

СОДЕРЖАНИЕ

Столетие Александра Максимовича Рябчикова	3
---	---

География и экология

Романова Э.П., Красовская Т.М., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А. Развитие научных идей А.М. Рябчикова в современных исследованиях школы физико-географических и ландшафтно-геоэкологических исследований мира	4
Лозбенев Н.И., Козлов Д.Н. Роль природных факторов в формировании структуры землепользования Вороно-Цнинского междуречья за последние 300 лет	12
Сидорчук А.Ю. Намытые почвы и эмиссия углекислого газа в бассейне р. Дон	21

Динамика природных процессов

Коротаев В.Н., Чернов А.В. Формирование пойм в низовьях крупных рав- нинных рек в условиях колебаний базиса эрозии	29
Алабян А.М., Панченко Е.Д., Алексеева А.А. Особенности динами- ки вод в приливных устьях малых рек бассейна Белого моря	39
Демидов А.Н., Колтовская Е.В., Куликов М.Е. Многолетние измене- ния термохалинных характеристик Балтийского моря	49
Куксина Л.В. Сезонная изменчивость расхода и мутности воды на реках Кам- чатского края	57

География мирового хозяйства

Березкин М.Ю., Синюгин О.А. География инвестиций в возобновляемую энергетику мира	68
--	----

Региональные исследования

Кузнецова О.В. Бюджетные возможности городов-миллионников в России как фактор их социально-экономического развития	75
Бакланов П.Я., Мошков А.В., Романов М.Т. Базисные структурные звенья в долгосрочном развитии транспортных систем Дальневосточного регио- на России	83
Блинова Т.В., Былина С.Г., Русановский В.А. География молодеж- ной безработицы в России	93
Даньшин А.И. Экспортный потенциал агропромышленного комплекса Сибири и Дальнего Востока России	101
Юбилей (А.А. Соловьев, С.М. Малхазова)	109

Хроника

В диссертационных советах географического факультета МГУ имени М.В. Ломо- носова в 2017 г.	111
--	-----

C O N T E N T S

To centenary of the birth of Alexander Maksimovich Ryabchikov	3
<i>Geography and ecology</i>	
Romanova E.P., Krasovskaya T.M., Alekseeva N.N., Arshinova M.A. Development of A.M.Ryabchikov's scientific ideas in recent studies of the school of physical-geographical and landscape-ecological research of the world	4
Loz benev N.I. Kozlov D.N. The role of environmental factors in the land use structure formation within the Vorona-Tsna interfluvium during the recent 300 years	12
Sidorchuk A.Yu. Deposited soil matter and the carbon dioxide emission within the Don River basin	21
<i>Dynamics of natural processes</i>	
Korotaev V.N., Chernov A.V. Formation of floodplains in the lower reaches of large plain rivers under base level fluctuations	29
Alabyan A.M., Panchenko E.D., Alekseeva A.A. Hydrodynamic fea- tures of small tidal estuaries of the White Sea basin	39
Demidov A. N., Koltovskaya E.V., Kulikov M.E. Long-term changes of thermohaline characteristics of the Baltic Sea	49
Kuksina L.V. Seasonal variability of water discharge and suspended matter concen- tration for rivers of the Kamchatka Krai	57
<i>Geography of world economy</i>	
Berezkin M.Yu., Sinyugin O.A. Geography of investment in the renewable energy sector of the world	66
<i>Regional studies</i>	
Kuznetsova O.V. Budget capacities of million-plus cities as a factor of their social- economic development	75
Baklanov P.Ya., Moshkov A.V., Romanov M.T. Basic structural links in the long-term development of transport systems of the Far Eastern region of Russia	83
Blinova T.V., Bylina S.G., Rusanovskiy V.A. Geography of youth unemployment in Russia	93
Danshin A.I. Export potential of the agroindustrial complex of Siberia and the Far East of Russia	101
<i>Jubilees</i> (A.A. Solovyov, S.M. Malkhazova)	109
<i>Chronicle</i>	
Dissertation councils of the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, in 2017	111

СТОЛЕТИЕ АЛЕКСАНДРА МАКСИМОВИЧА РЯБЧИКОВА

Александр Максимович Рябчиков, видный физико-географ, педагог и организатор географической науки и географического образования, родился 8 июля 1918 г. Географическое образование получил в Ленинградском университете, а затем на географическом факультете Иркутского университета, который успешно закончил в мае 1942 г. и был направлен на работу в Комиссию по аэрофотосъемке АН СССР. В 1943 г. А.М. Рябчиков был призван на военную службу, обучался на курсах английского языка при Военном институте иностранных языков, а с 1945 по 1951 гг. служил в разведотделе Штаба ТуркВО в Ташкенте. После демобилизации из армии, в 1951–1954 гг. А.М. Рябчиков занимался педагогической работой на географическом факультете Ташкентского университета. В эти и последующие годы выходят его научные и научно-популярные статьи, физико-географические очерки в энциклопедических изданиях и монографиях, посвященные Индии, которую А.М. Рябчиков неоднократно посещал во время своих научных командировок. Этой стране посвящена его кандидатская диссертация и книга «Природа Индии», опубликованная в 1950 г.

С 1954 г. научная, педагогическая и общественная деятельность Александра Максимовича неразрывно связана с географическим факультетом МГУ. Весной 1955 г. он стал заведующим кафедрой физической географии зарубежных стран, которую возглавлял вплоть до 1989 г. За это время сформировались и получили развитие основные направления кафедральной научной школы – изучение закономерностей географической зональности суши и региональных особенностей природных ландшафтов материков, комплексный анализ природных и социальных факторов развития окружающей среды и антропогенного изменения ландшафтов суши, оценка ресурсного потенциала и природных ресурсов территории, анализ и прогноз развития природной среды под влиянием производства. Проблемам взаимодействия человека с окружающей природной средой, изучению природно-антропогенных систем суши Земли посвящена докторская диссертация, защищенная А.М. Рябчиковым в 1972 г. Комплексный подход к изучению процессов изменения природной среды в глобальном и региональном масштабах создал предпосылки для формирования геоэкологического направления научной деятельности кафедры.

Новые концептуальные подходы стали основой многочисленных научных разработок и учебных курсов, определивших перспективное направление подготовки студентов на кафедре и по сей день сохраняющих важное учебно-методическое значение. Как научный руководитель и консультант А.М. Рябчиков подготовил 18 кандидатов и 2 докторов наук. Под его руководством воспитано не одно поколение высококвалифицированных

специалистов, поныне развивающих идеи кафедральной научной школы.

Более 20 лет (1955–1966 и 1970–1980 гг.) Александр Максимович являлся деканом географического факультета Московского государственного университета – крупнейшего в стране педагогического и исследовательского коллектива географов. На этом посту он уделял особое внимание повышению роли географических наук в решении практических народнохозяйственных задач. После закрытия в 1953 г. НИИ Географии МГУ на факультете было организовано эффективное сотрудничество географов разных специальностей при разработке проблем качественной оценки земель, районирования территории для целей сельского хозяйства, изучения зоны БАМа, района КМА, Нечерноземной зоны и других регионов страны. А.М. Рябчиков много сделал для расширения и укрепления научного потенциала факультета – организации кафедральных лабораторий, увеличения числа научных сотрудников, обеспечения деятельности комплексных экспедиций по изучению природных и экономических ресурсов и их рациональному использованию (Центрально-Черноземной, Прикаспийской, Комплексной Восточной и др.), создания в структуре географического факультета проблемных лабораторий по наиболее актуальным направлениям географических наук.

Александр Максимовичу принадлежит важная роль в создании и развитии системы высшего географического образования в нашей стране. Он последовательно отстаивал важнейший принцип аучинской школы – сочетание широкой географической подготовки с углубленной специализацией выпускников. В 1960–70-х гг. на географическом факультете МГУ был разработан учебный план подготовки специалистов для научных, проектно-исследовательских, плановых и других организаций, с внедрением достижений географических наук в практическую сферу деятельности. Возросла роль полевых методов в подготовке студентов, что привело к расширению сети учебно-научных баз факультета (Эльбрусская, Сатинская, Усть-Енисейск, Турали и др.). Под руководством А.М. Рябчикова и А.П. Капицы в 1968 г. в деревне Сатино Калужской области был создан учебно-научный полигон, который на многие десятилетия стал местом проведения комплексной географической практики студентов первого курса и научных исследований. Александр Максимович большое внимание уделял языковой подготовке, организации зарубежных производственно-ознакомительных практик и стажировок студентов и аспирантов.

В 1972–1980 гг. А.М. Рябчиков возглавлял работу Научно-методического совета по географии Учебно-методического объединения университетов, созданного в 1971 г. для координации учебно-методи-

ческой деятельности университетов, ведущих подготовку специалистов-географов. В 1980-е гг. в его статьях и выступлениях все отчетливее звучат идеи развития образования в области охраны и использования природной среды, обосновывается ведущая роль географии в этом процессе, закладываются основы новой отрасли университетского образования – экологии и природопользования.

А.М. Рябчиков вел большую общественную работу – был членом Пленума ВАК, входил в состав Научно-технического и Научно-методического советов Минвуза СССР, работал в Совете по рациональному использованию и охране среды при ГКНТ, постоянно выступал в качестве эксперта ГКНТ по охране природы, активно участвовал в деятельности Географического общества СССР, членом которого он был избран еще в 1940 г. по рекомендации своего учителя – Л.С. Берга, с 1985 г. он стал почетным членом этого общества.

А.М. Рябчиков большое внимание уделял развитию контактов с зарубежными специалистами в области географических исследований и географического образования. Он был одним из основателей Института географии АН Кубы. Много сил Александр Максимович отдавал работе в международных организациях по проблемам охраны окружающей среды во Франции, США, Нидерландах, Швейцарии, Канаде, Австрии, Кении. Он являлся почетным членом географических обществ Чехии, Болгарии, Индии, Бангладеш. В 1975 г. А.М. Рябчиков был избран почетным членом Американской ассоциации содействия науке. Его заслуги в развитии международного сотрудничества отмечены Большой медалью имени А. Гумбольдта (ГДР, 1959), памятной медалью 20-летия Кубы (1973), Большой медалью университета в городе Брно (ЧССР, 1979), серебряной медалью Карлова университета в Праге (ЧССР, 1979).

Весомым достижением в развитии международного сотрудничества стал проходивший в 1976 г. в Москве XXIII Международный географический конгресс. Александр Максимович, будучи заместителем председателя оргкомитета конгресса, посвя-

тил этому делу свой организаторский талант. Его доклад «Проблемы природной среды в планетарном аспекте», в котором обобщены и проанализированы наиболее важные глобальные проблемы взаимодействия человека и природной среды, стал заметным событием в работе Конгресса.

А.М. Рябчиков регулярно читал лекции в университетах Индии, Германии, Японии, Кубы, Венгрии, Ирака, Бангладеш, Чехословакии, Болгарии и других стран. Более 20 его научных и научно-педагогических работ переведены на иностранные языки и опубликованы за рубежом. Монография «Структура и динамика геосферы» переиздавалась на английском (1975), испанском (1977) и венгерском (1977) языках. На протяжении многих лет в журнале «Soviet Geography» (США), публиковались подготовленные А.М. Рябчиковым аналитические обзоры о развитии географии в Московском университете и университетском географическом образовании, статьи, посвященные проблемам взаимодействия географических наук, общим закономерностям географической зональности суши, глобальным аспектам взаимодействия общества и природной среды. Это во многом способствовало распространению идей и концепций, разрабатывавшихся на географическом факультете МГУ, в международном географическом сообществе.

Плодотворная научная и научно-организационная деятельность профессора А.М. Рябчикова отмечена правительственными наградами – орденом Трудового Красного Знамени (1980), медалями «За трудовое отличие» (1946), «За освоение целинных земель» (1965), «Ветеран труда» (1981). Он лауреат Государственной премии СССР в области науки и техники, Премии Минвуза СССР, Премии имени Д.Н. Анучина. В 1979 г. А.М. Рябчиков был удостоен звания Заслуженный деятель науки РСФСР.

Александр Максимович остался в памяти как неординарный исследователь и вдумчивый педагог, требовательный руководитель и прекрасный организатор. Его отличали большое жизненное и активная жизненная позиция.

С.А. Добролюбов, Н.С. Касимов, Г.И. Рычагов

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 911:502/504(082)

Э.П. Романова¹, Т.М. Красовская², Н.Н. Алексеева³, М.А. Аршинова⁴**РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИДЕЙ А.М. РЯБЧИКОВА В СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ШКОЛЫ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ЛАНДШАФТНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИРА**

Рассмотрены основные направления научной школы физико-географических и ландшафтно-геоэкологических исследований мира, в значительной степени сформировавшейся под руководством профессора А.М. Рябчикова, столетие которого отмечается в 2018 г.: физико-географические исследования природных ландшафтов суши Земли; изучение и картографирование природно-антропогенных (современных) ландшафтов; анализ природных ресурсов и агроприродного потенциала суши; изучение природно-антропогенных процессов в окружающей среде. Эти научные разработки положили начало современным ландшафтно-геоэкологическим исследованиям, включая оценку и прогноз состояния ландшафтов мира в условиях глобальных изменений.

Ключевые слова: А.М. Рябчиков, физико-географические исследования, современные ландшафты, географические пояса и природные зоны, природные ресурсы, природно-антропогенные процессы, ландшафтно-геоэкологическая оценка.

Введение. В 2018 г. отмечается столетие профессора Александра Максимовича Рябчикова (1918–1996) – выдающегося физико-географа, педагога и организатора географической науки и высшего географического образования в нашей стране, а также 80-летие кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Становление и развитие научной школы физико-географических и ландшафтно-геоэкологических исследований мира, сформировавшейся на кафедре, непосредственно связано с именем профессора А.М. Рябчикова, который возглавлял ее на протяжении 35 лет (с 1955 по 1989 гг.). В настоящее время научные исследования кафедры, называвшейся при создании в 1938 г. кафедрой страноведения, затем – физической географии зарубежных стран, а с 1989 г. – физической географии мира и геоэкологии, охватывают широкий круг проблем и направлений, связанных с изучением взаимодействий в системе природа–хозяйство–общество на глобальном и региональном уровнях.

В научной школе, сформированной А.М. Рябчиковым и его коллегами, получили творческое развитие основные направления физико-географических исследований материков и стран, заложенные в конце 1930–1940-х гг. основателями кафедры – профессорами Б.Ф. Добрыниным и А.С. Барковым. С именем А.М. Рябчикова неразрывно связана постанов-

ка исследований в области антропогенного ландшафтоведения, изучения природно-ресурсного потенциала территорий, природно-антропогенных процессов в геосфере, географических проблем охраны природы. Фундаментальный труд «Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком» [Рябчиков, 1972], переведенный на многие языки мира, показал важность всестороннего анализа взаимодействия человека с окружающей природной средой и определил глобально-региональный масштаб изучения природно-антропогенных ландшафтов суши. Его вклад в физическую географию и становление геоэкологического направления исследований, подготовку специалистов-геоэкологов связан с рядом ключевых научных направлений, которые и сейчас определяют научную тематику кафедры.

Цель статьи – рассмотреть развитие научных направлений школы физико-географических и ландшафтно-геоэкологических исследований, основы которых были заложены А.М. Рябчиковым.

Современное название кафедры и ориентация научных исследований в сторону геоэкологической проблематики, активно проявившаяся в 1980–1990-е гг. и в последующем, когда кафедру возглавлял профессор Г.Н. Голубев, обусловили высокую степень междисциплинарности и комплексности разработок кафедры. Научные направления на кафедре возник-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии мира и геоэкологии, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: romanova@mail.ru.

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии мира и геоэкологии, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: krasovsktex@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии мира и геоэкологии, доцент, и.о. зав. кафедрой, канд. геогр. н.; e-mail: nalex01@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии мира и геоэкологии, ст. науч. с.; e-mail: amagi_geo@mail.ru

кали и эволюционировали в соответствии с тенденциями развития географической науки, запросами практики, доступными материалами и методами исследований. В первую очередь это физико-географическое изучение и картографирование природных ландшафтов суши Земли в глобальном и крупнорегиональном масштабах. Еще одно направление связано с разработкой концепции природно-антропогенных (современных) ландшафтов, их систематикой, классификацией и картографированием в разных масштабах. В значительной степени благодаря работам А.М. Рябчикова произошло включение социума в сферу физико-географических исследований, что в начальный период становления географии в Московском университете составляло важный элемент страноведческой (антропогеографической) школы профессора Д.Н. Анучина – учителя профессоров Б.Ф. Добрынина и А.С. Баркова. Весьма актуальными оказались направления, связанные с изучением природных ресурсов и, особенно, агроприродного потенциала суши, а также деструктивных процессов, происходящих в окружающей среде в условиях нарастающих антропогенных нагрузок [Рябчиков, 1990]. Эти работы положили начало собственно геоэкологическим исследованиям, стимулировали изменение названия кафедры и вслед за этим – подготовку студентов по направлению «Экология и природопользование».

Основные направления исследований. Физико-географическое направление. Изучение природы и ландшафтов зарубежных территорий в советское время по объективным причинам далеко не всегда базировалось на детальных полевых обследованиях. Исключения, безусловно, были [Куракова, 1967; Игнатьев, 1979], но физико-географический анализ территорий основывался преимущественно на изучении зарубежных литературных, статистических, картографических материалов и их интерпретации с позиций отечественной физической географии и ландшафтоведения [Игнатьев, 1953; Рябчиков, 1954; Лукашова, 1958; Михайлова, 1964; Миланова, 1969; Романова, 1970; Ермаков, 1972; Буров, 1975; Красовская, 1979; и др.]. С середины 1970-х гг. в состав информационных источников вошли космические снимки обзорных масштабов.

На основе анализа большого массива фактических данных о природе материков и их регионов была разработана теория поясно-секторно-зональной дифференциации природных ландшафтов мира, в основу которой положено представление о природных зонах как об «... основных зонально-типологических подразделениях суши, закономерно сменяющих друг друга в зависимости от соотношения тепла и влаги, ... что делает возможным не только качественное (по типам растительности, почв, гидрологического режима и т. п.), но и количественное их определение (по радиационному индексу сухости, различным коэффициентам увлажнения и проч.)» [Лукашова, 1966]. Эти разработки нашли отражение в классическом учебнике [Физическая география частей света, 1963] и серии карт физико-гео-

графического районирования суши Земли в «Физико-географическом атласе мира» [1964]. В учебнике второго поколения для высшей школы [Физическая география ..., 1988] рассматривались не только коренные ландшафты, но и региональная специфика использования природных ресурсов, а также изменение природной среды под воздействием человека. Учебник был удостоен университетской премии имени Д.Н. Анучина. Мировая карта «Географические пояса и зональные типы ландшафтов», опубликованная в 1988 г. под редакцией Е.Н. Лукашовой, пополнила серию карт для высшей школы.

В рамках физико-географического направления были разработаны новые схемы планетарной модели зональности [Лукашова, 1966; Рябчиков, 1972], развивавшие концепцию «гипотетического материка», предложенного в 1947 г. К. Тромлем. В дальнейшем применение компьютерных технологий позволило создать на базе мировой карты географических поясов и зональных типов ландшафтов 1988 г. обновленную модель гипотетического материка, на которой представлены 96 зональных типов ландшафтов, а также отражена степень их антропогенной трансформации [Alekseev, Golubev, 2000]. Впоследствии построена новая модель на основе обновленной секторно-зональной классификации, изменена конфигурация поясов, секторов и природных зон, рассчитаны их площади [Романова с соавт., 2015].

В настоящее время физико-географическая проблематика занимает важное место в исследованиях кафедры и постоянно расширяется. В новом учебнике «Физическая география материков и океанов», наряду с традиционными физико-географическими разделами, рассмотрены не только особенности хозяйственного освоения и трансформации ландшафтов материков и регионов, но и геоэкологические последствия антропогенного воздействия [Физическая география ..., 2014].

Антропогенно-ландшафтное направление кафедральной научной школы берет начало со статьи А.М. Рябчикова и Л.И. Кураковой «Освоение и изменение природных ландшафтов суши» [Куракова, Рябчиков, 1967]. Оно базируется на представлениях о территориальных формах производственной деятельности, оказывающих определяющее влияние на изменение географической среды и о наличии ряда (спектра) антропогенных модификаций, свойственных каждому типу естественных ландшафтов. Эти представления нашли отражение в карте «Типов современных ландшафтов» [Рябчиков, 1972]. Учебное пособие Л.И. Кураковой «Антропогенные ландшафты» [Куракова, 1976] содержит первый вариант классификации ландшафтов, измененных хозяйственной деятельностью. Дальнейшие научные разработки в этом направлении позволили создать классификацию современных ландшафтов по степени изменения природного инварианта в результате длительного хозяйственного освоения [Куракова, Романова, 1989]. Согласно данной классификации ландшафты подразделяются на условно-коренные и природно-антропогенные, а последние, в свою оче-

редь, на вторично-производные, антропогенно-модифицированные и техногенные. Предложенные принципы систематики и классификации использованы при составлении карт современных ландшафтов суши [World Map of Present-day Landscapes, 1993; Resources and Environment, 1998], отдельных материков [Геоэкологическое состояние ..., 2004], а также зарубежных территорий Европы [Романова, 1997] и Азии [Алексеева, 2000].

Использование данных дистанционного зондирования разного разрешения, открытых баз геопроостранственных данных, международной и национальной статистической информации и ГИС-технологий создало возможности для анализа всего разнообразия природно-антропогенных геосистем и привязки сложившихся региональных геоэкологических ситуаций к конкретным ландшафтам. В 1990-е годы была создана первая геоинформационная система «Ландшафты мира» [Романова, Алексеев, Посыпкин, 1994]. Геоинформационное обеспечение ландшафтного картографирования, наряду с другими подходами, стало важным инструментом оценки состояния современных ландшафтов [Изменение природной среды ..., 1997]. Актуальность подобных исследований и востребованность их результатов научным сообществом и практикой подтверждаются, помимо прочего, и появлением в последнее десятилетие ряда разработок по сходной тематике, выполненных крупными международными научными консорциумами – картографирование экологических систем суши [Sayre et al., 2014], ландшафтов зарубежной Европы (LANMAP) [Mucher et al., 2010], антромов (антропогенных биомов) мира [Ellis et al., 2010]. В основе этих работ лежат геопроостранственные данные высокого и среднего разрешения, обработка которых ведется методами полуавтоматического картографирования.

В настоящее время в рамках антропогенно-ландшафтного направления проводится анализ изменений структуры землепользования в границах природных зон суши, обосновываются принципы использования тематических глобальных баз геопроостранственных данных для картографирования современных ландшафтов [Алексеева, Климанова, Хазиева, 2017], осуществляются прикладные исследования, смыкающиеся с проблематикой территориального и ландшафтного планирования и экологического проектирования.

Природно-ресурсное направление научных исследований получило отражение в многочисленных публикациях – «Природные ресурсы и культурные ландшафты материков» (1971), «Природные ресурсы зарубежных территорий Европы и Азии» (1976), «Антропогенные изменения земельных ресурсов зарубежных стран» (1981), «Использование природных ресурсов и охрана природы» [Миланова, Рябчиков, 1986], в которых теоретически обоснованы взаимоотношения между природными ресурсами, хозяйственным использованием территории и антропогенными ландшафтами, заложены принципы выделения природно-ресурсных комплексов,

проанализированы экологические последствия использования природно-ресурсного потенциала регионов.

На основе методических разработок под руководством А.М. Рябчикова был успешно реализован крупный международный проект ЮНЕП «Воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду: системный подход» (1980–1985). По тематике проекта опубликована трехтомная монография *Agricultural Production and the Environment* [1988], создана серия мировых карт («Агроприродный потенциал ландшафтов суши», «Пригодность ландшафтов суши для сельскохозяйственного производства», «Сельскохозяйственное использование суши», «Агроландшафты мира» и др.). Развитие агроландшафтной тематики послужило стимулом для проведения детальных исследований по отдельным регионам мира – Восточному Китаю, Западу США, Юго-Западной Азии, странам Магриба, Дунайским равнинам и др.

В дальнейшем природно-ресурсное направление получило развитие в работах, посвященных характеристике природных ресурсов мира [Романова с соавт., 1993], экологическим и социально-экономическим последствиям потребления возобновляемых ресурсов [Лосев, Мнацаканян, Дронин, 2005], природно-ресурсному потенциалу Африки [Климанова, 2007]. В них сделан акцент на геоэкологических последствиях освоения природно-ресурсной базы в условиях возрастающей социально-демографической напряженности и конкуренции за ресурсы. Глобальные и региональные аспекты использования природных ресурсов проанализированы в сборнике «Мир геоэкологии» [2017] и отражены в учебном пособии, посвященном глобальным экологическим проблемам [Романова, 2018].

В последнее десятилетие ресурсное направление расширилось за счет включения в исследовательское поле концепции экосистемных услуг. Выполнен анализ и составлены карты геоэкологического качества ландшафтов Европы на основе анализа реализации их экосистемных услуг [Романова, 2012]; получены эколого-экономические оценки природного капитала и экосистемных услуг ландшафтов России и зарубежных стран [Красовская, 2008; Евсеев, Красовская, 2013].

Еще одно направление кафедральной научной школы, инициированное А.М. Рябчиковым, связано с **изучением природно-антропогенных процессов в окружающей среде**. Результаты этих исследований отражены в серии публикаций, среди них – «Круговорот веществ в природе и его изменение хозяйственной деятельностью человека» [1980] (отмечена премией Минвуза СССР), «Экодинамические процессы освоенных территорий» [Горшков, 1982]. В рамках проекта ЮНЕП [*Agricultural production ...*, 1988] были исследованы природно-антропогенные процессы и явления, сопутствующие сельскохозяйственному производству в разных природно-климатических и социально-экономических условиях. Проведен всесторонний анализ экологи-

ческих последствий гидромелиоративных мероприятий в различных регионах мира [Экологические проблемы ..., 1989].

Изучение современных ландшафтов, природно-ресурсного потенциала, природно-антропогенных процессов сопровождалось разработкой методов комплексных количественных оценок природно-антропогенных систем суши. В работах А.М. Рябчикова проанализированы и обобщены большие массивы аналитических данных, в зональных построениях использован сопряженный анализ различных показателей – гидротермических, валового увлажнения, биологической продуктивности, потребления химических элементов и т. д. Заложено А.М. Рябчиковым направление создания интегральных количественных оценок ландшафтов продолжено его учениками – Ю.Г. Ермаковым (ландшафты-аналоги), Т.М. Красовской (измененность ландшафтов, расчет трансграничных коэффициентов природопользования) и др.

Комплексный подход к изучению процессов изменения природной среды в глобальном и региональном масштабах, внедрявшийся А.М. Рябчиковым в 1970–80-е гг., стал основой для формирования **геоэкологического направления**. Ландшафтно-геоэкологические разработки получили широкое развитие в 1990–2000-е гг. Под руководством профессоров Г.Н. Голубева и Э.П. Романовой было проведено исследование геоэкологического состояния ландшафтов суши [Геоэкологическое ..., 2004]. Исходным теоретическим положением стало представление о том, что в ответ на антропогенные воздействия в хозяйственно освоенных ландшафтах развиваются природные и природно-антропогенные процессы, превращающие их в ландшафтно-геоэкологические системы (ЛГЭС). Для них характерны новые признаки, свойства и качества, меняющие набор экосистемных услуг, которые природный комплекс предлагает или оказывает населению и хозяйству [Романова, Горшков, 2005]. В совокупности эти изменения определяют современное геоэкологическое состояние ландшафта.

Обозначенный в комплексных исследованиях акцент на хозяйственную культуру народов мира способствовал развитию этнокультурного направления. В 1993 г. выпускниками кафедры – В.Н. Калущиковым и Т.М. Красовской создан междисциплинарный научный семинар «Культурный ландшафт», успешно работающий ныне под эгидой Русского географического общества.

