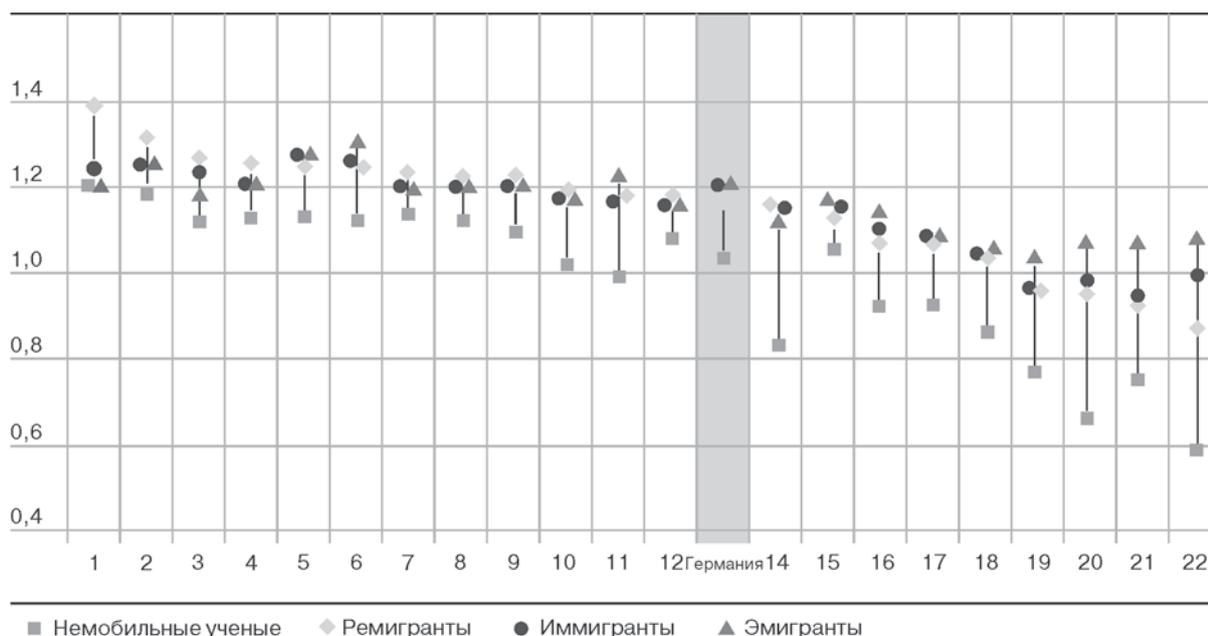


Рис. 3. Импакт-фактор (средний за период с 1996 по 2011 г.) различных категорий ученых в некоторых странах: 1 — США, 2 — Нидерланды, 3 — Великобритания, 4 — Канада, 5 — Швейцария, 6 — Израиль, 7 — Финляндия, 8 — Швеция, 9 — Дания, 10 — Франция, 11 — Италия, 12 — Бельгия, 13 — Германия, 14 — Испания, 15 — Австралия, 16 — Корея, 17 — Япония, 18 — ЮАР, 19 — Бразилия, 20 — Индия, 21 — Португалия, 22 — Китай

В случае Германии наивысший показатель (1,21) наблюдается у ученых-эмигрантов. Ученые, наиболее продуктивные в научной сфере, склонны уезжать из страны. Однако близкий по значению показатель выявлен у ученых-иммигрантов (1,2) и ремигрантов (1,18). Ученые, не уезжавшие из Германии, имеют самый низкий импакт-фактор.

Высокие показатели у эмигрантов (1,21) и довольно низкие у ученых, оставшихся в Германии (1,05), могут косвенно свидетельствовать о лучших исследовательских условиях за ее пределами. Существенное отличие в значениях показателя между ремигрантами и немобильными учеными свидетельствует о том, что во время пребывания вне Германии ученые наращивают свой потенциал, приобретая новые знания и компетенции, и с этим “багажом” возвращаются обратно. Таким образом, на основании данных о высоком импакт-факторе ученых-ремигрантов и с учетом того, что в период с 1996 по 2011 г. около 60% прибывших в Германию цитируемых ученых были ремигрантами, можно говорить о выгоде от интеллектуальной эмиграции. Вместе с вернувшимся ученым-мигрантом в страну поступают и новые знания, что однозначно можно считать положительным следствием его прошлой эмиграции.

Выводы:

— на основе патентных данных рассмотрены структура и динамика высококвалифицированной миграции, охарактеризован вклад иммигрантов — держателей патентов в инновационную сферу немецкой экономики. Они составляют 20% авторов всех прорывных патентов, что можно расценивать как существенный вклад в развитие инновацион-

ной сферы Германии. Среди всех мигрантов — авторов патентов в Германии наиболее широко представлены иммигранты из стран Евросоюза;

— структура потоков иммигрантов — авторов патентов в Германию по странам происхождения не динамична, лидирует одна и та же группа стран: с 1990 г. основными странами-поставщиками остаются страны Евросоюза, непосредственно с ней граничащие, — Австрия, Франция, Нидерланды. Из числа третьих стран лидируют по числу эмигрировавших в Германию владельцев патентов США, Россия и Китай. Доля иммигрантов из России за два рассмотренных периода (1990—2000 и 2000—2010) увеличилась в 2 раза (с 2,5 до 5%). В условиях почти полного преобладания иммигрантов — владельцев патентов из европейских стран среди всех иммигрантов — владельцев патентов, прибывающих в Германию, а также с учетом потоков немецких эмигрантов в эти страны можно говорить о единой европейской миграционной системе с общим рынком труда, открытыми границами, общими культурными связями и потоками информации;

— в Германии (в отличие от Франции, США, Великобритании, где основные поставщики патентов — университеты) к числу организаций, наиболее активно регистрирующих патенты, относятся в основном корпорации-гиганты — “BASF SE”, “Boehringer Ingelheim”, “Daimler”, “Siemens” и др., доля авторов-иммигрантов среди этих патентов 10%. Следовательно, авторы-иммигранты вносят больший вклад в развитие промышленных технологий, нежели в научную и академическую сферу;

— при сопоставлении качества человеческого капитала ученых, вернувшихся в Германию из-за границы, и ученых, не уезжавших из нее (на основе импакт-фактора), видно, что у ремигрантов соответствующий показатель выше (1,17), чем у тех ученых, кто остался в Германии (1,05). В соответствии с теорией “выгоды от умов” и “циркуляции умов” и с учетом того, что в период с 1996 по 2011 г.

около 60% прибывших в Германию и имеющих публикации ученых были ремигрантами, можно утверждать, что существует положительный эффект от эмиграции. Согласно теории человеческого капитала, а также подходу Ф. Церазе, различие в этом показателе между немобильными учеными и ремигрантами — результат инвестиций ремигранта в собственный человеческий капитал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Гапонова А.Ю. Международная миграция высококвалифицированных специалистов: направления, масштабы, регулирование // Демоскоп weekly. 2010. № 441. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2010/0441/analit07.php> (дата обращения: 12.03.2014).

Garonova A.Ju. Mezhdunarodnaja migracija vysokokvalificirovannyh specialistov: napravlenija, masshtaby, regulirovanie // Demoskop weekly, 2010, no 441. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2010/0441/analit07.php> (Accessed: 12.03.2014).

Ушкалов И.Г., Малаха И.А. Утечка умов: Масштабы. Причины. Последствия. М.: Эдиториал УРСС, 1999. 173 с.

Ushkalov I.G., Malaha I.A. Utechka umov: Masshtaby. Prichiny. Posledstvija. M.: Jeditorial URSS, 1999, 173 p. (in Russian).

Beine M., Docquier F., Rapoport H. Brain drain and economic growth: theory and evidence // J. Develop. Economics. 2001. Vol. 64 (1). P. 276—287.

Borjas G., Bratsberg B. Who leaves? The Outmigration of the foreign-born // Rev. Econ. Statistics. 1996. Vol. 78, N 1. P. 165—176.

Cerese F. Expectations and reality: a case study of return migration from the United States to Southern Italy // Intern. Migration Rev. 1974. Vol. 8, N 2. P. 62—245.

Dustmann C., Weiss Y. Return migration: Theory and empirical evidence from the U.K. // British J. of Industrial Relations. 2007. Vol. 45, N 2. P. 236—253.

EFI — Expertenkommission Forschung und Innovation: Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands. Berlin: EFI, 2014.

Elsevier official site. URL: <http://www.elsevier.com/online-tools/scopus> (Accessed: 02.03.2014).

International Migration Outlook: 2008 Edition. P.: OECD, 2008.

Miguélez E., Fink C. Measuring the International Mobility of Inventors: A New Database // WIPO Economics & Statistics Ser. 2013. Working pap. N 8. P. 3—32.

Salt J. International Movement of highly skilled. P.: OECD Publishing, 1997. 45 p.

Saxenian A.L. Silicon valley's new immigrant high-growth entrepreneurs // Econ. Develop. Quarterly. 2002. Vol. 16, N 1. P. 20—31.

Straubhaar T. International Mobility of the highly skilled: Brain gain, brain drain or brain exchange. Hamburg: HWWA Discussion Pap. 2000. N 88.

Trajtenberg M. A Penny for your quotes: Patent citations and the value of innovations // RAND J. Economy. 1990. Vol. 21, N 1. P. 172—187

World Intellectual Property Indicators (WIPO), Special Section: the International mobility of inventors // WIPO Economics and Statistics Ser. 2012. P. 4—81.

WIPO official site. URL: http://www.wipo.int/directory/en/details.jsp?country_code=GB,US,FR (Accessed: 12.03.2014).

Поступила в редакцию
17.11.2014

O.D. Ivlieva

CONTRIBUTION OF HIGHLY QUALIFIED MIGRANTS
TO THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF GERMANY
(BASING ON THE INTERNATIONAL PATENT SYSTEM DATA)

Migration of highly qualified people is analyzed using a wide range of theoretical approaches. Structure and dynamics of the immigration of the so-called “inventors” to Germany are described and their contribution to the innovative sphere of the German economy is evaluated. Citation indices and patenting activity data were used to conclude about the input of each group of researchers (immigrants, emigrants and re-migrants) to the innovative development of the country and the position of Germany in the international system of highly-qualified migration.

Key words: highly-qualified migration, human capital, immigrants-inventors, patents, “brain circulation”, innovative development, re-migration, Germany.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 911.373.2(470)

А.И. Алексеев¹, С.Г. Сафронов²ИЗМЕНЕНИЕ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ В РОССИИ
В КОНЦЕ XX — НАЧАЛЕ XXI ВЕКА³

Трансформация сельского расселения России рассматривается как с традиционной расселенческой точки зрения, так и шире, с учетом изменения функций сельских поселений. На основании результатов переписей населения 1970, 1989 и 2010 гг. проанализирована динамика численности сельского населения, густоты и людности сельских поселений в позднесоветский и постсоветский периоды. Общая тенденция в эволюции сельского расселения — сокращение численности сельских жителей на фоне их концентрации во все более крупных поселениях — в разных частях страны реализовывалась не одновременно и в сочетании с разными конкретными вариантами трансформации структуры сети по людности поселений. Постепенное “проседание” всей сети с медленным уменьшением средней людности происходит в относительно благополучных регионах лесостепной зоны. “Обвал” сети типичен для областей Нечерноземья с уменьшением числа средних по числу жителей поселений за счет их измельчания и перехода в разряд мельчайших. Лишь для небольшого числа регионов Юга России характерно постоянное укрупнение людности поселений при сохранении общего рисунка сети.

Эти процессы начались еще в советский период под влиянием преимущественно внешних, экзогенных по отношению к сельскому расселению факторов, в первую очередь развития процесса урбанизации. В постсоветский период все большее значение стали играть факторы, имеющие иную, эндогенную природу, т.е. трансформирующие сельскую местность изнутри. Прежде всего, это изменение экономической основы села, а вместе с ней и функций многих сельских поселений, утративших поселкообразующую базу в виде подразделений коллективных сельхозпредприятий. Не менее важен и быстрый рост пригородного сельского расселения, имеющего иной набор функций, развивающегося под влиянием иных факторов и формирующего иного сельского жителя, чем традиционная сельская местность.

Ключевые слова: сельское расселение, плотность населения, густота поселений, людность поселений, пригородное расселение, трансформация структуры занятости, картографирование сельского расселения.

Введение. Интерес к изучению сельского расселения в отечественной науке обусловлен особой ролью сельской местности в сохранении и развитии всего исторического обитаемого пространства России, а значит, и сельского расселения, выступающего в качестве ее каркаса. Хотя по доле городского населения Россия вполне сравнима с развитыми странами, глубина этой урбанизированности весьма относительна. Российская сельская местность имеет свое продолжение в городах, подавляющая часть жителей которых — горожане в первом или втором поколении, для которых сельские ценности по-прежнему играют очень большую роль.

Сельское расселение в отечественной науке изучали специалисты разных направлений, одно из ключевых — в качестве неотъемлемой части процесса колонизации, который многие специалисты рассматривали как осевой для русской истории

[Любавский, 1909]. В советский период большинство сельских поселений считались элементами колхозно-совхозной организации сельскохозяйственного производства, поэтому выделялись такие типы поселений, как центральные усадьбы колхоза/совхоза, поселки отделений и бригад, прифермские и др. [Ковалев, 2013]. Начиная с 1960-х гг. в связи с сселением неперспективных деревень, которое в общественном сознании было гипертрофировано воспринято как очередное преступление советской власти, ключевыми темами стали устойчивость сельских поселений и перспективы их типов, реальное же значение этой кампании было далеко не столь значительным [Алексеев и др., 1980]. Хотя негативные тенденции в сельском расселении стали проявляться еще в конце советского периода, но в большинстве научных исследований речь шла о развитии сельского расселения.

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

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

³ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-06-00895).

В постсоветский период экономический спад усилил кризис села в большинстве регионов страны, однако непосредственно сельскому расселению на общероссийском уровне были посвящены лишь отдельные исследования [Казьмин, Чернышева, 2006]. Большинство же работ 1990–2000-х гг., посвященных сельской местности и охватывавших всю страну, было связано с обсуждением конкретных практических задач, например с анализом трансформации сети учреждений социальной сферы [Зубаревич, 2013], сдвигов в сельскохозяйственном производстве или более широкого круга проблем сельской местности [Нефедова, 2012]. Исследовалась и взаимосвязь расселения с подвижностью населения [Алексеев и др., 2007].

Непосредственно сельскому расселению посвящен ряд интересных работ, в которых современные тенденции трансформации сельского расселения обобщались на региональном уровне (например, [Калинина, 2013; Левченков, 2004; Лухманов, 2004; Турун, 2013; Эльдаров, 2008]) или касались ситуации в специфических пригородных ареалах [Зайончковская, Иоффе, 2013].

На первый взгляд основные тенденции трансформации собственно сельского расселения в постсоветский период аналогичны процессам, начавшимся еще в конце советской эпохи. Они были лишь усилены и обострены происходившими в стране социально-экономическими преобразованиями. Однако общестрановые оценки и показатели оказываются не вполне корректны на региональном уровне. Сравнение ситуации в течение двух поздних и постсоветских десятилетий позволяет показать, что они в разное время и с разной скоростью вступали в процесс трансформации сельской местности, а ее результаты и модели такой трансформации в разных частях страны заметно отличаются.

Трансформация сети сельского расселения — лишь индикатор процессов, за которыми стоит ряд факторов, последние можно условно разделить на два типа. *Первый тип* — *экзогенные*, связанные с влиянием на сельскую местность внешних причин, прежде всего урбанизации, усиления притягивающей силы городской среды. Эти факторы опосредованно воздействовали на сельскую местность, “вытягивая” из нее наиболее активное население, и были основными в советский период.

В 1990-е гг. стали усиливаться факторы *второго типа*, имеющие, скорее, *эндогенную природу* и связанные с коренной трансформацией самой сельской местности. Прежде всего это изменение экономической основы села, а вместе с этим и функций многих сельских поселений, утративших поселкообразующую базу в виде подразделений коллективных сельскохозяйственных и лесозаготовительных предприятий. Взамен усиливаются другие функции — селитебные, рекреационные, связанные с предоставлением социальных услуг. Параллельно растет территориальная подвижность сельских

жителей, многие из которых получают основные доходы от деятельности, не связанной с занятостью в аграрной сфере или лесном хозяйстве.

Для анализа этих процессов, чтобы отделить быстрые, но кратковременные изменения, от долговременных тенденций, было выбрано два 20-летних интервала. Кроме того, в связи с переходом государственной статистики на учет населения в разрезе муниципальных образований, а не населенных пунктов анализ тенденций в развитии сельского расселения в перспективе может стать крайне затрудненным.

Результаты исследований и их обсуждение. Динамика численности сельского населения, “административная рурализация”. В целом по России сельское население и в конце советского периода, и в постсоветский период, судя по статистике, меняется незначительно. Однако реальные процессы миграционного оттока сельского населения в города маскируются административными решениями — преобразованием сотен поселков городского типа (ПГТ) в категорию сельских поселений. Всего за период с 1991 по 2010 г. таким образом был изменен статус 725 ПГТ, в результате чего численность сельского населения России искусственно увеличилась на 2,4 млн человек.

Особенно большие изменения произошли в Свердловской области (численность сельского населения выросла на 211 тыс. человек), Башкирии (180 тыс.), Ростовской области (168 тыс.), Алтайском крае (136 тыс.) и Оренбургской области (128 тыс.). В относительных величинах самые большие искажения характеризуют Карелию: более 1/3 ее сельских жителей в 2010 г. — это недавние жители ПГТ; вместе с ними доля сельского населения в республике составляет 22%, а без них 14%. Более 30% сельских жителей составляют недавние жители ПГТ в Свердловской и Сахалинской областях, здесь за счет административных преобразований долю сельских жителей искусственно увеличили в первом случае с 11 до 16%, а во втором с 14 до 20%.

Анализ плотности сельского населения, рассчитанной без учета перевода ПГТ в села, показывает в целом ее постепенное снижение с юго-запада на север и северо-восток (рис. 1). В пределах Европейской России плотность населения закономерно снижается с юга (степная зона с плодородными почвами, почти сплошь распаханная) на север, где сплошная сельскохозяйственная освоенность сменяется сначала выборочной (в зоне смешанных лесов), а затем очаговой (в тайге).

Динамика численности сельского населения также носит почти зональный характер. Большая часть Европейской России (кроме Крайнего Севера и Северного Кавказа) характеризуется высоким темпом убыли населения и в советский, и в постсоветский периоды. Эти регионы имеют наиболее постаревшее (в результате миграционного оттока)

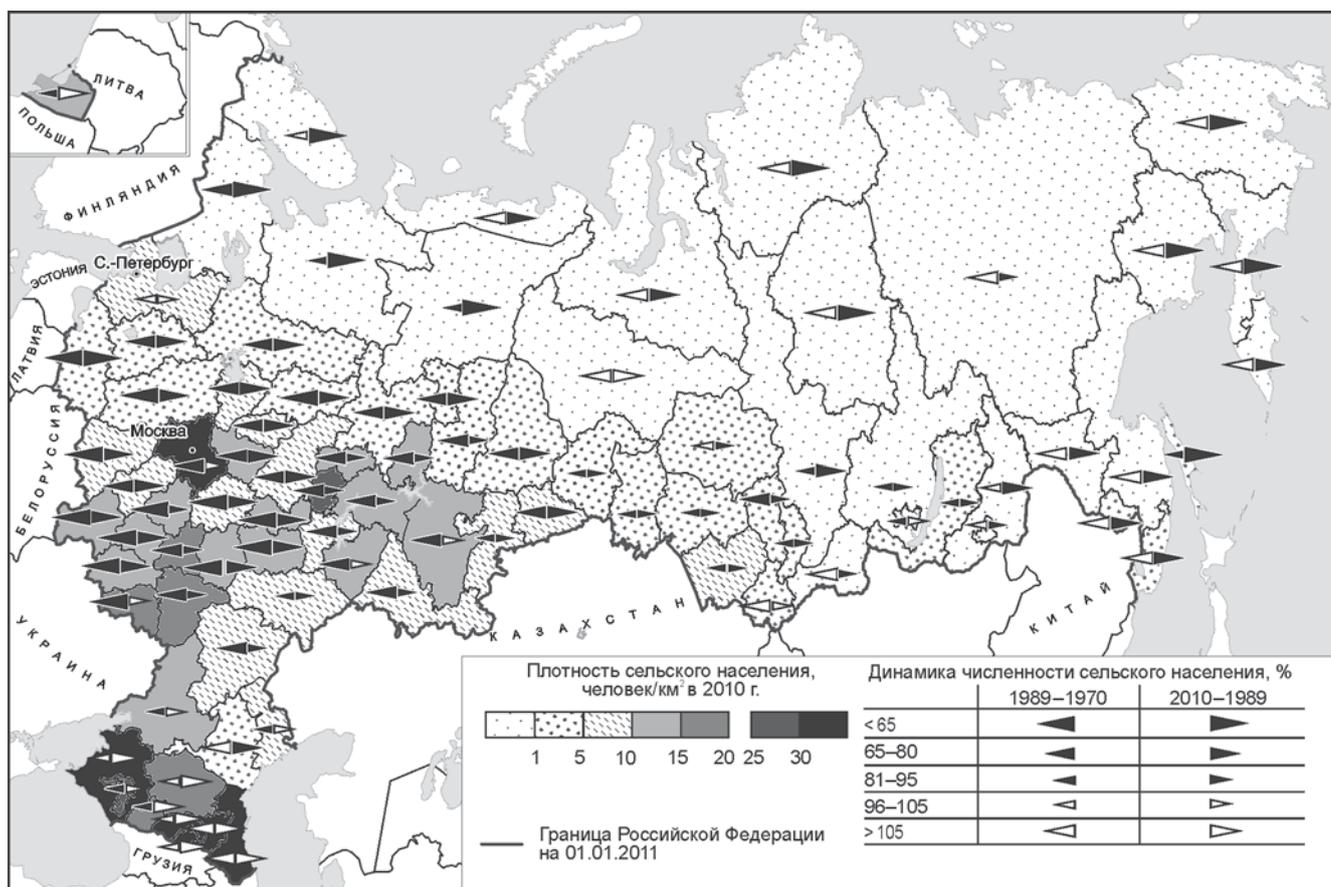


Рис. 1. Динамика и плотность сельского населения в 1970–2010 гг. (без учета поселков городского типа, утративших статус городских поселений; данные по Чечено-Ингушетии приводятся в границах 1989 г.)

население, в результате в них смертность преобладает над рождаемостью. Регионы Северного Кавказа, наоборот, демонстрируют устойчивый рост в оба периода. В равнинные регионы, где преобладает русское население, в последние два века был направлен миграционный приток почти из всех регионов России; в республиках главную роль играл естественный прирост, так как в них демографический переход осуществился позже (в Ингушетии, Чечне и Дагестане он еще полностью не завершен). Крайний Север (от Мурманской области до Чукотки) и Приморье показывают смену тенденции: в советское время государственная политика способствовала их заселению, а ее отсутствие в постсоветский период — быстрому оттоку населения.

Отклонения от “зонального” характера связаны или с быстрым ростом пригородного сельского расселения столичных агломераций и нефтедобывающих районов Западной Сибири, или с приемом в 1990-х гг. приграничными регионами вынужденных мигрантов из стран нового зарубежья.

Густота сельских населенных пунктов (рис. 2) максимальна в Центральной России (Центральный и Центрально-Черноземный экономические районы и их соседи). Этот ареал почти совпадает с показанным на рис. 3 ареалом распространения мелких поселений — здесь самая низкая доля про-

живающих в крупных населенных пунктах (>1 тыс. жителей). Для Северного Кавказа характерна максимальная доля проживающих в крупных поселениях, но даже при высокой плотности населения их густота меньше, чем в Центре. А Крайний Север и азиатская часть России имеют крайне редкую сеть поселений, но большинство жителей живут в крупных селах.

В результате исследований *изменения в соотношении поселений разной людности* установлено, что происходит процесс непрерывной концентрации сельского населения во все более крупных поселениях: доля населения, живущего в мелких населенных пунктах, постоянно снижается (рис. 4). Но соотношение числа сельских поселений имеет более сложную траекторию: число средних и мелких поселений уменьшается, так как в результате уменьшения числа жителей большая часть этих поселений переходит в разряд мельчайших, число которых растет.

Тенденции в сдвигах распределения сельских жителей по поселениям разной людности в регионах России зависят от исходной структуры (рис. 5). На Северном Кавказе, где традиционно преобладали крупные села и население растет или по крайней мере не уменьшается, распределение населения по поселениям разных групп людности почти не меняется (Ставропольский край), а число населен-

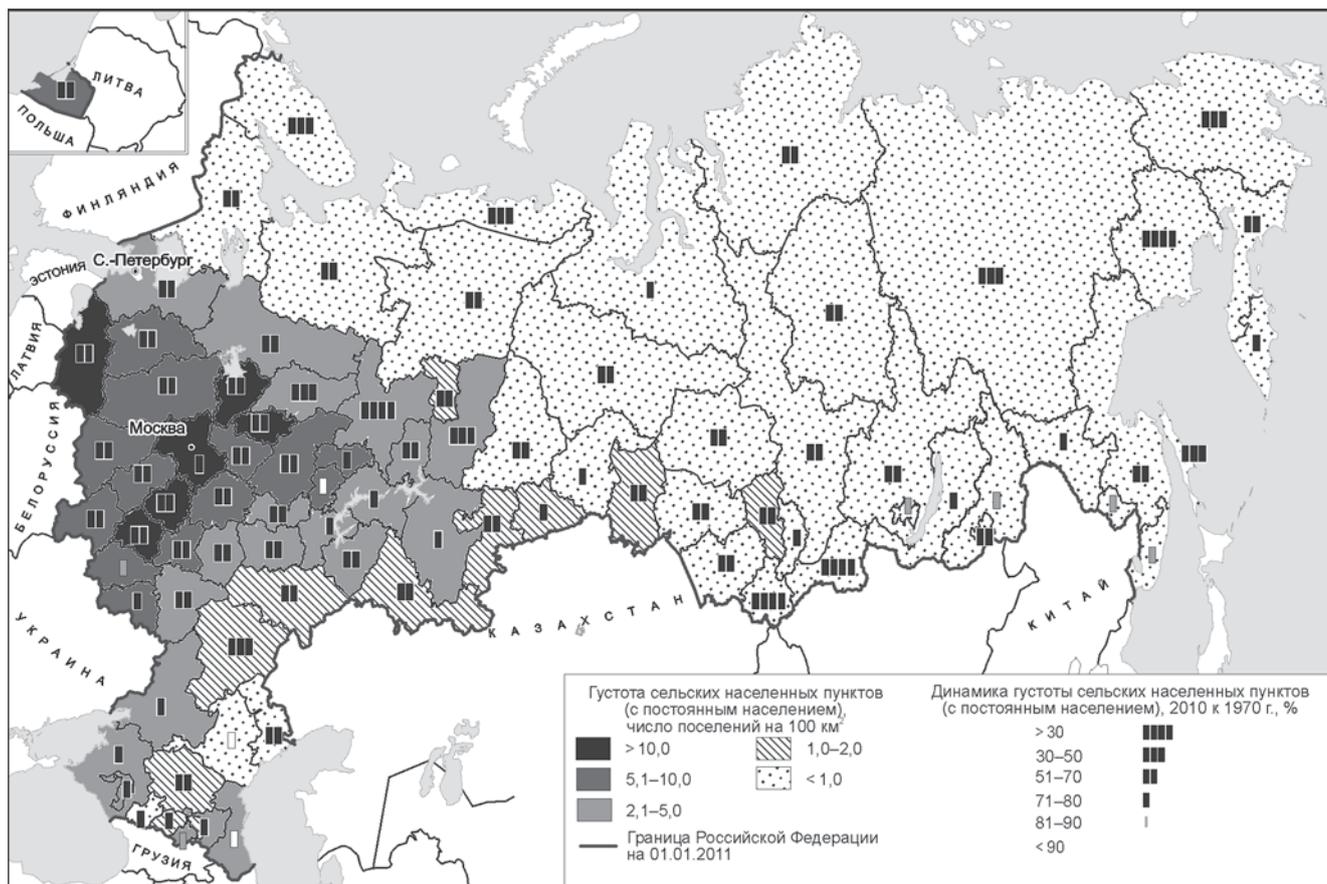


Рис. 2. Густота сельских населенных пунктов в 2010 г. (данные по Чечено-Ингушетии приводятся в границах 1989 г.)

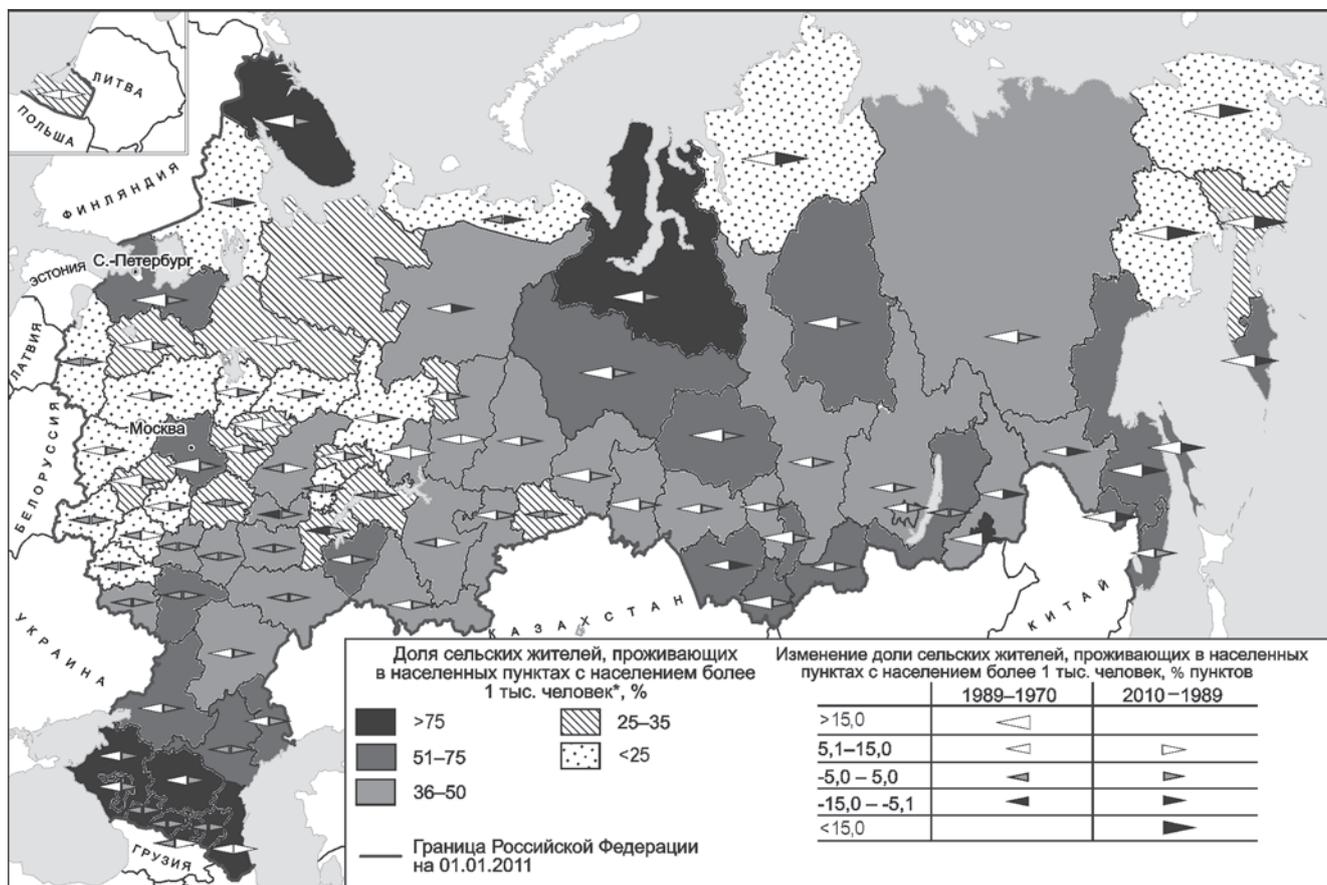


Рис. 3. Доля сельских жителей, проживающих в крупных населенных пунктах (>1 тыс. человек) в 2010 г. (без учета поселков городского типа, утративших статус городских поселений; данные по Чечено-Ингушетии приводятся в границах 1989 г.)