А.М. Рябчиков уделял большое внимание прогнозированию развития окружающей среды. Анализ тенденций экологического развития последней четверти XX столетия [Споры о будущем, 1983] позволил выявить целый ряд актуальных проблем – изменение климата, антропогенная редукция биосферы, конфликты водопользования, изменение мирового земельного фонда, влияние военных действий на окружающую среду. Показательно, что по проше-

ствии 35 лет эти проблемы не только не решены, но еще более усугубились.

Научные инициативы профессора А.М. Рябчикова и его вклад в развитие физической географии материков до сих пор сохраняют важное научное и учебно-методическое значение. Александр Максимович воспитал плеяду учеников и последователей, которые развивают школу физико-географических и ландшафтно-геоэкологических исследований мира. Для этой школы характерны комплексность и разносторонность научных разработок, что отражает сложность и многофакторность основных предметов исследования кафедры – современных ландшафтов и геоэкологических проблем.

Заключение

- Базовые направления кафедральной школы, реализующие комплексный подход к изучению процессов изменения природной среды, предложенный А.М. Рябчиковым, не только не утратили свою важность, но и обогащаются за счет расширения информационной базы, появления новых методов исследований. Теория поясно-секторно-зональной дифференциации природных ландшафтов мира и методы их картографирования положены в основу современных учебников и карт для высшей школы;

- В работах А.М. Рябчикова выявлены глобальные изменения ландшафтной сферы Земли в связи с деятельностью человека и последствия этих процессов. Изучение трансформации ландшафтов в результате их многостороннего и разнопланового хозяйственного освоения многие годы составляло основу научной деятельности кафедры. В настоящее время эти исследования дополняются выявлением региональных откликов на глобальные изменения, определением трендов и прогнозом развития современных ландшафтов;

- Концепция ландшафтно-геоэкологических систем создает основу для проведения геоэкологической оценки территорий различного пространственного охвата в границах современных ландшафтов, что продолжает работы по анализу взаимодействия природных и антропогенных факторов формирования ландшафтной сферы Земли, начатые А.М. Рябчиковым;

- Создание тематических баз геоданных и развитие геоэкологического моделирования, открывающее принципиально новые возможности для изучения современных ландшафтов мира, анализа региональных геоэкологических проблем, оценки потенциала экосистемных услуг для оптимизации природопользования, основывается на использовании ГИС-технологий, которое успешно развивается учениками и последователями А.М. Рябчикова;

- Современный этап развития школы физико-географических и ландшафтно-геоэкологических исследований мира связан с поиском новых путей комплексного анализа современных ландшафтов и их изменений, методов геоэкологических исследований и главное – возможностей интеграции результатов исследований в прикладные разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеева Н.Н. Современные ландшафты зарубежной Азии. М.: ГЕОС, 2000. 414 с.
- Алексеева Н.Н., Климанова О.А., Хазиева Е.С. Глобальные базы данных земельного покрова и перспективы их использования для картографирования современных ландшафтов // Изв. РАН. Серия географическая. 2017. № 1. С. 110–123.
- Геоэкологическое состояние ландшафтов суши // Серия «География, общество, окружающая среда». Т. 2. Функционирование и современное состояние ландшафтов / Под ред. проф. К.Н. Дьяконова и проф. Э.П. Романовой. М.: Изд. Дом «Горюлец», 2004. С. 299–476.
- Горишков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. М.: Недра, 1982. 286 с.
- Евсеев А.В., Красовская Т.М. Необходимость эколого-экономической оценки природного капитала Севера России // Проблемы региональной экологии. 2013. № 4. С. 168–171.
- Изменение природной среды: глобальный и региональный аспекты / Под ред. А.Н. Геннадиева и Е.В. Милановой. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 200 с.
- Климанова О.А. Ресурсоведение и ресурсы мира. Африка. Уч. пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2007. 116 с.
- Красовская Т.М. Эколого-экономические оценки как инструмент решения геоэкологических проблем // Мир геоэкологии. М.: ГЕОС, 2008. С. 58–66.
- Круговорот вещества в природе и его изменение хозяйственной деятельностью человека / Под ред. А.М. Рябчикова. М.: Наука, 1980.
- Куракова Л.И. Антропогенные ландшафты. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. 216 с.
- Куракова Л.И., Романова Э.П. Современные ландшафты: содержание, классификация, тенденции развития // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1989. № 2. С. 31–37.
- Куракова Л.И., Рябчиков А.М. Освоение и изменение природных ландшафтов суши // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1967. № 5. С. 58–67.
- Лосев К.С., Мнацаканян Р.А., Дронин Н.М. Потребление возобновляемых ресурсов: экологические и социально-экономические последствия (глобальные и региональные аспекты). М.: ГЕОС, 2005. 158 с.
- Лукашова Е.Н. Основные закономерности природной зональности и ее проявление на суше Земли // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1966. № 6. С. 11–25.
- Миланова Е.В., Рябчиков А.М. Использование природных ресурсов и охрана природы. М.: Высшая школа, 1986.
- Мир геоэкологии. Геоэкологические проблемы и пути их решения. М.: Географический факультет МГУ, 2017. 320 с.
- Романова Э.П. Геоэкологическое состояние природно-антропогенных систем Европы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 2. С. 19–28.
- Романова Э.П. Глобальные геоэкологические проблемы. Уч. пособие. М.: ЮРАЙТ, 2018. 170 с.
- Романова Э.П. Современные ландшафты Европы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 312 с.
- Романова Э.П., Алексеев Б.А., Посыпкин А.К. Геоинформационная система «Ландшафты мира» // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1994. № 6. С. 32–38.
- Романова Э.П., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А. и др. Новая карта мира «Географические пояса и природные зоны суши Земли» // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 4. С. 3–11.
- Романова Э.П., Горишков С.П. Ландшафтно-геоэкологические системы суши и их картографирование // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2005. № 2. С. 45–53.
- Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Уч. пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 304 с.
- Рябчиков А.М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком. М.: Мысль, 1972. 224 с.
- Рябчиков А.М. Тревожные антропогенные изменения природной среды // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1990. № 2. С. 3–14.
- Споры о будущем. Окружающая среда / Под ред. А.М. Рябчикова. М.: Мысль, 1983. 175 с.
- Физико-географический атлас мира. М.: ГУГК, 1964.
- Физическая география материков и океанов. Учебник для геогр. спец. ун-тов / Под общей ред. А.М. Рябчикова. М.: Высшая школа, 1988. 592 с.
- Физическая география материков и океанов. В 2-х томах. Т. 1. Физическая география материков. В 2-х кн. Книга 1. Дифференциация и развитие ландшафтов суши Земли. Европа, Азия / Э.П. Романова, Н.Н. Алексеева, М.А. Аршинова; Под ред. Э.П. Романовой. Издательский центр Академия, 2014. 464 с.
- Физическая география материков и океанов. В 2-х томах. Т. 2. Физическая география материков. В 2-х кн. Книга 2. Северная Америка, Южная Америка, Африка, Австралия и Океания, Антарктида / Э.П. Романова, Т.И. Кондратьева, Б.А. Алексеев и др. М.: Издательский центр Академия, 2014. 400 с.
- Физическая география частей света. Учебник для гос. ун-тов СССР / Под общей ред. А.М. Рябчикова. М.: Высшая школа, 1963. 547 с.
- Экологические проблемы гидромелиораций / Под ред. Н.Ф. Глазовского. Итоги науки и техники. Серия «Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов» Т. 23. М.: ВИНТИ, 1989. 226 с.
- Agricultural Production and the Environment. V. 3. Processes and phenomena that accompany agriculture. UNEP, Centre of International projects GKNT SSSR. Moscow, 1988. 497 p.
- Alexeev B.A., Golubev G.N. The world's landscapes system and its change // Erdkunde, 2000. Band 54. P. 12–18.
- Ellis E.C., Goldewijk K.K., Siebert S., Lightman D., Ramankutty N. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000 // Global Ecology and Biogeography. 2010. V. 19. P. 589–606.
- Mucher C.A., Klijn J.A., Wascher D.M., Schaminere J.H.J. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes // Ecological Indicators. 2010. V. 10. P. 87–103.
- Resources and Environment. World Atlas. V. 2. Vienna–Moscow, 1998.
- Sayre R., Dangermond J., Frye C. et al. A New Map of Global Ecological Land Units – An Ecophysiological Stratification Approach. Washington, DC: Association of American Geographers, 2014. 46 p.
- World Map of Present-Day Landscapes / Eds.: E.V. Milanova, A.V. Kushlin, N.J. Middleton. Moscow: Soyuzkarta Publishers, 1993.

Поступила в редакцию 17.01.2017
Принята к публикации 12.03.2018

E.P. Romanova¹, T.M. Krasovskaya²,
N.N. Alekseeva³, M.A. Arshinova⁴

DEVELOPMENT OF A.M. RYABCHIKOV'S SCIENTIFIC IDEAS
IN RECENT STUDIES OF THE SCHOOL OF PHYSICAL-GEOGRAPHICAL AND
LANDSCAPE-ECOLOGICAL RESEARCH OF THE WORLD

The scientific school of physical-geographical and landscape-geoecological research of the world was formed under the leadership of Professor A.M. Ryabchikov, whose centenary is celebrated in 2018. The main areas of research are physical-geographical analysis of terrestrial natural landscapes; study and mapping of natural-anthropogenic (or present-day) landscapes; analysis of natural resources and agro-natural land potential; study of natural-anthropogenic processes in the environment. These lines of research laid a foundation for landscape-geoecological studies, including the assessment and forecast of the state of the world's landscapes under global change.

Key words: A.M. Ryabchikov, physical-geographical studies, present-day landscapes, geographical belts and natural zones, natural resources, natural-anthropogenic processes, landscape-geoecological assessment.

REFERENCES

- Agricultural Production and the Environment. V. 3. Processes and phenomena that accompany agriculture. UNEP, Centre of International projects GKNT SSSR. Moscow, 1988. 497 p. (in Russian).
- Alekseeva N.N., Klimanova O.A., Khazieva E.S. Global'nye bazy dannyh zemel'nogo pokrova i perspektivy ih ispol'zovaniya dlya kartografirovaniya sovremennyh landshaftov [Global Land Cover Data Bases and their Perspectives for Present-Day Landscapes Mapping] // *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*. 2017. № 1. S. 110–123 (in Russian).
- Alekseeva N.N. Sovremennyye landshafty zarubezhnoj Azii. [Present-day landscapes of foreign Asia]. M.: GEOS, 2000. 414 p. (in Russian).
- Alexeev B.A., Golubev G.N. The world's landscapes system and its change // *Erdkunde*, 2000. Band 54. 12–18 p.
- Ekologicheskie problemy gidromelioracij [Ecological problems of water reclamation] / Pod red. N.F. Glazovskogo. Itogi nauki i tekhniki. Seriya «Ohrana prirody i vosproizvodstvo prirodnih resursov» T. 23. M.: VINITI, 1989. 226 s. (in Russian).
- Ellis E.C., Goldewijk K.K., Siebert S., Lightman D., Ramankutty N. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000 // *Global Ecology and Biogeography*. 2010. V. 19. P. 589–606.
- Evseev A.V., Krasovskaya T.M. Neobhodimost' ehkologicheskoy ocenki prirodnogo kapitala Severa Rossii [Necessity of ecological and economic evaluation of the natural capital of the North of Russia] // *Problemy regional'noj ehkologii*. 2013. № 4. S. 168–171 (in Russian).
- Fizicheskaya geografiya chastej sveta. [Physical geography of parts of the world]. Uchebnik dlya gos. universitetov SSSR] / Pod obshchej red. A.M. Ryabchikova. M.: Vysshaya shkola, 1963. 547 s. (in Russian).
- Fizicheskaya geografiya materikov i okeanov [Physical geography of continents and oceans]. Ucheb. dlya geogr. spec. univ. / Pod obshchej red. A.M. Ryabchikova. M.: Vysshaya shkola, 1988. 592 s. (in Russian).
- Fizicheskaya geografiya materikov i okeanov. V 2 tomah. T. 1. Fizicheskaya geografiya materikov [Physical geography of the continents]. V 2 kn. Kniga 1. Differenciatsiya i razvitiye landshaftov sushi Zemli. Evropa, Aziya / E.P. Romanova, N.N. Alekseeva, M.A. Arshinova; Pod red. E.P. Romanovoj. Izdatel'skij centr Akademii, 2014. 464 s. (in Russian).
- Fizicheskaya geografiya materikov i okeanov. V 2 tomah. T. 2. Fizicheskaya geografiya materikov [Physical geography of the continents]. V 2 kn. Kniga 2. Severnaya Amerika, Yuzhnaya Amerika, Afrika, Avstraliya i Okeaniya, Antarktida / E.P. Romanova, T.I. Kondrat'eva, B.A. Alekseev i dr. M.: Izdatel'skij centr Akademii, 2014. 400 s. (in Russian).
- Fiziko-geograficheskij atlas mira [Physiographic Atlas of the World]. M.: GUGK, 1964 (in Russian).
- Geoekologicheskoe sostoyanie landshaftov sushi [Geoecological state of terrestrial landscapes] // Seriya «Geografiya, obshchestvo, okruzhayushchaya sreda». T. 2 Funkcionirovanie i sovremennoe sostoyanie landshaftov. Pod red. prof. K.N. D'yakonova i prof. E.P. Romanovoj. M.: Izd. Dom «Gorodets», 2004. S. 299–476 (in Russian).
- Gorshkov S.P. Ekzodinamicheskie processy osvoennyh territorij [Exodimensional processes of the developed territories]. M.: Nedra, 1982. 286 s. (in Russian).
- Izmenenie prirodnoj sredy: global'nyj i regional'nyj aspekty [Change in the natural environment: global and regional aspects] / Pod red. A.N. Gennadieva i E.V. Milanovoj. M.: Izd-vo Mosk. universiteta. 1997. 200 s. (in Russian).
- Klimanova O. A. Resursovedenie i resursy mira. Afrika [Studies of Resources and World Resources. Africa]. M.: Geograficheskij fakul'tet MGU, 2007. 116 s. (in Russian).
- Krasovskaya T.M. Ekologo-ehkonomicheskie ocenki kak instrument resheniya geoekologicheskikh problem [Ecological and economic assessments as a tool for solving geoecological problems] // *Mir geoekologii*. M.: GEOS, 2008. S. 58–66 (in Russian).
- Krugovorot veshchestva v prirode i ego izmenenie hozyajstvennoj deyatel'nost'yu cheloveka [The cycle of matter in

¹ Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography of the World and Geoecology, Professor; *e-mail*: romanova@kmail.ru

² Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography of the World and Geoecology, Professor; *e-mail*: krasovsktex@yandex.ru

³ Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography of the World and Geoecology, Associate Professor, Executive Head of the Department; *e-mail*: nalex01@mail.ru

⁴ Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography of the World and Geoecology, Senior Scientific Researcher; *e-mail*: amari_geo@mail.ru

nature and its change by man's economic activity] / Pod red. A.M. Ryabchikova. M.: Nauka, 1980 (in Russian).

Kurakova L.I., Romanova E.P. Sovremennye landshafty: sodержanie, klassifikatsiya, tendentsii razvitiya [Present-day landscapes: content, classification, trends of development] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya. 1989. № 2. S. 31–37 (in Russian).

Kurakova L.I. Antropogennye landshafty [Anthropogenic landscapes]. M.: Izd-vo MGU, 1976. 216 s. (in Russian).

Kurakova L.I., Ryabchikov A.M. Osvoenie i izmenenie prirodnih landshaftov sushi [The development and change of natural landscapes of the land] // Vestnik MGU. Seriya 5. Geografiya. 1967. № 5. S. 58–67 (in Russian).

Losev K.S., Mnacakanyan R.A., Dronin N.M. Potreblenie vozobnovlyаемых resursov: ehkologicheskie i social'no-ehkonomicheskie posledstviya (global'nye i regional'nye aspekty) [Consumption of renewable resources: environmental and socio-economic impacts (global and regional)]. M.: GEOS, 2005. 158 s. (in Russian).

Lukashova E.N. Osnovnye zakonomernosti prirodnoy zonal'nosti i ee proyavlenie na sushe Zemli [The main regularities of natural zonality and its manifestation on land of the Earth] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya. 1966. № 6. S. 11–25 (in Russian).

Milanova E.V., Ryabchikov A.M. Ispol'zovanie prirodnih resursov i ohrana prirody [Use of natural resources and nature protection]. M.: Vysshaya shkola, 1986 (in Russian).

Mir geoehkologii. Geoehkologicheskie problemy i puti ih resheniya [The world of geoeology. Geoeological problems and their solutions]. M.: Geograficheskij fakul'tet MGU, 2017. 320 s. (in Russian).

Mucher C.A., Klijn J.A., Wascher D.M., Schaminere J.H.J. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes // Ecological Indicators. 2010. V. 10. P. 87–103.

Resources and Environment. World Atlas. V. 2. Vienna-Moscow, 1998.

Romanova E.P. Geoehkologicheskoe sostoyanie prirodno-antropogennyh sistem Evropy [Geoeological state of natural and anthropogenic systems in Europe] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya. 2012. № 2. S. 19–28 (in Russian).

Romanova E.P. Sovremennye landshafty Evropy [Present-day landscapes of Europe]. M.: Izd-vo Mosk. universiteta. 1997. 312 s. (in Russian).

Romanova E.P., Alekseev B.A., Posypkin A.K. Geoinformacionnaya sistema «Landshafty mira» [Geoinformation system «Landscapes of the world»] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya. 1994. № 6. S. 32–38 (in Russian).

Romanova E.P., Alekseeva N.N., Arshinova M.A. i dr. Novaya karta mira «Geograficheskie poyasa i prirodnye zony sushi Zemli» [New map of the world «Geographic belts and natural terrestrial zones of the Earth»] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya. 2015. № 4. S. 3–11 (in Russian).

Romanova E.P. Global'nye geoehkologicheskie problemy: ucheb. posobie. [Global Geoeological problems] M.: YURAJT, 2018. 170 s. (in Russian).

Romanova E.P., Gorshkov S.P. Landshaftno-geoehkologicheskie sistemy sushi i ih kartografirovaniye [Landscape-geoeological systems of land and their mapping] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya. 2005. № 2. S. 45–53 (in Russian).

Romanova E.P., Kurakova L.I., Ermakov Yu.G. Prirodnye resursy mira. [Natural resources of the world]. Ucheb. posobie. M.: Izd-vo Mosk. un-ta. 1993. 304 s. (in Russian).

Ryabchikov A.M. Struktura i dinamika geosfery, ee estestvennoe razvitie i izmenenie chelovekom. [Structure and dynamics of the geosphere, its natural development and change by man]. M.: Mysl', 1972. 224 s. (in Russian).

Ryabchikov A.M. Trevozhnye antropogennye izmeneniya prirodnoy sredy [Alarming anthropogenic changes of the natural environment] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya. 1990. № 2. S. 3–14 (in Russian).

Sayre R., Dangermond J., Frye, et al. A New Map of Global Ecological Land Units – An Ecophysiographic Stratification Approach. Washington, DC: Association of American Geographers. 2014. 46 p.

Spory o budushchem. Okruzhayushchaya sreda. [Disputes about the future. Environment] / Pod red. A.M. Ryabchikova. M.: Mysl', 1983. 175 s. (in Russian).

World Map of Present-Day Landscapes / Eds.: E.V. Milanova, A.V. Kushlin, N.J. Middleton. Moscow: Soyuzkarta Publishers. 1993.

Received 17.01.2017

Accepted 12.03.2018

УДК 913.1, 911.52

Н.И. Лозбенев¹, Д.Н. Козлов²

РОЛЬ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ВОРОНО-ЦНИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 300 ЛЕТ

Представлены результаты анализа изменения структуры землепользования в северо-западной части Приволжской возвышенности за последние 300 лет. Исследования проведены на ключевом участке площадью около 1950 км², расположенном в Кирсановском районе Тамбовской области в подзоне северной лесостепи. Методами автоматического и визуального дешифрирования разносезонных снимков Landsat 7 и 8 и глобальной цифровой модели рельефа SRTM, а также с привлечением полевых данных составлены: ландшафтная карта изучаемой территории на уровне типов местности и карта современной структуры землепользования в следующих категориях: населенные пункты, пашня, лес, луг, болота, эрозионная сеть. Отличительной чертой региона является широкое распространение переувлажнения в пределах междуречного недренируемого и междуречного замедленно-дренируемого типов местности, лимитирующего сельскохозяйственное освоение. Для картографической реконструкции структуры землепользования для временного среза конца XVIII в. использованы крупномасштабные материалы Генерального межевания, показывающие специфику хозяйственного освоения региона, сложившуюся за полвека активного освоения региона. Сопоставление ландшафтной карты с картами современного и реконструированного землепользования и расчеты долевого участия каждого типа землепользования в пределах типа местности показали, что в конце XVIII в. положение пахотных угодий в большей степени, чем сейчас, определялось ландшафтной структурой территории. Если тогда пашня тяготела к плакорным и склоновым типам местности со слабым проявлением гидроморфизма, то сегодня эти ограничения частично нивелируются агротехническими приемами. Ее доля в междуречном недренируемом типе местности увеличилась с 50 до 70%, а в междуречном замедленно-дренируемом с 62 до 90%. В конце XVIII в. леса и целинные луговые степи занимали заметно большую площадь по сравнению с современным состоянием в междуречном недренируемом, пойменном и террасовом типах местности, имеющих ограниченную хозяйственную пригодность.

Ключевые слова: генеральное межевание, Приволжская возвышенность, тип местности, реконструкция землепользования.

Введение. Взаимодействие человека и природы – одна из центральных тем современного естествознания [Advancing ..., 2014; Fuchs et al., 2015; Pongratz et al., 2008; Skaloš et al., 2011; Antonov, Danshin, Kazmin, 2005]. Формирующиеся в результате взаимодействия природно-антропогенные ландшафты – результат пересечения социальных, природных, позиционных, этно-культурных и исторических факторов [Козлов с соавт., 2013]. Природные (климатические, геолого-геоморфологические, почвенно-растительные) условия выступают основой для сельскохозяйственного освоения территории [Милов, 2006]. Социальные факторы определяют специализацию и интенсивность хозяйственного использования [Люри с соавт., 2010]. Позиционные условия определяют особенности расселения и хозяйственного освоения в связи с удаленностью от центра и дорог. Этно-культурные факторы связаны с хозяйственными традициями этноса обжитого ландшафта [Калуцков с соавт., 1998]. Исторические факторы представляют собой природные, либо об-

щественные события прошлого, запечатленные в структуре землепользования [Козлов с соавт., 2013].

В качестве объекта изучения выбрана западная часть Приволжской возвышенности в подзоне северной лесостепи, которая оказалась в первой волне заселения черноземья. Административно эти территории относятся к Тамбовской области. Согласно существующей схеме историко-географического районирования, регион по совокупности зональных условий, оказывающих влияние на формирование структуры землепользования, относится к Восточно-Европейской историко-географической стране, Среднерусской черноземной историко-географической области [Вампилова, Манаков, 2012].

Сплошное освоение Тамбовщины, обусловленное благоприятными природными условиями и прекращением войн на южной границе государства, было начато уже в середине XVII в. [Тамбовская лесостепь ..., 2013]. Несмотря на то, что регион изучается довольно давно [Дубасов, 2007; История ..., 2005], основное внимание в исследованиях

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, каф. физической географии и ландшафтоведения, магистрант, *e-mail:* nlozbenev@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, каф. физической географии и ландшафтоведения, доцент, канд. геогр. н.; *e-mail:* daniilkozlov@gmail.com

уделено историко-краеведческим аспектам освоения территории без учета географической специфики. Также неопределенным остается вопрос о пространственной конфигурации типов землепользования в локальном масштабе. Сложная социальная структура «производящего» населения, включавшая помещичьих, монастырских, дворцовых крестьян и представителей других социальных групп, не позволяет однозначно судить о том, по каким правилам они формировали структуру землепользования. Тем не менее, мы можем изучить ее по материалам Генерального межевания – уникального исторического источника, позволяющего поставить задачу количественной оценки зависимости территориальной структуры общества от ландшафтных особенностей региона. Материалы Генерального межевания широко используются для исторического и географического анализа в масштабе страны и отдельных регионов [Шибанов, 1966; Голубинский, Хитров, Черненко, 2011; Козлов с соавт., 2013; Матасов, 2016]. Анализируя картографические и аналитические источники, можно судить о структуре расселения и землепользования центральной части европейской России на локальном и региональном уровнях.

Возможны две гипотезы о процессе освоения Вороно-Цнинского междуречья. В первом случае распашке подвергались все доступные для этого земли, поскольку население либо не знало о существующей природной сложности территории, либо имелись завышенные представления о продуктивности малоизвестного региона. Тогда положение пахотных земель будет определяться удаленностью от центра поселения и дорог [Козлов с соавт., 2013]. Второй вариант подразумевает адекватное приспособление типов землепользования к ландшафтной структуре территории (в том числе, избегание переувлажненных земель) с использованием опыта, полученного в лесной зоне.

Поставленная цель работы – выявить вклад природных и позиционных факторов в формирование структуры землепользования Вороно-Цнинского междуречья Тамбовской области в конце XVIII и в начале XXI вв.

Материалы и методы. Междуречье рек Цны и Вороны расположено в западной части Приволжской возвышенности, преимущественно в Кирсановском районе Тамбовской области (рис. 1). Регион относится к умеренноконтинентальной области умеренного климата. Сумма температур выше $+10^{\circ}$

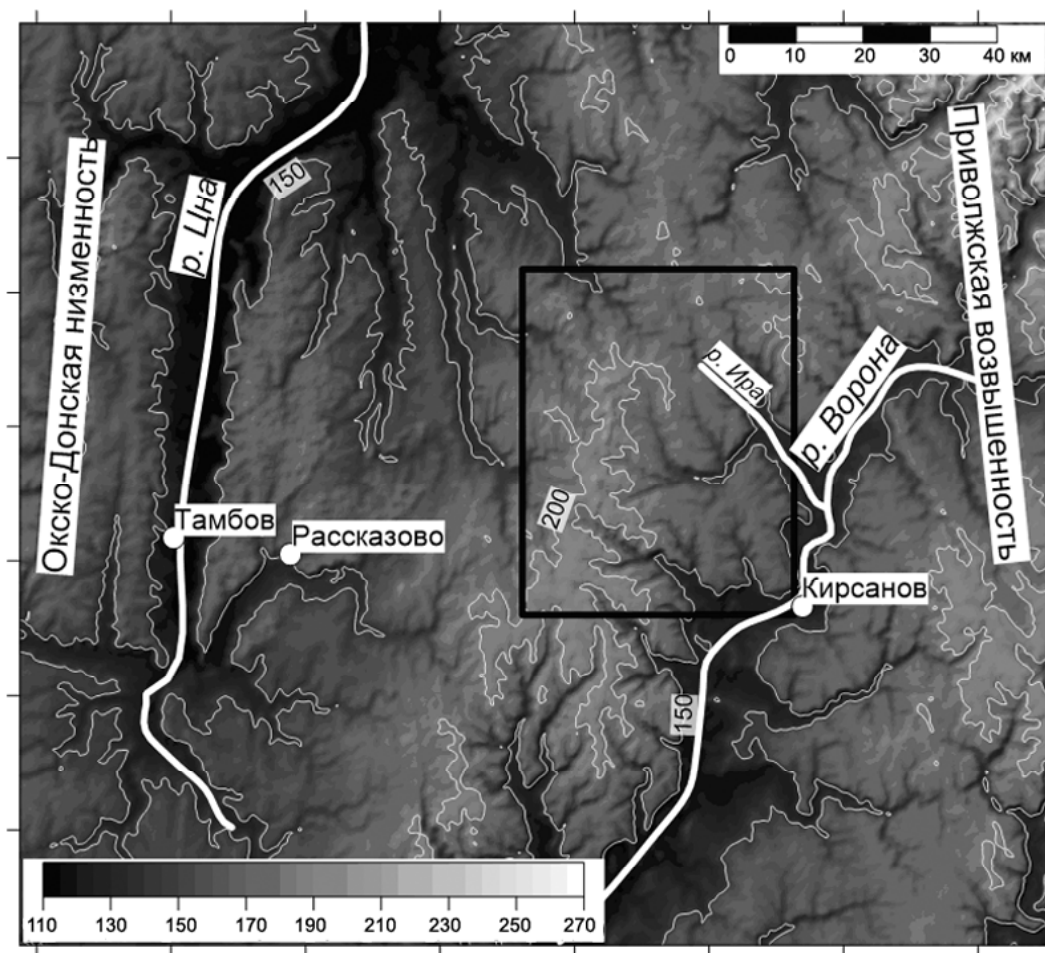


Рис. 1. Физико-географическое положение региона исследования

Fig. 1. Physical-geographical position of the study area

составляет 2400–2500°C. Среднегодовое количество осадков варьирует от 450 до 600 мм, коэффициент увлажнения – около 1. Рельеф представлен широкими, осложненными микрозападинами, междуречьями, переходящими в пологие расчлененные склоны и разветвленную балочную сеть. Почвообразующие породы – тяжелые лёссовидные суглинки, подстилаемые тяжелосуглинистой мореной или озерными глинами. Контрастный почвенный покров, представленный, преимущественно, лугово-черноземными и

луговыми почвами, обладает высокой продуктивностью [Тамбовская лесостепь ..., 2013]. Отличительная особенность региона – широкое распространение переувлажненных земель, имеющих низкое плодородие во влажные годы [Ахтырцев, 1999]. Оно обусловлено совместным влиянием плоского рельефа междуречий и тяжелым гранулометрическим составом почв и пород, замедляющих инфильтрацию. Многие из этих земель сейчас не используются в земледелии и заняты лесами или лугами.

На первом этапе исследования составлена ландшафтная карта на основе полевых и дистанционных методов в масштабе 1:50 000. Площадь изученного участка около 1950 км² (рис. 2). Визуальное и автоматическое дешифрирование снимков и составление ландшафтных схем Вороно-Цнинского междуречья проводилось на основе разносезонных снимков Landsat 7 и 8 и глобальной цифровой модели рельефа SRTM. Основным объектом дешифрирования выбраны природно-территориальные комплексы (ПТК) уровня *тип местности*, принципиальное удобство которых для ландшафтного картографирования лесостепных и степных ландшафтов было обосновано Ф.Н. Мильковым [1977]. На основе его классификации были выделены следующие типы местности: плакорный, междуречный недренируемый, междуречный замедленно-дренируемый, склоновый, надпойменно-террасовый, пойменный.

Экспертно-визуальное и автоматическое дешифрирование основано на том, что каждый дешифрируемый объект характеризуется своей специфической отражательной способностью, которая выступает как основной признак дешифрирования [George, 2005, Xie et al., 2008]. Поскольку типы местности недостаточно четко разделялись при автоматической классификации с использованием морфометрического анализа рельефа и вегетационных индексов, большая часть работы была проведена экспертно-визуальным методом [Книжников с соавт., 2004] по наиболее заметному признаку – интенсивности переувлажнения. Для дешифрирования были взяты изображения в ближнем инфракрасном спектре разновременных сцен со спутников Landsat 7 и 8, на которых наиболее четко видны переувлажненные ПТК: замкнутые западины и замедленно-дренируемые верховья эрозионной сети. По степени их проявления дешифрировались и разделялись в пространстве междуречные типы местности. Пойменные и террасовые ПТК дешифрировались по проявлению характерного ландшафтного рисунка и по абсолютным высотам рельефа.

Изучение морфологической структуры типов местности, занимающих максимальную площадь, проведено на трех ключевых участках, площадью 400, 200 и 250 га. На этих участках сделана топографическая съемка с ис-

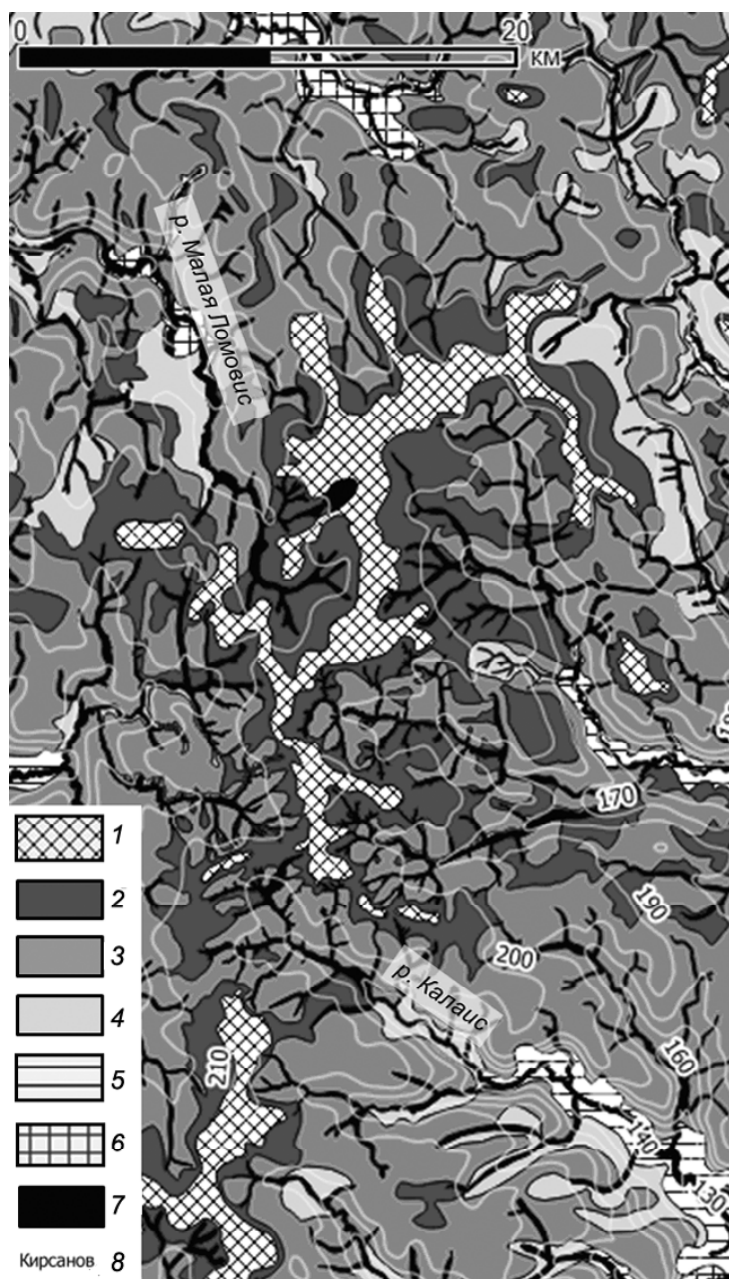


Рис. 2. Карта типов местностей ключевого участка. Условные обозначения: 1 – междуречный недренируемый тип местности (ТМ), 2 – междуречный замедленно-дренируемый ТМ, 3 – плакорный ТМ, 4 – склоновый ТМ, 5 – террасовый ТМ, 6 – пойменный ТМ; другое: 7 – овражно-балочная сеть, 8 – значимые населенные пункты

Fig. 2. Land cover map of the key area; 1 – interfluvial undrained location type (ТМ), 2 – interfluvial slowly-drained ТМ, 3 – interfluvial drained ТМ, 4 – sloping ТМ, 5 – terrace ТМ, 6 – floodplain ТМ; other: 7 – erosion network, 8 – key settlements

пользованием дифференцированной системы спутникового позиционирования GNSS. На основе высотных отметок построена цифровая модель рельефа, и осуществлен ее геоморфометрический анализ. Почвенно-ландшафтное картографирование включало 16 разрезов, 42 прикопки и 53 буровых скважины, в которых проводились морфологические описания почв с отбором образцов для лабораторных исследований и наблюдения за уровнем почвенно-грунтовых вод. Эти исследования, а также маршрутные наблюдения позволили дать характеристику ландшафтной структуры региона на уровне типов местности, а для трех из них – на уровне урочищ.

На следующем этапе проводился анализ материалов Генерального межевания конца XVIII в. Отдельные уездные планы масштаба 1:42 000 были сведены к единому изображению и привязаны к современной географической основе по 200 м опорным точкам (слияния и изгибы рек, поселения), выбираемым по топографическим картам крупного

масштаба и изображениям космических снимков высокого разрешения в среде ГИС.

По этим материалам была составлена схема реконструкции структуры землепользования региона в шести категориях: пашня, лес, луг, болото, эрозионная сеть, населенный пункт (рис. 3, А). Для локальных уточнений использованы детальные планы дач масштаба 1:8400. Экономические примечания к картам Генерального межевания позволили оценить экономическую структуру Кирсановского уезда в региональном аспекте.

Карта структуры землепользования на начало XXI в. составлена на основе дешифрирования разновременных космических снимков высокого разрешения (рис. 3, Б). Она включает категории: пашня, лес, луг, эрозионная сеть, населенный пункт. Разновременные снимки использовались для более достоверного различения луговых и пахотных земель.

Методом пересечения векторных слоев (intersection) в программе QGIS составлен слой, содержащий контуры с однозначным сочетанием типа

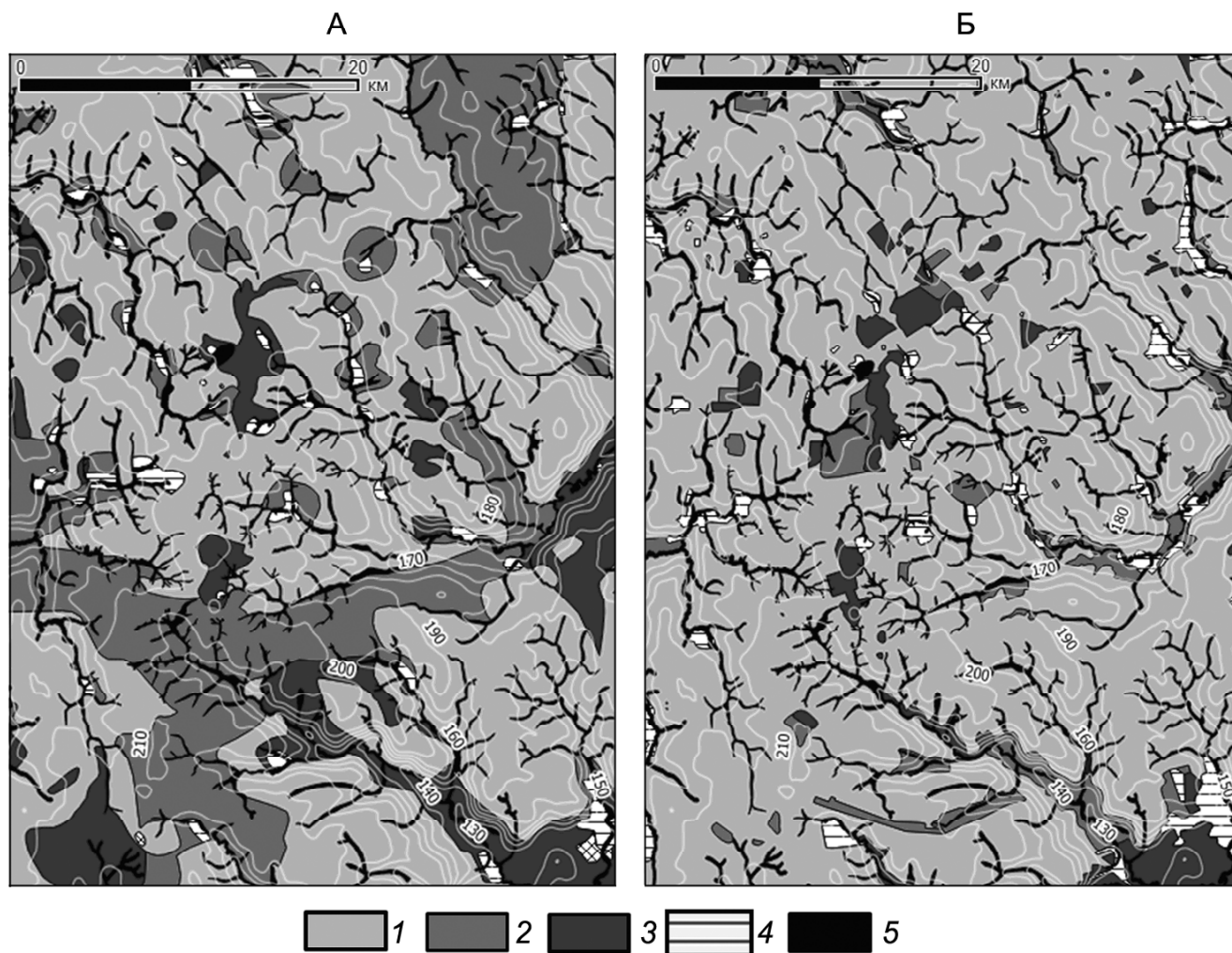


Рис. 3. Карты-схемы структуры землепользования для ключевого участка: А – реконструкция структуры землепользования конца XVIII в.; Б – современная структура землепользования. Типы землепользования: 1 – пашня, 2 – луг, 3 – лес, 4 – населенные пункты; другое: 5 – овражно-балочная сеть

Fig. 3. Schemes of land use for the key area: А – land use reconstruction for the end of the 18th century, Б – modern land use structure. Land use types: 1 – arable land, 2 – meadow, 3 – forest, 4 – settlements; other: 5 – erosion network

землепользования и типа местности. При помощи перекрестного запроса составлена таблица соответствия типов местности и типа землепользования, в пересечении которых рассчитаны площади типов землепользования в каждом типе местности для двух временных срезов конца XVIII в. и начала XXI в.

Результаты исследований и их обсуждение.

Ландшафтная структура изучаемого Вороно-Цнинского междуречья на уровне типов местности представлена на рис. 2.

Наиболее контрастный ландшафтный покров и наиболее застойный водный режим присущ *междуречному недренируемому типу местности*, приуроченному к субгоризонтальным междуречным равнинам с грунтовыми водами в пределах почвенного профиля (2–3 м). Почвообразующими породами выступают тяжелые лёссовидные суглинки на тяжелосуглинистой морене или озерные глины. Для этого типа местности характерны суффозионные западины и слаборазвитая сеть ложбин. Почвенный покров представлен луговыми вариантами черноземов: луговато-черноземными глееватыми и глеевыми, по днищам западин располагаются пятна луговато-черноземных оподзоленных и оглеенных почв.

Промежуточное положение занимает *междуречный замедленно-дренируемый тип местности*, рассеченной неглубокой эрозионной сетью верховий балок. При общем пониженном уровне грунтовых вод (3–5 м) в многочисленных водосборных понижениях и ложбинах развивается весеннее переувлажнение до 1 месяца. Наравне с водосборными понижениями встречаются неглубокие, но широкие (до 100 м или более) суффозионные западины, но в гораздо меньших количествах, чем в недренируемом типе местности. В условиях водозастойно-промывного натежного увлажнения формируются луговато-черноземные подзолистые и оподзоленные выщелоченные почвы разной степени оглеения.

Плакорный тип местности практически повсюду представлен плоскими или слабоволнистыми водораздельными поверхностями. Их основными фоновыми урочищами являются распахиваемые слабовыпуклые пологонаклонные участки с лугово-черноземными почвами. Вследствие возвышенного рельефа и близкого положения верховий эрозионных форм, территория хорошо дренируется, а уровень грунтовых вод понижен до глубины более 6 м и не участвуют в формировании ландшафтной структуры.

Склоновый тип местности представлен склонами крутизной более 3° с овражно-балочной сетью глубиной до 10–15 м. В структуре почвенного покрова помимо луговых вариантов черноземных почв встречаются черноземы выщелоченные и типичные. Овраги более характерны для восточной части района и приурочены к склонам реки Вороны и ее притоков. Плоскостной смыв выражен слабо. Днища всех понижений сырые с малым уклоном

тальвегов и низкой фильтрационной способностью глинистых аллювиально-пролювиальных грунтов. Склоновые поверхности подвержены линейной и плоскостной эрозии из-за значительной распаханности. Такие позиции заняты почвами разной степени смытости.

Надпойменно-террасовый (зандровый) тип местности представлен супесчано-суглинистыми террасами рек с преимущественно селитебными или лесо-луговыми ландшафтами [Тамбовская лесостепь ..., 2013].

Пойменный тип местности характерен для всех речных систем района. Он представлен преимущественно низким (лугово-болотным) и средним (лесолуговым) вариантами [Тамбовская лесостепь ..., 2013]. Поскольку в статье изучалась динамика землепользования междуречных, пойменных и террасовых ландшафтов, овражно-балочная сеть была преднамеренно исключена из анализа.

Согласно экономическим примечаниям к картам Генерального межевания, Кирсановский уезд к концу XVIII в. был одним из самых густонаселенных в Тамбовской губернии. Здесь проживало около 54 000 душ мужского пола, которые имели, в среднем, 5,8 десятин (6,4 га) пашни на душу. В структуре землепользования всего уезда преобладали пахотные угодья – 57%, сенокосы занимали 31%, леса – 7%.

Составленная по материалам Генерального межевания карта реконструкции структуры землепользования конца XVIII в. представлена на рис. 3, А. Наибольшую площадь занимают пашни – около 101 тыс. га. Луга (целинные степи и сенокосы) занимают 35 тыс. га, леса – около 17 тыс. га. Пашня имеет большее долевое участие в плакорном и склоновом типах местности (70 и 64% соответственно). Леса более характерны для пойменного, террасового и склонового типов местности (34, 30 и 21% соответственно). Луга занимают примерно одинаковые доли в каждом из типов местности. Согласно экономическим примечаниям, к лугам относились и участки целинной степи, используемой под сенокосы или пастбища, либо полностью природные территории.

Материалы Генерального межевания позволяют выделить 2 аспекта процесса освоения данной территории в конце XVIII в. Во-первых, северная половина изучаемого участка к этому времени была более освоена. Это согласуется с общим вектором заселения региона в направлении с севера на юг [Тамбовская лесостепь, 2013]. Интересно, что, хотя левобережье р. Цны в те годы уже более полувека не было пограничной территорией [История ..., 2005], освоение еще не приняло повсеместного характера. Это объясняется большими трудовыми затратами, необходимыми для введения целинных земель в оборот. Во-вторых, структура землепользования была адаптирована к ландшафтной структуре территории, подобно таковой в лесной зоне [Милов, 2006; Alyabina et al., 2015], откуда был основной поток переселенцев. Максимальная доля

пашни наблюдается в плакорном и склоновом типах местности (70 и 65% соответственно), характеризующихся высокой потенциальной производительностью при отсутствии переувлажнения и еще незначительно проявляющихся эрозионных процессах. Это позволяет судить о приспособлении структуры землепользования к ландшафтной структуре. Самая высокая лесистость характерна для пойменного и террасового типов местности – неблагоприятных для сельскохозяйственного освоения. Переувлажнение почв определило высокую долю (до 20%) лесов в пределах междуречного недренируемого и замедленно-дренируемого типов местности. Вероятно, принесенный из лесной зоны опыт освоения земель с аналогичными условиями рельефа предопределил выборочное освоение территории. По тем же причинам высокая доля лесов характерна для междуречного замедленно-дренируемого типа местности.

Современная структура землепользования (рис. 3, Б) значительно отличается по соотношению компонентов от предыдущего временного среза (рис. 3, А). Заметно большая роль отводится пахотным угодьям, приуроченным к плакорному, междуречному замедленно-дренируемому и склоновому типам местности. В сумме они занимают почти 139 тыс. га, что составляет около 70% от общей площади изучаемой территории. Наличие мощной техники и развитие агротехнологий определило возможность повсеместного освоения территории, несмотря на проявления эрозии и переувлажнения [Зайдельман с соавт., 2013; Тамбовская лесостепь, 2013]. Особенно остро неприспособленность структуры землепользования проявляется в высокой распаханности переувлажненного междуречного недренируемого типа местности (69% площади выдела), урожайность на котором во влажные годы катастрофически низка. Во избежание финансовых потерь для землевладельцев и загрязнения близко залегающих к поверхности почвенно-грунтовых вод, требуется, как минимум, перевести эти земли в сенокосные севообороты или создать связные лесные массивы, которые будут выполнять ряд экологических функций.

Леса на сегодняшний день расположены преимущественно в пойменном и междуречном недренируемом типах местности и покрывают порядка 5% площади района, что значительно меньше, чем в конце XVIII в. Они имеют форму как крупных цельных массивов, так и разрозненных лесных участков, занимающих самые влажные земли. Максимальную долю в структуре землепользования (около 25% площади) леса занимают в междуречном недренируемом типе местности (рис. 4, А). Согласно собственным полевым наблюдениям и опросу местных жителей возраст лесных массивов

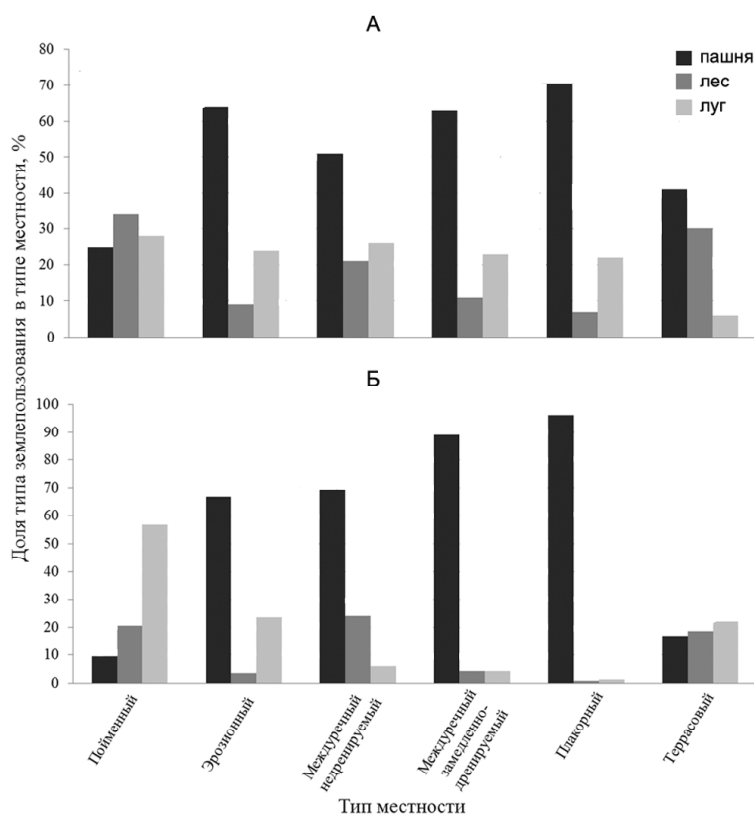


Рис. 4. Доля типов землепользования (пашня, лес, луг) в типах местности для: А – конца XVIII в., Б – начала XXI в.

Fig. 4. Percentage of land use types (arable lands, forests, meadows) within locality types for: A – the end of the 18th century, Б – the beginning of the 21st century

достигает 100 лет, а их положение не полностью соответствует положению лесов в конце XVIII в. То есть большинство из них появилось в первой трети XX в., что позволяет говорить о вынужденной адаптации системы хозяйствования к ландшафтной структуре. Увеличение их площади в пределах междуречного недренируемого типа местности – наиболее приемлемый вариант адаптации землепользования к специфической ландшафтной структуре региона.

В современной структуре землепользования значительно снизилась доля лугов (до 8% площади), даже с учетом неудобий на склонах. Целинных степных участков, в отличие от конца XVIII в., здесь не осталось. В размещении лугов, используемых под сенокосы и пастбища, проявляется учет ландшафтной структуры района исследований: они расположены, в основном, в пойменном и террасовом типах местности (рис. 4, Б).

Выявленные закономерности и специфика освоения земель репрезентативны для северо-западной лесостепной части Приволжской возвышенности в пределах Среднерусской черноземной историко-географической области [Вампилова, Манаков, 2012]. Распространять полученные результаты на всю область, в которую также входят Среднерусская возвышенность и Окско-Донская низменность,

на наш взгляд, не корректно в связи со значительными различиями природных условий.

Выводы:

– структура землепользования в конце XVIII в., реконструированная по материалам Генерального межевания, определялась общими тенденциями освоения территории с севера на юг. Природные факторы сыграли важную роль в освоении земель, ограничивая использование переувлажненных пойм,

песчаных террас и плоских недренируемых между-речий;

– современная структура землепользования, особенно пахотные угодья, в значительно меньшей степени адаптирована к природным особенностям территории, однако даже в XXI в. агротехнические приемы не в состоянии полностью нивелировать проявления переувлажнения и ввести в оборот все доступные земли.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке проекта РНФ № 16-17-10045. Авторы благодарят А.А. Голубинского за предоставление материалов Генерального межевания из фондов РГАДА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ахтырцев А.Б.* Гидроморфные почвы и переувлажненные земли лесостепи русской равнины. Автореф. дис. ... докт. биол. н. Воронеж, 1999.
- Вампилова Л.Б., Манаков А.Г.* Районирование России: историко-географический подход // Псковский регионологический журнал. 2012. № 13. С. 26–36.
- Голубинский А.А., Хитров Д.А., Черненко Д.-А.* Итоговые материалы Генерального межевания: о возможностях обобщения и анализа // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 8. История. 2011. № 3. С. 35–51.
- Двухжилова И.В.* История тамбовского края с древнейших времен до середины XIX века. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009.
- Дубасов И.И.* Очерки из истории Тамбовского края. Тамбов: ООО «Юлис», 2007.
- Зайдельман Ф.Р., Степанцова Л.В., Никифорова А.С., Красин В.Н., Сафронов С.Б., Красина Т.В.* Генезис и деградация черноземов Европейской России под влиянием переувлажнения. Способы защиты и мелиорации. Воронеж: Кварта, 2013. 352 с.
- История Тамбовского края: актуальные проблемы / Под ред. И.В. Двухжиловой, А.А. Слезина. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005.
- Калуцков В.Н., Иванова А.А., Давыдова Ю.А., Фадеева Л.В., Родионов Е.А.* Культурный ландшафт Русского Севера: Пинежье, Поморье. М.: Изд-во ФБМК, 1998. 136 с.
- Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.Н.* Аэрокосмические методы географических исследований. М., 2004. 336 с.
- Козлов Д.Н., Глухов А.В., Голубинский А.А., Хитров Д.А.* Роль природно-позиционных условий в дифференциации землепользования Европейской России конца XVIII века – методический подход к цифровому анализу материалов Генерального межевания // Русь, Россия: Средневековье и Новое время. Вып. 3: Третьи чтения памяти академика Л.В. Милова. Мат-лы к межд. научн. конф. М., 21–23 ноября 2013 г. 2013. № 3. С. 26–33.
- Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г.* Динамика сельскохозяйственных земель в России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
- Матасов В.М.* Методические аспекты анализа пространственной структуры угодий Касимовского уезда в конце XVIII в. // Геодезия и картография. 2016. № 3.
- Милов Л.В.* Великорусский пахарь и особенности русского исторического процесса. М., 2006. 2-е изд.
- Милюков Ф.Н.* Природные зоны СССР. М.: Мысль, 1977. 296 с.
- Околедов А.Ю., Романкина М.Ю., Сухарев Е.А.* Этапы антропогенной трансформации природно-территориальных комплексов северной и типичной подзон лесостепной зоны Восточно-Европейской равнины (на примере территории Тамбовской области) // Вестн. ТГУ. 2013. Т. 18. Вып. 6.
- Степанцова Л.В.* Агрофизические свойства, гидрологический режим и диагностика черноземовидных почв севера Тамбовской низменности. Автореф. дис. ... докт. биол. н. М., 2012. 47 с.
- Тамбовская лесостепь: природа и общество: монография / Науч. ред. Н.И. Дудник, отв. ред. Е.Е. Инякина, С.В. Панков Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2013. 320 с.
- Шибанов Ф.-А.* Генеральное межевание – новый этап картографирования территории России последней трети XVIII в. // Вестн. Ленингр. ун-та. Геология. География. 1966. Вып. 4. С. 125–128.
- Advancing Land Change Modeling: Opportunities and Research Requirements // National Academies Press, Washington, D.C., 2014.
- Alyabina I.O., Golubinsky A.A., Kirillova V.A., Khitrov D.A.* Soil resources and agriculture in the center of European Russia at the end of the 18th century // Eurasian Soil Science. 2015. № 48. P. 1182–1192.
- Antonov S.I., Danshin A.I., Kazmin M.A.* Change in land cover and cultural landscapes in south-western part of Moscow Region under the influence of natural and anthropogenic factors // Understanding Land-Use and Land-Cover change in global and regional context / Ed. E. Milanova, Y. Himiyama, I. Bičik. 2005. Enfield (NH), USA, Plymouth, UK. P. 97–105.
- Fuchs R., Verburg P.H., Clevers J.G.P.W., Herold M.* The potential of old maps and encyclopaedias for reconstructing historic European land cover/use change // Applied Geography. 2015. V. 59. P. 43–55.
- George Joseph.* Fundamentals of Remote Sensing // Universities Press. 2005. 486 p.
- Pongratz J., Reick C., Raddatz T., Claussen M.* A reconstruction of global agricultural areas and land cover for the last millennium // Global Biogeochem. Cycles. 2008. № 22.
- Skaloš J., Weber M., Lipský Z., Trpáková I., 'antrůčková M., Uhliřová L., Kukla P.* Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyze long-term land cover changes – Case study (Czech Republic) // Applied Geography. 2011. V. 31. P. 426–438.
- Xie Y., Sha Z., Yu M.* Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review // J. plant ecology. 2008. V. 1. № 1. P. 9–23.