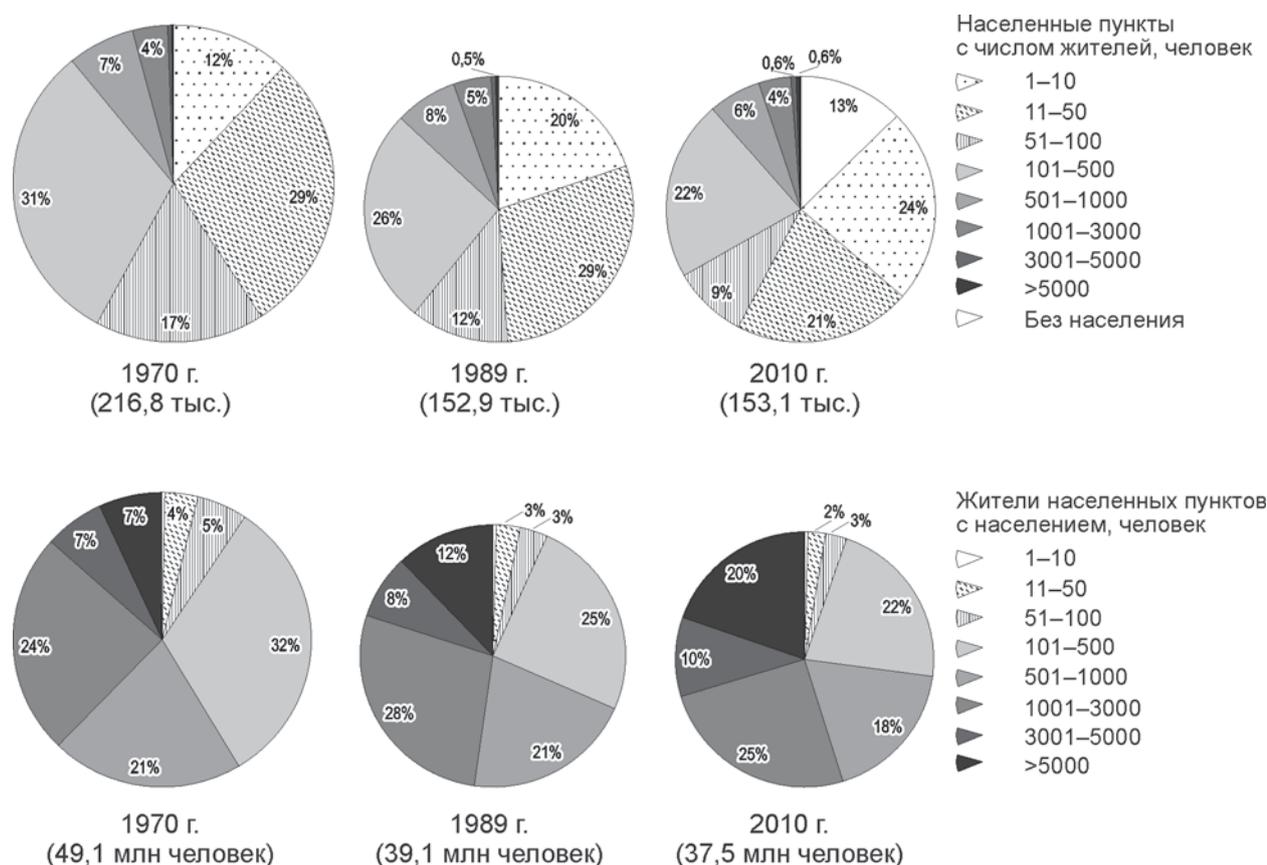


Рис. 4. Распределение сельского населения по населенным пунктам разной людности в 1970–2010 гг., %. Размеры круговых диаграмм пропорциональны значениям показателя

ных пунктов сокращается за счет средних (200–500 жителей), но их доля невелика и почти не отражается на распределении населения.

В Центральной России с традиционной мелкоселенностью и быстрым уменьшением численности населения статистически наиболее устойчивым кажется население деревень с числом жителей >500 человек, но это не означает, что из этих поселений нет оттока. Миграционный отток в города здесь присутствует во всех группах людности, но в более крупных поселениях он перекрывается переселенцами из мелких поселков, численность населения в которых (и число таких поселков) быстро сокращается. А число мельчайших поселений (<10 жителей) даже растет, так как в эту категорию переходят более крупные поселения.

В регионах лесостепной и степной зон (Татарстан, Самарская область) ситуация похожа на таковую в Тверской области (размывание “середины”), но здесь население теряют уже и более крупные села (500–5000 жителей), и число этих поселений сокращается, а растут только самые крупные поселения с численностью населения >5000 человек.

Общее для всех графиков изменения структуры людности — замедление темпа изменений, из-

менения в советский период (1970–1989) гораздо существеннее, чем в постсоветский (1989–2010). Можно высказать гипотезу, что структура сельского расселения в большинстве регионов, видимо, подходит к состоянию равновесия. Но проверить это можно будет только при следующей переписи населения (если сохранится учет отдельных населенных пунктов, в чем уверенности пока нет).

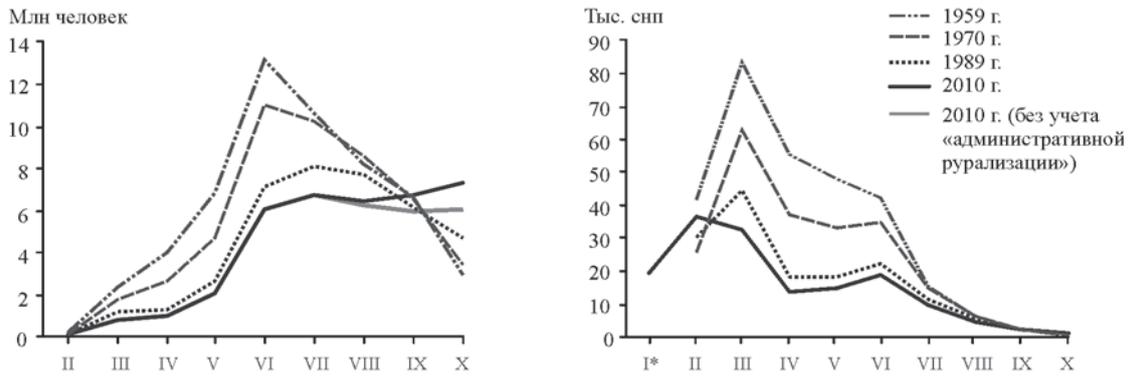
Наряду с трансформацией сети сельских поселений и перераспределением сельских жителей между поселениями разной людности можно выделить еще две существенные тенденции, непосредственно влияющие на темп и характер трансформации сельского расселения России.

Первая тенденция заключается в значительном ослаблении или утрате традиционной связи жителей сельской местности с сельским хозяйством. Еще в конце советского периода, когда официальной безработицы не было, доля трудоспособных сельчан, занятых в аграрной сфере, составляла около 1/3, к 2013 г. она сократилась почти в 2 раза, а если учитывать лишь крупные и средние предприятия, то в 3 раза.

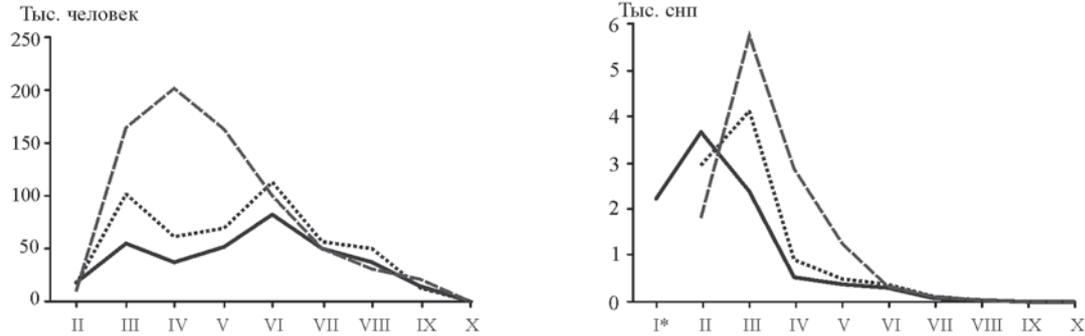
Технологические особенности и продуктивность сельскохозяйственного производства на этапе

Рис. 5. Распределение сельских поселений по численности населения и сельского населения по населенным пунктам разной людности: I — населенные пункты без населения; сельские населенные пункты (снп) с населением, человек: II — ≤10, III — 11–50, IV — 51–100, V — 101–200, VI — 201–500, VII — 501–1000, VIII — 1001–2000, IX — 2001–5000, X — >5000

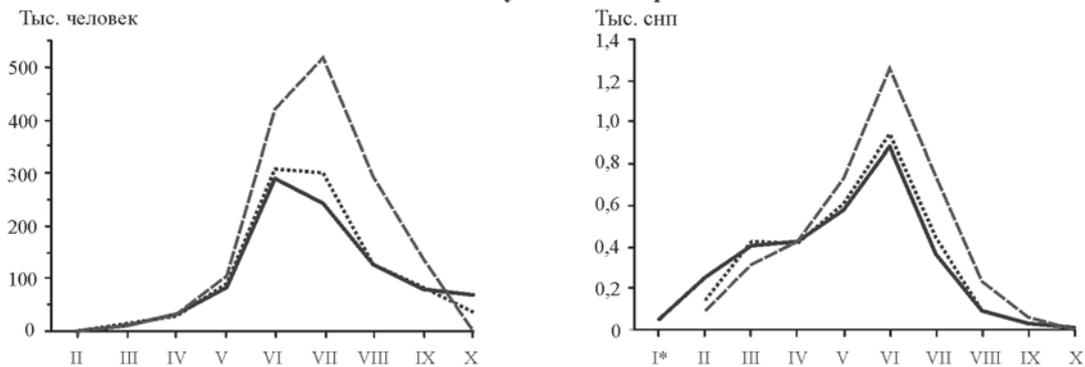
Российская Федерация



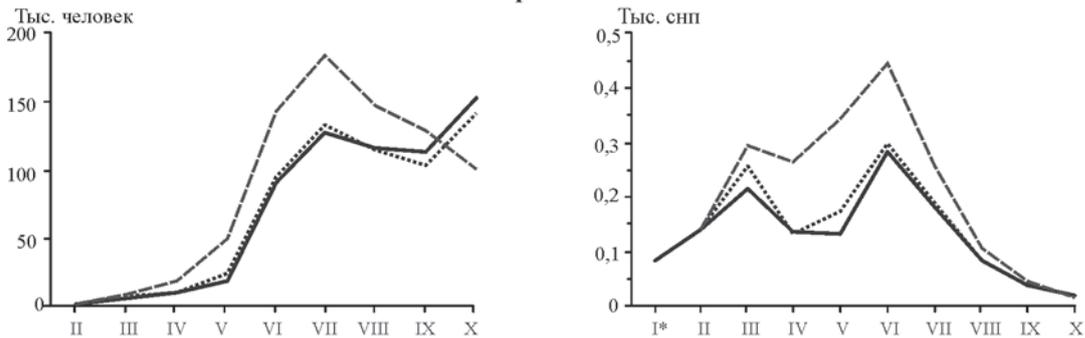
Тверская область



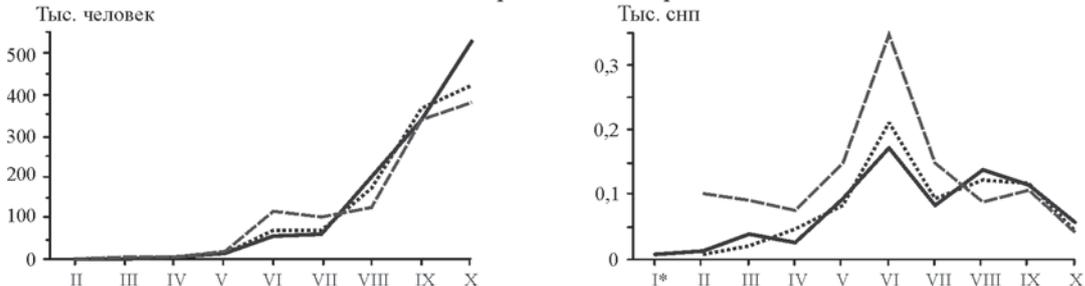
Республика Татарстан



Самарская область



Ставропольский край



формирования (XVI — начало XX в.) во многом определили густоту и людность сети сельских поселений. Дополнительными факторами выступали природные условия, историко-культурные различия регионов, в частности особенности социальной структуры населения, роль крестьянской общины. Распространенность и формы крепостной зависимости, а позднее и колхозно-совхозная система во многом законсервировали сложившуюся систему сельского расселения. Поэтому уход от традиционной аграрной занятости ускорил в постсоветский период преобразования в системе сельского расселения.

Открытая статистика позволяет лишь по отдельным регионам примерно оценить структуру занятости сельского населения (рис. 6). Зональные агроклиматические факторы обуславливают увеличение доли сельского населения, непосредственно связанного с сельским и лесным хозяйством, от 4,5% на Севере европейской части России до 10–16% в регионах степной и лесостепной зон. При этом

доля занятых на крупных и средних сельскохозяйственных предприятиях, по данным муниципальной статистики, невелика и тесно связана с результатами экономических реформ — числом сохранившихся крупных коллективных хозяйств и приходом в регион агрохолдингов, новых вертикально интегрированных компаний. Важен и размер регионального центра, который выступает как важный потребитель сельскохозяйственной продукции, например Новосибирск. Среди рассмотренных регионов заметно выделяется Белгородская область, где агроклиматический фактор дополняется институциональным — благоприятным предпринимательским климатом, созданным многолетними усилиями местной власти. Но и здесь доля занятых на крупных и средних сельскохозяйственных предприятиях едва достигает 10% от всего трудоспособного населения.

Доля самозанятых, большинство из которых составляют официально зарегистрированные фермеры и граждане, основная форма дохода которых —

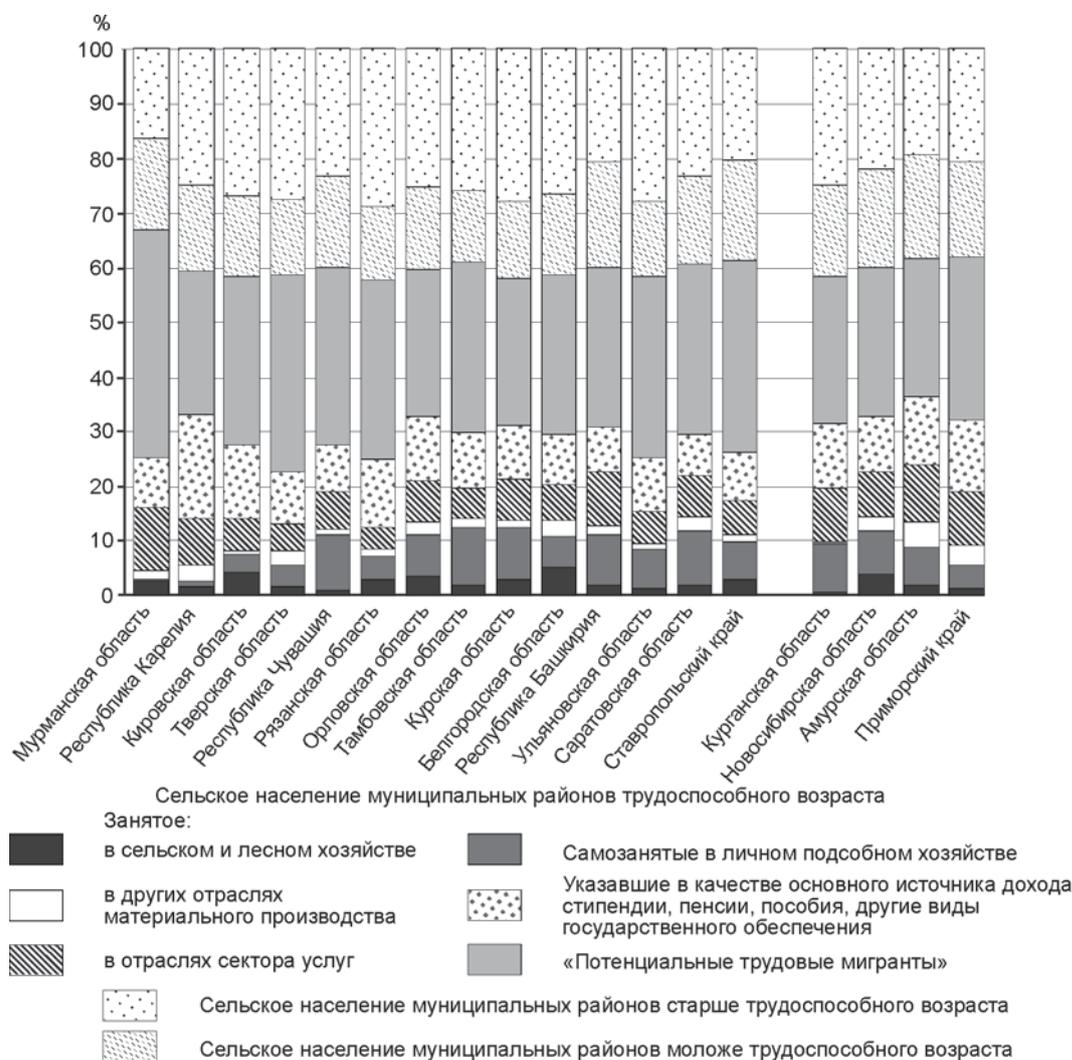


Рис. 6. Структура сельского населения муниципальных районов некоторых регионов России, 2013 г. База данных муниципальных образований Госкомстата РФ [Электронный ресурс] URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst.htm>. Оценка доли самозанятых в личном подсобном хозяйстве и населения, указавшего в качестве основного источника дохода стипендии, пенсии, пособия, другие виды государственного обеспечения, дана по материалам Всероссийской переписи населения 2010 г.

личное подсобное хозяйство (ЛПХ)⁴, максимальна в относительно слабых аграрных регионах, например в Республике Чувашия, Тамбовской области или в регионах с относительно развитым фермерством, таких, как Саратовская область. В первом случае ЛПХ — форма вынужденной адаптации сельского населения к существующим социально-экономическим реалиям.

Роль остальных отраслей материального производства на рынке труда в сельской местности невелика. На общем фоне выделяются регионы с многочисленными предприятиями, перерабатывающими местную сельскохозяйственную продукцию, или с развитыми пригородными зонами, в которых размещаются разнообразные производственные и инфраструктурные объекты. Сектор услуг, как правило, сопоставим со всеми остальными отраслями экономики, а в северных регионах даже превышает их по числу рабочих мест.

Большая же часть трудоспособных сельских жителей (от 30 до 50%), даже с учетом населения, указавшего, по материалам переписи населения, в качестве основного дохода разные виды социальных выплат, выпадает из поля зрения официальной статистики занятости. Это или трудовые мигранты всех категорий и члены их семей — от маятниковых, выезжающих в ближайшие города, до отходников, на разные сроки отправляющихся на заработки прежде всего в крупнейшие городские агломерации; или маргинализирующееся население, живущее случайными заработками; или люди, находящиеся на иждивении.

В результате в постсоветский период в большинстве регионов произошла смена функций сельских поселений с аграрной производственной на третичную или селитебную. Эти процессы дополнительно усиливаются начавшимся еще в советский период старением сельского населения в результате как отрицательного естественного прироста, так и миграции, местами оно уже переходит в депопуляцию [Аверкиева, 2013; Алексеев, 1990]. Все эти процессы “размывают” сельский социум и опосредованно приводят к деградации сельского расселения и сжатию обитаемого пространства [Нефедова, 2005]. За прошедшие годы в новых условиях выросло новое поколение сельчан, для которых привлекательность традиционных сельскохозяйственных занятий резко снизилась, они, по-видимому, иначе видят свою судьбу.

Вторая тенденция, заметно проявившаяся в постсоветский период, — рост доли азональных типов расселения, никак не связанных с исторически сложившимися типами расселения. Наиболее крупный и широко распространенный из них — пригородное расселение, с каждым годом включающее

в сферу влияния все большую долю сельских жителей. Этот процесс идет за счет двух слагаемых — собственного развития крупного городского центра, концентрирующего все большую долю рабочих мест и привлекательного для населения качеством и разнообразием предоставляемых услуг, или же в результате относительной концентрации уменьшающегося сельского населения на фоне депопуляции и деградации сети сельских поселений.

Чаще всего оба этих компонента суммируются, что характерно для большинства регионов Европейской России⁵ (за исключением Северного Кавказа). Часть региональных центров и крупных городов подпитывалась за счет включения в городскую черту ближайшей сельской местности. Последние волны такой “административной урбанизации” были связаны со стремлением региональных столиц сохранить численность населения по итогам переписей населения в 2002 и 2010 гг., а также с организацией городских округов в ходе муниципальной реформы 2000-х гг. [Глезер, 2013]. В депопулирующих регионах Восточной Сибири, Дальнего Востока и Севера европейской части России второй компонент является основным, и стремительно уменьшающееся сельское население пока удерживается в окрестностях региональных центров.

Определение зон влияния крупных городов, вокруг которых в первую очередь и складываются ареалы пригородного расселения, представляет сложную задачу, требующую учета и транспортной проницаемости территории, и такого состояния экономики основных городских центров, которое обуславливало бы их привлекательность для трудовых мигрантов. В первом приближении для оценки масштаба этого явления можно проанализировать динамику сельского населения пригородных муниципальных образований, непосредственно прилегающих к региональным центрам и крупным (>200 тыс. человек) городам.

Доля такого сельского населения в постсоветский период росла почти по всей стране. Исключение составили лишь некоторые регионы Северного Кавказа с благоприятными природно-климатическими условиями, крупными ареалами курортно-рекреационного расселения (Краснодарский, Ставропольский края, Карачаево-Черкесия) или регионы, сохраняющие расширенное воспроизводство населения (Дагестан, Чечня, Ингушетия). В настоящее время в большинстве регионов в окрестностях регионального центра проживает от 20 до 30% сельских жителей (рис. 7). Меньшие значения (<20%) характерны для обширных субъектов РФ с плохой транспортной связностью или областей, в которых региональные центры в 1990–2000-е гг. присоединили существенную часть окружающей сельской местности.

⁴ Оценка на основе результатов Всероссийской переписи населения 2010 г. Т. 5. Источники средств к существованию. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm (дата обращения: 15.12.2014).

⁵ Отдельный случай — Московская область, сельское население которой и до изменения границ Москвы в 2013 г. почти целиком, за исключением жителей 5 периферийных районов, могло быть отнесено к числу пригородного.

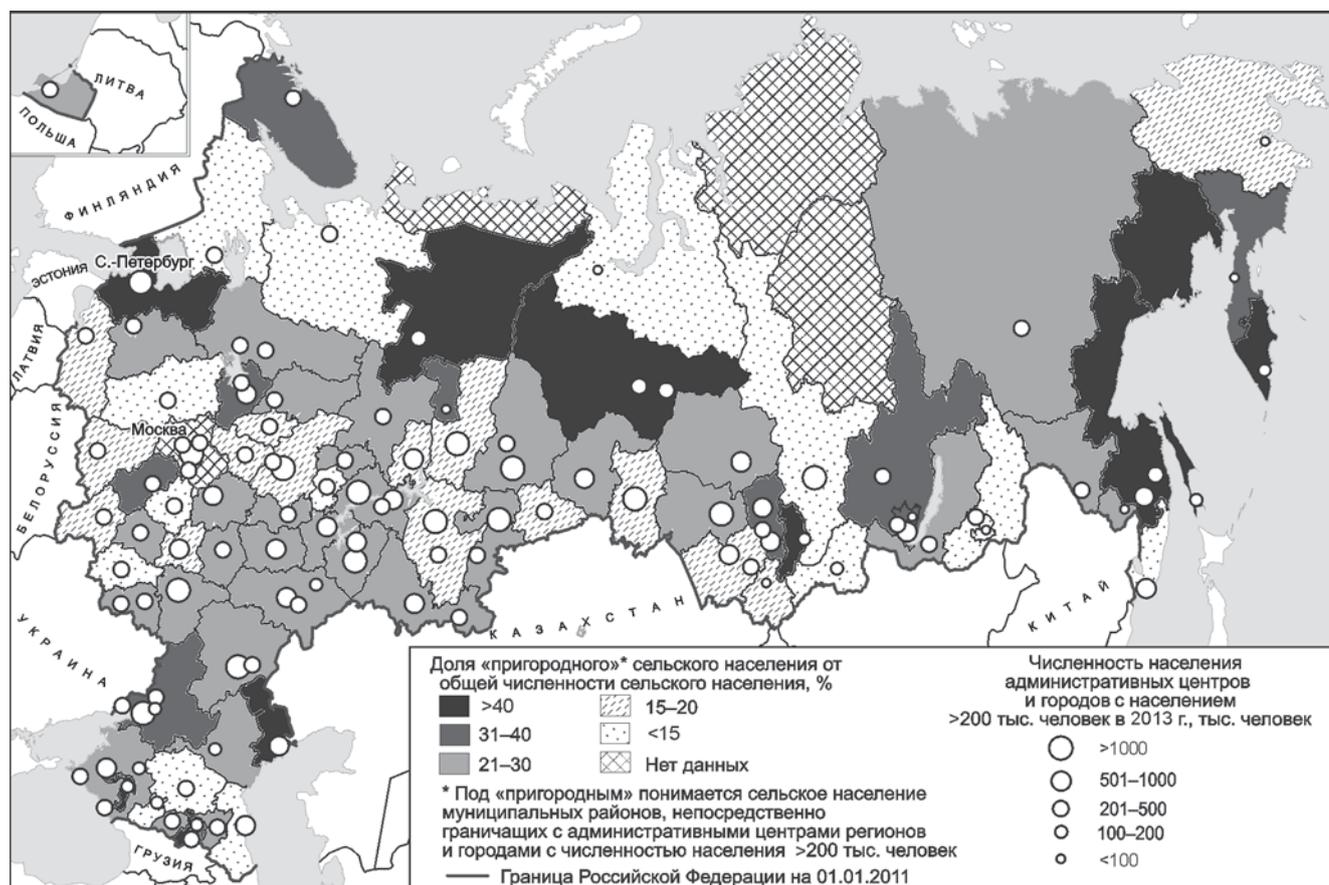


Рис. 7. Сельское население пригородных муниципальных районов в 2010 г. Под пригородным понимается сельское население муниципальных районов, непосредственно граничащих с административными центрами регионов и городами с численностью населения ≥ 200 тыс. человек

Расширение сферы влияния пригородного сельского расселения происходит параллельно с размыванием исторически сложившихся зональных типов, связанных с ландшафтными и агроклиматическими особенностями территории. Это размывание идет как за счет вовлечения сельских жителей в миграцию разных типов и продолжительности, так и за счет усиления влияния на сельскую местность временного, сезонного населения [Браде и др., 2013].

Выводы:

— трансформацию сельского расселения в России можно рассматривать как с узкорасселенческой точки зрения, так и с более широкой, затрагивающей процесс изменения функций сельских поселений, характера функционирования всей сети сельских поселений. Многие из этих процессов началась еще в конце советского периода под влиянием преимущественно внешних, экзогенных по отношению к сельскому расселению факторов, в первую очередь в результате развития урбанизации;

— в постсоветский период сокращение численности сельского населения происходит на фоне концентрации сельского населения во все более крупных поселениях. При этом, как правило, число средних поселений уменьшается за счет

их измельчания и перехода в разряд мельчайших. Однако конкретные варианты трансформации структуры сети поселений могут сильно различаться по регионам — от постепенного “проседания” всей сети сельских поселений с медленным уменьшением средней людности в относительно благополучных регионах лесостепной зоны до обвала сети в областях Нечерноземья. Постоянное укрупнение людности поселений при сохранении общего рисунка сети характерно лишь для небольшого числа наиболее благополучных регионов Юга России;

— темп изменения структуры людности сельских поселений был максимален в конце советского периода и существенно замедлился в 1990—2000 гг. Поэтому можно высказать осторожную гипотезу о том, что структура сельского расселения в большинстве регионов, видимо, подходит к состоянию равновесия. Анализ этого в будущем может серьезно осложнить новая система учета населения в разрезе муниципальных образований, не предусматривающая сбор данных по сельским населенным пунктам;

— в постсоветский период все большее значение стали играть факторы, имеющие эндогенную природу, т.е. трансформирующие сельскую местность изнутри, прежде всего это изменение экономической основы села, а вместе с ним и функций

многих сельских поселений, утративших поселкообразующую базу в виде подразделений коллективных сельхозпредприятий. В результате в структуре занятости сельского населения в большинстве регионов наряду с личным подсобным хозяйством ведущую роль играет социальная сфера. Значительная часть трудоспособного сельского населения находит источники существования за пределами места своего проживания, включаясь в трудовую миграцию;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Аверкиева К.В. Сельская местность Нечерноземья: депопуляция и возможные пути адаптации к новым условиям // *Вопр. географии. Сб. 135. География населения и социальная география.* М.: Кодекс, 2013. С. 108–125.