Поступила в редакцию 30.05.2017
Принята к публикации 12.03.2018

N.I. Lozbenev¹, D.N. Kozlov²

**THE ROLE OF ENVIRONMENTAL FACTORS
IN THE LAND USE STRUCTURE FORMATION WITHIN
THE VORONA-TSNA INTERFLUVE DURING RECENT 300 YEARS**

The results of studying 300 years of land use changes in the north-western part of the Privolzhskaya Upland are presented. A key plot with the area of 1950 km² in the Kirsanov district of Tambov region in the northern forest-steppe zone was studied. Land cover map of the territory showing the locality types was compiled by automated and visual interpretation of Landsat 7 and 8 images and global DEM SRTM with account of field data, as well as the land use map showing settlements, arable lands, forests, meadows, bogs and erosion network.

Characteristic feature of the region is widespread hydromorphic territories within the interfluvial undrained and interfluvial slowly-drained locality types, limiting the agricultural development. Large-scale materials of the General Land Survey were used for land use structure reconstruction as of the end of the 18th century; they show specific features of half-century long regional economic development. Correlation of land cover map with the recent and reconstructed land use maps revealed that in the 18th century arable lands were much more determined by land cover than nowadays.

300 years ago arable lands were more common for interfluvial and gentle slopes with slight hydromorphism; nowadays these restrictions are partially leveled by agrotechnical practices. The percentage of arable lands within the interfluvial undrained locality type increased from 50 to 70% and from 62 to 90% in the intermittent slowly-drained type. At the end of the 18th century forests and virgin steppes accounted for larger areas (as compared with nowadays) within the interfluvial undrained, floodplain and terrace locality types, which are marginally suitable for agriculture.

Key words: general land survey, the Privolzhskaya Upland, locality type, land use reconstruction.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Fund (project № 16-17-10045). The authors thank A.A. Golubinsky for providing materials of the General Land Survey from the funds of the Russian State Archive of Ancient Acts.

REFERENCES

- Advancing Land Change Modeling: Opportunities and Research Requirements // National Academies Press. Washington, D.C., 2014.
- Ahtyrcev A.B. Gidromorfnye pochvy i pereuvlazhennyye zemli lesostepi Russkoj ravniny [Hydromorphic soils and wetlands in the lesosteppe zone of the Russian Plain]. Avtoref. ... dokt. biol. n. Voronezh, 1999 (in Russian).
- Alyabina I.O., Golubinsky A.A., Kirillova V.A., Khitrov D.A. Soil resources and agriculture in the center of European Russia at the end of the 18th century // Eurasian Soil Science. 2015. № 48. P. 1182–1192.
- Antonov S.I., Danshin A.I., Kazmin M.A. Change in land cover and cultural landscapes in south-western part of Moscow Region under the influence of natural and anthropogenic factors // Understanding Land-Use and Land-Cover change in global and regional context / Eds.: E. Milanova, Y. Himiyama, I. Bičik. 2005. Enfield (NH), USA, Plymouth, UK. P. 97–105.
- Dvuhzhilova I.V. Istorija tambovskogo kraja s drevnejshih vremjon do serediny XIX veka [History of the Tambov land since the ancient times till the middle of the 19th century]. Tambov: Izd-vo TGTU, 2009 (in Russian).
- Dubasov I.I. Očerki iz istorii Tambovskogo kraja [Essays on the history of the Tambov land]. Tambov: OOO Julis, 2007 (in Russian).
- Fuchs R., Verburg P.H., Clevers J.G.P.W., Herold M. The potential of old maps and encyclopaedias for reconstructing historic European land cover/use change // Applied Geography. 2015. V. 59. P. 43–55.
- George Joseph. Fundamentals of Remote Sensing. Universities Press, 2005. 486 p.
- Golubinskij A.A., Khitrov D.A., Chernenko D.A. Itogovyje materialy General'nogo mezhevanija: O vozmozhnostjah obobshhenija i analiza [Outcomes of the General Land Survey: possible aggregation and analysis] // Vestnik Mosk. Un-ta. Ser. 8. Istorija. 2011. № 3. P. 35–51 (in Russian).
- Istorija Tambovskogo kraja: aktual'nye problemy [History of the Nambov land: actual issues] / Pod red. I.V. Dvuhzhilovoj i A.A. Slezina. Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tehn. un-ta, 2005 (in Russian).
- Kaluckov V.N., Ivanova A.A., Davydova Ju.A., Fadeeva L.V., Rodionov E.A. Kul'turnyj landschaft Russkogo Severa: Pinezh'e, Pomor'e [Cultural landscape of the Russian north: Pinega area and Pomorie]. Moscow: Izd-vo FBMK, 1998. 136 p. (in Russian).
- Knizhnikov Ju.F., Kravcova V.I., Tutubalina O.N. Ajerokosmicheskie metody geograficheskikh issledovanij [Aerospace methods of geographical research]. Moscow, 2004. 336 p. (in Russian).
- Kozlov D.N., Gluhov A.V., Golubinskij A.A., Hitrov D.A. Rol' prirodno-pozicionnyh uslovij v differenciacii zemlepol'zovanija Evropejskoj Rossii konca XVIII veka – metodicheskij podhod k cifrovomu analizu materialov General'nogo mezhevanija [Role of natural conditions and location in the differentiation of land use in European Russia at the end of the 18th century – methodical approach to the digital analysis of the General Land Survey materials] // Rus', Rossija: Srednevekov'e i Novoe vremja. Vyp. 3: Tret'i chtenija pamjati akademika L.V. Milova. Mat-l'y k mezhdunarodnoj nauchnoj

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, master's student; e-mail: nlozbenev@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: daniilkozlov@gmail.com

konferencii. Moscow, 21–23 november. 2013. № 3. P. 26–33 (in Russian).

Ljuri D.I., Gorjachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G. Dinamika sel'skhozajstvennyh zemel' v Rossii v XX veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv [Dynamics of agricultural lands in Russia during the 20th century and the post-agricultural rehabilitation of vegetation and soils]. Moscow: GEOS, 2010. 416 p. (in Russian).

Matasov V.M. Metodicheskie aspekty analiza prostranstvennoj struktury ugodij Kasimovskogo uezda v konce XVIII v. [Methodical aspects of spatial analysis of the land use structure in the Kasimov uezd at the end of the 18th century] // Geodezija i kartografija. 2016. № 3 (in Russian).

Milov L.V. Velikorusskij pahar' i osobennosti rossijskogo istoricheskogo processa [Great Russian ploughman and specific features of the Russian historical process]. 2 izd. M., 2006 (in Russian).

Mil'kov F.N. Prirodnye zony USSR [Natural zones of the USSR]. Moscow: Mysl', 1977. 296 s. (in Russian).

Okolelov A.Ju., Romankina M.Ju., Suharev E.A. Jetapy antropogennoj transformacii prirodno-territorial'nyh kompleksov severnoj i tipichnoj podzon lesostepnoj zony Vostochno-Evropejskoj ravniny (na primere territorii Tambovskoj oblasti) [Stages of anthropogenic transformation of natural-territorial complexes of the northern and typical sub-zones of the forest-steppe zone of the East-European Plain (case study of the Nambov oblast)] // Vestnik TGU. 2013. T. 18. V. 6 (in Russian).

Pongratz J., Reick C., Raddatz T., Claussen M. A reconstruction of global agricultural areas and land cover for the last millennium: Global Biogeochem. Cycles. 2008. № 22.

Shibanov F.A. General'noe mezhevanie – novyj jetap kartografirovanija territorii Rossii poslednej treti XVIII v. [General

Land Survey – a new stage of mapping the territory of Russia in the last third of the 18th century] // Vestnik Leningr. un-ta. Geologija. Geografija. 1966. V. 4. P. 125–128 (in Russian).

Skaloš J., Weber M., Lipský Z., Trpáková I., 'antrůčková M., Uhliřová L., Kukla P. Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long-term land cover changes – Case study (Czech Republic) // Applied Geography. 2011. V. 31. P. 426–438.

Stepancova L.V. Agrofizicheskie svojstva, gidrologicheskiy rezhim i diagnostika chernozemovidnyh pochv severa Tambovskoj nizmennosti [Agrophysical properties, hydrological regime and diagnostics of chernozem-like soils of the northern Tambov Lowland]. Avtoref. dis. ... dok. biol. n. Moscow, 2012. 47 p. (in Russian).

Tambovskaja lesostep': priroda i obshhestvo: monografija [The Tambov forest-steppe: nature and society: monograph] / Nauch. red. N.I. Dudnik, otv. red. E.E. Injakina, S.V. Pankov. Tambov: Izdatel'skij dom TGU imeni G.R. Derzhavina, 2013. 320 p. (in Russian).

Vampilova L.B., Manakov A.G. Rajonirovanie Rossii: istoriko-geograficheskij podhod [Regionalization of Russia: historical-geographical approach] // Pskovskij regionologicheskij zhurnal. 2012. № 13. P. 26–36.

Xie Y., Sha Z., Yu M. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review // J. plant ecology. 2008. V. 1. № 1. P. 9–23.

Zajdel'man F.R., Stepanova L.V., Nikiforova A.S., Krasin V.N., Safronov S.B., Krasina T.V. Genezis i degradacija chernozemov Evropejskoj Rossii pod vlijaniem pereuvlazhnenija. Sposoby zashhity i melioracii [Genesis and degradation of chernozems in European Russia under waterlogging. Protection and amelioration measures]. Voronezh: Kvarta, 2013. 352 p. (in Russian).

Received 30.05.2017

Accepted 12.03.2018

УДК 556.51: 631.459: 631.433.3

А.Ю. Сидорчук¹**НАМЫТЫЕ ПОЧВЫ И ЭМИССИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В БАССЕЙНЕ р. ДОН**

Предложен алгоритм расчета количества почвенного материала, смытого с пашни за период интенсивного землепользования (за последние 300 лет) в результате антропогенной ускоренной эрозии, связанного с этим смывом накопления органического углерода в переотложенном материале и современного потока углекислого газа из этого пула углерода. Расчеты базируются на данных о современной интенсивности эрозии в речном бассейне и содержании органического вещества в почвах, приведенных к периоду интенсивного землепользования с помощью зависящих от времени поправок к факторам эрозии (изменению климата, состоянию почв и землепользования). Расчеты для бассейна р. Дон (425 000 км²) показывают, что за 300 лет с пашни было смыто около $16,9 \cdot 10^9$ т почвы и с ней $0,41 \cdot 10^9$ т органического углерода. 95% этого материала аккумулировалось в днищах балок и суходолов на площади 12 900 км², образуя слой намытых почв (стратоземов) со средней мощностью 0,9–1,0 м. Нижняя часть профиля этих намытых почв (глубже 0,24–0,45 м) отнесена к погребенным почвам, так как здесь практически не происходит обновления органического углерода. Органическое вещество погребенных почв подвергалось минерализации, и его содержание уменьшалось во времени. Рассчитанная современная некомпенсированная эмиссия углерода (в виде CO₂) из погребенных за период интенсивного землепользования почв составляет в бассейне р. Дон 1,6–2,1 т/км² в год. Это составляет около 0,5–0,75% микробного дыхания современных почв степной зоны России. Показано, что несмотря на довольно значительное количество органического углерода, погребенного в намытых почвах, современный поток углекислого газа из этого пула углерода, сформированного в результате ускоренных при интенсивном землепользовании эрозионно-аккумулятивных процессов, не оказывает существенного влияния на баланс CO₂ в атмосфере и может не учитываться в сценариях антропогенного изменения климата.

Ключевые слова: период интенсивного землепользования, эрозия почв, стратоземы, минерализация органического углерода.

Введение. На южном мегасклоне Восточно-Европейской равнины происходит масштабная аккумуляция смытых со склонов наносов как в верхних частях речных долин [Сидорчук, 1995], так и на поймах малых и средних рек [Sidorchuk, 2003]. Эти процессы определяются, во-первых, ускоренной эрозией на сельскохозяйственных землях, во-вторых, недостаточной транспортирующей способностью потоков в верхних звеньях речной сети и слабой сопряженностью склоновой и долинной частей эрозионно-руслowych систем. В результате в бассейнах рек Волги, Дона и Днепра за последние 50–300 лет интенсивного земледелия со склонов было смыто около 80 млрд т материала плодородных почв, и более 95% этого количества аккумулировалось в эрозионно-руслowych системах. В этих отложениях накапливались органические вещества почв [Геннадиев с соавт., 2010]. Их минерализация приводит к эмиссии углекислого газа. Таким образом, наряду с потерей почвенного плодородия, эрозионно-аккумулятивные процессы ведут к формированию дополнительного пула углерода и источника углекислого газа в отложениях речных долин. Эти процессы наиболее активно происходят в поясе черноземных почв и будут рассмотрены на примере бассейна р. Дон (площадь 425 000 км²).

Материалы и методы исследований. Смытый за период интенсивного землепользования почвенный материал, отложенный в речных долинах, обыч-

но сложно отличить от материала более древних намытых почв. Для этого требуются трудоемкие анализы, например, содержания в почвах радиоизотопов или магнитных трассеров [Геннадиев с соавт., 2005], а возраст отложений, выделяемых таким образом, не превосходит 140–160 лет. Поэтому для периода интенсивного землепользования более целесообразно рассчитать по модели эрозии объем смытого с полей почвенного материала и оценить ту его часть, которая аккумулировалась в речных долинах. Интенсивность почвенной эрозии для европейской части России рассчитана [Литвин, 2002] для условий 1980–85 гг. Используются адаптированные Г.А. Ларионовым [1993] модели для смыва почв талыми водами и для эрозии ливневыми осадками. Эти модели представляют собой комбинацию факторов эрозии, которые зависят от климата (количества осадков), свойств почв (структуры, гранулометрического состава, содержания гумуса с учетом дегумификации) и типа землепользования (площади и структуры пахотных земель, видов севооборота). Пересчет интенсивности смыва почв от условий 1980-х годов на весь период интенсивного землепользования в бассейне р. Дон (XVIII–XX вв.) осуществлялся внесением поправок в коэффициенты и факторы этих моделей [Сидорчук, 1995; Litvin et al., 2003; Sidorchuk et al., 2006]. Для бассейна р. Дон были составлены карты распределения основных входящих в модели факторов; их сочета-

¹ Московский государственный университет, географический факультет, вед. науч. с., докт. геогр. н.; e-mail: fluvial05@gmail.com

ния дали более 2000 полигонов с разными последовательностями изменений каждого фактора эрозии. Слой осадков для периода 1700–1880 гг. оценивался по реконструкциям Слепцова, Клименко [2005], для периода 1880–2007 гг. – по данным 17-ти метеостанций в бассейне Дона с длительными сроками наблюдений [Klein Tank, 2001]. Типы почв определены по картам масштаба 1:2 500 000 для территорий РСФСР и УССР. Содержание органического углерода в пахотном горизонте (верхние 20–25 см) для целинных почв оценивалось по данным Единого государственного реестра почвенных ресурсов России [2014]. Уменьшение содержания гумуса во времени за счет дегумификации почв оценивалось по данным Чендева с соавт. [2011], с дополнениями. Изменение площади пашни определялось по данным Цветкова [1957] для XVIII–XIX вв. и по справочникам сельского хозяйства СССР и Российской Федерации для XX–XXI вв. Рассчитано изменение во времени и по бассейну объема смытых почв и объема органического углерода, смытого с почвенным материалом в период 1700–2010 гг. Скорость потерь органического углерода в погребенных почвах в зависимости от времени погребения известна по почвенно-археологическим исследованиям [Иванов с соавт., 2009]. В результате путем умножения объема углерода, содержавшегося в почвенном материале во время его погребения, на скорость потерь углерода была оценена величина актуальной эмиссии углекислого газа из погребенных почв.

Результаты исследований и их обсуждение. На основе расчетов темпов эрозии в 1980–1985 гг. [Литвин, 2002] с помощью моделей эрозии, адаптированных Г.А. Ларионовым [1993] к условиям Восточно-Европейской равнины, в бассейне р. Дон выделяется 2 региона, граница между которыми проходит по долине основной реки. Западный регион охватывает водосборы правых притоков Дона – Красивой Мечи, Сосны и Северского Донца. Средняя скорость ежегодного смыва почв составляет здесь от 5 до 20 т/га. В восточном регионе, на водосборах левых притоков Дона – Хопра, Медведицы, Иловли, Сала и Маныча, – этот показатель не превышает 5 т/га. Здесь обширные площади занимают аллювиальные песчаные равнины с активными эоловыми процессами. На юго-востоке бассейна выделяется область повышенной скорости эрозии (до 10 т/га) в бассейне р. Егорлык. Интенсивность эрозии в среднем по всему бассейну составляет 3,3 т/га, или 6,3 т/га на площади пашни.

В общей структуре почвенного покрова бассейна р. Дон преобладают черноземы, на долю которых приходится 73,4% территории бассейна. Содержание (C) органического углерода в верхних 20–25 см целинных черноземов составляет в среднем 3,9%, изменяясь для разных подтипов черноземов от 2,5 до 9,5%. Серые лесные почвы занимают 3,6% площади (C=3%), каштановые почвы – 9,3% (C=1,9%). На севере бассейна (например, в долине р. Воронеж) имеются дерново-подзолистые почвы, в основном на песчаном и супесчаном субстратах

(0,4% площади бассейна, C=1,9%), на юге – солончаки (0,06% площади бассейна, C=1,7%). Остальная площадь (в первую очередь, поймы основных рек) занята аллювиальными почвами (13,2% площади бассейна, C=3,4%). Типы почв сменяются как с севера на юг, так и с запада на восток. Так, обыкновенные черноземы на западе бассейна сменяются в средней его части южными черноземами, а на востоке – комплексами каштановых почв с солонцами. Среднее содержание органического углерода в верхних 25 см целинных почв бассейна р. Дон составляет 3,4%, то есть его количество в пахотном горизонте равно $3,6 \cdot 10^9$ м³, или $4,3 \cdot 10^9$ т (при плотности почв 1,2 т/м³).

В период интенсивного землепользования (1700–2010 гг.) факторы эрозии определялись климатом и характером землепользования. Климатические характеристики, в первую очередь, слой осадков, изменялись во времени волнообразно, причем максимумы и минимумы увлажненности были синхронными по всему бассейну. На основании обработки базы данных метеорологических элементов [Klein Tank, 2001] выделены периоды в целом повышенного увлажнения в 1704–1778, 1890–1935 гг. и после 1972 г., а в 1779–1889 и 1936–1971 гг. слой осадков был меньше среднего за период 1700–2010 гг. Диапазон изменения слоя осадков составлял $\pm 20\%$ среднего (рис. 1).

Влияние землепользования на интенсивность эрозии почв определялось изменениями содержания гумуса в пахотном горизонте и площади пашни. Данные Чендева с соавт. [2011] об изменении содержания органического углерода C (%) в черноземах за время T (годы) при распашке целинных или залежных почв можно аппроксимировать следующей зависимостью:

$$C = C_0 - 0,157T^{0,32}. \quad (1)$$

Здесь C_0 – начальное содержание органического углерода в пахотном горизонте. Размываемость почв увеличивается с уменьшением содержания гумуса, так что за 300 лет интенсивного землепользования размываемость почв в бассейне р. Дон увеличилась примерно на 30% (рис. 1).

Наибольшее влияние на суммарный смыв почв и органического углерода оказало изменение площади пашни в бассейне. До середины XIX в. распашка земель велась только в северной части бассейна Дона, которую медленно осваивали земледельцы. Большая часть территории, населенной казаками, была введена в сельскохозяйственный оборот только в 50-х годах XIX в., но интенсивность освоения была настолько высокой, что уже к концу XIX в. земли области Войска Донского были распаханы на 70–80% [Цветков, 1957]. В XX в. площадь пашни резко уменьшилась во время гражданской и Великой Отечественной войн и была восстановлена в 20–30-е и 50–80-е годы. В конце XX и в XXI вв. площадь пашни в бассейне Дона несколько уменьшилась за счет наиболее эродированных земель и неудобий. В целом для всего бассейна р. Дон из-

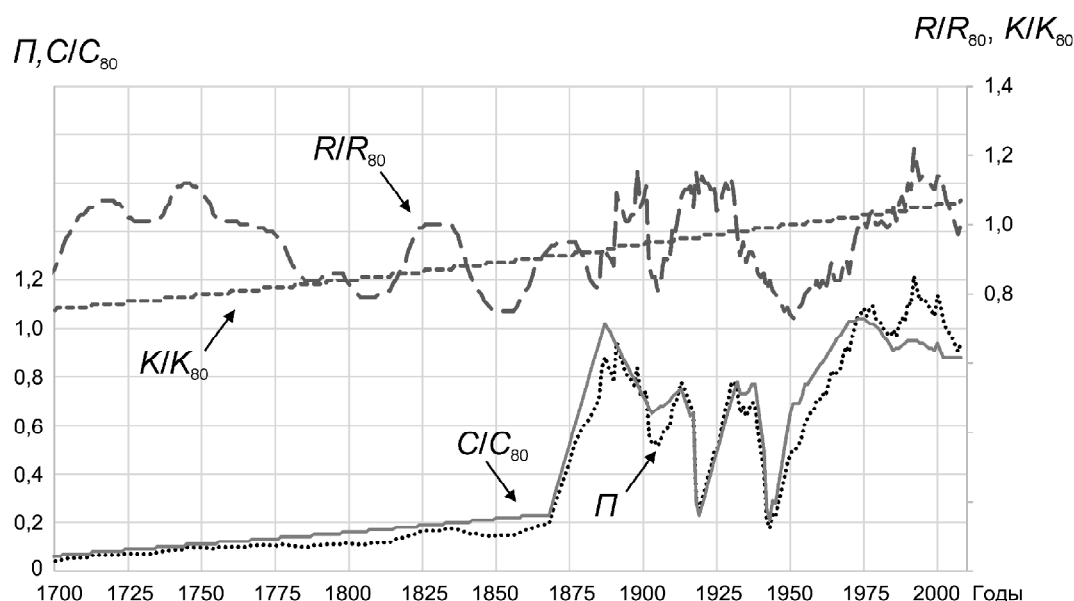


Рис. 1. Изменение во времени относительных (по отношению к 1980 г) значений факторов эрозии: климатического R/R_{80} , эродируемости почв K/K_{80} и землепользования C/C_{80} , а также их произведения P , которое характеризует изменение во времени относительной интенсивности эрозии

Fig. 1. Change in time of the values of erosion factors (as compared with 1980): rainfall erosivity R/R_{80} , soil erodibility K/K_{80} and land use factor C/C_{80} , as well as their product P , which characterizes changes of relative soil erosion intensity in time

менчивость характеристик землепользования, в первую очередь, площади пашни, объясняет около 80% изменчивости величины эрозии почв, а изменчивость климатических факторов – только около 20% (рис. 1).

Расчеты показывают, что за период интенсивного землепользования с 1700 по 2010 гг. в бассейне р. Дон было смыто с пашни $16,9 \cdot 10^9$ т почвенного материала, включая $0,41 \cdot 10^9$ т органического углерода (рис. 2). Из них за первые 170 лет было смыто 16,3% почвы (по весу) и 21,5% органического углерода, а основная масса – за последующие 140 лет.

Распределение смытого с пашни материала в эрозионно-руслевой сети бассейна р. Дон. Данные по стоку наносов в бассейне р. Дон обобщены для периода относительной стационарности рядов наблюдений для 105 гидрологических станций [Ресурсы поверхностных вод, 1967, 1970], в том числе на малых водосборах Нижнедевицкой стоковой станции и на Дубовской гидрометеообсерватории. Также имеются многочисленные наблюдения за заилением прудов и малых водохранилищ, которые использованы для оценки стока наносов [Прыткова, 1981]. Эти данные показывают, что коэффициент доставки наносов в водотоках (отношение транспорта наносов в данном створе к эрозии на водосборе) уменьшается с увеличением площади водосбора (рис. 3), в первую очередь, за счет аккумуляции наносов в долинно-балочной сети. Наиболее быстро такая аккумуляция происходит на днищах долин водотоков с площадью водосбора менее 100 км^2 : здесь

оседает не менее 95% наносов, поступающих с вышележащих створов. Это водосборы балок и суходолов с заросшими широкими и плоскими днищами, где потоки воды во время половодий и паводков распластываются, а скорости течения становятся меньше критических скоростей начала оседания тонких наносов. В большом числе таких балок и суходолов сооружены каскады прудов, где наносы оседают особенно интенсивно.

По данным неопубликованной карты «Эрозионная опасность на территории СССР», подготовленной в Институте географии РАН² на основе анализа карт масштаба 1:100 000, густота долинно-балочной сети бассейна р. Дон составляет $0,72 \text{ км/км}^2$, то есть суммарная длина долинно-балочной сети – 305 300 км. Из них 59 000 км – это 1724 реки длиной не менее 10 км, 23 600 км – еще 7800 постоянных водотоков длиной менее 10 км каждый [Гидрологическая изученность, 1964]. Суммарная длина балок и суходолов составляет 222 700 км.

Количество балок и суходолов определенной длины можно оценить на основании данных о структуре эрозионно-руслевой сети, которая хорошо описывается функцией повторяемость – магнитуа степенного вида:

$$\sum L = ML^{1-D}. \quad (2)$$

Здесь L – длина водотока, $\sum L$ – сумма длин водотоков с длиной не менее L . Формула (2) соответ-

² Карта любезно предоставлена автору А.Н. Маккавеевым.

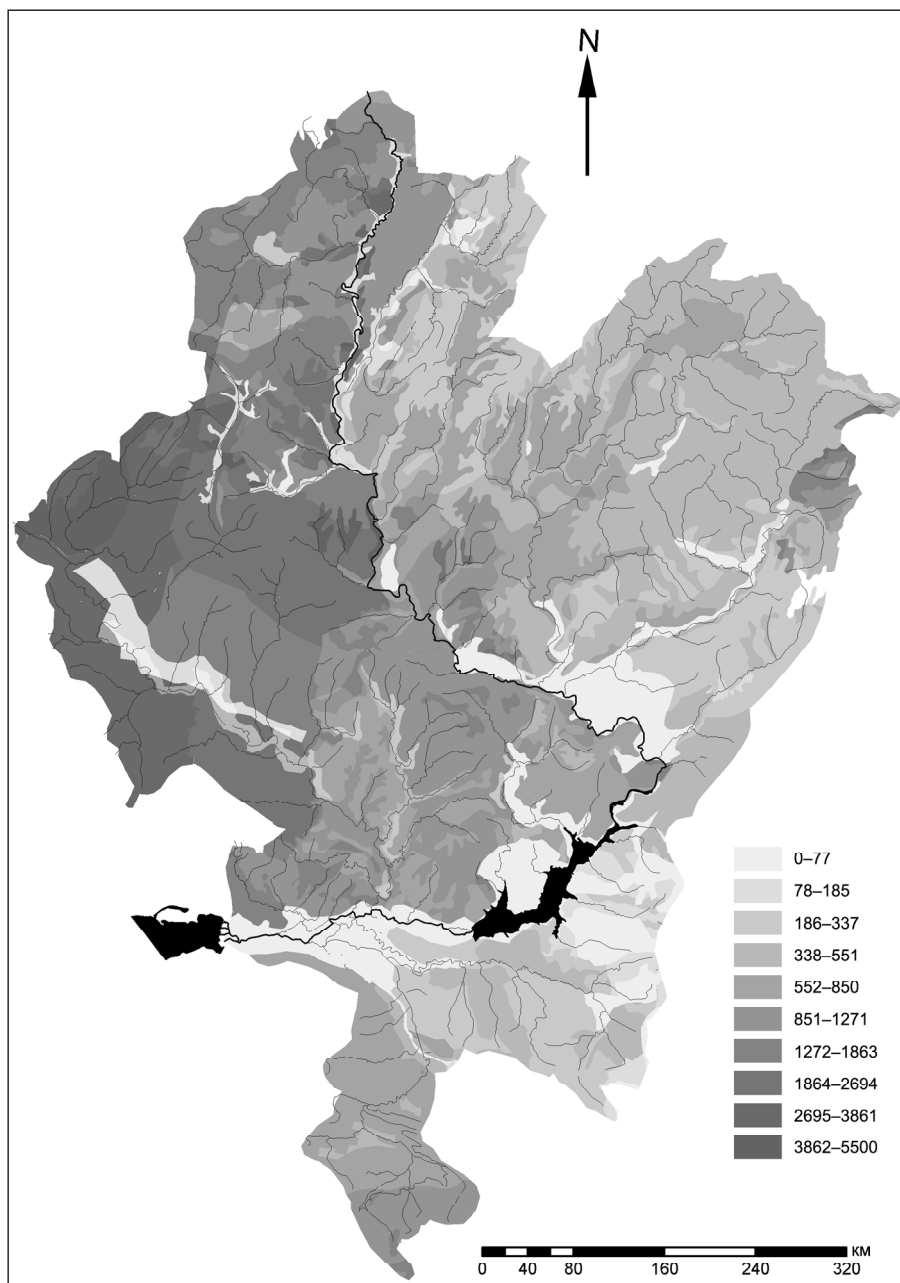


Рис. 2. Распределение величин смыва органического углерода (т/км^2) в бассейне р. Дон за период интенсивного землепользования (1700–2010 гг.). Использована логарифмическая шкала величин смыва

Fig. 2. Distribution of the values of organic carbon (t/km^2) washed with eroded soil in the Don River basin during the period of intensive land use (1700–2010). The logarithmic scale is used for the washed organic carbon values

ствуется положениям фрактального подхода [Сидорчук, 2014]. Показатель степени D можно рассматривать как фрактальную размерность речной сети, а коэффициент M – как меру структуры речной сети. Была получена линейная зависимость между фрактальной размерностью речной сети отдельных водосборов и плотностью долинно-балочной сети K :

$$(D - 1) = 0,89 K. \quad (3)$$

Количество водотоков $N_{\Delta L}$ в диапазоне длин от L до $L + \Delta L$ вычисляется по формуле:

$$N_{\Delta L} = \frac{\Delta \sum L}{L} = M(1 - D)L_{0mean}^{1-D} \Delta L. \quad (4)$$

Здесь L_{0mean} – средняя длина водотока в том же диапазоне. Исходя из формул (2)–(4), в бассейне р. Дон имеется 44 540 балок и суходолов.

Получена эмпирическая связь между длиной водотока L_0 (км) и площадью днища долины A_d (км^2):

$$A_d = 0,029 L_0^{1,6}. \quad (5)$$

Рассчитанная с применением формул (4)–(5) суммарная площадь днищ балок в диапазоне длин водотоков 1–10 км составила 12 900 км^2 . На этой площади за период интенсивного землепользования осело 95% смытых с водосборов почв, или около $16 \cdot 10^9$ т наносов. Средняя мощность таких наносов составляет око-

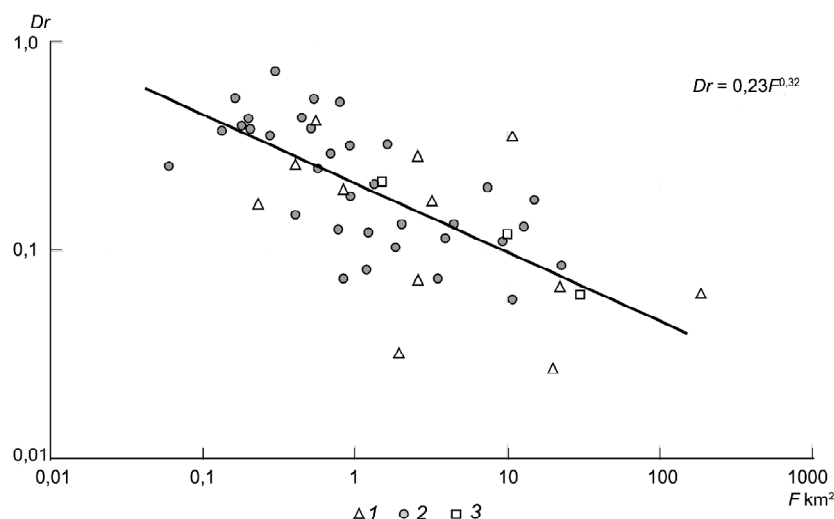


Рис. 3. Изменение величины коэффициента доставки Dr (отношения транспорта наносов в данном створе к эрозии на прилегающем водосборе) с площадью водосбора F , km^2 . Обозначения: 1 – гидрологические станции в бассейне р. Дон, 2 – пруды в бассейне р. Дон; 3 – гидрологические станции в бассейне р. Северский Донец

Fig. 3. The delivery ratio Dr (the ratio of sediment transport through a section to erosion in the adjacent catchment) versus the catchment area F , km^2 . 1 – hydrological stations in the Don River basin, 2 – ponds in the Don River basin, 3 – hydrological stations in the Severskiy Donets River basin

ло 0,9–1,0 м, что не противоречит имеющимся данным бурения в днищах балок [Голосов, 1998]. Со смытым почвенным материалом в балках и суходолах бассейна р. Дон отложилось около $0,39 \cdot 10^9$ т органического углерода.

Эмиссия углекислого газа при минерализации органического вещества смытых почв, отложенного в балочной сети. Время смыва материала почв, отложившегося в балочной сети в течение периода интенсивного землепользования, варьирует по площади бассейна р. Дон. Оно определяется распределением факторов эрозии почв во времени и пространстве (рис. 1, 2). Средняя мощность материала, намывтого за последние 25 лет, составляет 0,24 м, а за последние 50 лет – 0,45 м. Глубина 0,24 м примерно соответствует нижней границе проникновения основной массы корней травянистых растений, а глубина 0,45 м – отдельных наиболее длинных корней. Глубже обновления органического углерода в почвах практически не происходит. Часто такие намывтые почвы перекрыты наносами [Тишкина, Иванова, 2010]. Перечисленные признаки позволяют классифицировать эту часть профиля намывтых почв в качестве погребенных. В целом для бассейна Дона в почвах, намывтых за период 50–

100 лет назад, содержится 22% смытого органического углерода, за период 101–200 лет – 31% и за период 201–310 лет назад – 12% (рис. 4). Таким образом, в погребенных почвах (если принять их расчетную верхнюю границу H на глубине 45 см) содержится 65% всего органического углерода, поступившего в балочно-суходольную сеть со смытыми почвами, или $0,25 \cdot 10^9$ т. Если же принять $H=24$ см, эти цифры увеличиваются до 82% и $0,34 \cdot 10^9$ т соответственно.

В погребенных почвах идут процессы минерализации органического вещества. Эти процессы приводят к потерям его содержания в погребенных почвах, так как не компенсируются поступлением органического вещества при разложении растительных остатков. Скорость этого уменьшения для черноземов в зависимости от времени погребения хорошо исследована [Иванов с соавт., 2009]. Для почв, погребенных за последнюю тысячу лет скорость потерь органического углерода, осредненная для многих почвенных разрезов, описывается зависимостью

$$\frac{\Delta C}{C_0 \Delta t} = -0,07t^{-1,07}. \quad (6)$$

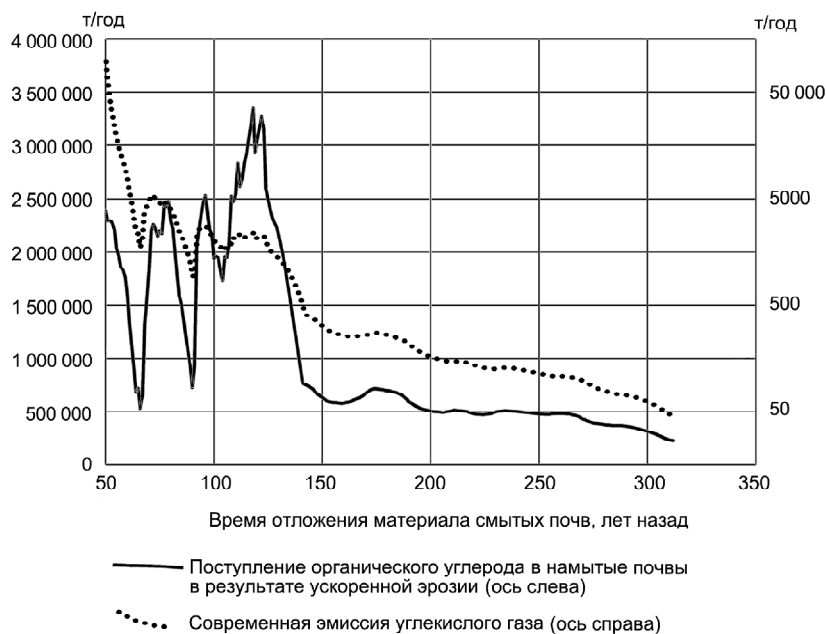


Рис. 4. Изменение поступления органического углерода (т/год) в намывтые почвы и величины современной эмиссии углекислого газа из погребенных почв (т/год, в весе углерода, при запаздывании $\Delta T=50$ лет) в зависимости от времени поступления материала эрозии почв (лет назад от 2010 г.) в намывтые почвы в бассейне р. Дон

Fig. 4. The input of organic carbon (t/yr) washed into the deposited soils (the left axis) and the modern carbon dioxide emission from buried soils (t/yr, as carbon, with the time lag $\Delta T = 50$ years) versus the time of soil erosion material input (years before 2010) into cumelic soils in the Don River basin

Она быстро падает с продолжительностью погребения почв t . Эта формула применима исключительно к погребенным почвам, поэтому необходимо определить запаздывание ΔT между временем смыва и временем перехода соответствующей намытой почвы в погребенную. Это запаздывание определяется расчетной глубиной перехода почвы (H) в погребенное состояние и составляет $\Delta T=25$ лет при $H=24$ см и 50 лет при $H=45$ см.

В почвах, погребенных 50 лет назад (то есть смытых 75 или 100 лет назад, в зависимости от H), скорость потерь содержания органического углерода составляет 0,1% в год от начального количества C_0 , для почв, погребенных 100 лет назад – 0,05%, 200 лет назад – 0,025% в год. Такое резкое уменьшение скорости разложения органического вещества в погребенных почвах объясняется уменьшением содержания лабильных фракций гумуса и увеличением его стабильности [Иванов с соавт., 2009]. В почвах, погребенных 50 лет назад, остается около 75%, а в почвах, погребенных 250 лет назад, – около 70% от начального содержания органического углерода.

В дальнейших подсчетах будем исходить из предположения, что потери органического углерода в погребенных почвах, которые описываются формулой (6), объясняются его переходом в углекислый газ. Зная начальный объем поступления органического углерода V_{CT} за год T , и продолжительность его погребения $t=2010 - T - \Delta T$, можно рассчитать современную скорость потерь по формуле (6) и, соответственно, актуальную эмиссию углекислого газа из погребенных почв:

$$E_C = 0,07 \sum_{T=1700}^{2009-\Delta T} V_{CT} (2010 - T - \Delta T)^{-1,07}. \quad (7)$$

Так как не все потери органического углерода связаны с его переходом в углекислый газ, эта оценка будет несколько завышена. Она также зависит от положения расчетной верхней границы погребенных почв H , так как с повышением этой границы и вовлечением в расчеты более «молодого» органического углерода рассчитанная эмиссия увеличивается. Для бассейна р. Дон оценка современ-

ной эмиссии «сверху» при $H=45$ см составила $0,67 \cdot 10^6$ т углерода в год, или $1,6$ т/км² в год. Если принять $H=24$ см, то эти цифры увеличатся до $0,89 \cdot 10^6$ т углерода в год, или $2,1$ т/км². Эта величина составляет всего около 0,5–0,75% микробного дыхания современных почв степной зоны России, которое, по оценкам Кудеярова и Кургановой [2005], равно 280–360 т/км² в год.

Выводы:

– за 300 лет интенсивного землепользования в бассейне р. Дон ($425\,000$ км²) было смыто с пашни около $16,9 \cdot 10^9$ т почвы и с ней $0,41 \cdot 10^9$ т органического углерода. Это около 10% органического углерода, который содержится в современном пахотном горизонте почв бассейна. Основная часть этого материала (95%) аккумулировалась в днищах балок и суходолов на площади около $12\,900$ км²;

– нижняя часть профиля намытых почв может быть отнесена к погребенным почвам, так как в ней практически не происходит обновления органического углерода. Органическое вещество в погребенных почвах подвергалось минерализации, и происходила эмиссия углекислого газа. Скорость уменьшения количества органического вещества в почвах уменьшается с увеличением периода погребения;

– скорость современной некомпенсированной эмиссии углерода (в виде углекислого газа) из смытых почв составляет в бассейне р. Дон $1,6$ – $2,1$ т/км² в год;

– несмотря на значительное количество органического углерода, погребенного в смытом материале почв, его вклад в современную эмиссию углекислого газа невелик (около 0,5–0,75% микробного дыхания современных почв степной зоны России). Эта величина существенно меньше ошибок в оценках поступления CO_2 в атмосферу из современных почв. Следовательно, современный поток углекислого газа из пула углерода, сформированного в результате ускоренных при интенсивном землепользовании эрозийно-аккумулятивных процессов, не оказывает существенного влияния на баланс CO_2 в атмосфере и может не учитываться в сценариях антропогенного изменения климата.

Благодарности. Работа выполнена по теме «Эволюция и трансформация эрозийно-русовых систем в условиях изменения природной среды и антропогенных нагрузок» (ГЗ, Номер ЦИТИС: АААА-А16-116032810084-0).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Геннадиев А.Н., Голосов В.Н., Чернянский С.С., Маркелов М.В., Олсон К.Р., Ковач Р.Г., Беляев В.Р. Анализ сопряженного использования радиоактивного и магнитного трассеров для количественной оценки эрозии почв // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1080–1093.

Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Олсон К.Р., Качинский В.Л. Эрозия и потери органического углерода при распашке склонов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. география. 2010. № 6. С. 32–38.

Голосов В.Н. Аккумуляция в балках Русской равнины // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. Т. 11. С. 97–112.

Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. <http://infoil.ru/reestr>, 2014.

Иванов И.В., Хохлова О.С., Чичагова О.А. Природный радиоуглерод и особенности гумуса современных и погребенных черноземов // Изв. РАН. Сер. географическая. 2009. № 6. С. 46–58.

Кудеяров В.И., Курганова И.Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1112–1121.

Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 200 с.

Литвин Л.Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. 255 с.

Прыткова М.Я. Осадконакопление в малых водохранилищах. Балансовые исследования. Л.: Наука, 1981. 152 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 3. Бассейны Северского Донца и реки Приазовья, Л.: Гидрометеиздат, 1967.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 7. Донской район. Л.: Гидрометеиздат, 1973.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 7. Гидрологическая изученность, Донской район. Л.: Гидрометеиздат, 1964.

Сидорчук А.Ю. Фрактальная геометрия речных сетей // Геоморфология. 2014. № 1. С. 3–14.

Сидорчук А.Ю. Эрозионно-аккумулятивные процессы на Русской равнине и проблемы заиления малых рек // Тр. Академии водохозяйственных наук. М., 1995. Т. 1. С. 74–83.

Слепцов А.М., Клименко В.В. Обобщение палеоклиматических данных и реконструкция климата Восточной Европы за последние 2000 лет // История и современность. 2005. № 1. С. 118–135.

Тишкина Э.В., Иванова Н.Н. Почвенный покров распаханых и целинных прибалочных склонов (Курская область) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. география. 2010. № 6. С. 73–79.

Цветков М.А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 г. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 212 с.

Чендев Ю.Г., Смирнова Л.Г., Петин А.Н., Кухарук Н.С., Новых Л.Л. Длительные изменения содержания гумуса в пахотных черноземах центра Восточно-Европейской равнины // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 6–9.

Klein Tank A.M.G. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment // Int. J. of Climatol. 2001. V. 22. P. 1441–1453. Data and metadata available at <http://www.ecad.eu>.

Litvin L.F., ZorinaYe.F., Sidorchuk A.Yu., Chernov A.V., Golosov V.N. Erosion and sedimentation on the Russian plain. P. 1. Contemporary processes // Hydrological Processes. 2003. V. 17. № 16. P. 3335–3346.

Sidorchuk A.Yu. Floodplain sedimentation: Inherited memories // Global and Planetary Change. 2003. V. 39. № 1–2. P. 13–29.

Sidorchuk A., Litvin L., Golosov V., Chernysh A. European Russia and Byelorussia // Soil Erosion in Europe. Chichester, Wiley, 2006. P. 73–93.

Поступила в редакцию 30.10.2017
Принята к публикации 12.03.2018

A.Yu. Sidorchuk¹

DEPOSITED SOIL MATTER AND THE CARBON DIOXIDE EMISSION WITHIN THE DON RIVER BASIN

An algorithm for calculating the amount of soil matter washed out from the arable lands as a result of accelerated soil erosion for the period of intensive land use (the last 300 years) and associated organic carbon accumulation in deposited matter, as well as the actual carbon dioxide flow from this carbon pool, was proposed. The calculations are based on the current intensity of soil erosion in the river basin and the content of organic matter in the soils, transformed to the period of intensive land use by time-dependent corrections to erosion factors, i. e. climate change, soil conditions and land use. The calculations show that over 300 years about $16,9 \cdot 10^9$ tons of soil was washed away from the arable lands in the Don River basin ($425\,000\text{ km}^2$) including $0,41 \cdot 10^9$ tons of organic carbon. 95% of this matter was accumulated in the bottoms of balkas and dry valleys on the area of $12\,900\text{ km}^2$, forming a layer of deposited soils (stratozems) with an average thickness of 0,9–1,0 m. The lower part of the profile of these cumelic soils (below 0,25–0,45 m) was classified as buried soils, since there is practically no renewal of organic carbon. The organic matter of the buried soils was mineralized and its content decreased in time. The modern uncompensated carbon emission (as CO_2) in the Don River basin was calculated to be 1,6–2,1 t/ km^2 per year, amounting to about 0,5–0,75% of microbial respiration of modern soils in the steppe zone of Russia. Despite rather large amount of organic carbon buried in the cumelic soils, the modern emission of carbon dioxide from this carbon pool formed by the accelerated erosion and accumulation processes does not affect significantly the CO_2 budget in the atmosphere. It is thus possible not to consider it in the scenarios of the anthropogenic climate change.

Key words: period of intensive land use, soil erosion, stratozems, organic carbon mineralization.

Acknowledgments. The study was carried out under the state-financed research theme «Evolution and Transformation of Erosion–Channel Systems under Changing Environment and Human Impact» (№ AAAA-A16-116032810084-0).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leading Scientific Researcher, D.Sc. in Geography; e-mail: fluvial05@gmail.com

REFERENCES

- Chendev Yu.G., Smirnova L.G., Petin A.N., Kukharuk N.S., Novykh L.L. Dlitel'nyye izmeneniya soderzhaniya gumusa v pakhotnykh chernozemakh sentra Vostochno-Yevropeyskoy ravniny. [Long-term changes of humus content in arable chernozems of the centre of the East European Plain] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011. № 8. P. 6–9 (in Russian).
- Gennadiyev A.N., Golosov V.N., Chernyansky S.S., Markelov M.V., Olson K.R., Kovach R.G., Belyaev V.R. Analiz sopryazhennogo ispol'zovaniya radioaktivnogo i magnitnogo trasserov dlya kolichestvennoy otsenki erozii pochv. [Analysis of the conjugate use of radioactive and magnetic tracers for the quantitative assessment of soil erosion] // Pochvovedenie. 2005. № 9. P. 1080–1093 (in Russian).
- Gennadiyev A.N., Zhidkin A.P., Olson K.R., Kachinsky V.L. Eroziya i poteri organicheskogo ugleroda pri raspashke sklonov. [Erosion and loss of organic carbon during the plowing of slopes]. Vestnik Mosk. un-ta, seriya geografiya. 2010. № 6. P. 32–38 (in Russian).
- Golosov V.N. Akkumulyatsiya v balkakh Russkoy ravniny [Accumulation in the balkas of the Russian Plain] // Eroziya Pochv i Ruslovyye Protsessy. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1998. V. 11. P. 97–112 (in Russian).
- Ivanov I.V., Khokhlova O.S., Chichagova O.A. Prirodnyy radiouglerod i osobennosti gumusa sovremennykh i pogrebennykh chernozemov [Natural radiocarbon and specific features of humus of modern and buried chernozems] // Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya. 2009. № 6. P. 46–58 (in Russian).
- Klein Tank A.M.G. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment // Int. J. of Climatol. 2001. V. 22. P. 1441–1453. Data and metadata available at <http://www.ecad.eu>.
- Kudeyarov V.I., Kurganova I.N. Dykhaniye pochv Rossii: analiz bazy dannykh, mnogoletniy monitoring, obshchiye otsenki [Respiration of Russian soils: database analysis, long-term monitoring, general estimates] // Pochvovedenie. 2005. № 9. P. 1112–1121 (in Russian).
- Larionov G.A. Eroziya i deflyatsiya pochv: osnovnyye zakonomernosti i kolichestvennyye otsenki. [Erosion and deflation of soils: basic regularities and quantitative estimates]. Moscow: Izd-vo MGU, 1993. 200 p. (in Russian).
- Litvin L.F., Zorina Ye.F., Sidorchuk A.Yu., Chernov A.V., Golosov V.N. Erosion and sedimentation on the Russian plain. P. 1: Contemporary processes // Hydrological Processes. 2003. V. 17. № 16. P. 3335–3346.
- Litvin L.F. Geografiya erozii pochv sel'skokhozyaystvennykh zemel' Rossii. [Geography of soil erosion within agricultural lands of Russia]. IKTS Moscow: «Akademkniga», 2002. 255 p. (in Russian).
- Prytkova M. Osadkonakopleniye v malykh vodokhranilishchakh. Balansovyye issledovaniya [Sedimentation in small reservoirs. Balance studies]. Leningrad: Nauka, 1981. 152 p. (in Russian).
- Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Gidrologicheskaya izuchennost' Donskoy rayon [Resources of surface waters of the USSR. Hydrological study. The Don River district]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1964. V. 7.
- Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Donskoy rayon [Resources of surface waters of the USSR. The Don River district]. V. 7. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973.
- Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Ukraina i Moldaviya. Basseyiny Severskogo Donetsa i reki Priazov'ya. [Resources of surface waters of the USSR. Ukraine and Moldova. Basins of the Seversky Donets and the Azov Sea area rivers]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1967. V. 6. Is. 3.
- Sidorchuk A., Litvin L., Golosov V., Chernysh A. European Russia and Byelorussia. Soil Erosion in Europe. Chichester: Wiley, 2006. P. 73–93.
- Sidorchuk A.Yu. Eroziionno-akkumulyativnyye protsessy na Russkoy ravnine i problemy zaileniya malykh rek. [Erosion-accumulative processes within the Russian Plain and problems of silting of small rivers] // Tr. Akademii vodokhozyaystvennykh nauk. Moscow, 1995. V. 1. P. 74–83 (in Russian).
- Sidorchuk A.Yu. Floodplain sedimentation: Inherited memories // Global and Planetary Change. 2003. V. 39. № 1–2. P. 13–29.
- Sidorchuk A.Yu. Fraktal'naya geometriya rechnykh setey [Fractal geometry of river networks] // Geomorfologiya. 2014. № 1. P. 3–14 (in Russian).
- Sleptsov A.M., Klimenko V.V. Obobshcheniye paleoklimaticheskikh dannykh i rekonstruktsiya klimata Vostochnoy Yevropy za posledniye 2000 let. [Generalization of paleoclimatic data and reconstruction of the climate of Eastern Europe for recent 2000 years] // Istoriya i sovremennost'. 2005. № 1. P. 118–135 (in Russian).
- The Unified State Register of Soil Resources of Russia. <http://infoil.ru/reestr>, 2014 (in Russian).
- Tishkina E.V., Ivanova N.N. Pochvennyy pokrov raspakhannykh i tselinnykh pribalochnykh sklonov (Kurskaya oblast') [Soil cover of ploughed and virgin near-ravine slopes (Kursk region)] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. geografiya. 2010. № 6. P. 73–79 (in Russian).
- Tsvetkov M.A. Izmeneniye lesistosti Yevropeyskoy Rossii s kontsa XVII stoletiya po 1914 g. [Change in the forest cover of European Russia since the end of the 17th century till 1914]. M.: Izd-vo AN SSSR, 1957. 212 p. (in Russian).

Received 30.10.2017

Accepted 12.03.2018

ДИНАМИКА ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 551.4 (425.126)

В.Н. Коротаев¹, А.В. Чернов²ФОРМИРОВАНИЕ ПОЙМ В НИЗОВЬЯХ КРУПНЫХ РАВНИННЫХ РЕК
В УСЛОВИЯХ КОЛЕБАНИЙ БАЗИСА ЭРОЗИИ

Палеогеоморфологический анализ низовий рек Волги, Дона и Кубани позволил восстановить механизм формирования речных палео-дельт в долинных заливах и в устьевых лагунах. В долинных заливах (реки Дон, Волга) происходило поэтапное накопление аллювия, развитие сети речных рукавов и формирование дельтовой поймы.

Трансгрессивно-регрессивный характер колебаний уровня приемного водоема обуславливал частичный размыв и захоронение дельтовых отложений под лиманно-морскими осадками во время подъема уровня моря и последующее наращивание дельты выполнения в период понижения уровня.

В устьевой лагуне происходило вначале образование малорукавной дельты выполнения, а в стадию полного заполнения устьевой лагуны речными наносами формировалась дельтовая равнина, приращенная к морской блокирующей косе. На заключительном этапе формирования дельты выполнения устьевой лагуны речные рукава получали возможность выхода на открытое устьевое взморье и формирования в их устьях дельт выдвигения.

Ключевые слова: дельта, дельтовая равнина, колебания уровня, этапы формирования, палеогеоморфология.