Averkieva K.V. Selskaya mestnost' Nечернозем'ya: depolyatsiya i vozmozhnye puti adaptatsii k novym usloviyam [Rural Non-Chernozem Zone: depopulation and possible ways of adaptation to new conditions], *Voprosy Geografii, Geografiya naseleniya i sotsial'naya geografiya* [Problem of Geography, Geography of Population and Social Geography], V. 135, Kodeks, Moscow, 2013, pp. 108–125 (in Russian).

Алексеев А.И. Многоликая деревня: население и территория. М.: Мысль, 1990.

Alekseev A.I. Mnogolikaya derevnya: naselenie i territoriya [Many-Sided Countryside: Population and Territory], *Myisl'*, Moscow, 1990 (in Russian).

Алексеев А.И., Гладкова О.Н., Краснослободцев В.П. Эволюция систем сельского расселения в постсоветский период // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География.* 2007. № 4. С. 23–32.

Alekseev A.I., Gladkova O.N., Krasnoslobodtsev V.P. Evolyutsiya sistem sel'skogo rasseleniya v postsovetskiy period [Evolution of rural settlement system in the post-Soviet period], *Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya*, 2007, no 4, pp. 23–32 (in Russian).

Алексеев А.И., Зубаревич Н.В., Регент Т.М. Опыт изучения эффективности сселения жителей сельских населенных пунктов в Нечерноземной зоне РСФСР // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География.* 1980. № 1. С. 25–35.

Alekseev A.I., Zubarevich N.V., Regent T.M. Opyt izucheniya effektivnosti sseleniya zhiteley selskih naselennykh punktov v Nечерноземной зоне RSFSR [The experience of studying the effectiveness of resettlement of residents of rural settlements in the Nonchernozem zone of the RSFSR], *Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 5, Geografiya*, 1980, no 1 (in Russian).

Браде И., Махрова А.Г., Нefeldова Т.Г., Трейвиш А.И. Особенности субурбанизации в Московской агломерации в постсоветский период // *Изв. РАН. Сер. геогр.* 2013. № 2. С. 19–29.

Brade I., Mahrova A.G., Nefedova T.G., Treyvish A.I. Osobennosti suburbanizatsii v Moskovskoy aglomeratsii v postsovetskiy period [Peculiarities of suburbanization in Moscow agglomeration in Post-Soviet period], *Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk, seria geograficheskaya*, 2013, no 2, pp. 19–29 (in Russian).

Глезер О.Б. Система местного самоуправления как составная часть институциональной среды расселения в современной России // *Вопр. географии. Сб. 135. Гео-*

— наиболее интенсивно развиваются азональные типы сельского расселения, ведущим из которых является пригородное, доля которого в большинстве регионов превысила 1/5. Его развитие происходит по иным принципам, нежели в традиционных зональных типах сельского расселения. В ареалах специфической отечественной сезонной субурбанизации все большую роль будет играть временное население, учет которого пока крайне несовершенен.

графия населения и социальная география. М.: Кодекс, 2013. С. 224–244.

Glezer O.B. Sistema mestnogo samoupravleniya kak sostavnaya chast institutsionalnoy sredy rasseleniya v sovremennoy Rossii [Local self-government system as a component of the institutional environment of settlement pattern in modern Russia], *Voprosy Geografii, Geografiya naseleniya i sotsial'naya geografiya* [Problem of Geography, Geography of Population and Social Geography], V. 135, Kodeks, Moscow, 2013, pp. 224–244 (in Russian).

Зайончковская Ж.А., Иоффе Г.В. Динамика расселения в Московском регионе как отражение постсоветских трансформаций // *Вопр. географии. Сб. 135. География населения и социальная география.* М.: Кодекс, 2013. С. 188–223.

Zayonchkovskaya Zh.A., Ioffe G.V. Dinamika rasseleniya v Moskovskom regione kak otrazhenie postsovetskih transformatsiy [Dynamics of settlement pattern in the Moscow oblast as a reflection of post-Soviet transformations], *Voprosy Geografii, Geografiya naseleniya i sotsial'naya geografiya* [Problem of Geography, Geography of Population and Social Geography], V. 135, Kodeks, Moscow, 2013, pp. 188–223 (in Russian).

Зубаревич Н.В. Трансформация сельского расселения и сельской сети услуг в регионах // *Изв. РАН. Сер. геогр.* 2013. № 3. С. 26–38.

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

Казьмин М.А., Чернышева Е.А. Современная динамика сельского расселения Европейской России // *Региональные исследования.* 2006. № 4. С. 65–77.

Kazmin M.A., Chernysheva E.A. Sovremennaya dinamika sel'skogo rasseleniya Evro-peyskoy Rossii [Modern dynamics of rural settlements in European Russia], *Regional'nye issledovaniya*, 2006, no 4, pp. 65–77 (in Russian).

Калинина И.В. Изменение функций сельских населенных пунктов на рубеже XX–XXI веков (на примере Еврейской автономной области) // *Региональные исследования.* 2013. № 3. С. 36–44.

Kalinina I.V. Izmenenie funktsiy sel'skih naselennykh punktov na rubezhe XX–XXI vekov (na primere Evreyskoy avtonomnoy oblasti) [Changes of functions of rural settlements in the turn of XX–XXI centuries (a case study of the Jewish Autonomous Oblast)], *Regionalnye issledovaniya*, 2013, no 3, pp. 36–44 (in Russian).

Ковалев С.А. Развитие сельского расселения в Советском Союзе // *Вопр. географии. Сб. 135. География населения и социальная география. М.: Кодекс, 2013. С. 126–147.*

Kovalev S.A. Razvitie sel'skogo rasseleniya v Sovetskom Soyuze [Evolution of rural settlement pattern in the Soviet Union], *Voprosy Geografii, Geografiya naseleniya i sotsial'naya geografiya* [Problem of Geography, Geography of Population and Social Geography], V. 135, Kodeks, Moscow, 2013, pp. 126–147 (in Russian).

Левченко А.В. Взаимосвязи системы сельского расселения и ландшафтных факторов Калининградской области // *Вестн. КГУ. Сер. Экология региона Балтийского моря. 2004. Вып. 5. С. 33–39.*

Levchenkov A.V. Vzaimosvyazi sistemy sel'skogo rasseleniya i landshaftnykh faktorov Kaliningradskoy oblasti [The Relationships of the system of rural settlement and landscape factors in the Kaliningrad region], *Vestnik Kaliningradskogo Universiteta, seria Ekologiya regiona Baltiyskogo morya*, 2004, V. 5, pp. 33–39 (in Russian).

Лухманов Д.Н. Миграционная ситуация в сельской местности (на примере Оренбургской области) // *Миграционная ситуация в регионах России. Вып. 1. Приволжский федеральный округ / Под ред. С.С. Артоболевского, Ж.А. Зайончковской. М., 2004. С. 73–108.*

Luhmanov D.N. Migratsionnaya situatsiya v sel'skoy mestnosti (na primere Orenburgskoy oblasti) [Migration situation in rural areas (example of Orenburg region)], *Migratsionnaya situatsiya v regionah Rossii. V. 1. Privolzhskiy federal'nyiy okrug / Pod red. S.S. Artobolevskogo, Zh.A. Zayonchkovskoy*, Moscow, 2004, pp. 73–108 (in Russian).

Любавский М.К. Историческая география России в связи с колонизацией. М., 1909.

Lyubavskiy M.K. Istoricheskaya geografiya Rossii v svyazi s kolonizatsiyey [Historical geography of Russia in connection with colonization], Moscow, 1909.

Нефедова Т.Г. Депопуляция сельской местности и агропроизводство // *Россия и ее регионы в XX в. М.: ОГИ, 2005. С. 341–356.*

Nefedova T.G. Depopulyatsiya sel'skoy mestnosti i agroproduktivost' [Depopulation of rural area and agricultural production], *Rossiya i ee regiony v XX v. [Russia and Its Regions in XX Century]*, OGI, Moscow, 2005, pp. 341–356 (in Russian).

Нефедова Т.Г. Основные тенденции изменения социально-экономического сельского пространства сельской России // *Изв. РАН. Сер. геогр. 2012. № 3. С. 5–21.*

Nefedova T.G. Osnovnyye tendentsii izmeneniya sotsial'no-ekonomicheskogo sel'skogo prostranstva sel'skoy Rossii [Major trends for changes in the socioeconomic space of rural Russia], *Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk, seria geograficheskaya*, 2012, no 3, pp. 5–21 (in Russian).

Турун П.П. Основные черты трансформации сельского расселения Ставропольского края в 1959–2010 гг. // *Вопр. географии. Сб. 135. География населения и социальная география. М.: Кодекс, 2013. С. 322–335.*

Turun P.P. Osnovnyie cherty transformatsii sel'skogo rasseleniya Stavropol'skogo kraya v 1959–2010 gg. [Basic lines of transformation of rural settlement pattern in Stavropol' krai during 1959–2010], *Voprosy Geografii, Geografiya naseleniya i sotsial'naya geografiya* [Problem of Geography, Geography of Population and Social Geography], V. 135, Kodeks, Moscow, 2013, pp. 322–335 (in Russian).

Эльдаров Э.М. Дагестан: факторы развития сельской системы расселения в постсоветский период // *Кавказ и глобализация. 2008. Т. 2, № 1. С. 105–115.*

Eldarov E.M. Dagestan: faktory razvitiya sel'skoy sistemy rasseleniya v postsovetskiy period [Dagestan: factors of the development of the rural settlement system in the post-Soviet period], *Kavkaz i globalizatsiya*, 2008, V. 2, no 1, pp. 105–115 (in Russian).

Поступила в редакцию
09.02.2015

A.I. Alexeev, S.G. Safronov

CHANGES IN RURAL SETTLEMENT PATTERNS IN RUSSIA DURING THE LATE 20TH — EARLY 21ST CENTURIES

Transformation of the rural settlement patterns in Russia is discussed both from traditional settling point of view and considering the changing functions of rural settlements. The dynamics of rural population numbers during late-Soviet and post-Soviet periods was analyzed using 1970, 1989 and 2010 Censuses data, as well as the spatial density and population numbers of rural settlements. The general trend of the rural settlement patterns is the overall decrease of rural population numbers and concentration of rural dwellers in larger settlements. These processes were not simultaneous in different regions of this country and were combined with diverse changes in population numbers of rural settlements. Gradual decrease was typical for rather well-going regions of the forest-steppe zone, while the Non-Chernozem region experienced a rapid failure with medium-size settlements turning into the smallest-size ones. Permanent increase in rural population numbers and preservation of the overall settlement network pattern is typical just for few regions of Southern Russia.

These processes started in the Soviet period under the influence of the external factors, mainly the urbanization development. During the post-Soviet period the internal factors became more important. These are the changes of the rural economic basis and the functions of many rural settlements which lost their positions as subdivisions of collective agricultural enterprises. Another factor is the rapid growth of suburban settlement pattern which has other functions, is influenced by other factors and produces other type of rural dwellers than traditional rural country.

Key words: rural settlement pattern, population density, density of settlements, population numbers of settlements, suburban settlement, transformation of population employment, mapping of rural settlement pattern.

УДК 551.79;551.351.2(262.81)

Ю.П. Безродных¹, В.М. Сорокин², Т.А. Янина³ОБ АТЕЛЬСКОЙ РЕГРЕССИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ⁴

Ательская регрессия четко выражена в строении плейстоценовых отложений Северного Каспия, изученных методами сейсмоакустического профилирования, статического зондирования и вскрытых инженерно-геологическими скважинами на глубину до 80 м. На сейсмоакустических разрезах регрессия отражена врезам, проявляющимися под отражающим горизонтом в подошве хвалыньских осадков. Уровень Каспия опускался до –100 м. Регрессивная толща имеет неоднородный литологический состав, занимает стратиграфическую нишу между гирканскими и хвалыньскими трансгрессивными отложениями. Ательские осадки представлены в понижениях, выделяющихся на сейсмоакустических разрезах, чередованием суглинков и глин; возвышения, которые разделяют палеодепрессии, сложены супесями в ассоциации с суглинками. Для них характерны большая плотность (2,10–2,15 г/см³), малая влажность (<25–26%), трещиноватость, что свидетельствует о преобразовании грунтов в воздушной среде. Отмечены отдельные включения и послойные скопления растительного детрита и раковины моллюсков. Палеонтологический материал характеризует условия пресноводных либо слабосоленых неглубоких водоемов с водой, бедной биогенными элементами, но богатой карбонатами.

Радиоуглеродные датировки, полученные по гуминовым кислотам, выделенным из ательских отложений, которые заполняют палеоврезы, лежат в интервале 36 680±850–40 830±100 лет, калиброванный возраст 41 191±750–44 390±180 лет. Отмечается совпадение результатов датирования, выполненного модификациями метода в разных лабораториях — в Институте географии РАН (Москва) и в США (Lawrence Livermore National Laboratory). Максимум ательской регрессии и образование эрозионных врезов на территории Северного Каспия отвечают глобальному похолоданию в калининскую (MIS 4) ледниковую эпоху. Ее завершающие стадии — заполнение депрессий осадками пресноводных водоемов — происходили в начальные стадии межстадиала (MIS 3). Максимум ательской регрессии Каспия коррелирует с максимумом посткарангатской регрессии Черного моря. В Манычской депрессии ательской эпохе отвечает накопление верхней части буртасской (гудилдовской) толщи, представленной субаэральными карбонатными суглинками со следами почвообразования.

Ключевые слова: Каспий, поздний плейстоцен, ательская регрессия, уровень бассейна, возраст, корреляция.

Введение. Ательская свита осадков впервые выделена П.А. Православлевым [1926] в Нижнем Поволжье (название получила по древнему имени р. Волги — Атель). Представлена она преимущественно континентальными образованиями разного генезиса: толщей супесей и суглинков со следами автоморфных и гидроморфных почв, с включениями раковин наземных и пресноводных моллюсков, костными остатками млекопитающих позднелитического (“мамонтная фауна”) фаунистического комплекса. В основании свиты Г.И. Горецкий [1958] описаны ахтубинские отложения — перигляциальные песчаные осадки, отделенные в некоторых местах от ательских слоев “четко выраженной погребенной почвой” [Горецкий, 1966, с. 294]. Выделение перигляциальных ахтубинских песков поддержал А.И. Москвитин [1962]. Мощность ательско-ахтубинских отложений до 20 м. В их основа-

нии наблюдаются многочисленные следы мерзлотных деформаций и клиньев, сравнительно глубоко проникающих в нижележащие породы и представляющих маркирующий горизонт в Северном Прикаспии. На Волго-Уральском междуречье ательские отложения представлены разнообразными аллювиально-дельтовыми, озерно-лиманными и субаэральными осадками, мощность которых достигает 15 м. Возрастные аналоги ательской свиты отмечаются и на других участках каспийского побережья. В Азербайджане и Дагестане это грубообломочные аллювиальные, пролювиальные и склоновые образования, вскрытые современными речными долинами, на Восточном побережье — верхняя часть песков каракумской свиты, дресвяно-галечниковые отложения древних предгорных шлейфов и эоловые пески массива Машад [Свиточ, 1991].

¹ АО “Моринжгеология”, Рига, гл. геолог, канд. геол.-минерал. н.; *e-mail*: officeRiga@morinzgheologia.lv

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра литологии и морской геологии, профессор, докт. геол.-минерал. н.; *e-mail*: vsorok@rambler.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, зав. лабораторией, докт. геогр. н.; *e-mail*: paleo@inbox.ru

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 13-05-00242 и 14-05-00227).

Ательско-ахтубинские осадки отражают регрессивный этап в позднеплейстоценовой истории Каспийского моря. Согласно представлениям О.К. Леонтьева с соавторами [Леонтьев и др., 1977], во время максимума регрессии уровень Каспия опустился до -53 м. Материалы сейсмоакустического профилирования [Лохин, Маев, 1990] свидетельствуют об уровне бассейна на отметках около -140 м. Оценки возраста регрессивного этапа неоднозначны. Так, его определения термолюминесцентным методом лежат в интервале от 80 до 28 тыс. лет, однако эти данные находятся в противоречии с полученными этим же методом определениями возраста хвалынского осадков в 48–10 тыс. лет [Шаховец, 1987]. Согласно представлениям А.Л. Чепалыги [2004], основанным на данных радиоуглеродного анализа хвалынского отложения, ательская регрессия отвечает максимуму последнего оледенения (поздневалдайского, осташковского) на Восточно-Европейской равнине, которое коррелирует с морской изотопно-кислородной стадией MIS 2. Основываясь на стратиграфо-палеогеографических материалах, ряд исследователей [Москвитин, 1962; Федоров, 1978; Янина, 2013; Yanina, 2012] относят ательскую регрессию к ранневалдайской (калининской, MIS 4) ледниковой эпохе. В работах [Свиточ, 1991; Свиточ, Янина, 1997] ее считают более длительной (максимум калининского — максимум осташковского оледенения), а более древней — авторы [Бадюкова, 2007; Рычагов, 1997, 2014], сопоставляющие с калининским оледенением раннехвалынскую трансгрессию. С продолжительной эпохой днепровского оледенения — микулинского межледниковья регрессию соотносит Ю.М. Васильев [1961].

В недавней работе Ю.А. Лаврушин, полагая вопрос о стратиграфическом положении ательских субаэральных образований одним из наиболее актуальных для палеогеографии региона, называет его “ательским парадоксом”. Он считает, что “все исследователи четвертичных отложений Северного Прикаспия, обнаруживая в разрезах пачку субаэральных суглинков, без каких-либо дополнительных обоснований относили ее к ателю, подразумевая при этом время калининского оледенения” [Лаврушин и др., 2014, с. 21]. Ю.А. Лаврушин выделяет два ательских горизонта субаэральных осадков — палеоательский и ательский, между которыми залегают отложения гирканской трансгрессии Каспия, имевшей место в средневалдайскую межстадиальную эпоху. Нижний горизонт отвечает длительной (~ 80 тыс. лет) регрессии, соответствующей временному интервалу микулинское межледниковье — калининское оледенение, а верхний — максимуму осташковского оледенения.

Все выводы получены для отложений разрезов и каспийских террас в прибрежной зоне. Мы изучали ательские отложения в разрезах четвертичных осадков на площади разрабатываемого НК “ЛУКОЙЛ” нефтяного месторождения имени Ю. Корчагина. Полученные результаты позволяют внести ясность в дискуссионные вопросы.

Основная задача работы — на основании комплексного исследования ательских отложений, вскрытых инженерно-геологическими скважинами в Северном Каспии, предложить решение вопроса о масштабе, времени проявления регрессии и ее корреляции с палеогеографическими событиями на сопредельных территориях.

Материалы и методы исследований. Район исследований находится в центральной части Северо-Каспийской равнины на расстоянии ~ 140 км от западного побережья, на 180 км юго-восточнее г. Астрахань. Это обширная мелководная котловина Широкая, обрамленная на юге банками Кулалинская и Безымянная. Глубина моря в районе исследований 11–13 м (рис. 1). В основу работы положены результаты обработки двухчастотных сейсмоакустических профилей (~ 2000 км), материалов статического зондирования толщи осадков в объеме ~ 900 м и инженерно-геологического бурения на глубину до 80 м с общей длиной керна около 1800 м. Лабораторные исследования включали литологический и геотехнический анализ состава и свойств грунтов, флористическое и фаунистическое изучение заключенных в них органических остатков. Определения абсолютного возраста ательских отложений выполнены двумя модификациями радиоуглеродного метода в Институте географии РАН (ИГАН) и в Ливерморской национальной лаборатории (Lawrence Livermore National Laboratory, США, индекс САМ). Для определения календарного возраста использованы принципы, изложенные в [Reimer et al.,

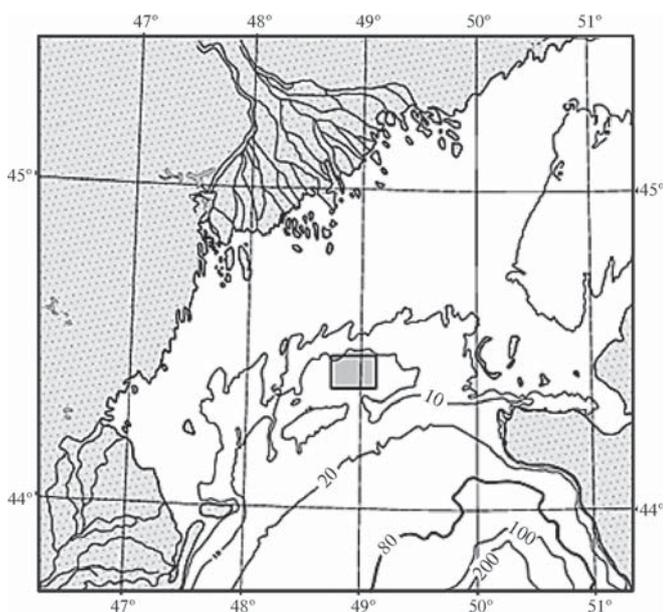


Рис. 1. Положение изученного района (обозначен прямоугольником) в Северном Каспии

2013], калибровочная программа Calib7.0.2 [Stuiver et al., 2014]. Для анализа образцов раковинного материала применена калибровочная база данных marine13.14c с коррекцией $\Delta R = 74 \pm 23$ на основе данных [Kuzmin et al., 2007], для образцов гуминовых кислот из торфа — intcal13.14c.

Результаты исследований и их обсуждение. На сейсмоакустических разрезах ательская регрессия выражена врезам, четко проявляющимися под отражающим горизонтом ОГ-4, который трассируется по подошве хвалынских отложений (рис. 2). Они аналогичны описанным нами депрессиям мангышлакской регрессивной эпохи, распространенным в верхах разреза под новокаспийскими осадками [Безродных и др., 2014].

Строение разреза на 5 участках изученного района, положение и литологический состав осадочной толщи, сформировавшейся и претерпевшей вторичное преобразование в субаэральной среде в период ательской регрессии, показаны на рис. 3 и 4. Регрессивные отложения залегают на осадках гирканской трансгрессии [Янина и др., 2014; Yanina et al., 2013], представленных пачкой весьма однородных по составу глин с редкими послойными скоплениями раковинного материала. Радиоуглеродный анализ раковин моллюсков показал их возраст от 47 до >55 тыс. лет (таблица). Отметим, что предполагаемый геологический возраст гирканских осадков лежит за пределами возможностей этого метода, что вызывает необходимость дополнительных геохронологических исследований.

Перекрыты ательские образования слоем ракушечных и ракушечно-песчаных отложений, залегающих в основании хвалынского горизонта. По данным исследований сцинтилляционным радио-

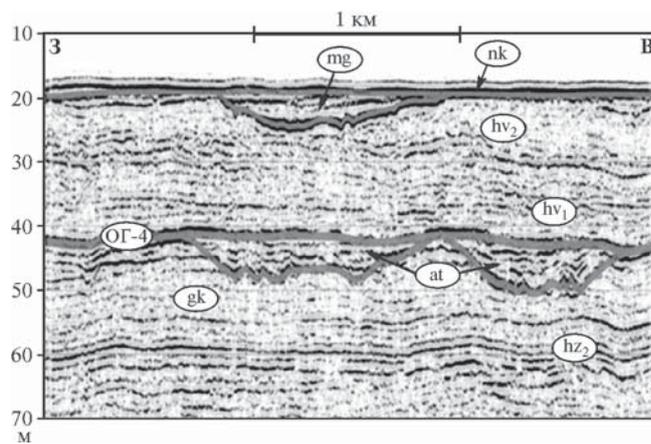


Рис. 2. Характер отображения на сейсмоакустическом разрезе особенностей стратификации грунтовой толщи, отражающих горизонтов и положения в разрезе палеодепрессий, выработанных в ательской (at) и мангышлакскую (mg) регрессивные эпохи

углеродным методом двух образцов раковин моллюсков, отобранных из этого слоя, получены две близкие датировки: ^{14}C 27 200±340 лет ВР (МГУ-1556) и ^{14}C 27 215±330 лет ВР (МГУ-1616). Датировки раковин из этих же отложений с соседних площадей лежат в интервале от 29 200±1220 (ЛУ-5953) до 31 600±420 лет (ЛУ-6885), калиброванный возраст от 33 860±1490 до 36 580±340 лет [Безродных и др., 2013, 2014; Arslanov et al., 2013; Yanina et al., 2013].

Ательская регрессивная толща имеет неоднородный литологический состав, отложения отличаются специфическими свойствами. В ней, чередуясь, залегают суглинки, глины, находящиеся в полутвердом, реже в тугопластичном состоянии, супесь пластичная. При этом глины, переслаивающиеся с суглинками, характерны для понижений,

Результаты радиоуглеродного датирования

Лабораторный номер	Горизонт	Материал для анализа	Абсолютный возраст	
			^{14}C	калиброванный (средний)
МГУ-1556	низы Q ₃ hv	раковины	27 200±340	31 906±357
МГУ-1616	низы Q ₃ hv		27 215±330	31 912±245
ЛУ-5953	низы Q ₃ hv		29 200±1220	33 860±1490
ЛУ-6885	низы Q ₃ hv		31 600±420	36 580±340
ЛУ-7025	низы Q ₃ hv		28 550±1950	33 510±1970
ИГАН-4541	Q ₃ at	гуминовые кислоты	36 680±850	40 441—41 941 (41 191±750)
САМ 163762	Q ₃ at		37 100±660 AMS	41 062—42 131 (41 596±534)
ИГАН-4542	Q ₃ at		40 830±100	44 210—44 570 (44 390±180)
САМ	Q ₃ hz ₂ (gk)	раковины	44 560±850 AMS	46 595—48 531 (47 563±968)
САМ	Q ₃ hz ₂ (gk)		46 000±1300 AMS	47 903—50 000

П р и м е ч а н и е. Индексы датировок: МГУ — лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; ЛУ — лаборатория геохронологии и палеогеографии Санкт-Петербургского государственного университета; ИГАН — Институт географии РАН; САМ — Lawrence Livermore National Laboratory (США).

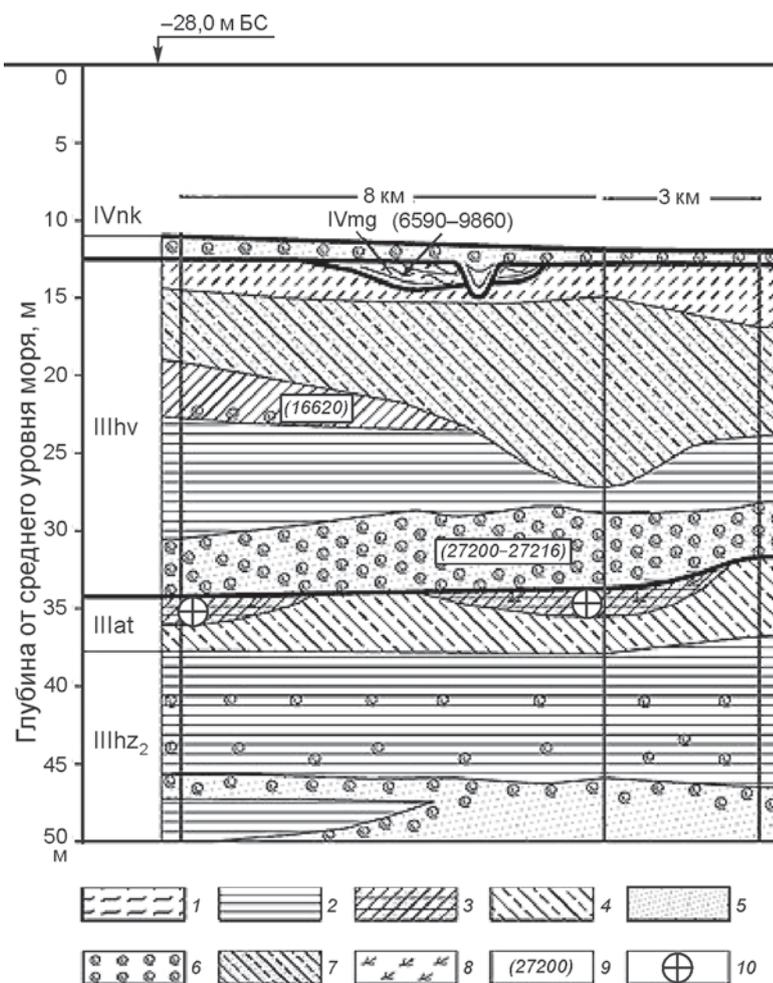


Рис. 3. Схема строения разреза верхней части плейстоценовой толщи по данным инженерно-геологического бурения и сейсмоакустического профилирования: 1 — ил, 2 — глина, 3 — суглинок и глина с включениями растительного детрита, 4 — суглинок и супесь, 5 — песок пылеватый и мелкий, 6 — раковинный материал, 7 — переслаивание пылеватоглинистых грунтов и песка пылеватого (комплекс авандельтовых отложений), 8 — включения растительных остатков, 9 — радиоуглеродный возраст раковинного материала (лет), 10 — образцы на палеонтологические исследования и определения абсолютного возраста. Возраст горизонтов: IVnk — новокаспийский, IVmg — мангышлакский, IIIhv — хвалынский, IIIat — ательский, IIIhz₂ — позднехазарский

выделяющихся на сейсмоакустических разрезах, а супеси в ассоциации с суглинками слагают возвышения, которые разделяют эти палеодепрессии. В отложениях, главным образом в понижениях, вверху интервала отмечены отдельные включения и послойные скопления растительного детрита с обрывками длиной до 5 см (рис. 5) и включения раковин. Преобладает коричневая окраска отложений. У кровли в местах скопления органического материала осадки имеют темно-серую и серую окраску. К характерным особенностям грунтов, отличающим их от подстилающих и перекрывающих отложений, относятся большая плотность (2,10–2,15 г/см³), малая влажность, не превышающая обычно 25–26%, а также наличие мелких трещин (рис. 5). Перечисленные особенности грунтов свидетельствуют о преобразовании их в воздушной среде, что сопровождалось “высушиванием” — обезвоживанием и уплотнением осадков. Отложения содержат закисное железо в виде гидротроилита.

Состав органических остатков характеризует водно-болотные условия пресноводных либо слабо-

солончатых неглубоких водоемов с водой, бедной биогенными элементами, но богатой карбонатами. Среди растительного материала преобладают фрагменты высших водных растений (роголистник и рогоз), присутствуют остатки вольвоксовых, синезеленых, харовых (оогонии), десмидиевых водорослей. Малакофауна представлена раковинами обитателей пресноводных или слабосолончатых водоемов: *Unio* sp., *Dreissena polymorpha polymorpha*, *Anisus eichwaldi*, *Valvata piscinalis*, *Theodoxus pallasii*, *Limnea stagnalis*, встречаются наземные гастроподы. В составе включений присутствуют фрагменты насекомых, чешуя рыб.