Введение. История формирования пойм в низовьях крупных равнинных рек, впадающих в окраинные или внутренние моря, неразрывно связана с историей колебаний их уровня [Бадюкова, 2002; Гидрология дельты ..., 2010; Леонтьев, Фотеева, 1965; Николаев, 1962; Самойлов, 1952; Сафонов, 1967].

Влияние колебательных движений фонового уровня моря на геоморфологический режим низовий равнинных рек довольно детально исследовал Н.И. Маккавеев [1951].

Многолетние наблюдения за динамикой продольного профиля р. Волги на участке от Волгограда до устья и продольного профиля р. Терека на устьевом участке [Гидрология устьев ..., 1993; Михайлов, Рогов, Чистяков, 1986] показали, что процессы формирования низовий рек отличаются необычайной сложностью и во многом зависят от конкретных природных условий и местных факторов руслоформирования. Неустойчивость уровня Каспийского моря в историческое время позволяет довольно объективно оценивать влияние изменений положения базиса эрозии на эрозионно-аккумулятивные процессы на Нижней Волге и в дельте р. Терек, направленность которых во многом зависит от характера изменения местных факторов, влияющих на уклон водной поверхности.

В период длительного понижения уровня Каспийского моря (регрессии мангышлакская, дербенская и современная) наблюдалось устойчивое вре-

зание р. Волги в русловые и прибрежно-морские отложения. Во время каспийских трансгрессий (махачкалинская, новокаспийские стадии и современная), когда море проникало далеко вверх по речной долине, происходила коренная перестройка продольного профиля, особенно на приустьевом участке реки, размыв и смещение дельты вверх по течению. В результате подпорного влияния трансгрессирующего моря на придельтовом участке реки происходила аккумуляция наносов и поднятие дна. В рассматриваемых случаях большое значение имели уклоны дна в пределах авандельты (устьевое взморье): 1) при уклонах более 0,010–0,015 реакция продольного профиля реки на изменение базиса эрозии происходит синхронно колебательным ритмам фонового уровня моря; 2) при уклонах менее 0,0020–0,0025 наблюдается длительное запаздывание реакции речного русла на изменение базиса эрозии.

Краткий обзор изучения устьев рек. В рамках темы статьи весьма примечательным событием в географической литературе XIX в. стало появление крупных монографических работ трех известных русских ученых: Н.Я. Данилевского [1869], В.В. Докучаева [1878] и Н.А. Соколова [1895]. В работе «Исследования о Кубанской дельте» Н.Я. Данилевский не только уточнил границы дельты Кубани по распространению аллювиальных отложений, установил общие тенденции развития магистральных рукавов и исследовал процессы формирования бе-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева, вед. науч. с, докт. геогр. н.; e-mail: vlaskor@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева, вед. науч. с., докт. геогр. н., доцент; e-mail: alexey.chernov@inbox.ru

реговых валов, но и *впервые дал принципиальную схему генетической классификации устьев рек.*

В монографии В.В. Докучаева «Способы образования речных долин Европейской России» получают дальнейшее развитие идеи Н.Я. Данилевского об устьевом удлинении в виде *принципиальной динамической схемы развития продольного профиля устьев.* В конце 90-х годов позапрошлого века выходит работа Н.А. Соколова «О происхождении лиманов Южной России» [1895], где впервые доказывается, что лиманы Причерноморья представляют собой затопленные морем части речных долин, отделенные от приемного водоема морскими пересыпями.

Следующим значительным этапом в развитии основ учения о дельтообразовании стало появление в начале XX в. «Общей морфологии суши» крупнейшего геоморфолога И.С. Щукина [1938], дополненной и переизданной в 80-х годах. Подразделяя устья на эстуарии и дельты, И.С. Щукин объясняет их морфологическое разнообразие соотношением и интенсивностью природных факторов дельтообразования. В зависимости от морфологического облика морского побережья И.С. Щукин выделяет основные типы дельт: *выполнения* (бухт, заливов, лагун, лиманов) и *выдвижения* на открытом взморье.

Однако настоящим научным прорывом в учении о речных устьях стало появление серии теоретических и региональных монографий, изданных Государственным океанографическим институтом (ГОИН) во второй половине XX в. Прежде всего следует упомянуть работы И.В. Самойлова [1952], В.Н. Михайлова [1971, 1997], В.Н. Михайлова с соавт. [1977, 1986], где впервые появляются определения *устьевой области реки и ее гидрографической сети*, дается ее районирование, детально исследуется все многообразие устьевых процессов и поднимается вопрос о *стадийности и цикличности* развития устьевой области реки в виде единого генетического ряда общего цикла: первая стадия – формирование дельты выполнения, вторая стадия – формирование дельты выдвижения и третья стадия – формирование наложенной дельты. В монографии «Речные дельты: гидролого-морфологические процессы» [1986] стадийность развития дельт дополняется *эпохами трансгрессий и регрессий*, которые влияют на пространственные перемещения устьевых конусов выноса.

За последнее десятилетие одним из авторов статьи был опубликован ряд журнальных статей [Коротаев, 2008, 2012] и монография [Коротаев, 2012], в которых изложены основные положения *геоморфологической концепции формирования речных дельт* и обосновывается необходимость введения понятия *устьевой геоморфологической и осадочной системы*, под которой понимается комплекс субаэральных и субаквальных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских аккумулятивных и эрозионных форм рельефа, слагающие их отложения и система водотоков, сформированные рекой и морем в пределах устьевых конусов выноса реки за

последние 7–5 тыс. лет. Поэтому при определении границ аллювиально-дельтовых равнин, образованных в устьях крупных рек на побережьях океанов и окраинных морей, предлагается за верхний предел их распространения считать *вершину средне-позднеголоценового ингрессионного залива (лимана) или устьевой лагуны.* За нижнюю границу речной дельты принимается подводное окончание устьевых конусов выноса (авандельты), обычно совпадающее с морским склоном внешнего устьевых бара или зоной морского барообразования.

В конце XX и начале XXI вв., кроме теоретических работ, были изданы региональные монографии по гидрологии устьевых областей 16 крупных рек России и республик бывшего СССР. В частности, в работе «Гидрология дельты и устьевых взморья Кубани» [2010] в главе 4, написанной А.А. Свиточем и Д.В. Магрицким, подробно анализируется материал по истории развития дельты Кубани и эволюции ее гидрографической сети в исторический период. Историей формирования палео-дельт Волги занимались А.В. Горецкий [1966] и В.И. Николаев [1962], а в последнее время авторы статьи [Коротаев, Чернов, 2000, 2001; Рычагов, Коротаев, Чернов, 2010], которые составили и издали геоморфологическую карту Волго-Ахтубинской поймы, а также восстановили механизм поэтапного заполнения долинного залива на фоне трансгрессивно-регрессивных стадий поздней хвалыни и новокаспия.

Постановка проблемы. Установлено [Коротаев, 1991, 2012; Михайлов, Рогов, Макарова с соавт., 1977], что наиболее важными факторами формирования речных дельт являются объем стока наносов, колебания уровня приемного водоема и топография устьевых взморья (приглубое или отмелое). Величина стока наносов и топография взморья определяют темпы выдвижения дельты или скорость выполнения долинных заливов. Изменения уровня приемного водоема влияют на морфологию устьевых конусов выноса, в частности его субаэральной части – дельты. Авторы, на примере устьев рек Дон, Кубань и Волга, попытаются связать различия в изменениях уровня Мирового океана и Каспийского моря с механизмом формирования дельтовой поймы и геоморфологией дельт в устьях впадающих в них рек.

Материалы и методы. При подготовке статьи использован метод палеогеоморфологического анализа геоморфологических карт низовьев крупных равнинных рек России (Дон, Кубань, Волга), составленных авторами статьи на основе полевых геолого-геоморфологических работ, анализа топографических карт и космических снимков Landsat-7 [2000]. Для временной привязки палеогеографических событий авторы использовали абсолютные датировки (не калиброванные) для низовий Волги и Дона из работ Г.И. Рычагова [1997], Н.С. Болиховской [1990] и Г.И. Горецкого [1960, 1966], а также калиброванные даты для дельты Кубани [Измайлов, 2010; Измайлов с соавт., 1989]. Выделение разновозрастных генераций дельтовой поймы проводилось на основе

анализа морфологического строения поверхности пойм, рисунка гидрографической сети, степени сохранности первичного пойменного рельефа, а также высотного положения древней поймы.

Результаты и обсуждение. Палеогеоморфологический анализ Волго-Ахтубинского участка долины Волги, выполненный авторами [Коротаев, 2012; Коротаев, Чернов, 2000; Рычагов, 1977] позволяет свидетельствовать о том, что в рельефе современной Волго-Ахтубинской поймы сохранились следы четырех трансгрессивно-регрессивных стадий поздней хвалыни и новокаспия, оставивших после себя 4 разновозрастных пойменно-дельтовых генерации, возраст которых последовательно уменьшается от верхней границы Волго-Ахтубинской долины вниз по течению от 16 до 1,5 тыс. лет [Поротов с соавт., 2004; Рычагов, 1993]. Эти генерации различаются по абсолютным высотам, характеру пойменного рельефа и современным ландшафтам.

Геоморфология Волго-Ахтубинской поймы.

Наиболее древняя генерация Волго-Ахтубинской поймы с возрастом 13–12 тыс. лет назад, которую можно назвать ахтубинской, располагается между городами Волгоградом и Ахтубинском и представляет собой незатопленный участок древней поймы во время кумской стадии на отметках –3...–9,5 м абс. Она имеет «мелкоозерный» рельеф и является самой верхней в послепозднехвалынское время дельтой выполнения долинного залива. Таким образом, ахтубинская генерация поймы формировалась во время предсартасской регрессивной стадии и сохранилась при сартасской трансгрессивной стадии. Ниже, от г. Ахтубинска до с. Замьяны, характер рельефа древней поймы меняется: вместо округлых озер появляются многочисленные узкие и извилистые озера-старицы и пойменные протоки. На поверхности этой генерации поймы, названной харабалинской, с абсолютными высотами –9,5...–21,0 м и возрастом 10–5 тыс. л. н. много песчаных валов и занесенных ложбин стока. Между селами Харабали и Замьяны микрорельеф древней поймы приобретает гривистый характер. Гривы либо окружают современные пойменные протоки, соединяющие Ахтубу с Волгой, либо фиксируют положение древних отмерших рукавов, например, пра-Бузана. Длина грив постепенно увеличивается вниз по течению от 0,5–0,7 до 1,5 км.

Ниже с. Замьяны начинается последняя генерация волго-ахтубинской поймы, представленная низкой плавневой замьянской поймой с абсолютными высотами –21...–23 м и возрастом 2,8–1,6 тыс. л. н., которая постепенно переходит в современную многоорукавную дельту выдвижения р. Волги [Коротаев, Чернов, 2000, 2001; Рычагов, Коротаев, Чернов, 2010].

Последовательная смена морфологического строения древней части Волго-Ахтубинской поймы, очевидно, связана со степенью ее вторичной переработки пойменными протоками-ериками. Возрастные отличия указывают на стадийность отступления моря в голоцене и поэтапность заполнения до-

линного волго-ахтубинского залива [Горецкий, 1966; Коротаев, Чернов, 2000, 2001; Михайлов, Рогов, Чистяков, 1986; Нижняя Волга ..., 2002; Рычагов, 1997].

Этапы формирования Волго-Ахтубинской поймы. Анализ аэрокосмических, топографических и геологических материалов позволил проследить этапы заполнения Астраханно-Волгоградского ингрессионного залива наносами р. Волги, произошедшие в позднем плейстоцене и голоцене после позднехвалынской трансгрессии.

В максимальную (махачкалинскую) стадию позднехвалынской трансгрессии уровень моря поднимался до абсолютной отметки 0 м. Все предшествовавшие речные отложения, выполнявшие долину допозднехвалынской пра-Волги, оказались при этом либо погребенными под морскими позднехвалынскими ингрессионными осадками, либо переотложенными. По данным [Рычагов, 1993], в позднем плейстоцене на спаде позднехвалынской трансгрессии, имели место кумская стадия, когда уровень моря наблюдался на отметках –5...–6 м абс.; сартасская стадия, когда уровень моря поднимался до отметки –10...–12 м абс.; дагестанская стадия с береговой линией на абс. отметках около –18 м и самурская стадия с береговой линией в пределах акватории Северного Каспия на абс. отметках около –30 м. Позднехвалынская трансгрессия закончилась мангышлакской регрессией, при которой уровень моря опустился до минимальных отметок в позднем плейстоцене и голоцене – –80 м абс. Одновременно, в процессе русловых деформаций Волги, происходило перемывание и вынос ранее отложенных осадков и заполнение залива речными отложениями, что привело к формированию новых внутренних дельт и соответствующих им пойм. Дельта Волги располагалась в это время на границе Северного и Среднего Каспия. В долине Волги произошел глубокий врез, во время которого были частично размыты хвалынские отложения, а на месте современной дельты Волги, в ее центральной и восточной частях образовались два рукава, по которым осуществлялся весь сток послехвалынской Волги [Нижняя Волга ..., 2002; Устья рек Каспийского региона ..., 2013].

Начало новокаспийской трансгрессии сопровождалось заполнением отложениями глубоких врезов Волги, образовавшихся в эпоху мангышлакской регрессии и размывом (абразией) бэровских бугров. В первую фазу новокаспийской трансгрессии уровень моря поднялся до –25 м абс., в максимальную (туралинскую) стадию новокаспийской трансгрессии уровень Каспия достиг отметки –20 м абс. В долине Волги в эпоху туралинской стадии новокаспия севернее Астрахани существовал небольшой залив, а на территории современной дельты Волги ниже Астрахани шло заполнение новокаспийскими осадками межбугровых понижений и эрозионных врезов, образовавшихся в эпоху мангышлакской регрессии. К этому времени относится формирование замьянского участка Волго-Ахтубинской поймы и бифуркация русла Волги с ответвлением от нее Бузана.

Туралинская стадия новокаспийской трансгрессии закончилась довольно длительной, но неглубокой регрессией, во время которой Волга и Ахтуба возобновили свой сток по пра-долинам, сформированным в мангышшакское время.

Второй этап развития дельты и ее рельефа связан с уллучайской фазой новокаспийской трансгрессии Каспия (3–2,5 тыс. л. н.) до отметок –22...–23 м абс. и с активным накоплением култушно-ильменных фаций осадков, широко развитых по всей площади дельты. В это время в верховьях дельты уже существовали основные протоки Волго-Ахтубинской долины: Волга, Бузан, Бушма, Кигач, Ахтуба, наследовавшие более древние врезы и разделяющие дельту на крупные низменные острова. Таким образом, второй этап новокаспия характеризуется продолжением формирования дельты выполнения и началом образования дельты выдвижения.

Низовья Кубани и примыкающий к ним Таманский полуостров представляют собой уникальную природную систему, формирование которой происходило в сложных меняющихся условиях. Исторически многократные изменения климата, эвстатические колебания уровня моря, разнонаправленные тектонические движения нашли отражение в формировании различных литолого-стратиграфических комплексов, морфологическом облике и ландшафтах этой территории.

Геоморфология Нижней Кубани. Большую часть северного окончания Азово-Кубанской низменности занимает низкая и плоская аккумулятивно-дельтовая равнина, основные особенности рельефа которой были predeterminedены геологической историей данного участка Западно-Кубанского прогиба, колебаниями уровня Азово-Черноморского бассейна и стоком р. Кубани. На восточной границе дельтовой равнины между реками Бейсуг и Кубань расположены лёссовые аккумулятивно-эрозионные равнины Прикубанской степи с долинно-балочным рельефом, залегающие на мощной толще плиоценовых солоноватоводных глин и песков. Абсолютные отметки этой равнины постепенно повышаются в южном направлении от 20 до 70 м. Южная граница аллювиально-дельтовой голоценовой равнины проходит вдоль северных склонов западного окончания Кавказского хребта, где развит низкорослый (от 130 до 670 м) эрозионно-денудационный рельеф, сформированный в неогеновых отложениях. На юго-западной границе дельты Кубани, на Таманском полуострове и сопредельной территории, развит холмисто-грядовый рельеф, образованный неогеновыми глинами, мергелями и известняками. Не менее одиннадцати гряд высотой от 70 до 120 м протягиваются сплошными валами или цепочками с запада-северо-запада на восток-северо-восток на расстояние до 35–40 км. На некоторых грядах развит грязе-вулканический мезо- и микрорельеф, состоящий из мелких сопков, сальз и грифонов.

Большая часть низменной территории в устье р. Кубани представлена плоской аллювиальной, аллювиально-дельтовой и прибрежно-морской равни-

нами, составленными из разновозрастных морфологических образований: 1) *серией надпойменных террас*; 2) *древней среднеголоценовой и старой позднеголоценовой Кубанской дельтой*; 3) *молодой современной Темрюкской и Ачуевской дельтами*; 4) *прибрежно-морской лагунно-лиманной (плавневой) равниной* позднеголоценового и современного возраста [Богучасков, Иванов, 1979; Измайлов, 2010; Измайлов с соавт., 1989; Коротаев, 2012; Самойлов, 1952; Чередниченко, 1979].

Кубанская дельта занимает наиболее пониженную часть низменной равнины в низовье Кубани в виде дельты заполнения обширной устьевой лагуны, отделенной от Черного и Азовского морей системой береговых валов джеметинской и нимфейской стадий. Абсолютные отметки ее поверхности постепенно понижаются вниз по течению р. Кубань и дельтовых рукавов Кубань и Протока от 8–12 м (станции Марьновская и Федоровская) до 2–3 м (в зоне сочленения с прибрежно-морской террасой). Преобладающими элементами рельефа являются прирусловые гряды и межрусловые понижения. Наиболее крупные гряды располагаются вдоль недавно отмерших и временно действующих протоков и ериков (Ангелинский, Полтавский, Сухой Аушед, Глубокий Ерик и др.). Гряды поднимаются над равниной на 1,2–4,5 м; понижения представляют собой бессточные котловины размером 0,1–0,2 – 2–3 км. Плоская равнина расчленена сетью небольших ериков и протоков (Ст. Кубань, Якушкино Гирло, Джига), вдоль которых тянутся невысокие (0,2–0,5 м) прирусловые валы. Общая площадь Кубанской дельты (без морской барьерной террасы) на основе подсчетов по топографической карте масштаба 1:100 000 равна 5200 км². Район старой дельты сильно освоен под сельское хозяйство (рисосеяние), здесь созданы крупные водохранилища (Крюковское, Варнавинское), густая сеть оросительных и обводнительных каналов и населенных пунктов.

Темрюкская (Вербино) и Ачуевская современные дельты расположены в устьях магистральных дельтовых рукавов Кубань и Протока и представляют собой лопастные дельты выдвижения. Они имеют значительно меньшие абсолютные отметки поверхности – в среднем до 1–2 м абс. и небольшие площади накоплений от 1,8 (Вербино) до 14,7 км² (Ачуево), определенные по топографической карте масштаба 1:25 000 и космическому снимку 2017 г.

Прибрежно-морская лагунно-лиманная (плавневая) дельта представлена низменной поверхностью вдоль побережья Азовского моря от Ачуевской косы до Пересыпского Гирла на расстоянии 150 км. Здесь широко распространены плавни – наиболее пониженные заболоченные участки низменной Кубанской равнины, затапливаемые речными и морскими водами и поросшие тростником. Характерным признаком приазовских плавней является наличие лиманов (бывших лагун) и морских береговых валов, сложенных ракушей (наиболее крупные из них – Большой и Малый Черепашьи, Казачья, Мостовьянская, Турецкая, Жестереватая, Железная и др.).

Высотные отметки местности внутри плавневого района близки к современному уровню моря, а на некоторых участках опускаются ниже 0 м абс. Между плавнями находятся узкие пологие возвышенности высотой до 0,5 м абс. Максимальные высотные отметки (1,5–3,0 м абс.) приурочены к прирусловым валам и остаткам береговых валов. Гидрографическая сеть района включает рукава, ерики, межлиманные протоки, гирла и антропогенные каналы, прокопы и водоемы (пруды). Лиманы постепенно заносятся речными наносами и уменьшают свою площадь.

На территории прикубанских плавней среди плоской аллювиальной равнины (относительные превышения от 0 до 8 м) выделяются структурно обусловленные повышенные формы рельефа (увалы) с абсолютными высотами от 20 до 150 м. Это – горы Мыска, Андреевская, Гнилая, Ахтарское плато и другие, приуроченные к брахиантиклинальным складкам и грязевым вулканам.

Этапы формирования дельты Кубани. Современные низовья Кубани оформились к концу неогена, когда обсохли обширные морские бассейны, и низменная равнина постепенно заполнялась аллювием кавказских рек. Депрессия Азовского моря оформилась в течение раннего – середины позднего плейстоцена и периодически заполнялась водами Понто-Каспийских бассейнов. В низовьях Кубани располагалась низменная аккумулятивная равнина, осложненная сетью водотоков. Погребенные русла палео-Кубани установлены в чаудинское время и в среднем плейстоцене [Бадюкова, 2002; Сафронов, 1967]. В районе Керченско-Таманской гряды во время поскарангатской регрессии существовала крупная antecedentная долина палео-Кубани, впадавшая в долину палео-Дона.

Эпоха образования современной дельты Кубани приходится на конец позднего плейстоцена – начало голоцена, когда глубокая поскарангатская регрессия сменилась новоэвксинской трансгрессией 22–9,5 тыс. л. н. [Балабанов, Измайлов, 1988; Измайлов, 2010; Измайлов с соавт., 1989; Каплин, Селиванов, 1999; Коротаев, 1991; Самойлов, 1952]. В это время на месте дельты Кубани накапливались субэральные бурые суглинки с серией погребенных почв и аллювиальные пески. На месте Азовского моря формировалась долина палео-Дона, а палео-Кубань впадала в Черное море в районе современных Бугазского и Витязевского лиманов (лагунов) [Гидрология дельты ..., 2010].

В голоцене, в ходе фландрской трансгрессии Мирового океана, часть дельты Кубани занимал залив, в южной части которого формировалась целая генерация береговых баров, образуя обширные лагуны. Уровень моря 3 тыс. и 1 тыс. л. н. был близким к современному (джеметинская и нимфейская стадии). Центральная и северная часть дельты выдвигалась в устьевую лагуну, перекрывая аллювием морские отложения. Заполнение устьевой лагуны происходило по двум направлениям – западному (рукав Кубань) и северному (ерик Ангелинский) от об-

щей узловой точки (вершины дельты) в районе ст. Марьинской. В дальнейшем, по мере заполнения лагуны и выдвигания этих дельтовых рукавов, происходит смещение вершины дельты вниз по течению и образование нового разветвления Кубани на рукава Старая Кубань и Протоку, которые продолжили заполнение акватории лагуны в западном и северо-восточном направлениях, обтекая с двух сторон Темрюкскую зону новейших поднятий.

Нижнее течение Дона территориально располагается в пределах Нижне-Донской низменной равнины, имеющей полого-увалистый овражно-балочный рельеф. Современная долина реки, врезанная в эту равнину на 70–80 м, террасирована и имеет широкую аллювиальную пойму, переходящую в районе устья Маныча в дельтовую позднеголоценовую аллювиально-морскую равнину. По данным инженерно-геологических изысканий Гидропроекта в 1947–1953 гг. [Геология Азовского моря, 1974; Горецкий, 1960] от вершины Таганрогского залива до устья Маныча под современными отложениями прослеживается эрозионный врез коренного ложа, выработанный рекой при низком положении уровня Азово-Черноморского бассейна во время поскарангатской регрессии (≈25 тыс. л. н.), когда уровень Черного моря упал до отметок –80 м БС и дно Азовского моря обсохло.

Геоморфология дельты Дона. По морфологическому строению дельту Дона разделяют на верхнюю (старую) и нижнюю (современную). *Древняя (позднеголоценовая, джеметинская) дельтовая пойма* распространена от устья Маныча до г. Ростов-на-Дону. Высотные отметки изменяются от 1–1,5 м в нижней части до 4–5 м на верхней границе. *Молодая (современная, нимфейская) дельтовая пойма* занимает приморскую часть аллювиально-дельтовой равнины от г. Ростов-на-Дону до морского края субэральной (наземной) дельты. Вершиной дельты является место ответвления от главного русла Дона рукава Мертвый Донец. Около Азова Дон вновь разветвляется на левый рукав – Старый Дон и правый – Большую Каланчу. В устье Старый Дон разделяется на три коротких протока: гирла Мериново, Песчаное (ныне судоходный канал) и Свиное. Рукав Большая Каланча около хутора Рогожкино ветвится на Большую Кутерьму (Переволока) и Мокрую Каланчу [Иванов с соавт., 2013].

Современная дельтовая пойма представлена несколькими десятками островов, густо изрезанных пологими понижениями сухих староречий. Рукава и протоки почти повсеместно имеют естественные прирусловые валы высотой до 1,5 м над меженным уровнем. Все острова имеют характерную блюдцеобразную форму и сложены средне- и мелкозернистыми песками. Русловая сеть этой части современной дельты состоит из проточных ветвящихся рукавов и «слепых» протоков с ериков.

Этапы формирования дельты Дона. Дельта Дона на всех этапах геологического развития представляла собой дельту заполнения долинного залива. Формирование дельты шло неравномерно, под-

чиняясь колебательным движениям уровня Азово-Черноморского бассейна. Так, очевидно, во время глубокой поскарангатской (антской) регрессии в позднем плейстоцене, когда уровень моря мог понижаться до отметок -80 м БС, устье Дона выдвигалось далеко за пределы Таганрогского залива. В голоцене, в ходе фландрской трансгрессии Мирового океана, Азово-Черноморский бассейн подвергался многократным, последовательно сменявшимся во времени, морским трансгрессиям (бугазской, витязевской, каламитской) и разделявшим их регрессиям, контролировавшим положение дельты в ингрессионном долинном заливе Пра-Дона.

На последнем трансгрессивно-регрессивном этапе развития Азово-Черноморского бассейна, охватившем последние 6 тыс. лет, формируется современный облик гидрографической сети Нижнего Дона. Во время новоазовской стадии джеметинской трансгрессии (5,9–2,6 тыс. л. н.), когда уровень моря достиг своего максимального стояния (около 2 м БС), морской край дельты Дона

располагался в районе устья Маныча. Последовавшая в I тыс. до н. э. фанагорийская регрессия, когда уровень моря упал на 5–6 м, привела к смещению морского края дельты в Таганрогский залив и формированию отложений старой дельтовой поймы.

В позднеголоценовое время, около 1 тыс. л. н. происходит последняя трансгрессия моря (нимфейская стадия), когда уровень был близок к современному, а устье Дона располагалось в районе г. Ростов-на-Дону. С этого момента начинается история формирования современного дельтового разветвления Дона с рукавами Мертвый Донец, Каланча, Кутерьма и Старый Дон.

Общая площадь голоценовой дельты Дона, верхняя граница которой совпадает с положением вершины джеметинского залива в районе устья Маныча и ст. Богаевской, составляет, по нашим подсчетам на основе топографической карты 1:100 000 масштаба, около 1600 км². Площадь современной дельты Дона с вершиной в районе ст. Нижнегниловской по космическому снимку 2017 г. равна 511,6 км².