Для гуминовых кислот, выделенных из ательских отложений, которые заполняют палеоврезы, впервые получены радиоуглеродные датировки (таблица), лежащие в интервале 36 680±850–40 830±100 лет, калиброванный возраст 41 191±750–44 390±180 лет. Отметим совпадение результатов датирования, выполненного модификациями метода в разных лабораториях. Полученные даты не противоречат материалам датирования как перекры-

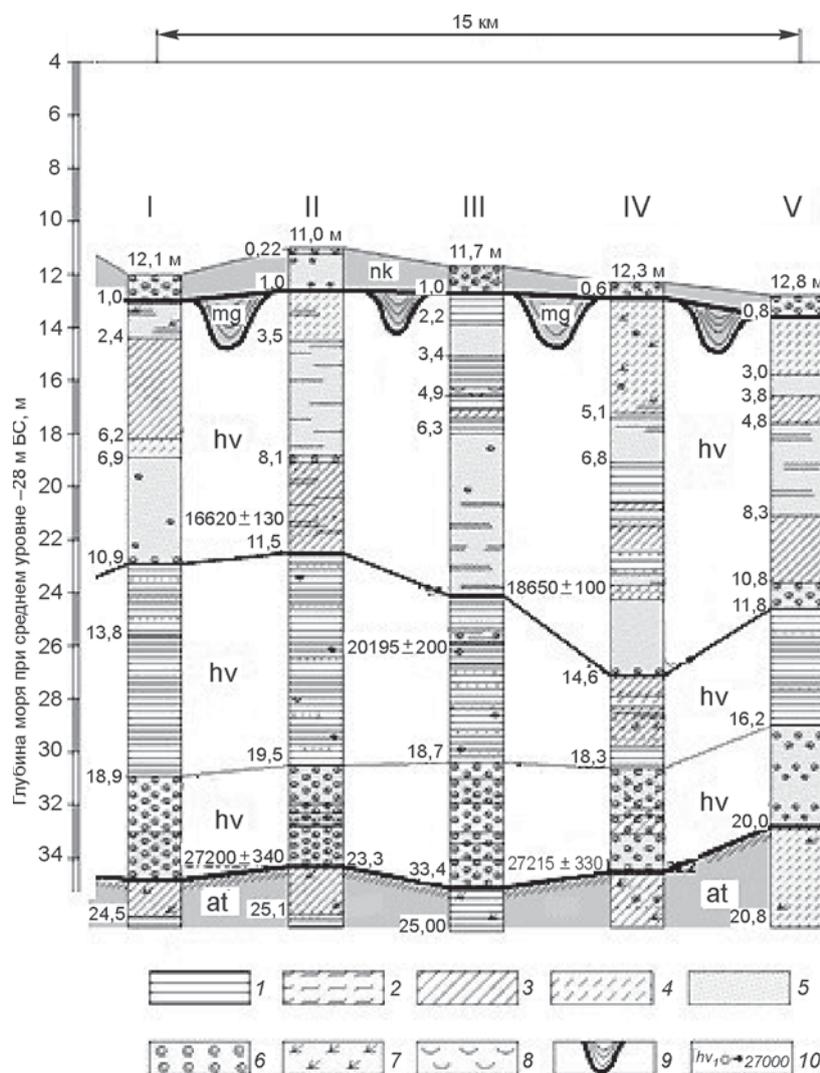


Рис. 4. Строение верхней части плейстоценовой толщи, вскрытой скважинами в Северном Каспии: 1 — глина, 2 — ил, 3 — суглинок, 4 — супесь, 5 — песок, 6 — раковинный материал, 7 — растительные остатки, 8 — детрит, 9 — палеоврезы, 10 — радиоуглеродные датировки. Возраст отложений: nk — новокаспийский, mg — мангышлакский, hv — хвалынский, at — ательский. Римские цифры — номера скважин, под ними — глубина моря в месте бурения

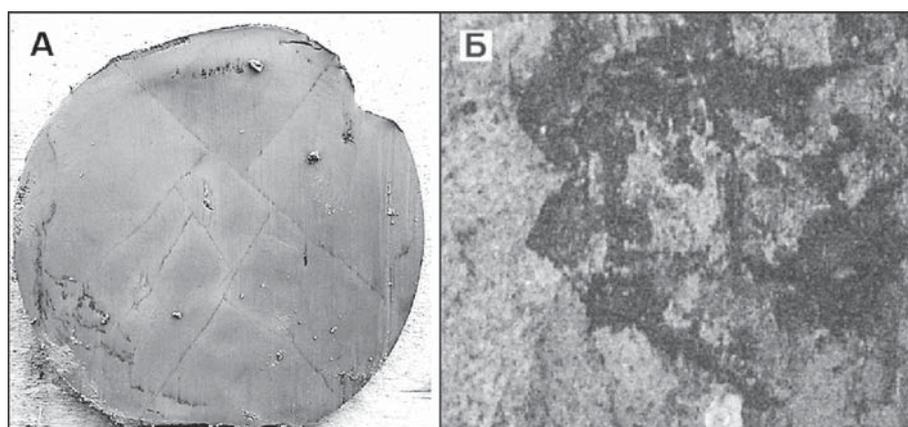


Рис. 5. Фото ательских отложений из керна скважин: А — трещины усыхания и растительные остатки в суглинке, Б — растительные остатки в глинах

вающих ательский горизонт хвалынского отложения, так и подстилающих его гирканских (таблица).

Таким образом, можно заключить, что завершающие стадии ательского этапа развития Каспия —

заполнение регрессивных врезов осадками пресноводных водоемов — происходили в начальные стадии валдайского межстадиала. Строение ательской толщи в Северном Прикаспии, прямо указы-

вающее на суровые условия начальных этапов ее накопления, не противоречит полученным результатам. Напомним, что в ее основании залегают перигляциальные ахтубинские осадки, клиньями проникающие в нижележащий горизонт (обычно это микулинская погребенная почва) и содержащие тундрово-степные палинологические спектры [Гричук, 1954; Москвитин, 1962; Свиточ, Янина, 1997]. Они отвечают максимуму похолодания ранневалдайской ледниковой эпохи. В последние годы широко распространено представление о начале валдайской ледниковой эпохи уже в первой половине пятой изотопной стадии — MIS 5d [Brewer et al., 2008; Mangerud, 1989; Svendsen et al., 2004]. Нами в публикациях [Безродных и др., 2013; Янина, 2013; Янина и др., 2014; Yanina et al., 2013] были представлены палеогеографические свидетельства существования тепловодных каспийских бассейнов в течение всей стадии MIS 5 (130–70 тыс. л.н.) и развития в регионе условий, отвечающих ледниковой эпохе, лишь в MIS 4 (70–57 тыс. л.н.). Этой эпохе отвечает снижение уровня моря и образование эрозионных врезов на территории освободившегося от гирканских вод Северного Каспия, четко выраженных на сейсмоакустических профилях. Радиоуглеродные датировки отложений, завершающих ательский этап осадконакопления, не противоречат этому. Согласно нашим данным по профилированию и строению скважин, уровень Каспия опускался до –100 м.

Межстадиальному смягчению климата интервала MIS 3 (57–24 тыс. л.н.) в условиях снижения испарения и увеличения стока отвечают повышение уровня Каспия и ранние стадии хвалынской трансгрессии, датировки которых приведены в таблице. На побережье Северного Каспия в эту эпоху еще накапливались ательские отложения. Слабовыраженные горизонты почв в их строении отражают этапы смягчения климата. Об этом же свидетельствуют и палинологические материалы [Гричук, 1954; Москвитин, 1962], указывающие на смену тундрово-степных условий (ахтубинские осадки) таежными (низы ательской толщи) и постепенное появление вяза, дуба и липы наряду с березой, сосной и елью, а в травяных сообществах — злаковых и разнотравья (верхняя часть разреза).

В палеогеографических построениях для этого региона дискуссионна и проблема корреляции ательской регрессивной эпохи Каспия с событиями в Черном море [Горецкий, 1966; Попов, 1983; Рычагов, 1997; Свиточ, Янина, 1997; Федоров, 1978; Чепалыга, 2004; Янина, 2013]. Морская межледниковая карангатская трансгрессия в ранневалдайскую эпоху максимального похолодания вслед за ледниковой регрессией океана сменилась значительным понижением (до –100 м) уровня черноморского бассейна [История..., 1988; Щербаков и др., 1977]. Морские условия сменились солоноватоводными [Жузе и др., 1980; История..., 1988]. Виды диатомей

свидетельствуют об их принадлежности к холодным, слабоминерализованным водоемам. Произошло значительное похолодание климата, на что указывают спорово-пыльцевые комплексы [Жузе и др., 1980; Щербаков и др., 1977]. Максимум посткарангатской регрессии Черного моря мы коррелируем с максимумом ательской регрессии Каспия. Дальнейшее развитие событий в двух бассейнах шло синхронно — трансгрессивное развитие в межстадиальную эпоху (MIS 3) и регрессия обоих бассейнов в последний ледниковый максимум (MIS 2).

Согласно представлениям [Попов, 1983; Свиточ, 1991, 2014; Свиточ, Янина, 1997; Федоров, 1978], ательской свите Северного Прикаспия в Маньчской депрессии отвечает буртасская (гудиловская) толща озерных отложений, отмечающая переход от морского (гирканский пролив) к континентальному режиму развития. Буртасское озеро занимало значительную часть депрессии и представляло собой пресноводный водоем, проточный на начальных этапах своего существования (реофильные моллюски в основании толщи). Мощность толщи достигает 30 м, она включает до 3 в разной степени выраженных горизонтов ископаемых почв. Логично предположить, что такое обширное озеро в депрессии между Каспием и Понтом не могло существовать продолжительное время в условиях их глубокой регрессии без трансгрессивного “подпора”. Анализ буртасской толщи [Горецкий, 1966; Попов, 1983] показывает ее неоднородность и генетическую принадлежность. Залегающая в основании пачка тонкослоистых супесчано-суглинистых и глинистых осадков, часто с включениями раковин пресноводных моллюсков, озерная, она отвечает завершению карангатско-гирканского этапа развития региона. И только верхняя часть толщи — субаэральные карбонатные загипсованные суглинки со следами почвообразования — коррелятна, по нашему мнению, ательской свите Прикаспия.

Выводы:

— аТЕЛЬСКАЯ регрессия Каспия четко выражена в строении плейстоценовых отложений его северного бассейна, изученных сейсмоакустическим профилированием, статическим зондированием и вскрытых инженерно-геологическими скважинами. На сейсмоакустических разрезах она отражена врезам, проявляющимися под отражающим горизонтом в подошве хвалынских осадков. Регрессивная толща имеет неоднородный литологический состав, занимает стратиграфическую нишу между гирканскими и хвалынскими трансгрессивными отложениями;

— согласно данным профилирования и строению скважин, уровень Каспия опускался до –100 м;

— аТЕЛЬСКИЕ осадки представлены в понижениях, выделяющихся на сейсмоакустических разрезах, чередованием суглинков и глин; возвышения, разделяющие палеодепрессии, сложены супесями в ассоциации с суглинками. Для них характерны

большая плотность (2,10–2,15 г/см³), малая влажность (<25–26%), трещиноватость, что свидетельствует о преобразовании грунтов в воздушной среде. Отмечены отдельные включения и послойные скопления растительного детрита, а также раковины моллюсков;

— палеонтологический материал характеризует водно-болотные условия пресноводных либо слабосоленых неглубоких водоемов с водой, бедной биогенными элементами, но богатой карбонатами;

— радиоуглеродные датировки, полученные по гуминовым кислотам, которые выделены из ательских отложений, заполняющих палеоврезы, лежат в интервале 36 680±850–40 830±100, калиброванный возраст 41 191±750–44 390±180 лет. Отмечается совпадение результатов датирования, выполнен-

ного разными модификациями метода в разных лабораториях;

— максимум ательской регрессии и образование эрозийных врезов на территории Северного Каспия отвечают глобальному похолоданию в калининскую (MIS 4) ледниковую эпоху. Ее завершающие стадии — заполнение депрессий осадками пресноводных водоемов — происходили в начальные стадии межстадиала (MIS 3);

— максимум ательской регрессии Каспия коррелирует с максимумом посткарангатской регрессии Черного моря. В Маньчской депрессии ательской эпохе отвечает накопление верхней части буртаской (гудиловской) толщи, представленной субаэральными карбонатными суглинками со следами почвообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- Бадюкова Е.Н.* Возраст хвалыньских трансгрессий Каспийского моря // *Океанология*. 2007. Т. 47, № 3. С. 432–438.
- Badyukova E.N.* Vozrast hvalynskih transgressiy Kaspiyskogo morya [Age of the Khvalynian transgressions of the Caspian Sea], *Oceanologiya*, 2007, V. 47, no 3, pp. 432–438 (in Russian).
- 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.
- Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F., Deliya S.V., Magomedov R.D., Sorokin V.M., Parunin O.B., Babak E.V.* Biostratigrafiya, stroenie verhnchetvertichnykh otlozheniy i nekotorye cherty paleogeografii Severnogo Kaspiya [Biostratigraphy, structure of the upper Quaternary deposits and some features of the paleogeography of the Northern Caspian Sea], *Stratigrafiya. Geologicheskaya correlyatsiya*, 2004, V. 12, no 1, pp. 114–124 (in Russian).
- Безродных Ю.П., Делия С.В., Романюк Б.Ф.* и др. Новые данные о биостратиграфии и палеогеографии позднего плейстоцена Каспия // *Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований*. Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2013. С. 56–57.
- Bezrodnykh Yu.P., Deliya S.V., Romanyuk B.F., Sorokin V.M., Yanina T.A., Arslanov Kh.A.* Novye dannye o biostratigrafii i paleogeografii pozdnego plystotsena Kaspiya [New data on the biostratigraphy and paleogeography of the Caspian late Pleistocene], *Fundamentalnye problemy kvartera, itogi izucheniya i osnovnye napravleniya dal'neyshikh issledovaniy*. YuNTs RAN, Rostov-na-Donu, 2013, pp. 56–57 (in Russian).
- Безродных Ю.П., Делия С.В., Романюк Б.Ф.* и др. Мангышлакские отложения (голоцен) Северного Каспия // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 2014. Т. 22, № 4. С. 88–108.
- Bezrodnykh Yu.P., Deliya S.V., Romanyuk B.F., Fedorov V.I., Sorokin V.M., Luksha V.L.* Mangyshlakskie otlozheniya (golotsen) Severnogo Kaspiya [Mangyshlakian deposits (Holocene) of the Northern Caspian Sea], *Stratigrafiya. Geologicheskaya correlatsiya*, 2014, V. 22, no 4, pp. 88–108 (in Russian).
- Васильев Ю.М.* Антропоген Южного Заволжья. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 128 с.
- Vasil'ev Yu.M.* Antropogen Yuzhnogo Zavolzh'ya [Anthropogene of the Southern Volga Region]. *Izd-vo AN SSSR, Moscow*, 1961, 128 p. (in Russian).
- Горецкий Г.И.* О перигляциальной формации // *Бюлл. комиссии по изучению четвертич. периода*. Вып. 22. М., 1958. С. 3–23.
- Goretskiy G.I.* O periglyatsial'noy formatsii [About the periglacial formation], *Bull. komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda*, 1958, no 22, pp. 3–23 (in Russian).
- Горецкий Г.И.* Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. М.: Наука, 1966. 412 с.
- Goretskiy G.I.* Formirovanie doliny r. Volgi v rannem i srednem antropogene [Formation of the valley of the Volga River in the early and middle Anthropogene], *Nauka, Moscow*, 1966, 412 p. (in Russian).
- Гричук В.П.* Материалы к палеоботанической характеристике четвертичных и плиоценовых отложений северо-западной части Прикаспийской низменности // *Мат-лы по геоморфологии и палеогеографии СССР*. Вып. 11. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 5–79.
- Grichuk V.P.* Materialy k paleobotanicheskoy harakteristike chetvertichnykh i pliotsenovykh otlozheniy severo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoy nizmennosti [Materials to the paleobotanical characteristic of Quaternary and Pliocene deposits of northwest part of Caspian Depression], *Mater. po geomorfologii i paleogeografii SSSR, Iss. 11, Izd-vo AN SSSR, Moscow*, 1954, pp. 5–79 (in Russian).
- Жузе А.П., Коренева Е.В., Мухина В.В.* Палеогеография Черного моря по данным изучения диатомей и спорово-пыльцевого анализа глубоководных отложений // *Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения*. М.: Наука, 1980. С. 77–86.
- Zhuze A.P., Koreneva E.V., Mukhina V.V.* Paleogeografiya Chernogo morya po dannym izucheniya diatomey i sporovopyl'tsevogo analiza glubokovodnykh otlozheniy [Paleogeography of the Black Sea according to studying of diatoms and the sporous and pollen analysis of deep-water deposits], *Geologicheskaya istoriya Chernogo morya po rezul'tatam*

glubokovodnogo bureniya, Nauka, Moscow, 1980, pp. 77–86 (in Russian).

История геологического развития континентальной окраины западной части Черного моря. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 312 с.

Istoriya geologicheskogo razvitiya kontinental'noy okrainy zapadnoy chasti Chernogo morya [History of geological development of the continental area of the western part of the Black Sea], Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 1988, 312 p. (in Russian).

Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А., Тудрин А. и др. Каспий: гидрологические события позднего квартала // Бюлл. комиссии по изучению четвертич. периода. 2014. Вып. 73. С. 19–51.

Lavrushin Yu.A., Spiridonova E.A., Tudrun A. i dr. Kaspiy: gidrologicheskie sobytiya pozdnego kvartera [The Caspian Sea: hydrological events of the late Quarter], Bull. komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda, 2014, no 73, pp. 19–51 (in Russian).

Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 210 с.

Leontyev O.K., Mayev E.G., Rychagov G.I. Geomorfologiya beregov i dna Kaspiyskogo morya [Geomorphology of coast and bottom of the Caspian Sea], Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 1977, 210 p. (in Russian).

Лохин М.Ю., Маев Е.Г. Позднеплейстоценовые дельты на шельфе северной части Среднего Каспия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1990. № 3. С. 34–40.

Lokhin M.Yu., Mayev E.G. Pozdnepleystotsenovye del'ty na shel'fe severnoy chasti Srednego Kaspiya [Late Pleistocene deltas on the shelf of northern part of the Middle Caspian Sea], Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya, 1990, no 3, pp. 34–40 (in Russian).

Москвитин А.И. Плейстоцен Нижнего Поволжья. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 263 с.

Moskvitin A.I. Pleistotsen Nizhnego Povolzh'ya [Pleistocene of the Lower Volga region], Izd-vo AN SSSR, Moscow, 1962, 263 p. (in Russian).

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

Popov G.I. Pleistotsen Chernomorsko-Kaspiyskih prolivov [Pleistocene of the Black — Caspian Sea straits], Nauka, Moscow, 1983, 216 p. (in Russian).

Православлев П.А. Каспийские осадки в низовьях р. Волги // Изв. Центрального гидрометбюро. 1926. Вып. 6. С. 1–77.

Pravoslavlev P.A. Kaspiyskie osadki v nizov'yah r. Volgi [Caspian deposits in the Lower area of Volga river], Izvestiya Tsentral'nogo gidrometbyuro, 1926, Vyp. 6, pp. 1–77 (in Russian).

Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 267 с.

Rychagov G.I. Pleystotsenovaya istoriya Kaspiyskogo morya [Pleistocene history of the Caspian Sea], Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 1997, 267 p. (in Russian).

Рычагов Г.И. Хвалынский этап в истории Каспийского моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 4. С. 3–9.

Rychagov G.I. Hvalynskiy etap v istorii Kaspiyskogo morya [Khvalynian epoch in the history of the Caspian Sea], Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya, 2014, no 4, pp. 3–9 (in Russian).

Свиточ А.А. Колебания уровня Каспийского моря в плейстоцене (классификация и систематическое описа-

ние) // Каспийское море. Палеогеография и геоморфология. М.: Наука, 1991. С. 5–100.

Svitoch A.A. Kolebaniya urovnya Kaspiyskogo morya v pleistotsene (klassifikatsiya i sistematicheskoe opisanie) [Fluctuations of level of the Caspian Sea in the Pleistocene (classification and the systematic description)], Kaspiyskoe more. Paleogeografiya i geomorfologiya. Nauka, Moscow, 1991, pp. 5–100 (in Russian).

Свиточ А.А. Большой Каспий: строение и история развития. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2014. 272 с.

Svitoch A.A. Bol'shoi Kaspiy: stroenie i istoriya razvitiya [The Big Caspian: structure and history of development], Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 2014, 272 p. (in Russian).

Свиточ А.А., Янина Т.А. Четвертичные отложения побережий Каспийского моря. М.: РАСХН, 1997. 267 с.

Svitoch A.A., Yanina T.A. Chetvertichnye otlozheniya poberezhnyy Kaspiyskogo morya [Quaternary deposits of the coasts of the Caspian Sea], RASKhN, Moscow, 1997, 267 p. (in Russian).

Федоров П.В. Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1978. 165 с.

Fedorov P.V. Pleystotsen Ponto-Kaspiya [Pleistocene of the Pont-Caspian region], Nauka, Moscow, 1978, 165 p. (in Russian).

Чепалыга А.Л. Позднеледниковое обводнение в Понто-Каспийском бассейне как прототип Всемирного потопы // Экология антропогена и современности: природа и человек. СПб.: Гуманистика, 2004. С. 83–88.

Chepalyga A.L. Pozdnelednikovoe obvodnenie v Ponto-Kaspiyskom bassejne kak prototip Vsemirnogo potopa [Late glacial flood in the Ponto-Caspian Basin as the Flood prototype], Ecologiya antropogena i sovremennosti: priroda i chelovek, Gumanistika, St.-Peterburg, 2004, pp. 83–88 (in Russian).

Шаховец С.А. Хронология палеогеографических событий позднего плейстоцена Нижней Волги (по данным термолюминесцентного метода): Автореф. канд. дисс. М., 1987. 24 с.

Shakhovets S.A. Khronologiya paleogeograficheskikh sobytiy pozdnego pleystotsena Nizhney Volgi (po dannym termoluminescentnogo metoda) [Chronology of the paleogeographical events of the late Pleistocene of the Lower Volga area (according to termoluminescence method)], Avtoref. kand. diss., Moscow, 1987, 24 p. (in Russian).

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

Sherbakov F.A., Kuprin P.N., Zabelina E.K. Paleogeografiya Azovo-Chernomor'ya v pozdnem pleystotsene i golotsene [Paleogeography of the Azov-Black Sea during late Pleistocene and Holocene], Paleogeografiya i otlozheniya pleystotsena yuzhnyh morey SSSR, Nauka, Moscow, 1977, pp. 51–60 (in Russian).

Янина Т.А. Эволюция природной среды Понто-Каспия в условиях глобальных изменений климата позднего плейстоцена // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 1. С. 3–16.

Yanina T.A. Evolyutsiya prirodnoy sredy Ponto-Kaspiya v usloviyakh global'nyh izmeneniy klimata pozdnego pleystotsena [Evolution of the environment of the Ponto-Caspian region under the global climatic change of the late Pleistocene], Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya, 2013, no 1, pp. 3–16 (in Russian).

Янина Т.А., Сорокин В.М., Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф. Гирканский этап в плейстоценовой истории Каспий-

ского моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 3. С. 3–9.

Yanina T.A., Sorokin V.M., Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F. Girkanskiy etap v pleystotsenovoy istorii Kaspiyskogo morya [Girkanian epoch in the Pleistocene history of the Caspian Sea], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya*, 2014, no 3, pp. 3–9 (in Russian).

Arslanov Kh.A., Svitoch A.A., Yanina T.A., Chepalyga A.L., Maksimov F.E., Chernov S.B., Tertychnyi N.I., Starikova A.A. On the age of the Khvalynian transgression in the Caspian Sea according to ^{14}C and $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ methods // *Proceedings of the International Conference IGCP 610 "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human response during the Quaternary"*. Tbilisi: Itd Sachino, 2013. P. 10–13.

Brewer S., Guiot J., Sanchez-Goni M.F., Klotz S. The climate in Europe during the Eemian: a multi-method approach using pollen data // *Quaternary Sci. Rev.* 2008. N 27. P. 2303–2315.

Kuzmin Y.V., Nevesskaya L.A., Krivonogov S.K., Burr G.S. Apparent C-14 ages of the 'pre-bomb' shells and correction values (R, ΔR) for Caspian and Aral Seas (Central Asia) // *Nuclear instruments and methods in physics research.* 2007. N 259. P. 463–466.

Mangerud J. Correlation of the Eemian and the Weichselian with deep sea oxygen isotope stratigraphy // *Quatern. Intern.* 1989. N 3/4. P. 1–4.

Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al. Selection and treatment of data for radiocarbon calibration: an update to the International Calibration (IntCal) criteria // *Radiocarbon.* 2013. Vol. 55, N 4. P. 1923–1945.

Stuiver M., Reimer P.J., Reimer R. CALIB radiocarbon calibration. 2014. URL: <http://calib.qub.ac.uk/calib/> (Accessed: 08.02.2015).

Svendsen J., Alexanderson H., Astakhov et al. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia // *Quatern. Sci. Rev.* 2004. N 23. P. 1229–1271.

Yanina T.A. Correlation of the Late Pleistocene paleogeographical events of the Caspian Sea and Russian Plain // *Quatern. Intern.* 2012. N 271. P. 120–129.

Yanina T.A., Sorokin V.M., Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F. Paleogeography of the Caspian late Pleistocene: new data // *IGCP 610 from the Caspian to Mediterranean: Environmental change and human response during the Quaternary.* Tbilisi: Ilia State University, 2013. P. 156–158.

Поступила в редакцию
09.02.2015

Yu.P. Bezrodnykh, V.M. Sorokin, T.A. Yanina

ABOUT THE ATELIAN REGRESSION OF THE CASPIAN SEA

The Atelian regression is well pronounced in the structure of the Pleistocene deposits of the Northern Caspian Sea which were studied by seismoacoustic profiling, static sounding and opened with engineering-geological wells to the depth of 80 m. It is seen on the seismoacoustic profiles by the depressions under the reflecting horizon in the base of the Khvalynian deposits. The Caspian Sea level was 100 m below the actual one at those times. The regression strata are not lithologically uniform, taking a stratigraphic position in between the Girkanian and Khvalynian transgression deposits. The Aelian deposits are the alternating loams and clays in paleodepressions, while the uplands are formed of sandy loams in association with loams. They are characterized with high densities (2.10–2.15 g/cm³), low humidity (<25–26%) and pronounced fracturing, which suggests that they were transformed in the open air. They have individual inclusions and layer accumulations of plant detritus and mollusk shells. The palaeontologic material proves the fresh-water or slightly brackish-water conditions of shallow basins filled with biogene-poor but carbonate-rich water.

The radiocarbon datings of the humic acids extracted from the Atelian deposits from the palaeodepressions are within the range of 36 680±850–40 830±100 years; the calibrated age is 41 191±750–44 390±180 years. The results of dating performed by the radiocarbon method modifications at different laboratories (Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, and the Lawrence Livermore National Laboratory, USA) match together. The maximum of the Atelian regression and the formation of erosion depressions within the Northern Caspian Sea area coincide with the global cooling during the Kalinin (MIS 4) Ice Age. The final stages of the regression (filling of depressions with the fresh-water deposits) took place during the initial stages of the interstadial (MIS 3) epoch. The maximum of the Atelian regression correlates well with the maximum of the post-Karangatian regression of the Black Sea. And the accumulation of the upper part of the Burtass (Gudilov) strata composed of subaerial carbonate loams with soil-formation traces corresponds with the Atelian regression within the Manych depression.

Key words: Atelian regression, radiocarbon dating, the Caspian Sea.

УДК 556.551+556.012(470.311)

М.Г. Гречушникова¹, Д.В. Ломова², Л.Е. Ефимова³, Г.Н. Вишневская⁴**ОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ГРАНИЦЕ ВОДА–ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ
В ИСТРИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД⁵**

Приведены результаты комплексных полевых исследований обменных процессов на границе вода–донные отложения, впервые проведенных на Истринском водохранилище. Выявлена роль устойчивой стратификации в изменении величины потребления кислорода донными отложениями (SOD). Выполнена оценка SOD как в русловой ложбине, так и на пойме в разных районах водохранилища, а также поток минерального фосфора из донных отложений в воду. Комплекс работ выполнен для параметризации обменных процессов при настройке экологического блока модели ГМВ-МГУ на Истринском водохранилище.

Ключевые слова: донные отложения, потребление кислорода, деструкция, органическое вещество.

Введение. Кислород — один из наиболее важных элементов в водной экосистеме. Его содержание определяет течение многих химических реакций, условия для высших форм жизни, а также служит интегральным индикатором общего состояния экосистемы. Определение закономерностей режима растворенного в воде кислорода имеет большое значение для решения проблемы формирования и прогноза качества воды. Особенности режима растворенного в воде кислорода в стратифицированных водоемах обусловлены взаимодействием динамических и экологических факторов. Большинство водохранилищ России относится к мезотрофным димиктическим водоемам долинного типа. Функционирование их экосистем определяется, с одной стороны, комплексом гидрологических процессов, а с другой — характером и интенсивностью биологических процессов, поэтому необходимо изучать кислородный режим и факторы, его определяющие.

Донные отложения (ДО) играют важную роль в кислородном режиме водных объектов. На границе раздела вода–донные отложения постоянно происходит обмен взвешенными и растворенными веществами, а сами ДО не просто пассивные аккумуляторы вещества, в них непрерывно происходят химические и микробиологические процессы, в которых расходуется кислород. Скорость потребления кислорода (SOD) донными отложениями (ДО) зависит от типа грунта и его характеристик (таких, как содержание органического вещества (ОВ) и гигроскопическая влажность (d)), а также от других факторов (температура придонного слоя воды (T), содержание в ней растворенного кислорода (O_2), деструкция ОВ в придонном 10-сантиметровом слое

воды (ППВ), мутность (S) и т.д.). В реальном водоеме все эти факторы действуют одновременно, часто противодействуя. Так, один показатель способствует увеличению скорости потребления кислорода дном в данный момент, а другой в то же время снижает ее [Бреховских и др., 2003], причем ДО довольно быстро реагируют на изменение внешних постоянно меняющихся в водоеме условий.

Особенно актуально оценить возможные изменения состояния экосистем водохранилищ в условиях изменений климата. Такая оценка возможна при помощи математических моделей, воспроизводящих комплекс процессов в водохранилищах. Одна из таких моделей — ГМВ-МГУ [Эдельштейн, 2014]. Эта модель неоднократно верифицировалась на наиболее изученном в московском комплексе — Можайском водохранилище. В качестве нового объекта исследований выбрано Истринское водохранилище, также один из источников водоснабжения Москвы, прогноз качества воды для которого весьма актуален. Истринское водохранилище, в отличие от Можайского, относится к морфологически сложным долинным водохранилищам. Оно, как и Можайское водохранилище, осуществляет многолетнее регулирование стока, однако имеет в 1,4 раза меньшую площадь водосбора, в 1,3 раза меньший объем, в 1,9 раза меньшую относительную глубину (отношение средней глубины к средней ширине) и в 1,4 раза меньший коэффициент водообмена. Такие отличия дают основания предполагать и другие особенности гидроэкологического режима водоема.