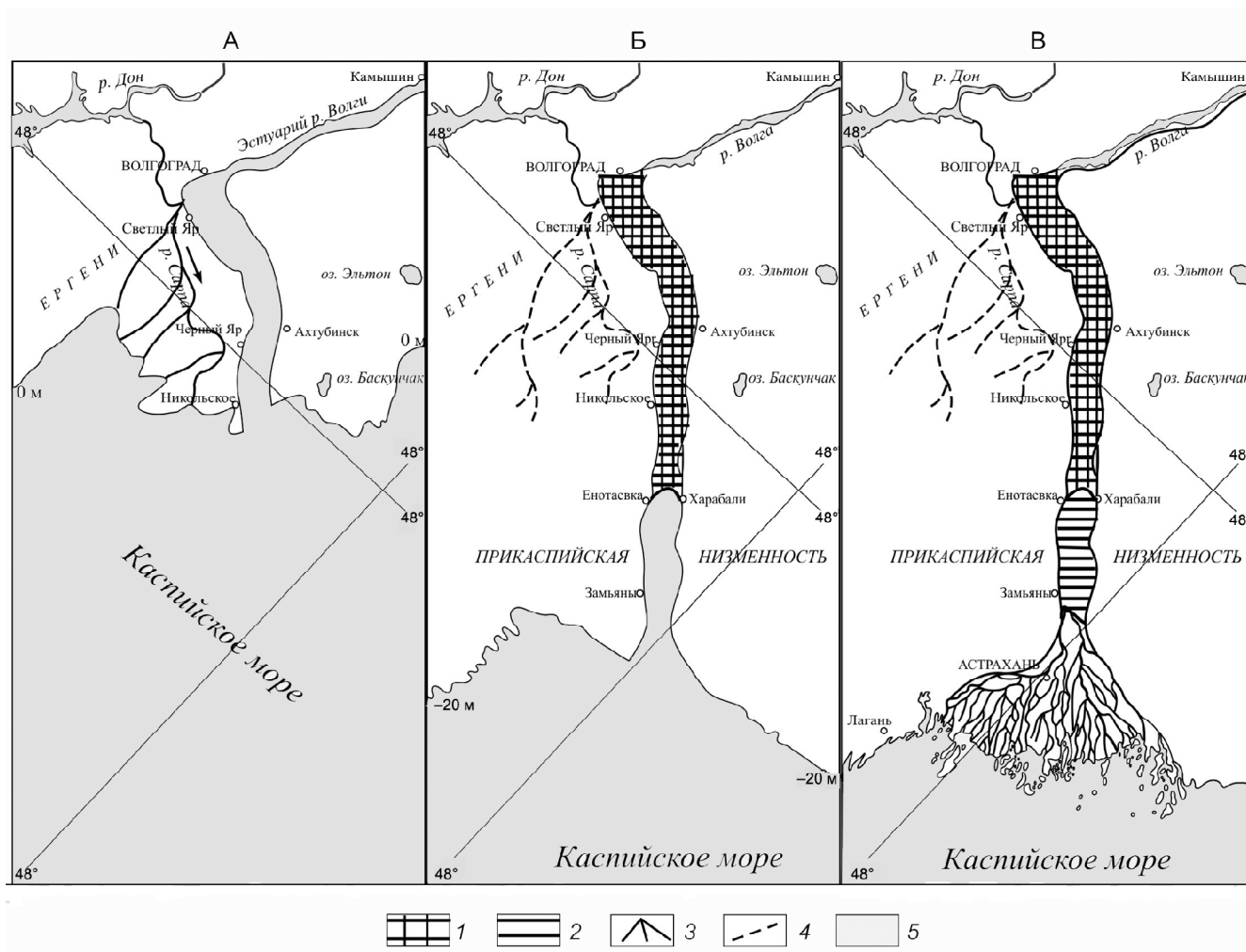


Рис. 1. Этапы формирования Волго-Ахтубинской поймы: А – махачкалинская стадия позднехвалынской трансгрессии, Б – туралинская стадия новокаспийской трансгрессии, В – современная стадия. Обозначения: 1 – ахтубинская пойма, 2 – харабалинская пойма, 3 – гидрографическая сеть, 4 – реликтовая система дельты Сарпы, 5 – акватория Каспийского моря

Fig. 1. Stages of Volga-Akhtuba floodplain formation: А – Makhachkala stage of the Late Khvalyn transgression, Б – Turali stage of the Novocaspian transgression, В – recent stage. 1 – Akhtuba flood-plain, 2 – Kharabaly flood-plain, 3 – hydrographical network, 4 – the Sarpa delta relic system, 5 – the Caspian Sea

Выводы

1. Механизм поэтапного заполнения долинного залива в устье Волги, по-видимому, был следующим (рис. 1): в регрессивную фазу море отступало за пределы залива, освобождая долину, где развивалась сеть речных рукавов, накапливался аллювий и формировалась пойма. Река следовала за отступающим уровнем, врезаясь в толщу лиманно-морских отложений и переоткладывая их уже в виде речного (руслового и пойменного) аллювия, образуя пойму. Врез русла Волги в период регрессий не превышал 20–25 м из-за очень отлогого устьевых взморья.

В период трансгрессивных фаз море распространялось вверх по долине Волги и образовывало ингрессионный залив. Пойменные отложения погребались под лиманно-морскими осадками или перемывались. В контактной зоне речных и морских вод (устьевой области реки) происходило формирование дельты выполнения и дельтовой поймы. Вследствие того, что почти каждая последующая трансгрессивная фаза была ниже предыдущей, верхний участок ранее сформированной поймы сохранялся, хотя и видоизменялся процессами дельтообразования в

трансгрессивную фазу. В последующие регрессивно-трансгрессивные стадии этот процесс повторялся, каждый раз наращивая пойму вниз по течению новыми участками палео-дельт, формируя аллювиально-дельтовую разновозрастную и морфологически разнообразную.

2. Формирование дельты Кубани в обширном и открытом заливе (впоследствии – в приустьевой лагуне), образованном в период послеледниковой подъема уровня Азово-Черноморского бассейна, происходило по следующей схеме (рис. 2): 1) затопление прибрежной низменной равнины и низовьев Кубани – размыв аллювиальных отложений и перекрытие их морскими илами; 2) образование сначала аллювиального конуса выноса на открытом взморье в период стабилизации уровня – затем пионерной многорукавной дельты выдвигения – и, наконец, малорукавной дельты выдвигения и сосредоточение стока в двух дельтовых рукавах; 3) появление блокирующей морской косы и превращение залива в устьевую лагуну; 4) заполнение устьевой лагуны речными отложениями – превращение прилегающей дельты выполнения в аллювиальную дельтовую рав-

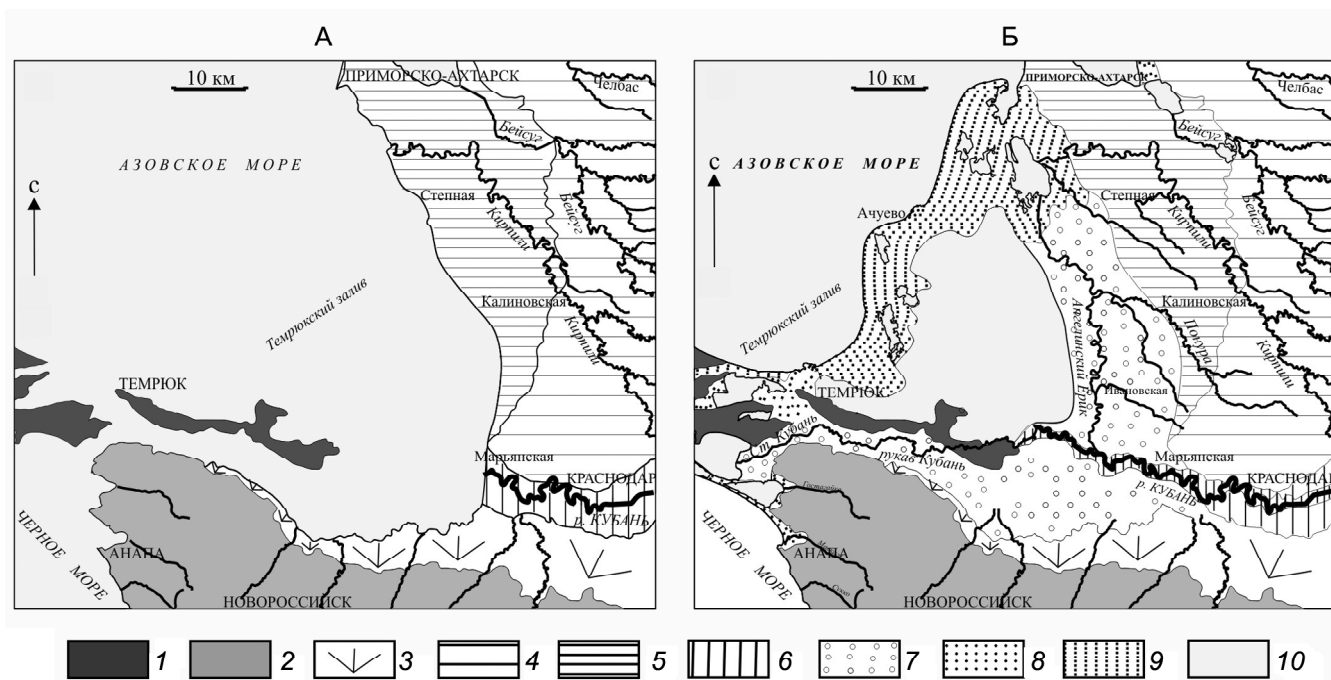


Рис. 2. Схема формирования пойм (палео-дельт) в низовье р. Кубань: А – каламитская трансгрессия, Б – фанагорийская регрессия. Обозначения: 1 – низкогорный эрозионно-денудационный рельеф северо-западного окончания Кавказского поднятия; 2 – холмисто-грядовый и полого-увалистый рельеф с грязевым вулканизмом Темрюкско-Курчанско-Анастасьевской гряды и Таманской равнины; 3 – эрозионно-аккумулятивный аллювиально-пролювиальный рельеф подгорных наклонных равнин; 4 – эрозионно-аккумулятивный долинно-балочный рельеф Прикубанской степной равнины; 5 – эрозионно-аккумулятивный рельеф пологонаклонный Приморской равнины; 6 – пойменно-русловой комплекс р. Кубани; 7 – аллювиально-дельтовая средне-позднеголоценовая равнина (древняя); 8 – аллювиально-дельтовая современная равнина (молодая); 9 – прибрежно-морская лагунно-лиманная позднеголоценовая и современная равнина (плавни); 10 – водные объекты

Fig. 2. Scheme of floodplain (paleo-deltas) formation in the lower reaches of the Kuban River: А – Kalamit transgression, Б – Fanagory regression. 1 – low-mountain erosion-denudation relief of the north-western edge of the Caucasus Mountains; 2 – knob-ridge and gently-oval relief with mud volcanism of the Temruk-Kurchansk-Anastasiev Ridge and the Taman Plain; 3 – erosion-accumulative alluvial-proluvial relief of piedmont inclined plains; 4 – erosion-accumulative valley-balka relief of the Kuban steppe plain; 5 – erosion-accumulative relief of gently-inclined Primorskaya Plain; 6 – flood-plain – river-channel complex of the Kuban River; 7 – alluvial-deltaic Middle Holocene plain (ancient); 8 – alluvial-deltaic modern plain (recent); 9 – coastal-marine lagoon-liman Late Holocene and modern plain (plavni); 10 – water objects

нину – сосредоточение стока в двух дельтовых рукавах, отмирание старой русловой сети и выход речного потока на морской край дельты за пределы морской блокирующей косы.

3. В устье Дона во время послеледниковой трансгрессии Азово-Черноморского бассейна происходило постепенное заполнение морскими водами речной долины и установление лиманного режи-

ма. Аллювиальные отложения предыдущей регрессивной фазы перемывались и перекрывались лиманно-дельтовыми осадками. В период стабилизации уровня приемного водоема долинный залив постепенно заполнялся речными отложениями, где формировались морфологически однообразная аллювиально-дельтовая равнина и современное дельтовое разветвление (рис. 3).

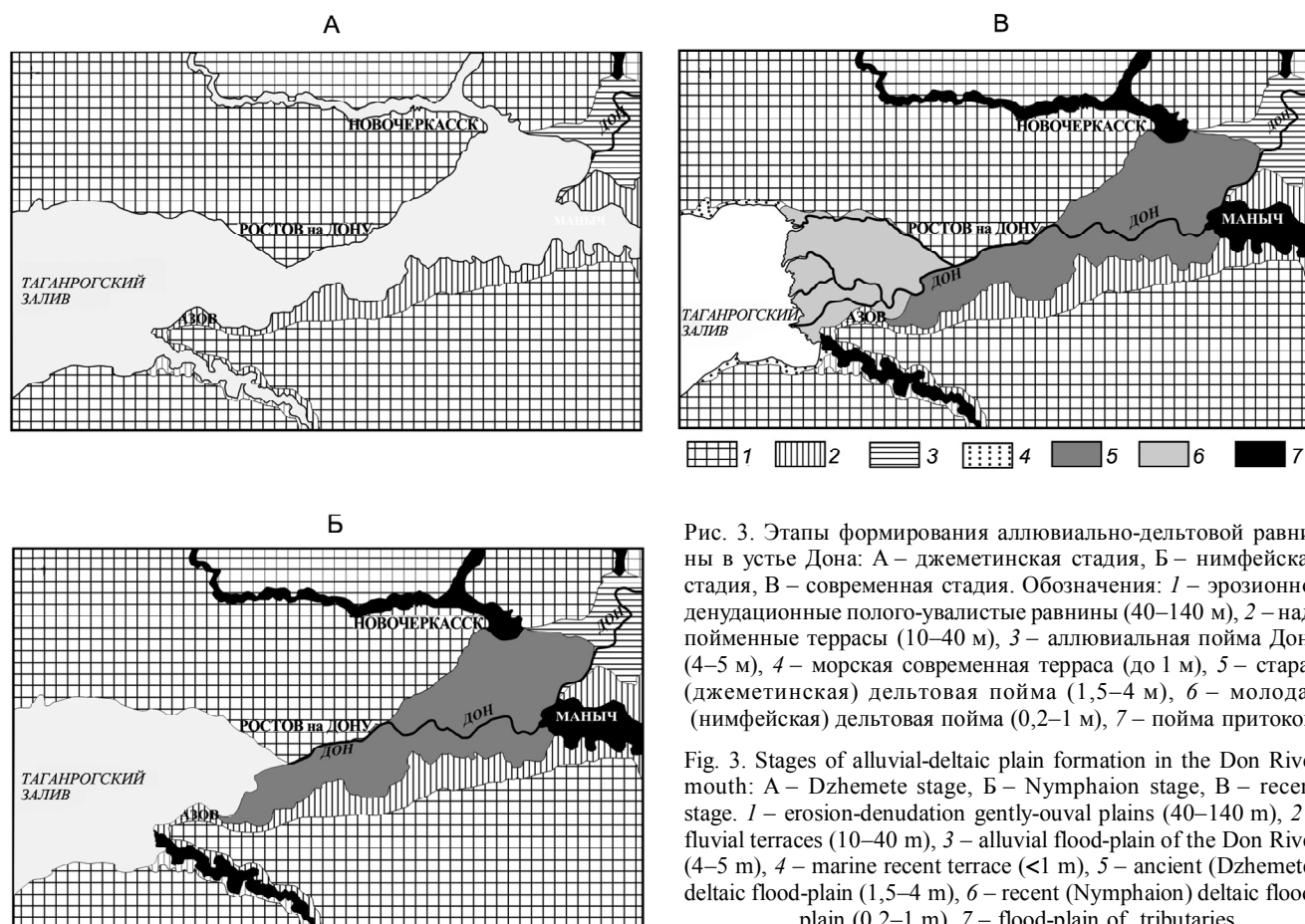


Рис. 3. Этапы формирования аллювиально-дельтовой равнины в устье Дона: А – джеметинская стадия, Б – нимфейская стадия, В – современная стадия. Обозначения: 1 – эрозионно-денудационные полого-увалистые равнины (40–140 м), 2 – надпойменные террасы (10–40 м), 3 – аллювиальная пойма Дона (4–5 м), 4 – морская современная терраса (до 1 м), 5 – старая (джеметинская) дельтовая пойма (1,5–4 м), 6 – молодая (нимфейская) дельтовая пойма (0,2–1 м), 7 – пойма притоков

Fig. 3. Stages of alluvial-deltaic plain formation in the Don River mouth: А – Dzhetmet stage, Б – Nymphaion stage, В – recent stage. 1 – erosion-denudation gently-oval plains (40–140 m), 2 – fluvial terraces (10–40 m), 3 – alluvial flood-plain of the Don River (4–5 m), 4 – marine recent terrace (<1 m), 5 – ancient (Dzhetmet) deltaic flood-plain (1,5–4 m), 6 – recent (Nymphaion) deltaic flood-plain (0,2–1 m), 7 – flood-plain of tributaries

Благодарности. Работа выполнена по плану НИР научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Макавеева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бадюкова Е.Н. Высокая карангатская лагунно-трансгрессивная терраса Таманского полуострова и северо-восточного побережья Азовского моря // Геоморфология. 2002. № 4. С. 61–70.
- Балабанов И.П., Измайлов Я.А. Изменение уровня и гидрохимического режима Черного и Азовского морей // Водные ресурсы. 1988. № 6. С. 54–62.
- Богучарсков В.Т., Иванов А.А. Дельта Кубани. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1979. 99 с.
- Геология Азовского моря. Киев: Наукова думка, 1974. 247 с.
- Гидрология дельты и устьевое взморье Кубани / Под ред. В.Н. Михайлова, Д.В. Магрицкого, А.А. Иванова. М.: ГЕОС, 2010. 728 с.
- Гидрология устьев рек Терека и Сулака / Под ред. А.Н. Косарева, В.Н. Михайлова. М.: Наука, 1993. 160 с.
- Горецкий Г.И. Аллювиальная летопись великого Пра-Днепра. М.: Наука, 1960. 491 с.
- Горецкий Г.И. Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. М.: Наука, 1966. 412 с.
- Иванов В.В., Коротаев В.Н., Пронин А.А., Римский-Корсаков Н.А., Чернов А.В. Геоморфология поймы и динамика русла нижнего Дона // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 5. С. 60–67.
- Измайлов Я.А. Позднеголоценовые морские береговые валы в дельте реки Кубани // Черноморский регион в условиях глобальных изменений климата: закономерности разви-

тия природной среды за последние 20 тыс. лет и прогноз на текущее столетие. М.: Географический ф-т МГУ, 2010. С. 71–78.

Измайлов Я.А., Арсланов Х.Ф., Тертычная Т.В., Чернов С.Б. Реконструкция и датирование голоценовых береговых линий моря в дельте Кубани (Восточное Азово-Черноморье) // Вестн. ЛГУ. 1989. Сер. 7. Вып. 3(21). С. 61–69.

Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1999. 299 с.

Коротаев В.Н. Геоморфология дельты Кубани // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Географический ф-т МГУ, 2012. Вып. 18. С. 302–313.

Коротаев В.Н. Геоморфология речных дельт. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 224 с.

Коротаев В.Н. Очерки по геоморфологии устьевых и береговых систем. М.: Географический ф-т МГУ, 2012. 540 с.

Коротаев В.Н., Чернов А.В. Морфология и динамика Волго-Ахтубинской поймы // Геоморфология. 2000. № 3. С. 61–69.

Коротаев В.Н., Чернов А.В. Формирование Волго-Ахтубинской поймы и палео-дельт р. Волги в позднем плейстоцене и голоцене // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. Вып. 13. С. 229–240.

Леонтьев О.К., Фотеева Н.И. Геоморфология и история развития северного побережья Каспийского моря. М.: Географический ф-т МГУ, 1965. 152 с.

Маккавеев Н.И. Особенности формирования русла в низовьях равнинных рек // Проблемы физической географии. 1951. Т. XVI. С. 49–78.

Михайлов В.Н., Рогов М.М., Макарова Т.А. и др. Динамика гидрографической сети неприливых устьев рек / Под ред. С.С. Байдина и В.Н. Михайлова. М.: Гидрометеоиздат, 1977. 294 с.

Михайлов В.Н., Рогов М.М., Чистяков А.А. Речные дельты (Гидролого-морфологические процессы). Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 280 с.

Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика / Под ред. Г.И. Рычагова и В.Н. Коротаева. М.: ГЕОС, 2002. 242 с.

Николаев В.А. Геологическая история, рельеф и аллювиальные отложения Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги // Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. С. 11–56.

Поротов А.В., Горлов Ю.В., Янина Т.А., Фуаш Э. Особенности развития черноморского побережья Таманского полуострова в позднем плейстоцене // Геоморфология. 2004. № 4. С. 63–77.

Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 268 с.

Рычагов Г.И. Уровенный режим Каспийского моря за последние 10 000 лет // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1993. № 2. С. 38–49.

Рычагов Г.И., Коротаев В.Н., Чернов А.В. История формирования палео-дельт Нижней Волги // Геоморфология. 2010. № 3. С. 73–81.

Самойлов И.В. Устья рек. М.: Географгиз, 1952. 526 с.

Сафронов И.Н. Палеогеоморфология Северного Кавказа. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1967. 218 с.

Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления / Под ред. профессора В.Н. Михайлова. М.: ГЕОС, 2013. 703 с.

Чередниченко Л.И. Рельеф и четвертичные отложения Западного Предкавказья. Краснодар: Изд-во Кубанского ун-та, 1979. 53 с.

Поступила в редакцию 17.04.2017

Принята к публикации 12.03.2018

V.N. Korotaev¹, A.V. Chernov²

FORMATION OF FLOODPLAINS IN THE LOWER REACHES OF LARGE PLAIN RIVERS UNDER BASE LEVEL FLUCTUATIONS

The palaeogeomorphological analysis lower of Volga, Don and Kuban rivers made it possible to reconstruct the mechanism of palaeo-deltas formation in valley bays and mouth lagoons. In the valley bays (Don and Volga rivers) stage-by-stage accumulation of alluvium, development of river arms network and formation of a deltaic flood-plain took place.

Transgression-regression character of the sea level fluctuation caused partial erosion and burial of deltaic sediments under liman-marine deposits during the rising sea level followed by the full-bay delta expansion in the period of sea level lowering.

In the mouth lagoon a few-arm full-lagoon delta was initially formed, and at the stage of the total fulfillment of mouth lagoon with river deposits a deltaic plain had formed, joining the marine bloc-shit. At the final stage of full-lagoon delta formation the arms went out to the open mouth offshore and protruding deltas were formed in their mouths.

Key words: delta, deltaic-plain, sea level fluctuation, stages of formation, Palaeogeomorphology.

Acknowledgements. The study was performed in line with research plans of the Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Fluvial Processes.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, the Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Fluvial Processes, Leading Scientific Researcher, D.Sc. in Geography, Senior Scientific Researcher; e-mail: vlaskor@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, the Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Fluvial Processes, Leading Scientific Researcher, D.Sc. in Geography, Associate Professor; e-mail: alexey.chernov@inbox.ru

REFERENCE

- Badukova E.N.* Vysokaja karangatskaja lagunno-transgressivnaja terrasa Tamanskogo poluostrova i severo-vostochnogo poberezh'ja Azovskogo morja [High Karangat lagoon-transgressive terrace of the Taman Peninsula and the north-east coast of the Azov Sea] // *J. Geomorphology*. 2002. № 4. P. 61–70 (in Russian).
- Balabanov I.P., Izmailov Y.A.* Izmenenie urovenno i gidrohimicheskogo rezhima Chernogo i Azovskogo morej [Changes of sea-level and hydrochemical regimes of the Black and Azov seas] // *J. Water Resources*. 1988. № 6. P. 54–62 (in Russian).
- Bogucharskov V.T., Ivanov A.A.* Del'ta Kubani [The Kuban River delta]. Rostov-na-Donu: Rostov University, 1979. 99 p. (in Russian).
- Cherednichenko L.I.* Rel'ef i chetvertichnye otlozhenija Zapadnogo Predkavkaz'ja [Relief and Quaternary deposits of the Eastern Ciscaucasia]. Krasnodar: Izd-vo Kubanskogo un-ta, 1979. 53 s. (in Russian).
- Geologija Azovskogo morja* [Geology of the Azov Sea]. Kiev: Naukova Dumka, 1974. 247 p. (in Russian).
- Gidrologija del'ty i ust'evogo vzmor'ja Kubani* [Hydrology of delta and nearshore mouth zone of the Kuban River] / Ed. by V.N. Mikhailov, D.V. Magritsky, A.A. Ivanov. Moscow: GEOS, 2010. 728 p. (in Russian).
- Gidrologija ust'ev rek Tereka i Sulaka* [Hydrology of mouths of the Terek and Sulak rivers] / Ed. by A.N. Kosarev, V.N. Mikhailov. Moscow: Nauka, 1993. 160 p. (in Russian).
- Goretsky G.I.* Alljuvial'naja letopis' velikogo Pra-Dnepra [Alluvial annals of the Great Pra-Dnieper River]. Moscow: Nauka, 1960. 491 p. (in Russian).
- Goretsky G.I.* Formirovanie doliny r. Volgi v rannem i srednem antropogene [Formation of the Volga River valley in the Early and Middle Anthropogen]. Moscow: Nauka, 1966. 412 p. (in Russian).
- Ivanov V.V., Korotavev V.N., Pronin A.A., Rimsky-Korsakov N.A., Chernov A.V.* Geomorfologija pojmy i dinamika rusla nizhnego Dona [Geomorphology of the floodplain and dynamics of the channel of the Lower Don River] // *Vestnik MSU. Ser. Geography*. 2013. № 5. P. 60–67 (in Russian).
- Izmailov Y.A.* Pozdneholotsenovyje morskije beregovye valy v del'te reki Kubani [Late Holocene marine offshore bars in the Kuban River delta] // *Chernomorskij region v uslovijah global'nyh izmenenij klimata: zakonomernosti razvitiya prirodnoj sredy za poslednie 20 tys. let i prognoz na tekushee stoletie*. Moscow: Publ. by Faculty of Geography of Lomonosov State University. 2010. P. 71–78 (in Russian).
- Izmailov Y.A., Arslanov H.F., Tertychnaya T.V., Chernov S.B.* Rekonstruktsija i datirovanie golotsenovyh beregovykh linij morja v del'te Kubani (Vostochnoe Azovo-Chernomor'e) [Reconstruction and dating of Holocene shoreline in the Kuban River delta (Eastern Azov-Black Sea region)] // *Vestnik LSU. Ser. 7. V. 3(21). Geography*. 1989. P. 61–69 (in Russian).
- Kaplin P.A., Selivanov A.O.* Izmenenija urovnja morej Rossii i razvitie beregov: proshloe, nastojashee i budushee [Sea-level changes in Russia and evolution of coasts: past, present and future]. Moscow: GEOS, 1999. 299 p. (in Russian).
- Korotaev V.N.* Geomorfologija del'ty Kubani [Geomorphology of the Kuban River delta] // *J. Erosion Soil and Channel Processes*. Moscow: Department Geography MSU. 2012. V. 18. P. 302–313 (in Russian).
- Korotaev V.N.* Geomorfologija rechnyh del't [Geomorphology of river deltas]. Moscow: Publ. by Lomonosov State University, 1991. 224 p. (in Russian).
- Korotaev V.N.* Ocherki po geomorfologii ust'evykh i beregovykh sistem [Essays in geomorphology of river mouth and coastal systems]. Moscow: Publ. by Faculty of Geography of Lomonosov State University. 2012. 540 p. (in Russian).
- Korotaev V.N., Chernov A.V.* Formirovanie Volgo-Ahtubinskoj pojmy i paleo-del't r. Volgi v pozdnem plejstotsene i golotsene [Formation of Volga-Akhtuba floodplain and paleo-deltas of the Volga River in Late Pleistocene and Holocene] // *J. Erosion Soil and Channel Processes*. Moscow: Department Geography MSU. 2001. V. 13. P. 229–240 (in Russian).
- Korotaev V.N., Chernov A.V.* Morfologija i dinamika Volgo-Ahtubinskoj pojmy [Morphology and dynamics of Volga-Akhtuba floodplain] // *J. Geomorphology*. 2000. № 3. P. 61–69 (in Russian).
- Leontiev O.K., Foteeva N.I.* Geomorfologija i istorija razvitiya severnogo poberezh'ja Kaspijskogo morja [Geomorphology and history of evolution of the north coast of the Caspian Sea]. Moscow: Department Geography MSU, 1965. 152 p. (in Russian).
- Makaveev N.I.* Osobennosti formirovanija rusla v nizov'jah ravninnykh rek // *Problemy fizicheskoy geografii* [Specific features of channel formation in lower reaches of plain rivers] // *J. Problems of Physical Geography*. 1951. V. XVI. P. 49–78 (in Russian).
- Mikhailov V.N., Rogov M.M., Chistyakov A.A.* Rechnye del'ty (Gidrologo-morfologicheskie protsessy) [River deltas (hydrological-morphological processes)]. Leningrad: Publ. by Hydrometeoizdat, 1986. 280 p. (in Russian).
- Mikhailov V.N., Rogov M.M., Makarova T.A. et al.* Dinamika gidrograficheskoy seti neprilivnykh ust'ev rek [Dynamics of hydrographical networks of non-tidal river mouths] / Ed. by S.S. Baidin and V.N. Mikhailov. Moscow: Publ. by Hydrometeoizdat, 1977. 294 p. (in Russian).
- Nikolaev V.A.* Geologicheskaja istorija, rel'ef i alljuvial'nye otlozhenija Volgo-Ahtubinskoj doliny i del'ty Volgi [Geological history, relief and alluvial sediments of Volga-Akhtuba valley and the Volga River delta] // *Nature and rural agriculture of Volga-Akhtubavalley and Delta Volga River*. Moscow: Publ. by Lomonosov State University, 1962. P. 11–56 (in Russian).
- Nizhnaja Volga: geomorfologija, paleogeografija i ruslovanija morfodinamika* [Lower Volga River: geomorphology, palaeogeography and channel morphodynamics] / Ed. by G.I. Rychagov and V.N. Korotaev. Moscow: GEOS, 2002. 242 p. (in Russian).
- Porotov A.V., Gorlov Y.V., Yanina T.A., Fuash E.* Osobennosti razvitiya chernomorskogo poberezh'ja Tamanskogo poluostrova v pozdnem plejstotsene [Specific features of evolution of the Taman Peninsula coast of the Black Sea in Late Pleistocene] // *J. Geomorphology*. 2004. № 4. P. 63–77 (in Russian).
- Rychagov G.I.* Plejstotsenovaja istorija Kaspijskogo morja [Pleistocene history of the Caspian Sea]. Moscow: MSU, 1997. 268 p. (in Russian).
- Rychagov G.I.* Urovennyj rezhim Kaspijskogo morja zha poslednie 10 000 let [Level regime of the Caspian Sea during recent 10 000 years] // *Vestnik MSU. Ser. 5. Geography*. 1993. № 2. P. 38–49 (in Russian).
- Rychagov G.I., Korotaev V.N., Chernov A.V.* Istoriya formirovanija paleo-del't Nizhnej Volgi [History of formation of palaeo-deltas of the Lower Volga River] // *J. Geomorphology*. 2010. № 3. P. 73–81 (in Russian).
- Safronov I.N.* Paleogeomorfologija Severnogo Kavkaza [Palaeogeomorphology of the Northern Caucasus]. Rostov-Don: Rostov State University, 1967. 218 p. (in Russian).
- Samoilov I.V.* Ust'ja rek [River mouths]. Moscow: Publ. by Geographgiz, 1952. 526 p. (in Russian).
- Ust'ja rek Kaspijskogo regiona: istorija formirovanija, sovremennye gidrologo-morfologicheskie protsessy i opasnye gidrologicheskie javlenija* [River mouths in the Caspian Sea region: history of formation, modern hydrological-morphological processes and hydrological hazards] / Pod red. professora V.N. Mihajlova. M.: GEOS, 2013. 703 s. (in Russian).