Один из важных процессов, определяющих вертикальное и пространственное распределение рас-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, вед. науч. с., канд. геогр. н.; Институт водных проблем РАН, науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* allavis@mail.ru

² Институт водных проблем РАН, науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* florainter@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* ef_river@mail.ru

⁴ Институт водных проблем РАН, науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* florainter@mail.ru

⁵ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 13-05-00137, 12-05-00527), при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-17-00155).

творенного кислорода (и не только), — процесс потребления кислорода грунтами дна, параметризация которого крайне важна для математического моделирования (диагностических расчетов и прогнозов). На Можайском водохранилище неоднократно проводились комплексные полевые работы для изучения пространственных закономерностей этого процесса [Бреховских и др., 2006]. Необходимо исследовать обменные процессы в других водохранилищах московского водоисточника для правильной параметризации обменных процессов на границе вода–дно для настройки экологического блока модели ГМВ-МГУ.

Материалы и методы исследований. На Истринском водохранилище 29 июня 2014 г. работы выполнены на 7 станциях, которые наиболее полно дают представление о характере грунта в разных районах водохранилища с учетом его сложной конфигурации (рис. 1). Комплекс работ включал измерение прозрачности воды (диск Секки), температуры и электропроводности воды (термокондуктометр YSI), содержания в ней растворенного кислорода (O₂, YSI ProODO), отбор проб для определения растворенного в воде кислорода, мутности воды и деструкции органического вещества (ОВ) в воде (батометр Рутнера), а также отбор грунтов (днотерпатель Экмана–Берджа) для постановки экспериментов по измерению потребления кислорода на границе раздела вода–донные отложения и общей деструкции ОВ в илах. Кроме того, отбирали грунт для определения содержания в нем ОВ, его гигроскопической влажности и содержания макрозообентоса в донных отложениях.

Определение содержания растворенного в воде кислорода проводилось стандартным методом Винклера, деструкцию ОВ определяли скляночным методом Винберга [Винберг, 1960], мутность воды — с использованием турбидиметра, гигроскопическая влажность оценивалась по разности воздушно-сухого и абсолютно сухого веса, содержание органических веществ — по потере веса при прокаливании [Аринушкина, 1970].

Скорость потребления кислорода донными отложениями (SOD) и общую деструкцию ОВ в илах оценивали методом трубок [Романенко, Кузнецов, 1974] в статических условиях, неоднократно апробированным на Можайском водохранилище [Ломова, 1995].

Общую деструкцию ОВ в илах определяли по количеству HCO₃⁻, выделяемого колонкой грунта за время экспозиции. Определение в воде HCO₃⁻ выполняли стандартным ацидиметрическим методом. Общая деструкция состоит из аэробной и анаэробной деструкции. Аэробная деструкция рассчитывается исходя из величины потребления кислорода грунтом, а анаэробная — как разница между общей и аэробной. Из полученных данных рассчитаны соотношения аэробной и анаэробной деструкции ОВ в илах. Содержание фосфора определяли согласно [Руководство..., 2003].

Сбор бентоса для исследования состава и количественных показателей проводили на русловых и пойменных станциях. Пробы отобраны днотерпателью Экмана–Берджа с площадью захвата 1/100 м² (по две выемки грунта на каждой станции). Затем пробы промывали через капроновое сито № 32 и обрабатывали по стандартной гидробиологической методике. Сырую массу гидробионтов определяли на торсионных весах.

Потоки вещества через 1 м² площади дна за сутки вычисляли по формуле [Романенко, Кузнецов, 1974]

$$R = 240 (C_{тр} - C_{хол}) l/t,$$

где R — поток изучаемого элемента на границе раздела вода–донные отложения, мг/м²/сут; $C_{тр}$ и $C_{хол}$ — содержание изучаемого элемента в трубке с илом и в холостой трубке, мг/л; l — высота столба воды над илом, см; t — время экспозиции, ч.

Результаты исследований и их обсуждение. Относительная глубоководность и слабый водообмен Истринского водохранилища (K_B составлял 1,26 [Эдельштейн, 1998]) определяют большую величину осадконакопления. За последние два десятилетия отмечается увеличение водообмена во всех московских водохранилищах, в частности в Истринском до 1,7 год⁻¹. Илы в русловой ложбине в верхнем районе водохранилища не столь существенно отли-

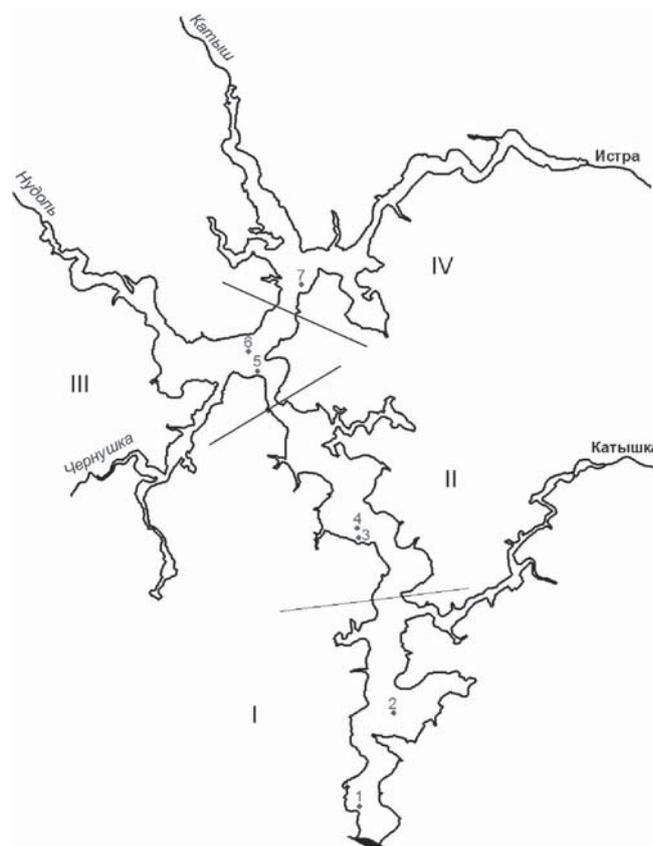


Рис. 1. Схема Истринского водохранилища (арабские цифры — номера станций отбора проб, римские цифры — номера отсечков)

чаются от илов на нижнем приплотинном участке, как, например, в Можайском водохранилище, поскольку Истринское водохранилище (1935) создано существенно раньше Можайского (1962). На условия осадконакопления влияют и особенности притоков. Основные притоки Можайского водохранилища — реки Москва и Лусьянка с площадью водосбора на постах недалеко от устья 755 и 170 км² соответственно. В Истринское водохранилище впадают реки Истра, Катыш и Нудоль с площадью водосбора 174, 70,5 и 291 км² соответственно. Это обуславливает принципиальную разницу в характере донных отложений в верховьях водохранилища.

Для наиболее репрезентативного охвата водоема выбрано 7 станций — 4 на русловой части и 3 на пойменных участках (станция I находится на нижнем приплотинном участке, II и III — в среднем районе, IV — в верхнем районе водохранилища). Илы на глубоких участках нижнего района Истринского водохранилища темно-серые, почти черные и очень рыхлые. Для среднего района характерны илы оливкового цвета, также с очень рыхлой структурой. В верхнем районе (у слияния рек Истра и Катыш) илы светлее — серые, желто-серые, имеют более опесчаненную структуру. В колонках ила во всех трех районах русловой части встречаются черные слои, что свидетельствует о периодически возникающих аноксидных условиях в придонных слоях воды.

Илы из пойменных участков нижнего и среднего районов Истринского водохранилища схожи по структуре с илами в русловой части. Они представлены оливковыми или темно-серыми разностями, однако в средней части иловые отложения более плотные. Поймы верхнего района представлены опесчаненными желто-коричневыми илами с более плотной структурой. В период проведения

исследований в водоеме наблюдалась устойчивая температурная стратификация. Слой температурного скачка был расположен на глубине 10–12 м в нижнем приплотинном участке водохранилища и на глубине 8–10 м в средней части водоема. На пойменных участках в средней части водохранилища и в верхнем районе температурная стратификация отсутствовала. Температура поверхностного слоя составляла ~17 °С, минимальная температура (9,9 °С) измерена на самой глубокой русловой станции у плотины.

Температура придонного слоя воды (рис. 2, А) на русловых станциях плавно увеличивалась от приплотинного района к верховьям водохранилища. На пойменных участках в среднем и верхнем районах температура в придонном слое составила 16 °С (при отсутствии стратификации), а в приплотинной части на пойме из-за большой глубины температура близка к температуре в русле (11,5 °С).

Рис 2

Установлено следующее распределение значений электропроводности по глубине (рис. 2, Б): во всех трех районах водохранилища она одинаково однородна до глубины ~8 м, затем по мере углубления увеличивается. При этом в нижнем и среднем районах примерно на уровне бровки русла наблюдается резкое увеличение значений электропроводности, что, вероятно, связано с выходом здесь грунтовых вод. Отметим и некоторое различие величин средней электропроводности эпилимниона во всех трех районах Истринского водохранилища — 300, 315 и 340 мк См/см от приплотинного к верхнему району соответственно. Характер распределения растворенного кислорода по вертикали во всех районах водохранилища на русловых станциях одинаков, имеет четко выраженный оксиклин на глубине от 8 до 12 м, что совпадает с вертикальным

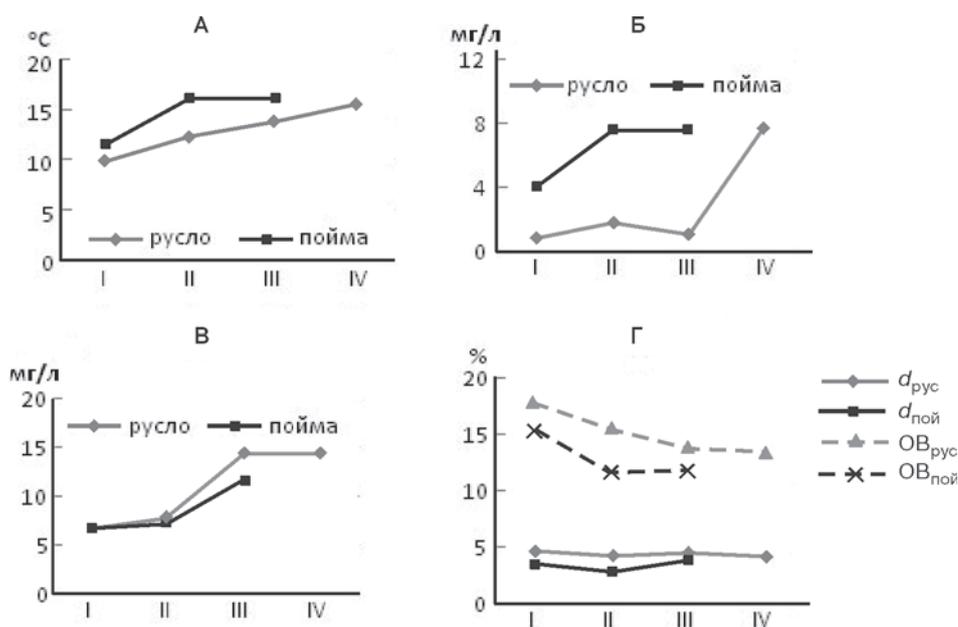


Рис. 2. Температура воды (А), содержание растворенного кислорода (Б) и мутность воды (В) в придонном слое разных районов Истринского водохранилища, а также влажность (d) и содержание ОВ в верхнем слое ДО (Г) 29.06.2014

распределением температуры воды. На пойменных участках содержание кислорода по мере углубления меняется незначительно (за исключением поймы у плотины).

При этом содержание кислорода у дна (рис. 2, Б) на русловых станциях в трех нижних районах составило ~1 мг/л, на пойменных же участках только в приплотинном районе наблюдается снижение кислорода в придонном слое до 4 мг/л. На остальных станциях содержание кислорода по глубине практически не меняется.

Мутность придонного слоя воды (рис. 2, В) в приплотинном и среднем районах водохранилища одинакова на русловых и пойменных участках и варьирует от 7 до 8 мг/л. Мутность у дна в верхнем районе увеличивается и составляет здесь 12 мг/л на пойменной станции и 15 мг/л на русловых (что, возможно, связано с влиянием здесь стокового течения, проходящего по русловой ложбине, а также с переотложением илов с пойменных участков в связи с отсутствием температурной стратификации в районе поймы и возможным ветровым перемешиванием).

В воде и ДО непрерывно протекают процессы разложения ОВ, на 99% оно разрушается под воздействием бактериопланктона и бактериобентоса. Интенсивность разложения ОВ в илах определяется не его валовым содержанием, а количеством легкоусвояемых соединений [Романенко, 1985]. Перемешивание водной толщи обеспечивает поступление на дно водоемов взвешенного вещества. Гигроскопическая влажность грунта (d , %) характеризует “свежесть” исследуемого осадка. На всех станциях Истринского водохранилища d оказалась одинакова (4–4,6%), как на глубоких русловых станциях (где наблюдалась устойчивая стратификация), так и на пойменных в верхних районах (где стратификация отсутствовала, и не было препятствий для осаждения детрита). Таким образом, можно предположить, что в период, предшествующий съемке, массового цветения водорослей (а следовательно, и их отмирания) не было (рис. 2, Д). Содержание ОВ в верхнем слое донных осадков максимально в приплотинном районе (18%), несколько снижается к верховьям (до 14%). При этом на пойменных станциях содержание ОВ в грунте везде немного меньше (12%).

Основные факторы, определяющие характер и интенсивность процессов, протекающих на границе раздела вода–дно — температура и содержание кислорода в придонных слоях воды, а также характеристики самих донных отложений (в частности содержание в них ОВ и присутствие роющего макрозообентоса). Деструкция в придонных слоях воды также влияет на величину потребления кислорода в верхнем слое ДО. На рис. 3 показано потребление кислорода грунтом (SOD) и потребление кислорода в 10-сантиметровом слое придонной воды над 1 м² донных отложений (ППВ).

На русловых станциях в приплотинном и среднем районах SOD = 0 (малое содержание кислорода у дна объясняется жаркой погодой, предшествующей съемке, и служит в этом случае лимитирующим фактором), а в верхних районах водохранилища SOD ≈ 200 мг O₂/м²/сут. При этом в придонной воде в русловой части нижнего района ППВ оно минимально (40 мг O₂/м²/сут), а в других районах водохранилища примерно одинаково и колеблется от 100 до 140 мг O₂/м²/сут. На пойменных станциях содержание кислорода в придонных горизонтах выше, чем на русловых, поэтому наибольшие величины SOD наблюдались в приплотинном и среднем районах (200–250 мг O₂/м²/сут), так как на этих станциях содержание ОВ в грунтах больше, чем в верхних районах водохранилища. ППВ на пойменных участках не превышает 40–60 мг O₂/м²/сут.

Важную роль в процессе потребления кислорода донными отложениями играет макрозообентос. Эти животные, в отличие от микробентоса, не просто расходуют кислород, но и принципиально меняют характер массопереноса в донных отложениях, создавая сеть нор и тем самым увеличивая площадь поверхности донных отложений. Исследования на Можайском водохранилище показали, что в случае песчанистого серого ила и илистого песка, залегающих на пойменных участках водохранилища, средний вклад бентоса в SOD уменьшается с увеличением количества ОВ [Бреховских и др., 2006]. Это связано с тем, что роющая деятельность макробентоса выше при малом содержании ОВ в грунте, так как этим организмам для питания недостаточно ОВ, находящегося на поверхности. Однако для наиболее богатых ОВ илов русловой

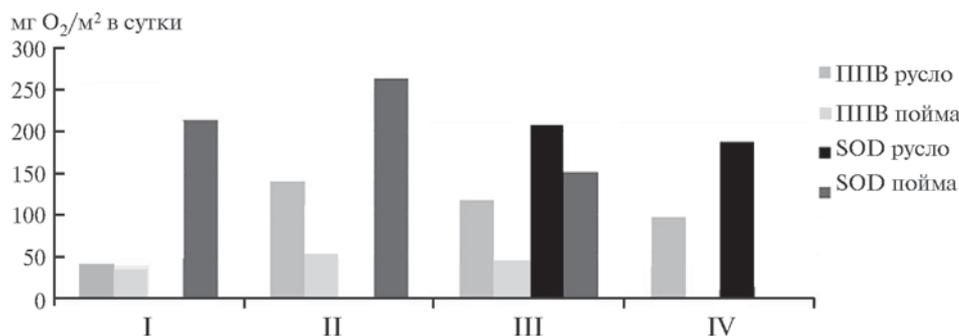


Рис. 3. Потребление O₂ придонной водой (ППВ) и грунтами дна (SOD) в разных районах Истринского водохранилища по данным съемки 29.06.2014

ложбины, где летом складываются наихудшие для бентоса температурные и кислородные условия, такая тенденция не наблюдается.

В районе исследований обнаружены 3 группы макрозообентосных организмов: хаоборины, хирономиды, олигохеты. Бентос не отличается разнообразием. Основу бентоса на всех станциях составляют *Chaoborus flavicans* (IV возраст) и *Chironomus* гр. *plumosus* (III и IV возраст). По биомассе ведущая роль на пойменных и на русловых станциях принадлежит хирономидам и хаоборинам. Численные показатели биомассы на пойменных станциях выше за счет крупных форм хирономид. Наибольшее количество организмов отмечено на пойменной и русловой станциях во втором районе.

В ДО органическое вещество потребляется как аэробными, так и анаэробными микроорганизмами. Соотношение аэробной и анаэробной деструкции ОВ в ДО может служить своеобразным показателем продуктивности водохранилища, так как в олиготрофных водоемах, где в придонных слоях присутствует кислород, распад ОВ происходит за счет аэробных процессов, а в евтрофных, где кислорода мало, преобладает анаэробный процесс распада органического вещества [Романенко, Кузнецов, 1974].

Как видно на рис. 4, А, максимальные величины общей деструкции ОВ в грунтах отмечены на русловых станциях в нижнем и среднем районах, а также на глубокой пойме нижнего района (130 мг С/м²/сут). На пойменных участках в среднем районе и верхних частях водохранилища общая деструкция колеблется от 70 до 100 мг С/м²/сут.

При этом если на русловых станциях в нижнем и среднем районах общая деструкция полностью идет за счет анаэробных процессов, то в русле верхних районов анаэробная деструкция составляет не более 20% от общей. На пойменных станциях вклад анаэробных процессов невелик и не превышает 40% (в верхних районах не более 20%).

Существование гипоксии в придонных слоях воды на русловых станциях в среднем и нижнем районах водохранилища обусловило довольно высокое содержание минерального фосфора ($P_{\text{мин}} =$

$= 0,09 \pm 0,12$ мг/л), при этом его доля составила 70–95% от общего фосфора ($P_{\text{вал}} = 0,1 \pm 0,15$ мг/л). Дефицит кислорода на поверхности илов способствовал регенерации фосфора из ДО, в результате чего возрастала концентрация его минеральной формы, а следовательно, и содержание $P_{\text{вал}}$. На более мелководных пойменных станциях и в верхней части водохранилища, где гипоксия не наблюдалась, концентрация валового фосфора у дна была в 1,5–2 раза меньше, чем на русловых станциях, а преобладающей формой фосфора на пойменных станциях стал органический фосфор. Его относительно высокое содержание ($P_{\text{орг}} = 0,04 \pm 0,06$ мг/л) в придонной воде на пойменных станциях в средней и верхней частях водохранилища обусловлено, вероятно, накоплением оседающего детрита у дна.

В период проведения исследований из донных отложений поступал в воду в основном минеральный фосфор. Величина потока $P_{\text{мин}}$ из дна в придонные слои в русловой части водохранилища близка во всех его районах (рис. 4, Б).

Выход минерального фосфора из ДО составил 19–25 мг Р/м²/сут, выход $P_{\text{орг}}$ не превышал 14 мг Р/м²/сут. Поступление общего фосфора из илов на средней и верхней пойме было практически одинаковым (13–15 мг Р/м²/сут). При этом на пойме приплотинного района поток фосфора со дна сравним с потоком на русловой станции, поскольку илы пойменных участков в районе плотины на Истринском водохранилище похожи на илы в русловой ложбине. В целом в период исследований поток фосфора из ДО в воду на русловых участках и на глубокой пойменной части в приплотинном плесе был одинаков, что соответствует периоду умеренного цветения [Гашкина и др., 2004].

Как видно на рис. 5 и из данных таблицы, в грунтах верхних районов как Истринского, так и Можайского водохранилища процессы деструкции ОВ в донных отложениях идут с одинаковой интенсивностью (97–131 мг С/м²/сут). В среднем и нижнем районах $D_{\text{общ}}$ в грунтах Можайского водохранилища в 1,7–2 раза выше, чем в Истринском, несмотря на то что содержание ОВ в донных

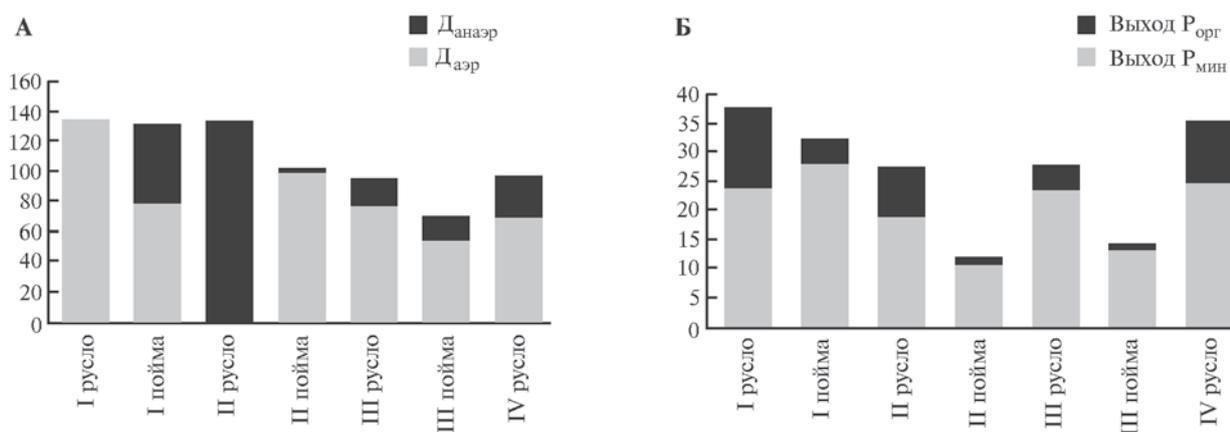


Рис. 4. Деструкция ОВ в грунтах (А, мг С/м²/сут) и величина потока фосфора из ДО в придонные слои воды (Б, мг Р/м²/сут)

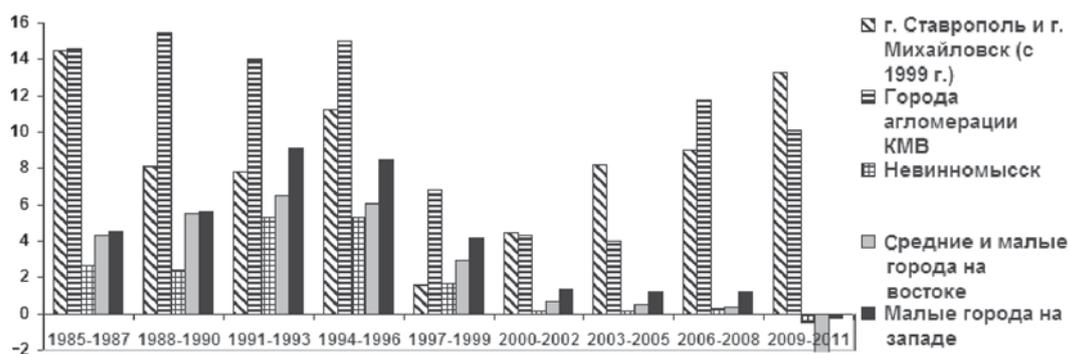


Рис. 5. Общая деструкция ОВ в грунтах (А) и потоки фосфора со дна (Б) в Истринском и Можайском водохранилищах (для Истринского водохранилища приведены данные, полученные 29.06.2014; для Можайского водохранилища — среднееголетние значения)

отложениях Истринского водохранилища больше (более чем в 1,5 раза). Поток минерального фосфора из ДО в воду в верхнем и среднем районах двух сравниваемых водохранилищ примерно сопоставим, а в приплотинном участке Можайского водохранилища существенно меньше (8 и 24 мг Р/м²/сут соответственно). Истринское водохранилище характеризуется меньшей пространственной неоднородностью исследуемых процессов.

Для Истринского водохранилища полученные результаты носят предварительный характер, поскольку получены по данным единственной съемки в условиях выраженной стратификации и неинтенсивного развития фитопланктона. Для выявления более общих закономерностей необходимы дополнительные наблюдения при иных гидрометеорологических условиях и желательно в период цветения.

Выводы:

- впервые проведены комплексные полевые исследования обменных процессов на границе вода–донные отложения на Истринском водохранилище;
- в приплотинном районе Истринского водохранилища грунты русловых и пойменных участков имеют схожие характеристики (как по влажности и содержанию ОВ, так и по интенсивности газообмена на границе вода–дно);
- устойчивая стратификация водной толщи приводит к уменьшению SOD, препятствуя обмену кислородом между эпилимнионом и гипolimнио-

ном и уменьшая поступление на дно легкоусвояемого ОВ;

- в условиях сложившейся гидрометеорологической ситуации в русловых илах Истринского водохранилища доля анаэробной деструкции ОВ от общей в нижних районах составляет 100%, а в верхнем не превышает 20%. Для илов на пойменных участках вклад анаэробных процессов составляет от 3 до 20%;

- поток минерального фосфора из ДО в воду составляет на русловых участках 22–24 мг Р/м²/сут, на пойменных участках он существенно меньше (11–14 мг Р/м²/сут);

- по материалам наблюдений 2014 г. в верхнем районе и выше по течению SOD в русле составляет 200 мг О₂/м²/сут, в то время как на пойменных участках — 150 мг О₂/м²/сут (75% от величины потребления кислорода грунтами русла). Пространственные различия в потреблении кислорода грунтами Истринского водохранилища по длине водоема выражены существенно меньше, чем в Можайском водохранилище, что обусловлено наличием трех небольших притоков, впадающих в разные районы водоема. Выявленные особенности необходимо учитывать при моделировании внутриводоемных процессов. Для более полной характеристики SOD нужно выполнить подобный комплекс наблюдений при отсутствии аноксидных условий.

Характеристики грунта, величина D_{общ} в донных отложениях и потоки О₂ и Р на границе вода–дно в Истринском и Можайском водохранилищах

Водохранилище	Район	ОВ, %	d, %	SOD, мг О ₂ /м ² /сут	D _{общ} , мг С/м ² /сут	Выход Р _{мин} , мг Р/м ² /сут
Можайское	верхний	10,3	4	102	131	16
	средний	10,9	4	153	231	25
	нижний	9,4	3,7	237	286	8
Истринское	верхний	13,7	4,3	196	98	25
	средний	15,5	4,1	0	115	22
	нижний	17,9	4,6	0	135	24

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.

Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv [Manual to the chemical analysis of soils], MGU, Moscow, 1970, 487 p. (in Russian).

Бреховских В.Ф., Вишневецкая Г.Н., Гашкина Н.А. и др. О сезонной смене приоритетных факторов, определяющих интенсивность потребления кислорода грунтами водохранилища долинного типа // Водные ресурсы. 2003. Т. 30, № 1. С. 61–66.

Brehovskih V.F., Vishnevskaya G.N., Gashkina N.A. i dr. O sezonnoy smene prioritetnih faktorov, opredelyayuschih intensivnost' potrebleniya kisloroda gruntami vodokhranilishcha dolinnogo tipa [About seasonal change of the priority factors determining intensity of oxygen consumption by bottom soils of the valley type reservoir], Vodniye resursy, 2003, V. 30, no 1, pp. 61–66 (in Russian).

Бреховских В.Ф., Вишневецкая Г.Н., Кременецкая Е.Р., Ломова Д.В. Об оценке потребления кислорода разными типами грунтов долинных водохранилищ в летний период // Метеорология и гидрология. 2006. № 10. С. 82–91.

Brehovskih V.F., Vishnevskaya G.N., Kremeneckaya E.R., Lomova D.V. Ob ocenke potrebleniya kisloroda raznymi tipami gruntov dolinnykh vodokhranilishch v letniy period [About estimation of oxygen consumption by different types of bottom soils in valley type reservoirs in a summer period], Meteorologiya i gidrologiya, 2006, no 10, pp. 82–91 (in Russian).

Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во АН БССР, 1960. 66 с.

Vinberg G.G. Pervichnaya produkciya vodoemov [Primary production in water objects], Izd-vo AN BSSR, Minsk, 1960, 66 p. (in Russian).

Гашкина Н.А., Пуклаков В.В., Кременецкая Е.Р. Динамика фосфора и балансовая оценка его обменных процессов с дном в Можайском водохранилище в вегетационный период // Водные ресурсы. 2004. Т. 31, № 6. С. 702–712.

Gashkina N.A., Puklakov V.V., Kremeneckaya E.R. Dinamika fosfora i balansovaya ozenka ego obmennykh processov s dnom v Mogaiskom vodokhraniliche [Phosphorus dynamics and balance assessment of its exchange processes with bottom in Mogaisk reservoir in vegetation season], Vodniye resursy, 2004, V. 31, no 6, pp. 702–712 (in Russian).

Ломова Д.В. Потребление кислорода донными отложениями водохранилища долинного типа: Автореф. канд. дисс. М., 1995.

Lomova D.V. Potreblenie kisloroda donnymi otloshchennyami vodokhranilishcha dolinnogo tipa [Oxygen consumption by bottom sediments in a valley type reservoir], Avtoref. kand. diss., Moscow, 1995 (in Russian).

Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 294 с.

Romanenko V.I. Mikrobiologicheskiye processy produkcii i destrucci organicheskogo veshchestva vo vnutrennih vodoemah [Microbiological processes of production and destruction in internal reservoirs], Nauka, Leningrad, 1985, 294 p. (in Russian).

Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л.: Наука, 1974. 189 с.

Romanenko V.I., Kuznecov S.I. Ekologiya mikroorganizmov presnykh vodoemov [Ecology of microorganisms in fresh water reservoirs], Nauka, Leningrad, 1974, 189 p. (in Russian).

Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 202 с.

Rukovodstvo po himicheskomu analizu morskikh i presnykh vod pri ekologicheskom monitoringe rybohozyaystvennykh vodoemov i perspektivnykh dlya promysla rayonov Mirovogo okeana [Manual for chemical analysis of salt and fresh waters in ecological monitoring of fishery objects or perspective for fishery ocean areas], Izd-vo VNIRO, Moscow, 2003, 202 p. (in Russian).

Эдельштейн К.К. Водоохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. М.: ГЕОС, 1998. 277 с.

Edelshteyn K.K. Vodokhranilishcha Rossii: ekologicheskiye problemy, puti ih resheniya [Reservoirs of Russia: ecological problems, solutions], GEOS, Moscow, 1998, 277 p. (in Russian).

Эдельштейн К.К. Новый подход к оценке репрезентативности данных мониторинга качества воды в водохранилищах — источниках водоснабжения // ВодаMagazine. 2014. № 7(83). С. 36–43.

Edelshteyn K.K. Noviy podhod k ozenke representativnosti dannykh monitoringa kachestva vody v vodokhranilishchah — istochnikah vodosnabzheniya [New approach to the assessment of monitoring data representativeness in reservoirs — sources of water supply], VodaMagazine, 2014, no 7(83), pp. 36–43 (in Russian).

Поступила в редакцию
16.10.2014

M.G. Grechushkina, D.V. Lomova, L.E. Efimova, G.N. Vishnevskaya

EXCHANGE PROCESSES AT THE CONTACT OF WATER AND BOTTOM SEDIMENTS IN THE ISTRA RESERVOIR DURING THE SUMMER PERIOD

The article presents the results of complex field investigation of exchange processes at the contact of water and bottom sediments which were for the first time carried out for the Istra reservoir. The role of stable stratification in changing the values of sediment oxygen demand (SOD) is revealed. The SOD was evaluated both in the channel depression and on the floodplain in different parts of the reservoir. The mineral phosphorus flux from the bottom sediments into water was also estimated. The study was carried out in order to parameterize the exchange processes for tuning the ecological block of the GMV-MSU model on the Istra reservoir.

Key words: bottom sediments, oxygen demand, destruction, organic matter.

УДК 9Н.3.316.344.24

Т.Г. Нефедова¹**ЗАНЯТОСТЬ И ОТХОДНИЧЕСТВО НАСЕЛЕНИЯ В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ²**

Рассмотрены разные подходы к выявлению степени занятости населения, интенсивности и направления отходничества, понимаемого как трудовые возвратные миграции населения. Показана специфика Ставропольского края как представителя южных регионов европейской части России. Раскрыты причины усиления возвратных трудовых миграций в разных районах края, связанные как с общими экономическими и институциональными изменениями, так и со спецификой населения и специализации районов. Сравниваются направления трудовых миграций в разных частях края, а результаты сопоставлены с миграциями на постоянное место жительства в 1990-х и 2000-х гг. Выявлены перспективы развития разных районов Ставропольского края.

Ключевые слова: возвратные трудовые миграции, отходничество, занятость населения, неформальная занятость, миграции на постоянное место жительства.

Введение. Отход крестьян на заработки, особенно в зимний период, был весьма распространен в России в XIX — начале XX в. и подробно рассмотрен в дореволюционной, советской и постсоветской литературе [Владимирский, 1927; Данилов, 1974; Рыбников, 1929]. Между Москвой и Петербургом отход в города, порой с длительным проживанием в них, практиковали от 7 до 15% мужского населения деревень, а в Московской губернии и на юго-восток от нее³ — до 20%. Во второй половине XX в., после освобождения от советского “закрепощения” в деревне, сельские жители стремились переехать в крупные города на постоянное место жительства, хотя и тогда временные работы в городах практиковали и мужчины и женщины (часто работали няньками, домработницами и т.п.). В постсоветские годы дополнительно к административным возникли экономические барьеры проникновения в крупные центры. Квартиры в больших городах стали финансово недоступны, а зарплаты в сельской местности в 1990-х гг. составляла менее половины городских (в позднесоветский период они почти сравнялись). При этом в результате кризиса 1990-х гг. резко сократилось число рабочих мест в сельской местности и в малых городах. Вместе эти три фактора — отсутствие рабочих мест, низкая зарплата в месте проживания и невозможность переехать к месту работы — породили “новое” отходничество, которое, по определению П.П. Великого [2010], во второй половине 1990-х, а особенно в 2000-х гг., при сильной социально-экономической поляризации пространства России оказалось единственным способом обеспечения необходимого уровня жизни в небольших городах и сельской местности.

Число отходников как представителей возвратных трудовых миграций между домом и работой, иногда на дальнее расстояние и на разное время,

огромно. Этот невидимый феномен по численности втянутого в него населения превышает число иностранных рабочих и численность мигрантов на постоянное место жительства. Все это запутало понимание того, сколько же населения реально живет и работает в сельской местности, в малых и больших городах. Определенным прорывом стала книга Ю.М. Плюсина с соавторами “Отходники” [2013], опирающаяся на многолетние качественные социологические обследования на основе интервью с представителями этой категории трудовых мигрантов. Опросы населения, ищущего работу за пределами места постоянного проживания, в 2000-х гг. проводил М.Б. Денисенко и др. [Денисенко и др., 2009; Флоринская и др., 2015]. Задача исследований состояла в поиске методов использования ограниченного статистического материала, позволяющего вместе с экспертными оценками специалистов определить масштаб отходничества и выявить влияющие на него факторы на примере одного из регионов юга Европейской России.

Обоснование выбора и характеристика района исследований. Большинство исследователей отходничества по инерции рассматривают районы Центральной и Северо-Западной России, проводя аналогии с местами максимального дореволюционного отхода в Москву и Петербург. И хотя столицы и их ближайшее окружение по-прежнему поглощают около 70% трудовых мигрантов страны, зоны выхода этих мигрантов значительно расширились. Это и регионы Поволжья (особенно Башкортостан с Чувашией), и южные районы России, которые в досоветское время были местом не отхода, а притяжения трудовых мигрантов на сельскохозяйственные работы из центральных губерний. Кроме того, современные возвратные миграции в Центральной и Северо-Западной России отлича-

¹ Институт географии Российской академии наук, приглашенный преподаватель кафедры экономической и социальной географии России географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, вед. науч. с., докт. геогр. н.; e-mail: trene12@yandex.ru

² Работа выполнена в Институте географии РАН при поддержке РФФИ (грант № 14-18-00083).

³ Тогда это определялось статистически по числу выданных крестьянам паспортов.

ются от дореволюционных тем, что происходят на фоне не избытка, а недостатка трудовых ресурсов в местах выхода мигрантов. На Юге, наоборот, постсоветские условия определили сильную перенаселенность сельской местности, что стало дополнительным стимулом массового отходничества. Поэтому изучение этого феномена в, казалось бы, более благополучных южных регионах не менее актуально.

Ставропольский край с его черноземами на западе, полупустынями на северо-востоке и предгорными лугами на юге, расположенный на фронтире православного и мусульманского миров, с многочисленными этническими взаимодействиями и проблемами, представляет собой прекрасный образец южных районов Европейской России с разными видами хозяйственной занятости или незанятости внутри края⁴.

Главные отличия Юга от Нечерноземья, помимо природных условий, — лучший человеческий капитал и принципиально иная система расселения. Это регион поздней волны урбанизации [Белозеров, 2009], здесь не было столь длительной депопуляции, городов-миллионеров тоже нет, хотя есть ярко выраженные полюсы развития — быстро растущий Ставрополь с населением 420 тыс. человек и агломерация городов Кавказских Минеральных Вод, по численности превышающая столицу региона в 1,5 раза (602 тыс. человек в 2014 г.). Для края характерны повышенная плотность сельского населения (10–30 человек/км²) и крупные села (в населенных пунктах с числом жителей более 5 тыс. человек живет около 40% сельского населения, а в поселениях с числом более 1 тыс. человек — почти 90% [Всероссийская перепись..., 2011]). Здесь сохранились крупные сельскохозяйственные предприятия с высокой продуктивностью земель. Зброшенных полей на равнинном Северном Кавказе, особенно в его западной части, меньше, чем в других районах России. Большой интерес к агропромышленному комплексу проявляют инвесторы, малые предприниматели, здесь много фермеров. Тем не менее проблемы занятости сильно обострились, особенно в сельской местности с ее слабыми сервисными функциями и отсутствием местообразующего производства, кроме сельскохозяйственного. Это усилило временный отток населения на заработки.

Отход населения на заработки, особенно дальний, имеет множество негативных последствий. Он предполагает отсутствие дома в течение длительного времени, что влияет на отношения в семье вплоть до ее распада [Плюснин и др., 2013]. Отходничество — это вынужденные приработки во вне, однако периодическое пребывание дома, примерно равное времени на работе, не только дает возможность вести продуктивное домашнее хозяй-

ство, что особенно важно на плодородном юге, но и формирует особый тип личности отходников, которым уже трудно вернуться к ежедневному труду. Сам отход на юге весьма разнообразен в профессиональном отношении (мужчины едут в крупные города таксистами, строителями, охранниками, женщины — на домашние работы) и по длительности (из-за удаленности преобладает отход, измеряемый месяцами, в отличие от Центральной России, где возможна работа в Москве и Подмосковье в более сжатом режиме).

Материалы и методы исследований. Отход населения из сельской местности, малых и средних городов на заработки лишь одна из разновидностей возвратных миграций населения обычно в недельном, месячном, полугодовом ритме. Отход во многом пересекается с понятием неформальной занятости, хотя часть отходников может работать вполне легально. Возвратные перемещения населения включают также комьютеров (маятниковых мигрантов, которые ежедневно ездят на работу в другой населенный пункт) и дачников, постоянно перемещающихся между городом и сельской местностью. Есть и переходные формы маятниковой миграции, например сутки работы и трое суток дома, характерные больше для периферийных зон агломераций, или временная работа дачников в местах длительного отдыха.

Само понятие неформальной занятости расплывчато, хотя это мощный сегмент российского рынка труда, составляющий 25–30% экономически активного населения [Кубишин, 2003]. Именно теневая занятость и отсутствие статистических данных о ней сильно затрудняют изучение отходничества. Данные официальной статистики о состоянии труда, включая трудовые балансы, не дают адекватной информации о реальной картине занятости населения. С уверенностью можно говорить лишь о тех, кто занят по договорам гражданско-правового характера, платит страховые взносы в пенсионный фонд. В наибольшей степени это касается крупных и средних предприятий, да и то не всегда, хотя в 2000-х гг. зарплата “в конверте” стала не столь массовым явлением. На малых предприятиях, у фермеров и индивидуальных предпринимателей со статусом физического лица часто официально оформлены лишь руководитель и высшее звено помощников.

Отсутствие адекватной официальной статистики делает необходимым привлечение разных источников информации. Наиболее надежны непосредственные обследования территории на уровне поселений. Во время экспедиции 2011 г. автором были подробно изучены разные типы поселений в 5 муниципальных районах на западе и востоке, на севере и юге Ставропольского края, а также в агломерации Кавминвод [Нефедова, 2012]. Про-

⁴ Результаты опираются не только на исследования 2014 г., но и на неоднократные экспедиционные обследования Ставрополья в предыдущие годы, что позволило вести своеобразный мониторинг состояния экономики края и миграции населения, особенно в сельской местности [Нефедова, 2012, 2013; Нефедова, Пэллот, 2006].

ведена серия глубинных интервью с представителями муниципальных и сельских администраций, руководителями предприятий, фермерами, населением. В 2014 г. проводилось интервьюирование представителей региональных министерств и ведомств Ставропольского края. Для сравнения с экспертными оценками и данными наблюдений привлечена региональная и муниципальная статистика, а также ведомственные материалы, данные обследования населения по проблемам занятости (ОНПЗ) за 2013 г. и литературные источники.

Для понимания степени разброса исходных данных необходимо привести разные оценки численности отходников в России. В последние годы Федеральная служба государственной статистики стала публиковать данные о потоках трудовых мигрантов между регионами России размером 1,0–2,5 млн человек [Труд и занятость, 2013]. Как показал опыт исследований автора и специалистов, проводящих опросы населения в разных районах, эти данные сильно занижены. В начале 2000-х гг. их численность оценивалась в 4,5–5,8 млн человек [Рязанцев, 2004] и с тех пор только увеличивалась. Однако и оценка числа отходников в 15–20 млн человек [Плюснин и др., 2013] завышена и включает почти все трудоспособное население (мужское и женское) сельской местности, малых городов и поселков городского типа.

На рис. 1 показаны расчеты, выполненные по балансу трудовых ресурсов Министерства труда и социальной защиты населения Ставропольского края с учетом оценок разных специалистов этого министерства⁵. Они определяют долю неформальной занятости в крае в среднем в 24%, что соответствует общероссийским оценкам. Численность безработных, зарегистрированных в государственной службе занятости, составляет всего 19 тыс. человек, уровень официальной безработицы в крае низкий (1,3%), по методике расчета Международной организации труда он составляет 5,1%. По этому показателю Ставропольский край находится на среднероссийском уровне и занимает 42-е место по напряженности на рынке труда [Обследование..., 2014], хотя его позиции относительно среднероссийских показателей постепенно ухудшаются. При этом, если из всех трудовых ресурсов вычесть формально и неформально занятых, студентов, льготников (многие из которых также работают), остается “зазор” в 280 тыс. человек. Значительная часть этого незанятого населения, как считают специалисты края, работает на отходе вне Ставрополья. Эти оценки создают лишь основу для размышлений, но есть и более детальные обследования.

В 2014 г. администрация Грачевского сельского муниципального района, примыкающего с северо-востока к пригородному Шпаковскому району, за-



Рис. 1. Структура занятости/незанятости трудовых ресурсов Ставропольского края, построена по данным баланса трудовых ресурсов Министерства труда и социальной защиты населения Ставропольского края

просила у всех поселений данные о месте работы их жителей (рис. 2). Выяснилось, что из 14,8 тыс. занятых в районе (из которых 1,4 тыс. — работающие пенсионеры) почти 6 тысяч работают за пределами района. При этом 1055 человек зарегистрированы в районе, но не проживают и крайне редко появляются в нем (живут в городах или в соседних республиках, их вряд ли можно считать отходниками), а 4725 человек работают вне района, в том числе на отходе в Москве, Московской области, Ростове-на-Дону, часть — маятниковые мигранты в Ставрополь, хотя разница в зарплатах не очень велика (в Грачевском районе она составляет 80% среднеобластного уровня, в Ставрополе — 120% [Ставропольский..., 2014]. При росте цен на билеты и бензин это не оправдывает ежедневных затрат на транспорт. Уровень официальной занятости в районе примерно такой же, как и в крае в среднем, а неформальной — ниже в силу ограничений сбыта продукции и неразвитости сферы услуг из-за бедности населения, но в основном население выживает с помощью отходничества, причем весьма далеко — с месячными и полугодовыми интервалами.

По данным ОНПЗ, за пределы Ставропольского края в 2013 г. выезжали на работу всего 37 тыс. человек⁶. Эти цифры, полученные пролонгированием на все население опросов незначительной его доли⁷, намного ниже оценок местных специалистов и экспертов. Тем не менее географическую картину отходничества они отчасти отражают. Почти 40% отходников едет в Москву и Московскую область, каждый пятый — в Краснодарский край, во всех случаях с периодичностью несколько недель. Из привлекательных регионов можно выделить Тюменскую область с нефтяными округами (12%) и Ростовскую область. Ежедневные обмены трудовыми ресурсами характерны для соседних республик, хотя доля таких маятниковых трудовых мигрантов составляет ~5%.

Результаты исследований и их обсуждение. Несмотря на спорность официальных данных о числе

⁵ В трудовые ресурсы включено население в трудоспособном возрасте, работающие пенсионеры и подростки, а также иностранные рабочие по региональной квоте.

⁶ URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_30/Main.htm (дата обращения: 20.12.2014).

⁷ Ежеквартально в РФ опрашивается 69 тыс. человек, что составляет 0,25% населения.

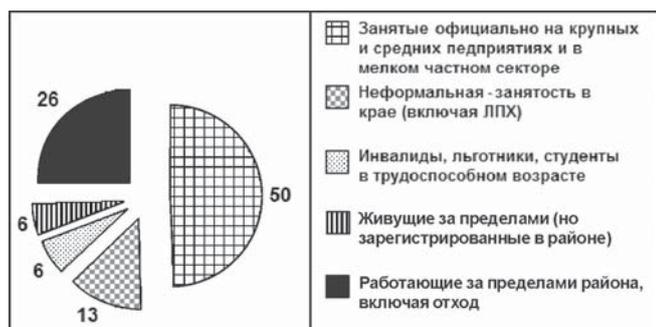


Рис. 2. Структура занятости/незанятости трудовых ресурсов Грачевского района, построена по данным поселковых и муниципальной администраций Грачевского района

отходников, представление о территориальной дифференциации численности незанятого населения в трудоспособном возрасте они все же дают.

Доля не занятого в месте проживания населения увеличивается обычно рядом с городами за счет маятниковых мигрантов. В Ставропольском крае она оказалась повышена также в относительно благополучных сельскохозяйственных районах на западе и юго-западе региона (рис. 3), там, где лучше сохранилась колхозная система с расширением производства зерновых культур и доминирует русское население [Нефедова, 2012, 2013], а также в некоторых центральных районах края. Это связано с несколькими причинами. На западе края распространены крупные села и станицы (от 1,5 до 10–15 тыс. человек) с моноаграрной специализацией, в которых обычно отсутствует переработка агропродукции, а сфера услуг не развита. Переориентация крупных агропредприятий на производство выгодного зерна (доля зерновых культур в посевной площади во многих районах увеличилась с 50 до 70–80%) привела к уменьшению кормовых угодий и свертыванию малорентабельного молочного животноводства, которое сохранилось в крайне незначительном числе предприятий и у населения.

Поскольку животноводство наиболее трудозатратно, эти перемены вызвали резкое сокращение занятости даже в успешных сельскохозяйственных районах. Фермеры также занимаются здесь преимущественно растениеводством, им требуется минимум работников. Более того, финансовая состоятельность крупных и более мелких хозяйств стимулировала их модернизацию, покупку новой техники со сложным управлением. Это уменьшило потребность хозяйств в числе занятых (для растениеводства, помимо специалистов, необходимы квалифицированные механизаторы и чернорабочие с минимальной зарплатой, в качестве которых часто используют иностранных рабочих). Агрохолдинги также следуют этим тенденциям, даже если кроме растениеводства занимаются птицеводством или свиноводством в современных модернизированных комплексах.

Эти резкие организационно-технологические перемены выявили сильную перенаселенность южного села. Кроме того, часть предприятий закрылась, их место заняли фермеры. Поляризация сельской местности, как и всюду в России, усилилась [Нефедова, 2013]. Важны и психологические факторы: несмотря на то что человеческий капитал здесь сохранен лучше, чем в Нечерноземье с его длительной депопуляцией, русскому населению крупных сел и станиц, привыкшему к наемному труду в благополучных колхозах, было труднее освоить предпринимательство. В современных институциональных условиях, при сложности получить кредиты, постоянных проверках с коррупционной составляющей и ожесточенной борьбе за землю⁸, выходом из безденежья стал переход к самообеспечению на своих приусадебных участках, а также отход на заработки.

На востоке и северо-востоке региона и в предгорных районах с более сложными природными условиями и животноводческой специализацией крупные предприятия сохранились хуже. Большую



Рис. 3. Доля населения в трудоспособном возрасте, незанятого в месте проживания в 2013 г., построена по данным Министерства труда и социальной защиты населения Ставропольского края, Ставрополь

⁸ Земельные паи населения находятся, как правило, в аренде у колхозов или фермеров или выкуплены агрохолдингами.

часть продукции производят хозяйства населения. Главная специализация фермеров, чаще выходцев из Дагестана, — животноводство. Кроме того, фермеры и население выращивают овощи. И животноводство и растениеводство в таких хозяйствах в значительной степени носят теневой характер. Это могут быть и семейные хозяйства, и хозяйства с работниками, и даже аренда земли приезжающими на сезон арендаторами (часто это корейцы из Средней Азии). Объем их продукции и значительная часть скота или не учитываются в статистике, или сильно занижены. Кредиты они не используют, число наемных работников неизвестно. Тем не менее занятость здесь за счет многочисленных частных хозяев выше, чем в более благополучных зерновых западных районах (исключение составляют районы на границе с Чеченской Республикой и некоторые северные). Особенно сильно разрушено овцеводство на крупных предприятиях. Основными производителями стали частные хозяйства, которые увеличили стада овец до нескольких сотен и тысяч голов. Кооперации между ними нет, что затрудняет их модернизацию. Инвестиции в такие районы идут из республик. Русское население не может конкурировать с этими хозяйствами, что приводит к его оттоку из районов, пограничных с республиками Северного Кавказа, и многих средних районов Ставрополя.

Степень корреляционной связи притока мигрантов на постоянное место жительства и доли незанятого в данном районе или городе населения невысокая, но положительная (0,28), что на первый взгляд парадоксально. На рис. 4 видно, как постепенно менялась привлекательность сельской местности края. Если в начале 1990-х гг. все районы, а особенно западные и южные показывали прирост населения за счет переезда в Ставропольский край жителей с севера, востока страны и бывших союзных республик, то уже во второй половине 1990-х гг. обозначился отток из северных районов края, особенно русского населения, с частичной его заменой кавказским населением, переехавшим на постоянное место жительства (ПМЖ) или на временные работы. В 2000-х гг. территория миграций выходцев из республик Северного Кавказа в Ставрополье распространилась на центральные районы края. На северо-востоке и востоке края этот процесс был усилен этническими проблемами⁹. К концу 2000-х гг. явно обозначились очаги притяжения в виде столицы региона с ее пригородом и агломерации Кавминвод. Притяга-

тельность западных районов края уменьшалась медленнее, в 2013 г. остался лишь наиболее благополучный Новоалександровский район в Прикубанье. Особенно привлекательны для миграций на постоянное место жительства Ставрополь и его пригороды (ввод жилья составляет 1,2 и 1,6 м на человека в 2013 г. соответственно при 0,17 м в среднем для всех других муниципалитетов).

Поскольку миграции на ПМЖ ориентированы на большие города и их агломерации, коэффициент корреляции интенсивности миграций и уровня зарплат и оборота розничной торговли на душу населения составляет 0,47 и 0,43 соответственно. Выше всего корреляция с вводом жилья на душу населения (0,80), а с долей района в промышленности края — всего 0,19, что свидетельствует о преимущественно сервисной ориентации развития городов.

Ставрополь потерял значительную часть советской промышленности, в городе много бывших заводов либо пустует, либо переделано в торговые комплексы, но пока функционируют ОАО “Монокристалл”, ряд заводов ВПК, пищевая промышленность и др., столица производит 15% промышленной продукции края, больше выпускает лишь Невинномысск (32%) [Ставропольский..., 2014]. Торговый оборот на душу населения в Ставрополе (538 тыс. руб. в 2013 г.) превосходит оборот даже курортного Пятигорска (417 тыс. руб.) с его мощными рынками и в 10–20 раз больше, чем душевой торговый оборот в сельской местности. Это говорит о сильной натурализации домашних хозяйств края и практике редких поездок в Ставрополь за покупками. В столице региона работают 215 тыс. человек (19% всех занятых в крае), в агломерации Кавминвод — 20%. В Ставрополе учатся более 70 тыс. студентов. Невысокая привлекательность для населения остальных городов, даже промышленного Невинномысска, хорошо видна на рис. 5. При этом на востоке не только для сельской местности, но и для городов в последние годы характерен существенный отток населения.

Выводы:

— методы исследования населения, не занятого в месте постоянной регистрации, лишь отчасти могут быть основаны на статистике занятости, трудовых балансах и т.п., они требуют привлечения экспертного мнения и обследования на местах. Исследования на разных масштабных уровнях (регион, район, поселение) показали, что чем меньше объект исследования, тем больше вероят-

⁹ Конфликты и напряжение, связанные с приездом мигрантов из республик Северного Кавказа, в основе имеют часто хозяйственную подоплеку. В 1970–1980-х гг. приток кавказских народностей в села Ставрополья был связан с искусственным дефицитом трудовых ресурсов в советское время и востребованностью традиционных навыков животноводства (большинство работало чабанами). Теперь при повышенной незанятости в сельской местности и дефиците пастбищных ресурсов вокруг сел и кошар большие стада скота, принадлежащие кавказским мигрантам вызывают недовольство как местного населения, так и администраций. Но процесс, набравший силу, остановить невозможно, так как сложились мощные диаспоры, которые привлекают соплеменников. А из своих республик их выдавливает безработица и малоземелье. При этом, оседая в равнинных районах, горские жители довольно быстро воспроизводят местный тип демографического поведения. Их естественный прирост постепенно снижается, своих двух-трех детей они стремятся переселить в города и дать им образование, что также усиливает урбанизацию.

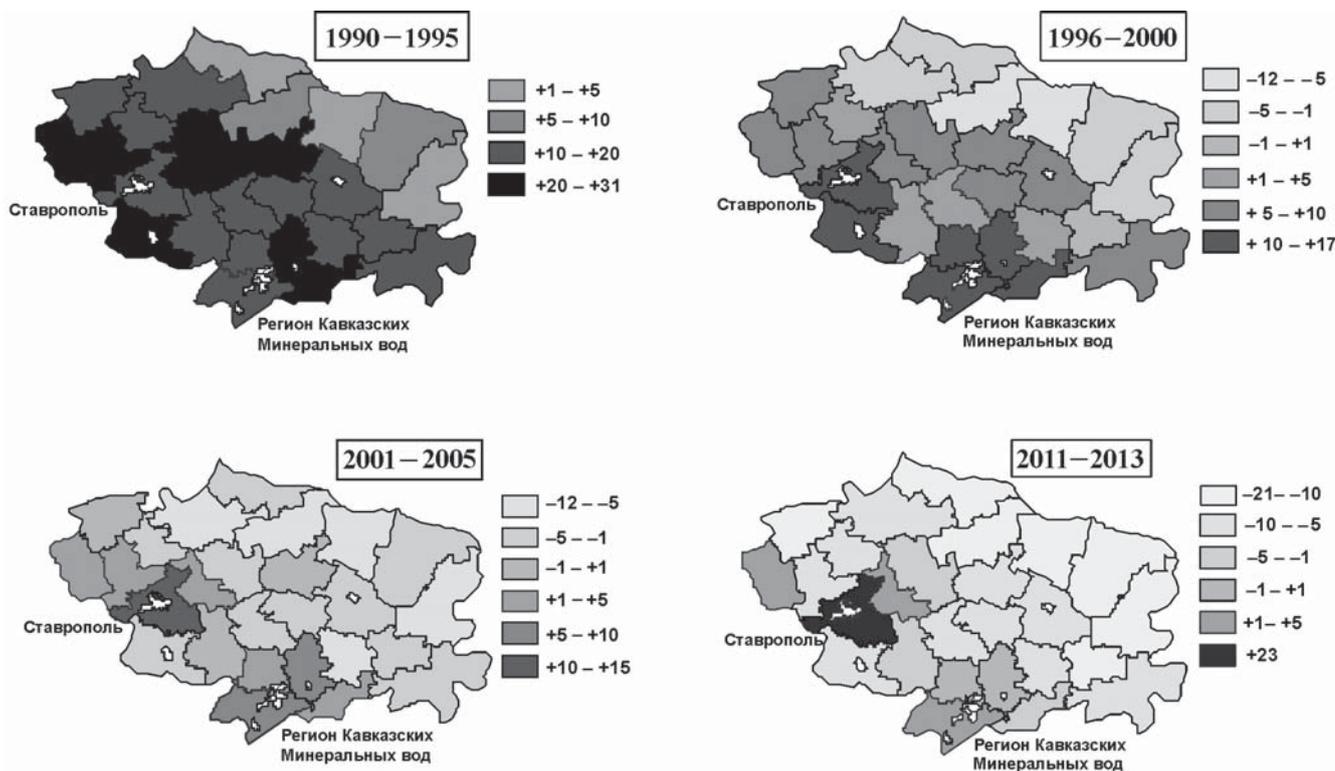


Рис. 4. Нетто-баланс миграций на постоянное место жительства на 1000 человек в 1990–1995, 1996–2000, 2001–2005, 2011–2013 гг. в муниципальных районах Ставропольского края, рассчитан по данным территориального органа по Ставропольскому краю Федеральной службы государственной статистики, Ставрополь

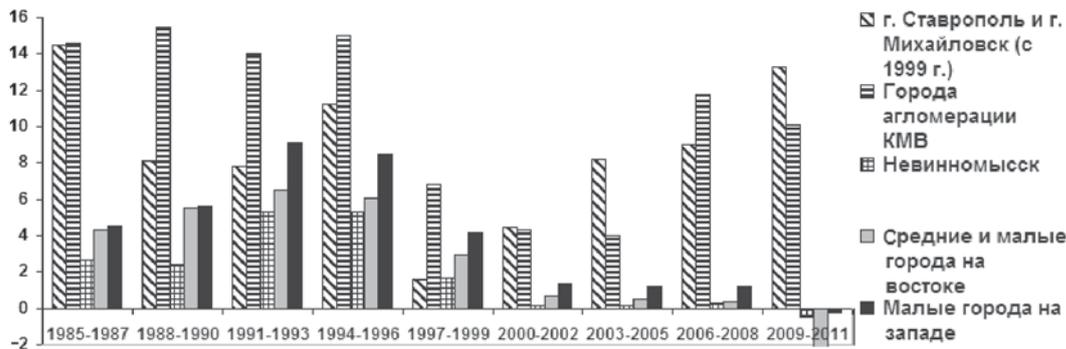


Рис. 5. Суммарный миграционный прирост населения по трелетиям с 1985 по 2011 г. в городах Ставрополья, источник данных — Паспорта городов России 1986–2011 гг., Москва, Федеральная служба государственной статистики РФ

ность получить достоверную информацию. Поэтому при изучении отходничества чрезвычайно важно применение полимасштабного подхода, позволяющего на каждом уровне контролировать адекватность оценок других уровней;

– в крупноселенных южных селах и станицах изменение специализации на менее трудоемкое растениеводство даже на успешно работающих агропредприятиях, а также их модернизация привели к высвобождению значительной части рабочей силы и к реально очень высокой доле незанятого населения (хотя официально регистрируется безработными лишь малая их часть). Во многих районах 1/4 и более трудоспособного населения работает вне места прописки, в том числе в Москве, или пытается выжить с помощью личного хозяйства. Таким образом, отходничество стало одним

из стабилизаторов экономики в селах и малых городах, хотя оно и имеет много негативных социальных последствий;

– различия между западной и восточной частями края велики и связаны не только с природными, но и с этническими факторами. В западных и центральных районах с более успешным сельским хозяйством при резком сокращении занятости русского населения на крупных агропредприятиях и в подразделениях агрохолдингов проблемы оказались острее, чем на более депрессивном востоке, где произошла частичная компенсация потерь рабочих мест за счет неформальной деятельности диаспор кавказских народностей. Однако учесть степень занятости и незанятости населения на востоке края невозможно из-за наплыва нерегистрируемого населения из соседних республик.

Для него Ставропольский край служит местом не выхода, а притяжения на временные заработки на предприятиях или для ведения мелкого неформального бизнеса;

– население, особенно русское, продолжает внутри края переезжать из северных и восточных районов на постоянное место жительства на плодородный запад, где сокращаются рабочие места, но можно вести товарное личное хозяйство, либо в оба пригородных ареала Ставрополя и Кавминвод, откуда возможны маятниковые миграции в города;

– южные районы европейской территории России и в советское время привлекали население, а в постсоветские годы стали местом притяжения и населения и инвестиций, особенно в сельское хозяйство. Трансформация сельской местности выявила существенную аграрную перенаселенность в зерновой зоне юга. На восточных и южных окраинах Ставрополья она усиливается неконтролируемыми миграциями из северокавказских республик на временные работы, что создает дополнительное напряжение на рынке труда и усиливает отъезд населения из сельской местности и малых городов в большие или на заработки в другие регионы. Это стимулировало в Ставрополье урбанизацию и отходничество. Вероятно, кризис 2015 г. остудит перегретые рынки крупнейших центров страны. Из-за сокращения в них рабочих мест часть отходников, возможно, вернется в свои села и города, а их семьи еще в большей степени перейдут на натуральное хозяйство;

– южные районы лучше сохранили и даже привлекли молодое и активное население. Однако

более высокое качество человеческого капитала, инициативность населения стимулировали повышенный уровень его отхода в города и за пределы Ставропольского края, так как в современных институциональных условиях русское население в мелком частном бизнесе, в основном неформальном, проигрывало в конкуренции с представителями других народностей;

– хотя ситуация в Ставропольском крае и отражает общую картину на юге России, она имеет и специфические особенности, связанные с большим влиянием этнохозяйственных проблем и недостаточной мощностью главных центров. В результате в Ставрополье весьма распространены дальний отход основной массы населения за пределы края в города-миллионники и маятниковые миграции в пригородах Ставрополя и городах Кавминвод (для сравнения: в Ростовской области при более значительных внутрирегиональных контрастах в заработках и сильном притяжении Ростова-на-Дону больше развит отход в региональный центр [Долгов, 2014]);

– решение проблем занятости в таких регионах с сохранившимся человеческим капиталом лежит в сфере стимулирования на федеральном и региональном уровнях развития именно малого бизнеса в городах и сельской местности, а также в развитии среднего бизнеса в виде сельской индустриализации в крупных селах (создание предприятий агропромышленного комплекса, легкой промышленности, стройматериалов и т.п.), в том числе для легализации неформальной занятости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Белозеров В.С. Трансформация этнодемографических и миграционных процессов на Северном Кавказе // Население Юга России: трансформация воспроизводства, расселения и образа жизни в современных геополитических условиях. Ставрополь: Ставропольский ГУ, 2009.

Belozerov V.S. Transformatsiya etnodemograficheskikh i migratsionnykh processov na Severnom Kavkaze [The transformation of ethno-demographic and migration processes in the North Caucasus] // Naselenie Yuga Rossii: transformatsiya vosproizvodstva, rasseleniya i obraza zhizni v sovremennykh geopoliticheskikh usloviyah. Stavropol', Stavropol'skiy gos. Universitet, 2009 (in Russian).

Великий П.П. Неотходничество, или Лишние люди современной деревни // Социологические исследования. 2010. № 9. С. 44–49.

Velikiy P.P. Neotkhodnichestvo, ili Lishnie lyudi sovremennoy derevni [Neotkhodnichestvo, or superfluous people in modern villiges] // Sotsiologicheskie issledovaniya, 2010, no 9, pp. 44–49 (in Russian).

Владимирский Н.Н. Отход крестьян Костромской губернии на заработки. Кострома: Изд. Костромского губстатотдела, 1927. 204 с.

Vladimirskiy N.N. Othod krestyan Kostromskoy gubernii na zarabotki [Othod of Kostroma province peasants for wages]. Kostroma, Izdanie Kostromskogo gubstatotdela, 1927, 204 p. (in Russian)

Всероссийская перепись населения 2010 года: Предварительные итоги. М.: ФСГС, 2011.

Vserossiyskaya perepis' naseleniya 2010 goda: Predvaritel'nye itogi [Russian population census of 2010: Preliminary results]. М., FSGS, 2011 (in Russian).

Данилов В.П. Крестьянский отход на промыслы в 1920-х гг. // Ист. зап. № 094. М.: Наука, 1974. С. 46–88.

Danilov V.P. Krestyanskiy othod na promysly v 1920-gg. [Peasant otkhod for crafts in the 1920s] // Istoricheskie zapiski. no 094. М., Nauka, 1974, pp. 46–88 (in Russian).

Денисенко М.Б., Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В. Миграционный потенциал лиц, ищущих работу, и безработных (по результатам социологического обследования) // Демоскоп Weekly, 2009. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2009/0397/analit03.php/> (дата обращения: 20.06.2014).

Denisenko M.B., Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V. Migratsionniy potentsial lits, ishchushchih rabotu, i bezrabotnykh (po rezul'tatam sotsiologicheskogo obsledovaniya) [Migration potential searching for job and unemployed people (according to the results of sociological surveys)] // Demoscop Weekly, 2009. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2009/0397/analit03.php/> (Accessed: 20.06.2014).

Долгов А.А. Современные миграционные процессы в Ростовской области: региональный анализ // Миграционные процессы: проблемы адаптации и интеграции мигрантов: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф.

Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет: Институт соц.-полит. исследований РАН, 2014. С. 53–56.

Dolgov A.A. Sovremennye migratsionnye processy v Rostovskoy oblasti: regional'nyy analiz [Contemporary migration processes in the Rostov oblast': regional analysis] // Migratsionnye protsessy: problemy adaptatsii i integratsii migrantov. Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-practicheskoy konferentsii. Stavropol', Severo-Kaskazskii Federalniy universitet, Institut social'no-politicheskikh issledovaniy RAN, 2014, pp. 53–56 (in Russian).

Кубишин Е.С. Неформальная занятость населения России // ЭКО. 2003. № 2. С. 160–176.

Kubishin E.S. Neformal'naya zanyatost' naseleniya Rossii [Informal employment in Russia] // ECO. 2003, no 2, pp. 160–176 (in Russian).

Нефедова Т.Г. Сельское Ставрополье глазами московского географа. Разнообразие районов на юге России. Ставрополь: Ставропольский ГУ: Институт географии РАН, 2012. 80 с.

Nefedova T.G. Selskoe Stavropol'e glazami moskovskogo geografa. Raznoobrazie rayonov na yuge Rossii [Rural Stavropol through the eyes of Moscow geographer. The variety of areas in the South of Russia]. Stavropol', Stavropolskiy gos. Universitet, Institut geografii RAN, 2012, 80 p. (in Russian).

Нефедова Т.Г. Десять актуальных вопросов о сельской России: Ответы географа. М.: URSS, 2013–2014. 452 с.

Nefedova T.G. Desyat' aktual'nykh voprosov o sel'skoy Rossii: Otvetu geografa [Ten topical issues about rural Russia. A geographer's viewpoint]. M.: URSS, 2013–2014, 452 p. (in Russian).

Нефедова Т.Г., Пэллот Дж. Неизвестное сельское хозяйство России, или Зачем нужна корова? М.: Новое издательство, 2006. 318 с.

Nefedova T., Pallot J. Neizvestnoe sel'skoe khozaystvo Rossii, ili Zachem nuzhna korova? [Russian unknown agriculture, or the need to own a cow]. M.: Novoe izdatel'stvo, 2006, 318 p. (in Russian).

Обследование населения по проблемам занятости. М.: ФГС, 2010, 2013. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_30/Main.htm (дата обращения: 20.12.2014).

Obsledovanie naseleniya po problemam zanyatosti [Population survey on employment], M.: FSGS, 2010, 2013. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_30/Main.htm (Accessed: 20.12.2014).

Плюснин Ю.М., Зайсаева Я.Д., Жидкевич Н.Н., Позаненко А.А. Отходники. М.: Новый хронограф, 2013. 373 с.

Plyusnin Yu.M., Zausaeva Ya.D., Zridkevich N.N., Pozanenko A.A. Otkhodniki. M.: Noviy hronograf, 2013, 373 p. (in Russian).

Регионы России: Статистический справочник. М.: Федеральная служба гос. статистики, 2013.

Regiony Rossii: Statisticheskii sbornik. M.: FSGS, 2013 (in Russian).

Рыбников А.А. Перенаселение и борьба с ним // Хрестоматия “Экономическая география” / Под ред. Н.Н. Баранского. Т. 2. СССР. М.: Изд-во комм. ун-та имени Я.М. Свердлова, 1929. С. 60–111.

Rybnikov A.A. Perenaselenie i bor'ba s nim [Overpopulation and the fight against it] // Khrestomatiya “Ekonomicheskaya geografiya” / Pod red. N.N. Baranskiy. Vol. 2. SSSR. M.: Isd-vo komm. un-ta bv. Ya.M. Sverdlova, 1929, p. 60–111 (in Russian).

Рязанцев С.В. Внутренняя миграция населения в России: региональные особенности и перспективы // Народнонаселение. 2004. № 3.

Ryazantsev S.V. Vnutrennyaya migratsiya naseleniya v Rossii: regionalnye osobennosti i perspektivy [Internal migration in Russia: regional aspects and prospects] // Narodonaselenie. M., 2004, no 3 (in Russian).

Ставропольский край 2014. Статистический ежегодник. М.: Федеральная служба государственной статистики. Территориальный орган по Ставропольскому краю, 2014.

Stavropol'skiy kraiy 2014. Statisticheskii erzegodnik. FSGS. Territorialniy organ po Stavropol'skomu kraiyu, 2014 (in Russian).

Труд и занятость в России: Статистический справочник. М.: Федеральная службы гос. статистики, 2013.

Trud i zanyatost' v Rossii 2013. Statisticheskii sbornik. M.: FSGS, 2013 (in Russian).

Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2014 года. М.: Федеральная служба государственной статистики, 2014.

Chislennost' naseleniya Rossiyskoy Federatsiy po munitsipal'nyim obrazovaniyam na 1 yanvarya 2014 goda. M., FSGS, 2014 (in Russian).

Флоринская Ю.Ф., Мкртчян Н.В., Малева Т.М., Кириллова М.К. Миграция и рынок труда: Науч. докл. Вып. 8. М.: РАНХиГС, 2015. 106 с.

Florinskaya Yu.F., Mkrtyan N.V., Maleva T.M., Kirillova M.K. Migratsii i rynek truda [Migrations and labor market]. Nauchnye doklady. M., RANHiGS, 2015, V. 8, 106 p. (in Russian).

Поступила в редакцию
09.02.2015

T.G. Nefedova

EMPLOYMENT OF POPULATION AND A PHENOMENON OF SEASONAL WORK IN THE STAVROPOL KRAI

Burning problems of population employment in the southern region of European Russia caused by the closing of industrial enterprises, changes in agriculture (shifting to less labor-consuming production) and reduction of cattle numbers. In the Stavropol Krai these problems are augmented by specific features of settlement (large settlements in the mono-specialized rural country). Another important factor is the increasing share of non-Russians who appeared to be more competitive in several spheres of economic activities under the complicated institutional situation of the post-Soviet period. Methodics of studying the employment and identification of population looking for jobs outside the Stavropol Krai are described. Different levels of unemployment in particular regions of the Krai relate to urban size and functions, the state and specialization of agriculture, small business development and the ethnic composition of population. Correlation of seasonal labor migration and permanent emigration was analyzed. Several maps and the graph illustrating the changing attractiveness of particular regions and towns of the Stavropol Krai during 1990–2013 are presented.

Key words: labor resources, employment, seasonal work, migration, urbanization, rural country, towns, Stavropol Krai.

УДК 551.46

П.И. Бухарицин¹, С.А. Огородов², В.В. Архипов³**ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛЕДЯНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ДНО СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В УСЛОВИЯХ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ И ЛЕДОВИТОСТИ⁴**

Морские льды играют важную роль в динамике рельефа прибрежно-шельфовой зоны. Оценка интенсивности воздействий ледяных образований на берега и дно замерзающих морей — важное звено в обеспечении геоэкологической и геотехнической безопасности гидротехнических сооружений. Освоение нефтегазовых богатств Северного Каспия диктует необходимость тщательно исследовать ледовые воздействия. Рассмотрены особенности динамики ледяного покрова Северного Каспия и его воздействие на дно, отличающиеся большой межгодовой и вековой изменчивостью. Температурный режим холодного периода года определяет состояние и торосистость ледяного покрова и соответственно влияет на интенсивность воздействий ледяных торосистых образований на берега и дно. При прочих равных термических условиях ледообразования важный фактор, определяющий интенсивность ледово-эскарационного процесса, — текущее положение уровня моря. Колебания уровня Каспия, достигающие за расчетный период эксплуатации гидротехнических сооружений нескольких метров, способны приводить к существенному перераспределению глубин и перестройке рельефа дна и соответственно менять условия формирования ледяных торосистых образований и эскарации ими дна и берегов.

Ключевые слова: Северный Каспий, изменения климата, колебания уровня моря, рельеф дна, ледяной покров, торосистость, эскарация, подводные трубопроводы.

Введение. В последние два десятилетия на Северном Каспии активизировались работы по освоению запасов углеводородов, что сопровождается проектированием и строительством стационарных платформ, подводных трубопроводов и других объектов нефтегазовой инфраструктуры. При проектировании подводных трубопроводов в замерзающих морях необходимы достоверные оценки интенсивности воздействия ледяных торосистых образований на дно и глубины их внедрения в грунт. Недооценка степени эскарации дна может привести к повреждению инженерных сооружений. Так, подвижки и наслоение льдин, толщина которых достигала нескольких десятков сантиметров, привели к аварии на нефтепромысле «Кашаган» в казахском секторе Северного Каспия, где льдом были повреждены четыре нитки трубопровода, проложенного по дну без заглубления. В то же время излишнее заглубление объектов сильно удорожает их строительство [Buharitsin et al., 2013].

Морские льды способны оказывать прямое механическое, термическое и физико-химическое воздействие на берега и дно. Среди этих процессов наиболее опасна эскарация — деструктивное механическое воздействие льдов на грунт, связанное с динамикой ледяного покрова, торошением и стамухообразованием под влиянием гидрометеорологических факторов и рельефа береговой зоны

[Огородов, 2011]. В связи с этим оценка интенсивности ледовых воздействий, относящихся к категории опасных природных процессов, является ключевым звеном для обеспечения как геотехнической безопасности нефтегазовых объектов, так и экологической безопасности в акватории.

Исследования эскарации дна ледяными образованиями на Северном Каспии находятся в зачаточном состоянии. Игнорирование этого вопроса нефтегазовыми компаниями, позиция которых в значительной мере усилена представлениями о глобальном потеплении и грядущей полной деградации ледяного покрова на Каспийском море, привело к тому, что большинство проектов реализовано без должного учета ледовых воздействий на дно и подводные сооружения. Практически все подводные трубопроводы на Северном Каспии не заглублены в грунт.

К настоящему моменту вопрос об интенсивности воздействия ледяного покрова на дно Северного Каспия остается открытым и требует решения. Сложность решаемой проблемы определяется, с одной стороны, слабой изученностью процессов взаимодействия ледяного покрова с грунтовым основанием дна Северного Каспия, а с другой — многогранностью решаемых задач в связи с чрезвычайно высокой изменчивостью положения уровня и ледовитости Каспийского моря.

¹ Институт водных проблем РАН, вед. науч. с., докт. геогр. н., профессор; *e-mail*: astrgo@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория геоэкологии Севера, вед. науч. с., докт. геогр. н.; *e-mail*: ogorodov@aha.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория геоэкологии Севера, вед. инж.; *e-mail*: vvarhipov@mail.ru

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-05-00408а).

Для достоверного определения необходимых науке и практике характеристик и детального понимания рассматриваемой в статье проблемы необходимо системное и упорядоченное исследование процессов экзарации дна Каспийского моря. Настоящее исследование является лишь первым шагом на пути к решению поставленных задач.

Материалы и методы исследований. Каспийское море относится к частично замерзающим морям. Ледовые условия Каспийского моря характеризуются большой сложностью и изменчивостью. Его северная мелководная часть замерзает ежегодно, в средней части лед появляется вдоль побережий лишь в суровые зимы, в южной части льда не бывает [Бухарицин, 1987, 1994]. Ледовый период на Северном Каспии продолжается с ноября по март. Полное замерзание и образование припая обычно происходят севернее линии о. Чечень — о. Кулалы (рис. 1). В холодные и экстремально холодные зимы припайный лед может устанавливаться до изобаты 20 м.

Ледообразование на Северном Каспии при солености вод от 2 до 11‰, в отличие от вод арктических и дальневосточных морей, происходит при температуре замерзания в диапазоне от $-0,2$ до $-0,6$ °C [Жигарев, 1997]. Плотность не содержащего включений морского льда здесь ниже, чем в Арк-

тике, и составляет ~ 920 кг/м³ [Лукьянова, 1965]. Температурный режим льда сильно зависит от температуры окружающего воздуха. В типичных условиях она составляет от -1 до -2 °C с гомотермическим распределением, а при продолжительных 20-градусных морозах температура в приводном слое льда может понижаться до $-4...-8$ °C со значительным градиентом распределения [Гидрометеорология..., 1992].

Максимальная толщина дрейфующего ровного льда на Северном Каспии даже в очень суровые зимы не превышает 60–70 см, припая — 90–120 см [Бухарицин, 1987]. Однако значительную часть акватории может занимать так называемый наслоенный лед [Бородачев и др., 1994]. Наслоение льда в Каспийском море наблюдается практически ежегодно в результате надвигов одной ледяной пластины на другую. В наслоении, как правило, участвует молодой лед толщиной < 30 см. Максимальная толщина наслоенного льда может достигать здесь 3 м [Бухарицин, 1987].

Специфика ледовых условий Северного Каспия — относительно тонкий и «теплый» лед, короткий по сравнению с Арктикой период ледообразования — обуславливает относительно низкие прочностные характеристики ровного льда, а на фоне сильных ветров — условия, особенно благоприятные для его взлома и торошения. Наиболее характерно для Северного Каспия ветровое торошение, которому способствуют подледные течения и стонно-нагонные колебания уровня. Существенно влияют на процессы торошения мелководность, извилистость береговой линии и сложный рельеф дна с большим количеством подводных банок и кос [Бухарицин, 1984, 1987].

Максимальное количество торосов при всех типах зим наблюдается в зоне контакта припая и дрейфующего льда. В результате того что положение кромки припая в течение холодного сезона постоянно меняется, зона активного торошения захватывает большую площадь. Следствие торосообразования — формирование на границе устойчивого (как и в зоне неустойчивого) припая гряд торосов, перпендикулярных направлению ветра, который вызывает торошение. Для активного торосообразования характерно возникновение торосов, а также появление стамух, сидящих на грунте.

На Северном Каспии различают стамухи осеннего и зимнего происхождения [Бухарицин, 1984, 1987]. Стамухи осеннего происхождения образуются в ноябре–декабре из ниласа и серого льда толщиной 5–15 см. Они имеют, как правило, небольшие размеры в поперечнике и высоту 1–3 м над поверхностью ровного льда. Такие стамухи образуются повсеместно в прибрежной полосе до глубины 2 м. Стамухи зимнего происхождения обычно образуются из серо-белого и белого льда толщиной 20–70 см. Они могут достигать в поперечнике 100–300 м (иногда до 500 м) и высоты 10–15 м. Максимальная зарегистрированная высота

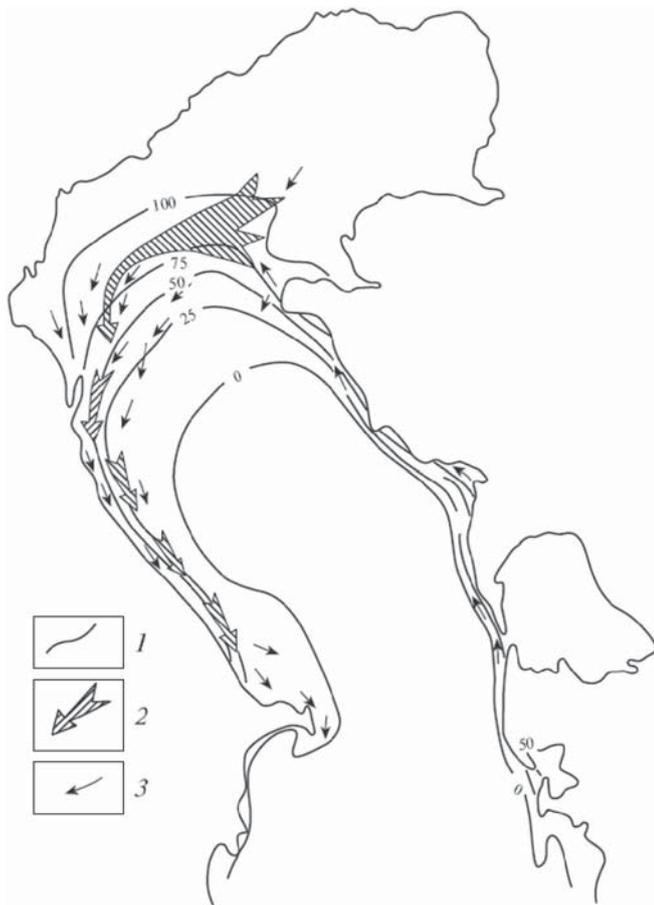


Рис. 1. Вероятность ледообразования и дрейф льда [Гидрометеорология..., 1992]: 1 — изолиния вероятности, %; 2–3 — направление дрейфа (2 — генеральное, 3 — преобладающее)

паруса стамухи составила 20 м. Максимальная глубина, до которой документально зафиксировано образование стамух на Каспийском море, — 12 м [Бухарицин, 1984]. Помимо стамух на Северном Каспии также широко распространены навалы льда, погребаящие под собой многочисленные острова и банки, находящиеся выше и ниже текущего положения уровня моря. Они имеют происхождение, аналогичное таковому у стамух, и весной, после очищения акватории ото льда, могут еще достаточно долго сохраняться в рельефе.

Температурный режим Северо-Каспийского региона чрезвычайно неустойчив в зимний период и отличается большой межгодовой изменчивостью, особенно отчетливо выраженной на фоне глобальных изменений климата в последние десятилетия.

Отношение суммы положительных значений температуры в теплые и холодные годы может отличаться в 7 раз (рис. 2). Период роста суммы отрицательных значений температуры, имевший место вплоть до 2004 г., сменился ее снижением. Этот фактор непосредственно влияет на состояние и площадь распространения ледяного покрова, положение границы припая, толщину льда и соответственно на количество, размеры и местоположение торосистых образований.

При анализе количества гряд торосов и стамух в рассматриваемом регионе отмечается следующая закономерность (рис. 3): наибольшая торосистость наблюдается в годы со средней ледовитостью холодного периода; в суровые зимы большую часть акватории занимает устойчивый припай, препят-

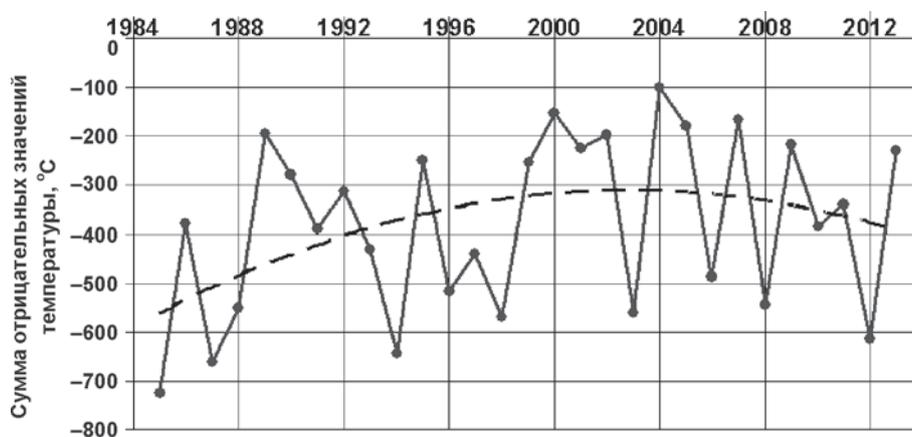


Рис. 2. Сумма отрицательных значений температуры за холодный период по данным ГМС Астрахань, сезон 1984/85 г. — сезон 2012/13 г.

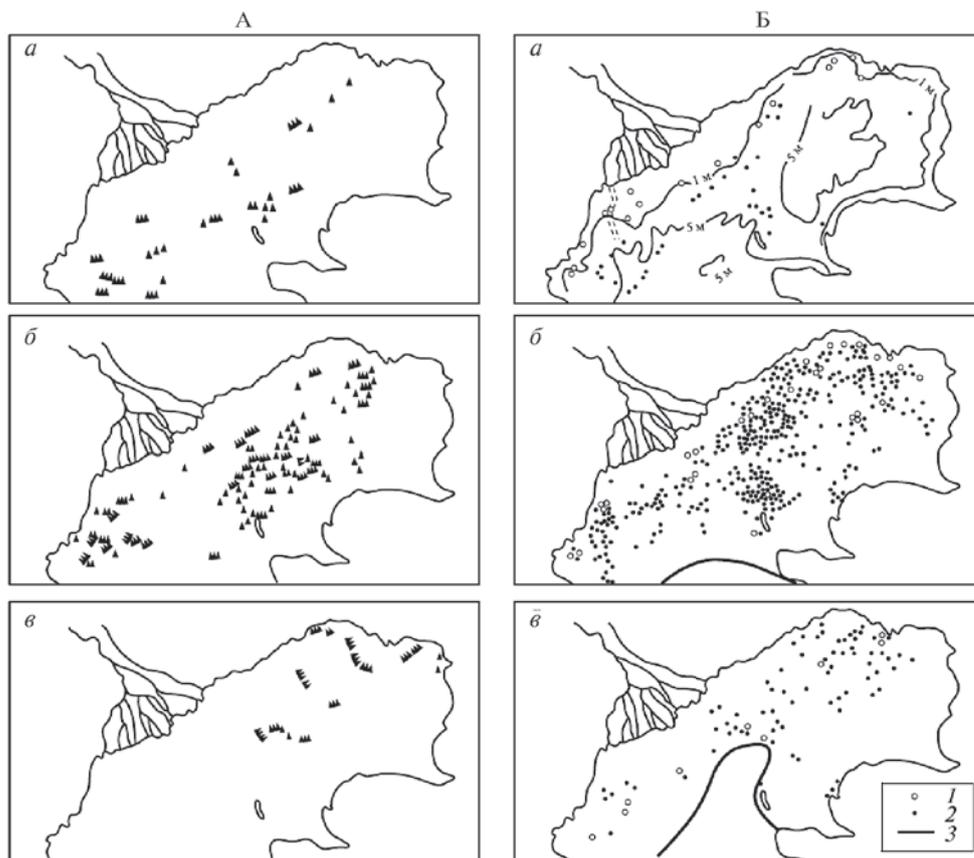


Рис. 3. Расположение гряд торосов (А) и стамух (Б) на Северном Каспии в суровые (а), умеренные (б) и мягкие (в) зимы; стамухи: 1 — осеннего, 2 — зимнего происхождения; 3 — максимальное положение кромки льда, по [Бухарицин, 1984, 1987]

ствующий слишком активному торошению; в годы с мягкими зимами процесс торошения также ограничен не полностью покрытой льдом акваторией и малой толщиной льда.

При прочих равных термических условиях ле- дообразования важный фактор, определяющий интен- сивность ледово-экзарационного процесса, — текущее положение уровня моря. Колебания уровня Каспия, амплитуда которых достигала в XX в. 3,5 м [Клиге, 1997] (рис. 4), в общем случае заметно влия- ют на рельеф мелководий [Игнатов и др., 1998], в значительной мере определяющий торосистость Северного Каспия [Бухарицин, 1984, 1987].

Колебания уровня Каспия, достигающие за рас- четный период эксплуатации гидротехнических соору- жений нескольких метров, способны приводить к существенному перераспределению глубин и перестройке рельефа дна [Игнатов, Огородов, 1998] и соответственно менять условия формиро- вания ледяных торосистых образований и экзараци- ии ими дна и берегов [Огородов, 2003, 2011]. Так, в настоящее время, после периода стабилизации уровня моря в 1993–2005 гг., начался период до- статочно быстрого снижения уровня Каспия: всего за 7 лет он упал почти на 1 м (рис. 4).

Современное весьма неравномерное распре- деление глубин на Северном Каспии (рис. 5) — ре- зультат развития рельефа в голоцене. В нем запечатлены периоды многочисленных трансгрессий, регрессий и стабилизаций положения уровня Ка- спийского моря [Бадюкова и др., 1996]. Очевидно, что в случае продолжительной трансгрессии (на 2 м и более) зона наиболее интенсивного ледово-экзарационного воздействия [Огородов, 2011], соот- ветствующая, по нашему мнению, интервалу глу- бины от 4 до 6 м, сместится на современные более мелководные участки, и напротив, в условиях ре- грессии эта область сместится вниз по современно- му подводному склону. Таким образом, в условиях трансгрессии область дна, подверженная ледово- экзарационному воздействию, заметно расширится, а в условиях регрессии резко сократится (рис. 5).

Результаты исследований и их обсуждение. Пер- вым, кто обратил внимание на следы деятельности подвижных льдов на поверхности дна Северного Каспия и опубликовал пионерную статью на эту тему, был выдающийся советский географ, геолог, а впоследствии этнолог и писатель Б.И. Кошечкин [1958]. Полученные им выводы и результаты пред- ставляли тогда несомненный интерес и внесли

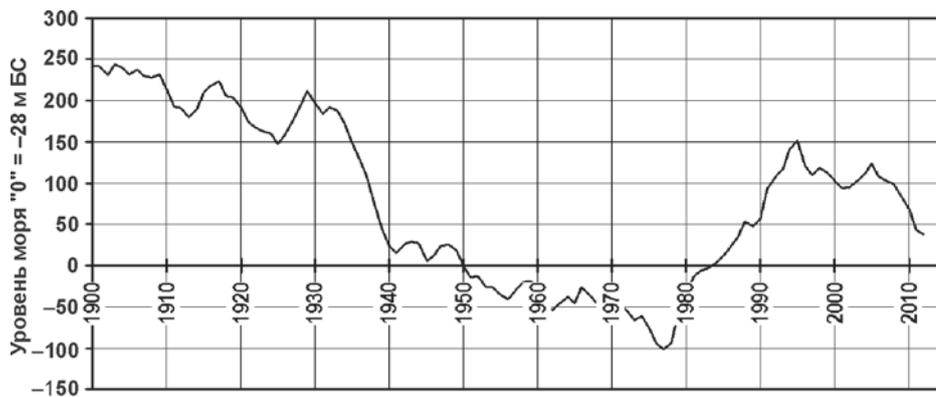


Рис. 4. Колебания уровня Каспийского моря (см), пост Махачкала, за 1900–2012 гг. (ноль соответствует –28 м БС)

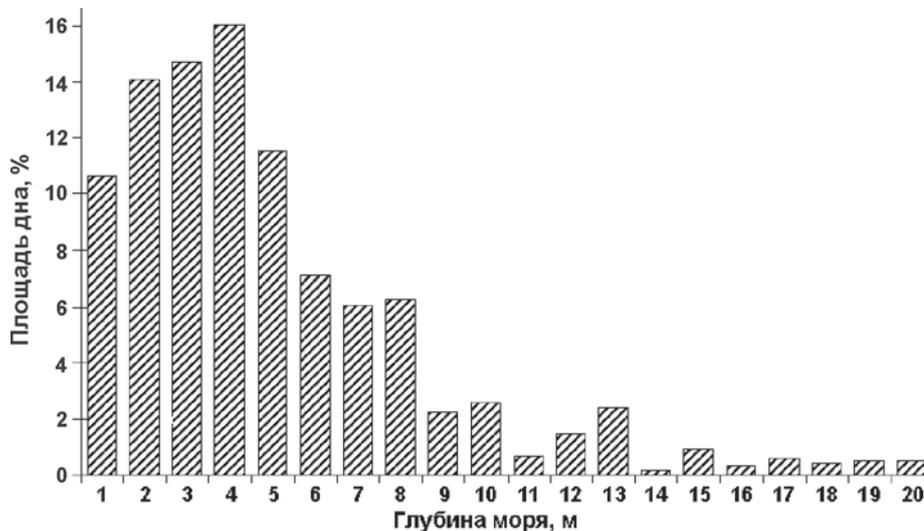


Рис. 5. Распределение глубины в Северном Каспии

значительный вклад в интенсивно развивавшуюся теорию геоморфологии и динамики берегов [Лентьев, 1961].

При аэрогеологических работах с применением материалов аэрофотосъемки и аэровизуальных наблюдений в пределах восточного побережья Каспийского моря выявлен специфический рисунок поверхности морского дна [Кошечкин, 1958], на первый взгляд это лишённые закономерности взаимно пересекающиеся светлые борозды и шрамы на фоне более темной поверхности дна (рис. 6). Иногда отмечаются серии таких борозд, строго параллельных и имеющих в плане вид «гребенки». Как правило, такой рисунок поверхности приурочен к мелководным участкам акватории, которые в зимнее время покрываются льдом. Наиболее характерно и четко он выражен в пределах мелководной зоны Мангышлакского залива до глубин, ограниченных 3-метровой изобатой.

Б.И. Кошечкин [1958] предположил, что образование борозд и шрамов связано с выпахивающей деятельностью льда в период его весенних подвижек. Глыбы льда, оторвавшись от края ледяного поля, двигаются в направлении господствующих ветровых течений. При этом они сдирают поверхностный слой илистых отложений и покров водорослей и образуют за собой «шрамы выпахивания», длина которых достигает 2–3 км. По мере таяния глыбы льда ее масса и как следствие способность механически воздействовать на грунт уменьшаются, а затем глыба всплывает. Этот процесс отражается в морфологии борозд: каждая борозда имеет четко выраженное начало — резкую границу в месте отрыва льдины от края неподвижного ледяного поля, причем чем дальше от места отрыва, тем больше борозда сужается и постепенно выклинивается.

Некоторые борозды представляют собой кривые или ломаные линии, что свидетельствует о постепенном или резком изменении направления дрейфа льда. Борозды оканчиваются валами, образованными из выпаханного донного грунта. Высота некоторых валов превышает глубину моря, и они выходят на дневную поверхность в виде небольших эфемерных островков [Бухарицин, 1987], которые обычно разрушаются после первого весеннего шторма. Анализ распределения основных направлений шрамов и сопоставление этих направлений с направлением преобладающих ветров показали, что движение масс нагроможденного льда подчиняется господствующим ветрам и возбуждаемым ими течениям.

Позднее В.В. Андреевым с соавторами [1971] в ходе эхолотных и водолазных обследований Кулалинской банки (район нефтегазоконденсатных месторождений имени Владимира Филановского и Юрия Корчагина) были обнаружены серии подводных валов и бороздин, вытянутых в юго-восточном направлении, генезис которых они не ре-



Рис. 6. Шрамы выпахивания на морском дне к востоку от о. Кулалы [Кошечкин, 1958]: аэрофотоснимок 1954 г., масштаб ~1:20 000

шились определить однозначно. Валу имели превышение над бороздинами до 40–60 см и прослеживались до глубины 15–16 м, наиболее четко они были выражены на глубине 11–12 м. В настоящее время, когда представления об экзарации дна и сохранности форм ледового выпахивания существенно продвинулись, последнее обстоятельство хорошо объясняется тем, что на глубине до 7–8 м имела место значительная волновая переработка ледово-экзарационных форм [Огородов, Архипов, 2010], образовавшихся в предшествующий холодный период, а на глубине свыше 15–16 м такие формы на Каспии в принципе формироваться не могут, так как кили дрейфующих торосистых образований здесь не так велики, чтобы достигать столь большой глубины.

При прочих равных условиях наибольшие интенсивность и глубина экзарации дна приурочены к области дрейфующих льдов, тяготеющей к кромке припая, где в течение всего холодного сезона происходит торошение и вдоль которой осуществляется дрейф ледяных полей с вмержшими в них и достигающими дна торосистыми образованиями [Огородов, 2011]. Вмерзнув в дрейфующие ледяные поля, обладающие огромной массой, они создают наиболее глубокие и протяженные борозды выпахивания (рис. 7). В Каспийском море наблюдения за ледовой обстановкой ведутся постоянно,



Рис. 7. Экзарация дна торосом, вмерзшим в дрейфующее ледяное поле, по [Marchenko et al, 2007]

вместе с тем специальных исследований, направленных на выявление форм ледовой экзарации, проводилось мало.

Многочисленные попытки документально зафиксировать микроформы ледовой экзарации с применением сейсмоакустических профилографов, эхолотов и гидролокаторов бокового обзора (ГБО) не приводили к успеху. Основная причина — проведение съемок в летний период, т.е. когда с момента образования борозд выпахивания прошло уже несколько месяцев, в том числе весенних, характеризующихся как интенсивным волнением, так и высоким содержанием взвеси в волжских водах. За этот период большинство борозд нивелируется и заносится наносами, которые характеризуются здесь относительно высокой подвижностью. Тем не менее навалы морских льдов на берега, стамухи, определенно сидящие на грунте, а также следы экзарации дна на малых глубинах (до 3 м) были документально зафиксированы здесь прямыми наблюдениями [Гидрометеорология..., 1992]. На больших глубинах из-за ограниченной прозрачности морских вод Северного Каспия и практически постоянного в переходный период года волнения формы ледовой экзарации документально вплоть до последнего времени зафиксированы не были.

В марте 2008 г., зимний период которого характеризовался умеренно-холодными условиями (рис. 3), в рамках совместной экспедиции Государственного океанографического института имени Н.Н. Зубова и Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по трассе трубопровода от месторождений имени Филановского и Корчагина сразу после очищения акватории ото льдов были одновременно проведены гидролокационная съемка (ГБО) и эхолотный промер [Огородов, Архипов, 2010]. Результаты обработки данных ГБО и эхограмм показали наличие четко выраженных в рельефе дна, в том числе и на глубоководном участке (глубина до 12 м), борозд и систем борозд выпахивания (рис. 8), образованных дрейфующими одно- и многокилевыми торосистыми образованиями, вмерзшими в ледяные поля. Всего на трассе

трубопровода идентифицировано 238 борозд и систем борозд выпахивания. Длина наиболее крупных и четко выраженных борозд (большинство борозд полностью пересекает съемочный коридор), по видимому, превышает несколько километров; ширина единичных борозд достигает 5 м, систем борозд — 200 м; точную глубину борозд вследствие постоянного волнения установить не удалось, но, судя по данным ГБО и эхограммам, она составляет до 1 м. Помимо линейных форм были обнаружены локальные ямы (рис. 8), оставшиеся от стамух.

Таким образом, на Северном Каспии впервые документально зафиксированы формы ледовой экзарации на глубине от 3 до 12 м [Огородов, Архипов, 2010]. Вместе с тем вопросы определения предельной глубины моря, где возможно выпахивание дна ледяными торосистыми образованиями, так же как и глубина их внедрения в грунт, для Каспия остаются открытыми.

Выводы:

— состояние и динамика ледяного покрова Северного Каспия и его экзарационное воздействие на дно отличаются большой межгодовой и вековой изменчивостью;

— температурный и ветро-волновой режим холодного периода года определяет состояние и торосистость ледяного покрова и соответственно влияет на интенсивность воздействия ледяных торосистых образований на берега и дно;

— при прочих равных синоптических условиях ледообразования важный фактор, определяющий интенсивность ледово-экзарационного процесса в условиях мелководий Северного Каспия, — текущее положение уровня моря, влияющее на вероятность контакта ледяных торосистых образований с дном;

— колебания уровня Каспия, достигающие за расчетный период эксплуатации гидротехнических сооружений нескольких метров, способны приводить к существенному перераспределению глубин и перестройке рельефа дна и соответственно менять условия формирования ледяных торосистых образований и экзарации ими дна и берегов.

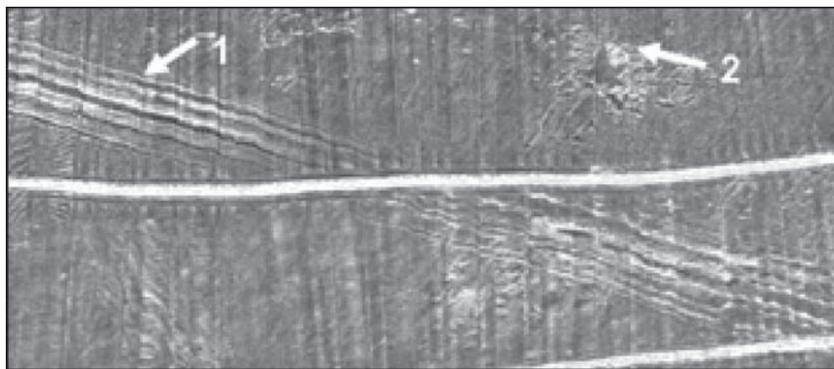


Рис. 8. Фрагмент мозаики ГБО (0,25×0,7 км) дна Северного Каспия с отчетливо выраженной системой борозд выпахивания (1) и локальной ямой со следами застамушивания (2), глубина моря ~10 м, по [Огородов, Архипов, 2010]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- Андреев В.В., Добрынина Т.А., Игнатов Е.И., Маев Е.Г., Ширяев В.Н. Рельеф и донные отложения Мангышлакского порога // Комплексные исследования Каспийского моря. Вып. 2. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. С. 75–89.
- Andreev V.V., Dobrynina T.A., Ignatov E.I., Maev E.G., Shiryayev V.N. Rel'ef i donnye otlozheniya Mangyshlaksogo poroga [Relief and bottom sediments of the Mangyshlak Bank], Kompleksnyye issledovaniya Kaspiyskogo morya. V. 2. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1971, pp. 75–89 (in Russian).
- Бадюкова Е.Н., Варущенко А.Н., Соловьева Г.Д. О генезисе рельефа дна Северного Каспия // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1996. Т. 71, вып. 5. С. 80–89.
- Badyukova E.N., Varushchenko A.N., Solov'eva G.D. O genezise rel'efa dna Severnogo Kaspiya [On the genesis of the bottom topography of the Northern Caspian], Byull. MOIP. Otd. geol., 1996, V. 71, no 5, pp. 80–89 (in Russian).
- Бородачев В.Е., Гаврило В.П., Казанский М.М. Словарь морских ледовых терминов. СПб.: Гидрометиздат, 1994. 127 с.
- Borodachev V.E., Gavrilov V.P., Kazanskiy M.M. Slovar' morskikh ledovykh terminov [Dictionary of sea ice terminology], St.-Petersburg: Gidrometizdat, 1994, 127 p. (in Russian).
- Бухарицин П.И. Особенности процессов торошения ледяного покрова северной части Каспийского моря // Водные ресурсы. 1984. № 6. С. 115–123.
- Bukharitsin P.I. Osobennosti protsessov torosheniya ledyanogo pokrova severnoy chasti Kaspiyskogo morya [Features of processes of ice hummocking in the northern part of the Caspian Sea], Vodnye resursy, 1984, no 6, pp. 115–123 (in Russian).
- Бухарицин П.И. Особенности ледового режима и методы прогноза ледовых условий северной части Каспийского моря: Автореф. канд. дисс. Л., 1987.
- Buharitsin P.I. Osobennosti ledovogo rezhima i metody prognoza ledovykh usloviy severnoy chasti Kaspiyskogo morya [Features of ice regime and methods of ice conditions forecasting in the northern part of the Caspian Sea]: Avtoref. kand. diss., Leningrad, 1987 (in Russian).
- Бухарицин П.И. Опасные гидрологические явления на Северном Каспии // Водные ресурсы. 1994. Т. 21, № 4–5. С. 444–453.
- Buharitsin P.I. Opasnye gidrologicheskie yavleniya na Severnom Kaspii [Dangerous hydrological phenomena in the Northern Caspian], Vodnye resursy, 1994, V. 21, no 4–5, pp. 444–453 (in Russian).
- Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 4. Каспийское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / Под ред. Ф.С. Терзиева и др. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 360 с.
- Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morey. T. 4. Kaspiyskoe more. Vyp. 1. Gidrometeorologicheskie usloviya [Hydro-meteorology and hydrochemistry of seas. Vol. IV. Caspian Sea. N 1. Hydrometeorological conditions], Red. F.S. Terziev et al. St.-Petersburg: Gidrometeoizdat, 1992, 360 p. (in Russian).
- Жигарев Л.А. Океаническая криолитозона. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 320 с.
- Zhigarev L.A. Okeanicheskaya kriolitozona [The oceanic cryolithozone], Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1997, 320 p. (in Russian).
- Игнатов Е.И., Огородов С.А. Морфодинамика берегов Каспийского моря в условиях колебаний его уровня // Изв. РГО. 1998. Т. 130, вып. 6. С. 27–38.
- Ignatov E.I., Ogorodov S.A. Morfodinamika beregov Kaspiyskogo morya v usloviyakh kolebaniy ego urovnya [Coastal morphodynamics of the Caspian Sea under the conditions of fluctuations of its level], Izv. RGO, 1998, Vyp. 130, no 6, pp. 27–38 (in Russian).
- Клиге Р.К. Варианты прогнозов положения уровня Каспийского моря: Геоэкологические изменения при колебаниях уровня Каспийского моря // Геоэкология Прикаспия. Вып. 1. М., 1997. С. 14–27.
- Klige R.K. Varianty prognozov polozheniya urovnya Kaspiyskogo morya [Variants of forecast of the Caspian Sea level], Geoekologicheskie izmeneniya pri kolebaniyakh urovnya Kaspiyskogo morya, Geoekologiya Prikaspiya, no 1, Moscow, 1997, pp. 14–27 (in Russian).
- Кошечкин Б.И. Следы деятельности подвижных льдов на поверхности дна мелководных участков Северного Каспия // Тр. лаборатории аэрометодов АН СССР. Т. 6. Л., 1958. С. 227–234.
- Koshechkin B.I. Sledy deyatel'nosti podvizhnykh l'dov na poverhnosti dna melkovodnykh uchastkov Severnogo Kaspiya [Traces of the action of the drifting ice on the sea bottom in shallow-water areas of the Northern Caspian], Tr. laboratorii aerometodov Akademii Nauk SSSR, V. 6, Leningrad, 1958, pp. 227–234 (in Russian).
- Леонтьев О.К. Основы геоморфологии морских берегов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1961. 214 с.
- Leont'ev O.K. Osnovy geomorfologii morskikh beregov [Basic geomorphology of sea coasts], Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1961, 214 p. (in Russian).
- Лукьянова Л.В. Соленость и плотность каспийских льдов // Гидрометеорология Азербайджана и Каспийского моря. Баку, 1965. С. 197–201.
- Luk'yanova L.V. Solenost' i plotnost' kaspiyskikh l'dov [The salinity and density of the Caspian ice], Gidrometeorologiya Azerbaydzhana i Kaspiyskogo morya. Baku, 1965, pp. 197–201 (in Russian).
- Огородов С.А. Роль морских льдов в динамике береговой зоны арктических морей // Водные ресурсы. 2003. Т. 30, № 5. С. 555–564.
- Ogorodov S.A. Rol' morskikh l'dov v dinamike beregovoy zony Arkticheskikh morey // Water Resources, 2003, V. 30, no 5, pp. 509–518 (in Russian).
- Огородов С.А. Роль морских льдов в динамике рельефа береговой зоны. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2011. 173 с.
- Ogorodov S.A. Rol' morskikh l'dov v dinamike rel'efa beregovoy zony [The role of sea ice in coastal dynamics], Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 2011, 173 p. (in Russian).
- Огородов С.А., Архипов В.В. Экзарация дна Каспийского моря ледяными торосистыми образованиями // Докл. РАН. 2010. Т. 432, № 3. С. 403–407.
- Ogorodov S.A., Arhipov V.V. Caspian Sea Bottom Scouring by Hummocky Ice Floes // Doklady Earth Sci., 2010, V. 432, no 3, pp. 703–707.
- Бухарицин П., Аязбайев Е. The role of drifting ice in building the bottom landscape and sediment composition in the shallow waters of north Caspian Sea // Materials of the 22nd Intern. Conf. on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (June 9–13, 2013, Espoo, Finland). Finland, Helsinki, 2013, 4 p.
- Марченко А.В., Огородов С.А., Шестов А.В., Тsvetsinsky A.S. Ice gouging in the Baydaratskaya Bay: Field studies and numerical simulations // Recent development of Offshore Engineering in Cold Regions. Yue (ed.). AC-07. Dalian, China. June 27–30, 2007. Dalian University Press, Dalian. P. 747–759.

P.I. Bukharitsin, S.A. Ogorodov, V.V. Arkhipov

**IMPACT OF ICE BODIES ON THE SEABED OF THE NORTHERN CASPIAN SEA
UNDER SEA LEVEL FLUCTUATION AND ICE COVERAGE CHANGES**

The impact of sea ice on the coasts and bottom could be mechanical, thermal and physical-chemical. The most dangerous of these processes is ice gouging, i.e. mechanical destruction of the bottom grounds caused by the ice cover dynamics, hummocks and stamukhi formation under the influence of hydrometeorological factors and the topography of the coastal zone. During recent decades exploration of hydrocarbon reserves became more intensive within the Northern Caspian Sea region, including the design and construction of drilling platforms, underwater pipelines and other objects of oil and gas infrastructure. Reliable estimates of the impact of ice hummocks on the sea bottom and the depth of their penetration into the bottom grounds are necessary for designing underwater pipelines in freezing seas. Thus the assessment of ice impact (qualified as a natural hazard) is a key element of both geotechnical safety of oil and gas facilities and the environmental safety of marine areas. Underestimation of the glacial erosion could result in the damage of engineering constructions.

Highly variable dynamics of ice cover of the Northern Caspian Sea and its impact on the bottom are discussed. Temperature regime during the cold season determines the state of the ice cover and the number of hummocks, so it influences the intensity of their impact on the coasts and the seabed. Under the same thermal conditions of ice formation the sea level becomes an important factor governing the intensity of ice gouging processes. During the exploitation period of hydrotechnical facilities the fluctuations of the Caspian Sea level could reach several meters. Thus the considerable changes of depths and the transformation of bottom relief could be expected, leading to the changes in ice hummocks formation and ice gouging of the bottom and coasts. At present the intensity of the ice cover impact on the bottom of the Northern Caspian Sea is still an open question. The problem is difficult to solve because, on the one hand, the interactions of ice cover and the bottom grounds of the sea are insufficiently known and, on the other, the extreme variability of the sea level and the ice cover makes the investigations particularly complicated.

Key words: Northern Caspian Sea, climate change, sea level fluctuations, bottom topography, ice cover, ice hummocks formation, ice gouging, underwater pipelines.

ЮБИЛЕИ

80-ЛЕТИЕ ЛЕОНИДА ВИКТОРОВИЧА СМИРНЯГИНА

3 апреля 2015 г. исполнилось 80 лет Леониду Викторовичу Смирнягину — доктору географических наук, профессору кафедры социально-экономической географии зарубежных стран географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, кавалеру ордена Почета, лауреату Ломоносовской премии за педагогическую деятельность.

Леонид Викторович не только замечательный педагог и талантливый ученый, он абсолютно нестандартный и яркий человек как в академической среде, так и в общественно-политической жизни нашей страны.

Творческий путь Леонида Викторовича на первый взгляд может показаться извилистым, но логика научной, педагогической, производственной и общественной деятельности юбиляра отражает его многогранность, творческую ненасытность и гражданскую активность. После окончания географического факультета МГУ по кафедре экономической географии капиталистических и развивающихся стран в 1958 г. он работал в Институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких и рассеянных элементов АН СССР (1958—1960), Всесоюзном институте научной и технической информации (1960—1972), Институте мировой экономики и международных отношений АН СССР (1972—1976). В 1993—1999 гг. Л.В. Смирнягин входил в Президентский Совет при Б.Н. Ельцине, в 1994—1997 гг. заведовал отделом аналитического управления Администрации Президента РФ. В 2001—2002 гг. он был членом научного совета и сопредседателем программы “Российская внутренняя политика и политические институты” Московского центра Карнеги, несколько лет работал по совместительству научным консультантом фонда “Институт экономики города”.

Но больше всего сил и таланта Леонид Викторович отдает кафедре социально-экономической географии зарубежных стран (до 1992 г. — кафедра экономической и политической географии капиталистических и развивающихся стран), куда он пришел в 1976 г. на должность доцента и где в 2007 г. стал профессором.

Л.В. Смирнягин создал и читает на географическом факультете МГУ курсы “Социально-экономическая география США”, “Районы США”, “Типо-

логия стран”, “Региональная экономика”. Его лекции с увлечением слушали и студенты лучших зарубежных университетов: Гарвардского, Калифорнийского университета Беркли, Стэнфордского, Принстонского, Международного университета Майами (США), Оксфордского (Великобритания). В МГУ под руководством Леонида Викторовича защищено около 50 дипломных работы и 10 кандидатских диссертаций.

Л.В. Смирнягин опубликовал более 200 статей и 5 монографий, в том числе такие книги, как “Районы США: портрет современной Америки” (1989), “Российский федерализм: парадоксы, противоречия, предрассудки” (1998), “Общественная география. Федерализм. Регионализм” (2005). В 2005 г. он защитил докторскую диссертацию на инновационную тему “Районирование общества (теория, методология, практика): на материалах США”. Л.В. Смирнягин, как географ, американист и политолог часто выступает в СМИ.

При этом Леонид Викторович не кабинетный ученый. Выпускники кафедры разных лет как одно из самых ярких событий своей университетской жизни вспоминают знаменитые “дальние” практики, которыми юбиляр руководит с 1977 г. За 35 полевых сезонов общая протяженность маршрута студенческих практик под руководством Л.В. Смирнягина составила 170 тыс. км, не считая перелетов и переездов к местам их старта. Эти практики проходили на территории почти 2/3 субъектов Российской Федерации — от Калининграда до Приморья, во многих регионах бывшего СССР — от Прибалтики до Закавказья, а также в двух десятках европейских стран. В 2012 г. сбылась многолетняя мечта Леонида Викторовича — он впервые отправился со студентами на летнюю полевую практику в США, а уникальный курс лекций о США получил очень важное практическое дополнение. За три года студенты кафедры побывали с ним в 20 штатах США. И он не собирается останавливаться на достигнутом — уже разработан план очередной американской практики на лето 2015 г.

Поздравляем Леонида Викторовича с юбилеем, желаем ему здоровья, успехов и новых интересных маршрутов!

75-ЛЕТИЕ СЕРГЕЯ ДМИТРИЕВИЧА НИКОЛАЕВА

31 марта 2015 г. исполнилось 75 лет со дня рождения Николаева Сергея Дмитриевича, доктора географических наук, ведущего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена.

С.Д. Николаев окончил Московский геолого-разведочный институт имени С. Орджоникидзе в 1963 г. и аспирантуру ГЕОХИ имени В.И. Вернадского в 1966 г. После 5 лет работы в изотопной лаборатории этого института Сергей Дмитриевич в 1971 г. стал сотрудником географического факультета МГУ, где прошел путь от инженера до ведущего научного сотрудника. Его научные исследования на факультете в основном связаны с палеоокеанологией, изотопной геохимией океанов и внутренних бассейнов — в этих направлениях он является признанным авторитетом. В 1987 г. он защитил докторскую диссертацию на тему “Изменение природной обстановки океанов и морей в кайнозое (по изотопно-кислородным данным)”.

За годы научной деятельности С.Д. Николаев проводил исследования во многих регионах зем-

ного шара: на Дальнем Востоке, Алдане, Становом хребте, Алтае, Иссык-Куле, Урале, в Карелии, Прибалтике, Аральском, Каспийском, Азовском, Черном, Средиземном морях. Он неоднократно участвовал в рейсах в Атлантический и Индийский океаны на научно-исследовательских судах “Академик Петровский”, “Московский университет”, “Профессор Штокман”, “Витязь”. Он автор более 150 научных работ, среди которых 13 монографий, и многочисленных научных докладов. С.Д. Николаев многие годы был заместителем заведующего лабораторией, руководителем научного направления и научного семинара лаборатории. В настоящее время он участвует в выполнении проектов РФФИ и хоздоговорных работ, он член диссертационного совета факультета.

Сергей Дмитриевич — мудрый и доброжелательный человек, всегда открытый коллегам, что снискало ему любовь и уважение. От всей души поздравляем юбиляра, желаем ему здоровья и новых творческих успехов.

Редколлегия журнала

**ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ
“ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 5. ГЕОГРАФИЯ”**

Журнал “Вестник Московского университета. Серия 5. География” публикует результаты оригинальных исследований в различных областях географической науки, теоретические, методические и обзорные статьи, представляющие интерес для мирового научного сообщества. К публикации также принимаются краткие сообщения (объем до 4-х стр. или 4000 знаков с пробелами, до 2-х рисунков и до 10 позиций в списке литературы), информация о научных конференциях и событиях, рецензии на книги. Представленные к опубликованию материалы должны соответствовать формальным требованиям журнала, пройти процедуру слепого рецензирования и получить рекомендацию к публикации на заседании редколлегии журнала. Решение о публикации принимается на основе научной значимости и актуальности представленных материалов. Статьи, отклоненные редакционной коллегией, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Комплектность. Представленные в редакцию материалы должны включать направление с места работы (учебы) автора; текст статьи, подписанный всеми авторами; аннотацию статьи и ключевые слова на русском и английском языках; таблицы, рисунки и подписи к ним. Материалы (за исключением направления) представляются в распечатанном виде в двух экземплярах и в электронном виде на двух дисках (рисунки представляются на отдельном диске).

Структура и оформление статьи. На первой странице статьи необходимо указать УДК (печатается над заголовком статьи слева), инициалы и фамилию автора, название статьи. Внизу страницы в виде цифровых сносок для каждого автора указывается место работы, должность, ученая степень, адрес электронной почты; полужирным шрифтом выделяется e-mail автора, ответственного за переписку. Информация о выполнении работы в рамках программы (проекта), о ее финансовой поддержке указывается в виде цифровой сноски после названия статьи. Изложение материала статьи должно быть ясным, лаконичным и последовательным. Статья должна быть структурирована и включать рубрики: введение; материалы и методы исследований; результаты исследований и их обсуждение; выводы; список литературы.

Текст набирается шрифтом Times New Roman 12 кеглем через 2 интервала, с отступом абзацев 1,25 см. Страницы А4 имеют верхнее и нижнее поля по 2 см, 2,5 см слева и 1,5 см справа; с нумерацией сверху страницы. Объем статьи не должен превышать 14–16 страниц (включая список литературы и таблицы) и 3–4 рисунков. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

Нумерация формул (сплошная по всей статье) указывается в скобках цифрами (1, 2 и т.д.) с правой стороны.

Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Список литературы приводится в конце статьи сначала в соответствии с русским алфавитом, затем — с английским, по тексту статьи даются ссылки в квадратных скобках [Иванов и др., 1985]). Библиографическое описание дается в следующем порядке: фамилии и инициалы авторов, полное название монографии, место издания, издательство, год издания, страницы; для периодических изданий — фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год выпуска, том, номер, страницы. Все русскоязычные публикации в списке литературы должны иметь транслитерацию (рекомендуем пользоваться ресурсом <http://www.translit.ru>) и перевод их названий на английский язык. Необходимо выполнить следующие действия: после каждой русскоязычной ссылки строкой ниже набрать фамилии и инициалы авторов на латинице, транслитерацию названия публикации, в квадратных скобках перевод названия на английский язык, транслитерацию выходных данных, в скобках (in Russian). Ссылки на иностранных языках остаются только в оригинальном варианте. Пример оформления первой страницы и списка литературы см. на сайте журнала.

Таблицы печатаются на отдельной странице каждая, кегль 12, через 2 интервала. Нумеруются по порядку упоминания их в тексте арабскими цифрами. После номера должно следовать название таблицы. Все графы в таблицах должны иметь заголовки и быть разделены вертикальными линиями.

Иллюстрации представляются в 2-х экз. распечатки отдельно от текста статьи (на обороте каждой иллюстрации карандашом следует указать номер рисунка и фамилии авторов) и на отдельном CD диске. На иллюстрациях следует избегать лишних деталей и надписей (надписи рекомендуется заменять цифрами или буквами, разъяснение которых дается в подрисовочных подписях или в тексте). Линии на рисунках должны быть четкими (5–6 pix). Ширина рисунков не должна превышать 180 мм, высота — 240 мм. Шрифт буквенных и цифровых обозначений на рисунке Times New Roman (9–10 кегль). Рисунки должны быть черно-белыми, рекомендуется применять разные типы штриховки (с размером шага, позволяющим дальнейшее уменьшение). Фото (2 экземпляра) должны быть черно-белыми, контрастными, на их поверхности не должно быть следов изломов, трещин.

Подрисовочные подписи представляются на отдельной странице, кегль 12, через 2 интервала.

Статьи принимаются на географическом факультете в комнате 2108а. Тел. 8-495-939-29-23. Электронный адрес редколлегии vestnik_geography@mail.ru

Плата за публикацию не взимается.