Received 17.04.2017

Accepted 12.03.2018

УДК 556.546

А.М. Алабян¹, Е.Д. Панченко², А.А. Алексеева³

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ВОД В ПРИЛИВНЫХ УСТЬЯХ МАЛЫХ РЕК БАССЕЙНА БЕЛОГО МОРЯ

Использование новейшего гидрометрического и геодезического оборудования при выполнении полевых работ в мезоприливных устьях малых рек Кянда и Тамица, впадающих в Онежскую губу Белого моря, позволило исследовать особенности распространения приливных волн вверх по руслам рек и динамики реверсивных течений. Исследованы вариации гидравлических характеристик в течение приливного цикла в рамках одномерной схематизации речного потока. Отмечено парадоксальное гидродинамическое явление – отрицательная турбулентная вязкость, природа которого исследована в связи с механизмом диссипации энергии в турбулентных потоках на фоне циклических колебаний уровня воды и реверсивных течений в приливных устьях.

Ключевые слова: мезоприливая устьевая область, Кянда, Тамица, приливный цикл, реверсивное течение, отрицательная турбулентная вязкость, гидравлическое сопротивление.

Введение. Устья рек бассейна Белого моря являются уникальными водными объектами, для которых характерно весьма разнообразное проявление гидрологических и гидродинамических факторов как морского, так и речного генезиса. Многообразие морфологических типов устьевых областей рек, впадающих в Белое море (от эстуариев до многоорукавных дельт), а также диапазон изменения параметров речного стока и величины прилива в разных частях морского побережья позволяют рассматривать Беломорский бассейн как уникальный природный полигон для гидродинамических исследований.

В то время как морфология, гидрологический режим и гидродинамические особенности устьев крупных рек Беломорского бассейна – Северной Двины, Онеги и Мезени – исследованы достаточно детально, устьевым областям многочисленных малых рек уделялось значительно меньше внимания. Однако в последние годы в связи с возрастающим интересом к вопросам ресурсного, транспортного и рекреационного потенциала Российской Арктики в исследовании устьев малых северных рек, являющихся своеобразными «калитками в материк» с Северного морского пути, начался новый этап. Появление принципиально нового гидрометрического и геодезического оборудования, такого как акустико-доплеровские измерители течений, автономные регистраторы уровня воды и дифференциальные системы спутникового позиционирования, позволили выполнять гидрологические исследования со значительно большей полнотой и детальностью. В приливных устьях, где изменение уровней воды, направления и скорости течения происходят очень быстро, изучение некоторых аспектов гидродинамики потока традиционными методами (с использовани-

ем гидрометрических вертушек и геометрического нивелирования) ранее было в принципе невозможно.

В августе 2016 г. в ходе полевых работ в устьевых областях малых рек Кянда и Тамица, впадающих в Онежский залив Белого моря, была выполнена серия гидрометрических измерений, направленных на получение натурных данных для калибровки и верификации гидродинамических моделей, в частности для исследования изменений гидравлических параметров речного потока в течение приливного цикла [Мискевич с соавт., 2018]. В ходе измерения параметров реверсивных течений был зарегистрирован редкий гидродинамический феномен – отрицательная турбулентная вязкость [Алабян, Панченко, 2017], это явление ранее было теоретически предвидено [Форхгеймер, 1935; Lorenz, 1953; Старр, 1971], но в натурных условиях практически не изучалось.

Ранее группа исследователей из Института водных проблем АН СССР опубликовала результаты аналогичных гидрометрических измерений в приливном устье р. Онеги при ледоставе [Дебольский, Зырянов, Мордасов, 1984]. Анализ изменения формы эпюры вертикального распределения скорости потока в течение приливного цикла показал, что некоторые его черты могут быть объяснены только в случае допущения отрицательных значений коэффициента турбулентного обмена (равного произведению турбулентной вязкости на плотность жидкости).

Принимая во внимание, что турбулентная вязкость является главным фактором, определяющим гидравлическое сопротивление турбулентных потоков [Великанов, 1954; Фидман, 1991], допущение ее отрицательных значений приводит к допущению «отрицательного гидравлического сопротивления», что

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, доцент, канд. геогр. н., e-mail: andrei_alabyan@mail.ru

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, магистрант, e-mail: panchenko.zhe@yandex.ru

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, магистрант, e-mail: anna-artemovna@yandex.ru

на первый взгляд противоречит не только основным принципам термодинамики, но и просто здравому смыслу. Однако, как писал А.С. Монин в предисловии к русскому изданию книги профессора метеорологии Массачусетского технического университета В. Старра «Физика явлений с отрицательной вязкостью» [1972, с. 5]: «Действительно, вводимые в молекулярной физике коэффициенты вязкости ..., характеризующие физические свойства жидкостей и газов, всегда положительны, и это имеет глубокое обоснование в термодинамике необратимых процессов. Поэтому было нетрудно привыкнуть к предположению, что коэффициенты турбулентной вязкости ..., вводимые в полуэмпирические теории турбулентности по аналогии с молекулярной физикой, также всегда положительны, хотя такое предположение уже не имеет термодинамического обоснования, и, как оказалось, в ряде случаев просто неправильно».

Природа «отрицательной турбулентной вязкости» или «отрицательного гидравлического сопротивления» может быть объяснена с точки зрения современных представлений о механизме диссипации кинетической энергии в турбулентных потоках («каскад Колмогорова»). Энергия осредненного течения передается крупномасштабным турбулентным образованиям, от них к все более мелким вихрям, а при достижении субмолекулярных размеров вихрей кинетическая энергия переходит в тепловую. Если существенная часть энергии турбулентных пульсаций не переходит в тепло, а возвращается осредненному течению (а с теоретической точки зрения «противопоказаний» этому процессу нет [Монин, Яглом, 1965; Фидман, 1991]), то гидравлическое сопротивление может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Например, если энергия пульсаций переходит в тепло и возвращается осредненному течению в равных долях – то гидравлическое сопротивление исчезает, а если возврат превосходит диссипацию (то есть происходит «контрдиссипация» энергии поступательного движения), то оно становится отрицательным. В этом случае вместо потери энергии осредненным движением происходит его подпитка энергией пульсаций, в результате чего скорость течения увеличивается.

Полученные в ходе полевых работ в мезоприливных устьевых областях рек Кянда и Тамица гидрометрические данные дают основание полагать, что отрицательное гидравлическое сопротивление в некоторые фазы приливного цикла может иметь место, причем его появление не носит характер случайных выбросов, а соответствует вполне устойчивым временным промежуткам.

Математическая основа анализа. Для расчетов неустановившегося движения воды в реках в рамках одномерной модели (параметры потока осреднены по его поперечному сечению) используется система уравнений Сен-Венана, в начале прошлого века называемых также уравнениями Буссинеска [Христианович, 1938]. Эта гиперболическая система дифференциальных уравнений в частных произ-

водных состоит из уравнения движения (1) и уравнения неразрывности (2):

$$\frac{\alpha_0}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\alpha u}{gt} \frac{\partial u}{\partial x} = I - I_{mp}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial(u\omega)}{\partial x} + \frac{\partial\omega}{\partial t} = 0, \quad (2)$$

где x – координата по оси, направленной по течению, I – «геометрический» уклон водной поверхности (принимается положительным при понижении водной поверхности в направлении оси x , соответствующем «нормальному» течению из реки в море), g – ускорение свободного падения, ω – площадь поперечного сечения потока, u – средняя скорость течения, t – время, α – коэффициент Кориолиса (корректив кинетической энергии), α_0 – коэффициент Буссинеска (корректив количества движения).

Члены правой части уравнения движения (1) принято называть инерционными или конвективными:

$i_{vt} = \frac{\alpha_0}{g} \frac{\partial u}{\partial t}$ характеризует локальное ускорение,

$i_{vx} = \frac{\alpha u}{g} \frac{\partial u}{\partial x}$ – конвективное ускорение. Их сумма

обуславливает разницу между геометрическим уклоном I и уклоном трения I_{mp} («фрикционным членом»), который обычно выражается через скорость течения, гидравлический радиус русла R (приблизительно равный его средней глубине) и его гидравлическое сопротивление, выражаемое через коэффициенты Шези C , Маннинга n или Дарси-Вейсбаха λ :

$$i_{mp} = \frac{u^2}{C^2 R} = \frac{n^2 u^2}{R^{\frac{4}{3}}} = \frac{\lambda u^2}{8gR} \quad (3)$$

При расчетах неустановившегося движения в реках и неприливых устьях инерционными членами уравнения (3) вполне справедливо пренебрегают, так как они обычно оказываются на несколько порядков меньше уклона трения [Михайлов, 1970], который в конечном счете и определяет значение геометрического уклона водной поверхности (сила тяжести уравновешивается силой трения). Неустановившийся характер течения в половодья и паводки в этом случае учитывается лишь уравнением (2), и система Сен-Венана может быть преобразована к уравнению кинематической волны [Кучмент, Демидов, Мотовилов, 1983].

В приливых устьях рек такое допущение невозможно из-за значительно более динамичного неустановившегося характера течений и значимости инерционных эффектов. Кроме того, когда водная масса периодически перемещается в направлении, противоположном оси x , а скорость течения и геометрический уклон могут принимать отрицательные значения, фрикционный член записывается в виде

$$I_{mp} = \frac{u|u|}{C^2 R} = \frac{n^2 u|u|}{R^{\frac{4}{3}}} = \frac{\lambda u|u|}{8gR}, \quad (4)$$

чтобы обеспечить направление действия силы гидравлического трения в сторону, противоположную направлению течения [Михайлов, 1970; Savenije, 2012] (иными словами, чтобы уклон трения $I_{тр}$ имел бы тот же знак, что и скорость u).

В некоторых случаях (обычно для крупных устьевых областей) в уравнение движения могут быть добавлены члены, отражающие влияние силы Кориолиса, горизонтального градиента атмосферного давления, различной плотности речной и морской воды, влияние ветра. Однако для мезоприливных устьев малых рек их значения пренебрежимо малы по сравнению с инерционными членами уравнения (1) и уклоном трения.

В обычных реках значения коррективов скорости α и α_0 мало отличаются от единицы и при записи уравнения (1) ими зачастую пренебрегают, однако в приливных устьях, особенно при наличии реверсивных течений, они могут иметь существенно большее значение при расчете инерционных членов [Полонский, Горелиц, 1985].

Объект и методика исследований. Все величины, входящие в уравнение движения (1), кроме уклона трения, могут быть рассчитаны на основании непосредственных полевых измерений скоростного поля потока и уровней воды, а фрикционный член определяется как разность между геометрическим уклоном и инерционными членами. Исходя из полученного таким путем значения уклона трения, гидравлическое сопротивление рассчитывается по формуле (4). При этом следует иметь в виду, что при отрицательном гидравлическом сопротив-

лении (в случае контрдиссипации кинетической энергии) для его характеристики может быть использован только параметр Дарси-Вейсбаха λ , отрицательные значения которого имеют физический смысл (в отличие от коэффициентов Шези и Маннинга, которые в формуле (4) фигурируют в квадрате).

Оценка значимости членов уравнения неустановившегося движения и параметров гидравлического сопротивления, а также их вариация в течение приливного цикла была выполнена на основании результатов полевых исследований, проведенных в августе 2016 г. в устьевых областях малых рек Кянда и Тамица.

Кянда впадает в Кяндский залив, расположенный в юго-восточной части Онежской губы Белого моря (рис. 1, А), устье реки подвержено воздействию полусуточных приливов величиной 2–2,5 м. На устьевом участке протяженностью около 9 км русло свободно меандрирует, имеет плавный продольный профиль дна. Поперечный профиль русла корытообразный, с глубинами в межень на отливе 0,2–0,3 м на перекатах и 1,5–2 м на плесах. Ширина русла обычно составляет 30–40 м, постепенно увеличиваясь в направлении моря и достигая 100–120 м в районе устьевого створа во время прилива. Вода Кяндского залива имеет соленость около 20‰ и проникает в прилив вверх по руслу на расстояние 5–6 км от устьевого створа.

Тамица впадает в Онежскую губу в 15 км южнее Кяндского залива, ее устье (рис. 1, Б) подвержено воздействию таких же приливов, как и устье Кянды, однако ввиду особенностей морфологии

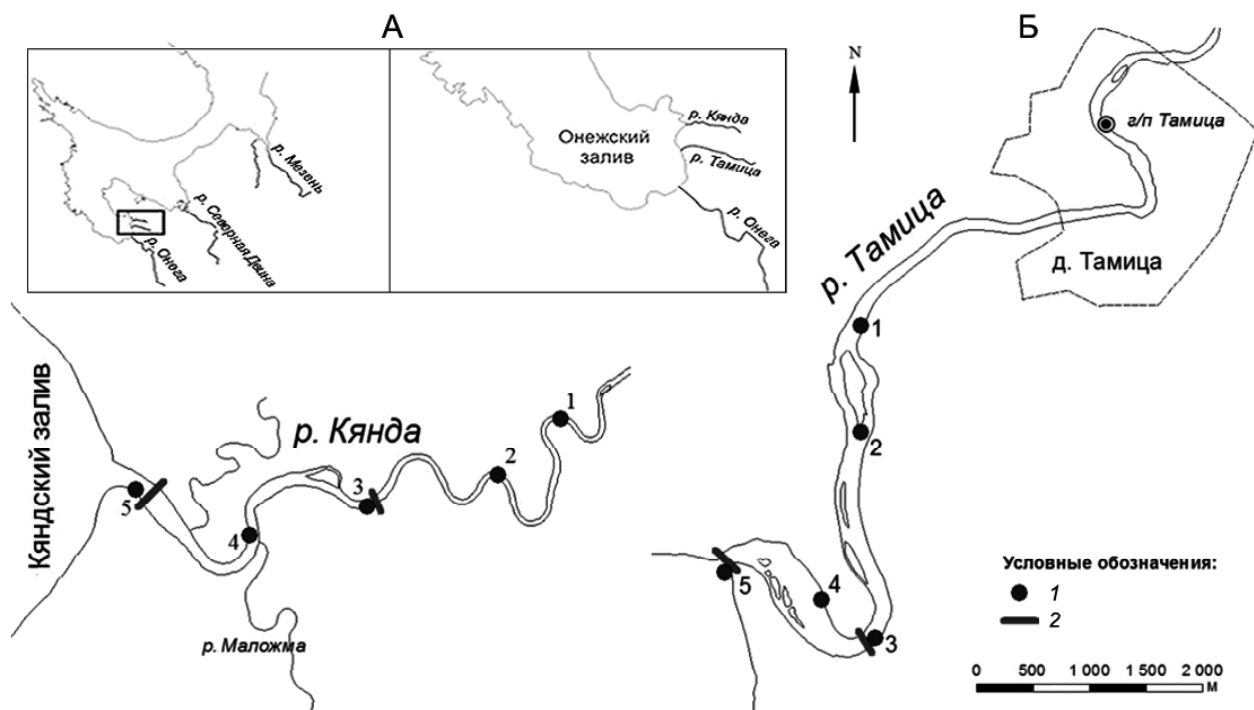


Рис. 1. Схема устьевых участков рек Кянда (А) и Тамица (Б). Обозначения: 1 – места расположения логгеров и их номера, 2 – гидрометрические створы

Fig. 1. Estuaries of the Kyanda (A) and Tamitsa (B) rivers: 1 – location of loggers and their numbers, 2 – discharge sections

взморья и конфигурации устьевых створов в русло реки морская вода проникает лишь эпизодически. Длина устьевых участков реки составляет около 2 км, он состоит из крутой излучины, относительно прямолинейного участка и разветвления, выше которого приливные колебания практически не прослеживаются. Ширина русла на большей части устьевых участков составляет около 50–70 м, увеличивается до 180–190 м в разветвлении, а также в нижнем крыле излучины, вновь сужаясь к устьевому створу до 40–45 м.

Реки близки по гидрологическому режиму и водоносности, площадь водосбора Кянды составляет 510 км², Тамицы – 465 км². На Тамице в 4,5 км выше устьевых створов в одноименной деревне расположен гидрологический пост. Приливные колебания уровня воды до него не доходят, норма стока составляет 8,5 м³/с, максимальный расход весеннего половодья достигает 190 м³/с.

В ходе полевых работ 4 августа на Кянде и 12 августа 2016 г. на Тамице было выполнено исследование распространения приливной волны по устьевым участкам. Для этого на различном удалении от устьевых створов были установлены пять автономных записывающих устройств («логгеры» фирм Solinst и Keller), запрограммированных на ре-

гистрацию уровней воды каждые пять минут. Для приведения данных об уровнях к единой системе высот производился учет колебаний атмосферного давления и планово-высотная привязка логгеров с использованием дифференциальной системы спутникового позиционирования, состоящей из приемников Trimble 5700, Javad Triumph-VS и Javad Triumph-1.

В нижних частях устьевых участков (у логгеров 3 и 5) в течение приливного цикла были выполнены синхронные измерения расходов воды акустическими доплеровскими профилографами типа RiverRay фирмы TeledyneRD-instruments. Длина исследуемых участков составила 2,8 км на Кянде и 0,75 км на Тамице. Измерения расхода воды производились через 30 минут, а при приближении экстремумов уровней и расходов – через 15 минут. Каждое измерение включало в себя два последовательных прохождения створа от одного берега до другого и обратно. Расчет расходов воды и средних скоростей течения выполнялся непосредственно в ходе измерений с использованием программы WinRiver II.

Расчет геометрического уклона водной поверхности на исследуемых участках проводился по данным логгеров 3 и 5, а информация с логгеров 1, 2 и 4 использовалась для контроля и анализа. Расчет конвективных членов уравнения движения (1) выполнялся по центральной разностной схеме с осреднением по времени и по длине участков. Значение морфометрических характеристик русла определялось как среднее арифметическое их значений на границах участка и относилось к моменту времени, среднему между измерениями.

Результаты измерений. Приливная волна, приходящая из акватории Белого моря к устью Кянды, при движении по отмелому устьевому взморью значительно трансформируется, теряя изначально синусоидальную форму и становясь асимметричной с более коротким периодом роста уровня воды и продолжительной фазой отлива. 4 августа (в сизигию) величина прилива в устьевом створе Кянды (логгер 5) составила 2,12 м, а на расстоянии 6,4 км (логгер 1) – 1,89 м (рис. 2, А), то есть здесь не произошло существенного уменьшения высоты приливной волны. Однако произошла дальнейшая трансформация ее формы: время роста уровня в устьевом створе составило 4 часа 5 минут, время падения – 8 часов 20 минут, а для логгера 1 в 6,4 км выше – 2 часа 45 минут и 9 часов 40 минут соответственно.

К устьевому створу Тамицы приливная волна подходит имея практически симметричную форму, однако затухание волны при движении по взморью и вверх по руслу Тамицы в силу геоморфологических особен-

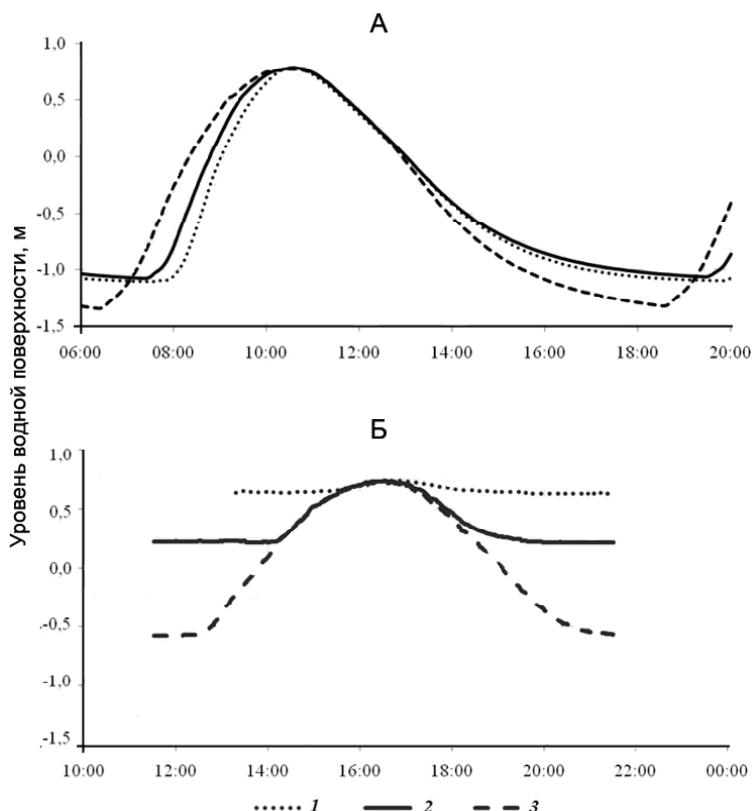


Рис. 2. Изменения уровня водной поверхности в устьевой области р.Кянды за приливный цикл 4.08.2016 г. (А) и р.Тамицы за приливный цикл 12.08.2016 г. (Б). Обозначения: 1 – логгер 1; 2 – логгер 3; 3 – логгер 5

Fig. 2. Water level oscillations along estuaries of the Kyanda River during the tide of 4.08.2016 (А) and the Tamitsa River during the tide of 12.08.2016 (Б). 1 – logger 1, 2 – logger 3, 3 – logger 5

ностей ее устьевой области (в первую очередь из-за большего уклона дна и обилия перекатов) происходит значительно интенсивнее (рис. 2, Б). Имея 12 августа на морском крае величину 2,0 м, приливная волна вошла в устьевой створ (логгер 5), имея высоту лишь 1,3 м, у верхнего створа расчетного участка в вершине излучины (логгер 3) – 0,5 м, а выше разветвления, на расстоянии 3,3 км от устьевом створа (логгер 1) – менее 0,1 м.

Характер трансформации приливной волны при ее продвижении вверх по руслу Кянды и Тамицы существенно различается: если на Кянде преобладает изменение соотношений времени прилива и отлива, то на Тамице при сохранении формы волны, близкой к симметричной, происходит уменьшение времени проявления приливных колебаний уровня. Причиной этого является существенное различие в уклонах водной поверхности на устьевых участках рек в момент, когда влияние морского фактора не прослеживается – около 1‰ для Тамицы и 0,1‰ для Кянды. По той же причине скорость распространения волны прилива в устьях исследуемых рек также существенно различается, она составила на Кянде 3 км/ч, на Тамице – 0,5 км/ч.

Характерной особенностью движения волны по руслу как Кянды, так и Тамицы является практически одновременное наступление максимумов уровня воды во всех створах (рис. 2). При этом, если в устье Кянды при прохождении волны прилива области с обратным уклоном водной поверхности выражены четко (рис. 3), то в устье Тамицы в прилив водная поверхность приближается к горизонтальной за счет постепенного уменьшения уклонов на перекатах. Заслуживает внимания тот факт, что отлив на всем протяжении устьевых участков обеих рек начинается практически одновременно, и в первые 2,5–3 часа происходит при почти горизонтальной водной поверхности.

Расход воды в устьевом створе Кянды в течение приливного цикла изменялся в диапазоне от «минус» 136 м³/с (отрицательные значения расхода воды соответствуют движению воды вверх по руслу в прилив) до «плюс» 85 м³/с. Смена направления движения потока и знака соответствующего расхода воды произошла примерно через два часа после начала приливного подъема уровня (рис. 4, А). Максимальная отрицательная скорость течения составила 0,62 м/с и наблюдалась на час раньше экстремума расхода воды, а следующий после этого максимум уров-

ня воды наступил еще через полтора часа. Временной ход расходов и скоростей течения воды в отлив в верхнем створе исследуемого участка р. Кянды (у логгера 3) был аналогичен описанному выше изменению гидрологических характеристик в устьевом створе. Максимальный приливный расход воды составил там «минус» 55 м³/с, максимальный расход воды на отливе был равен 34 м³/с, при этом стоковый речной расход воды составлял 5 м³/с. Смена направления течения реки наблюдалась на полчаса позже, чем в устьевом створе, а максимальный отрицательный расход воды в верхнем и устьевом створе был зафиксирован практически одновременно.

В устьевом створе р. Тамицы диапазон изменения расходов воды значительно меньше, чем в устье Кянды. При этом максимальный отливный расход, составивший 25 м³/с, превосходил приливный расход, равный «минус» 17 м³/с при стоковом расходе 8 м³/с. Кроме того, в отличие от устья р. Кянды, здесь на-

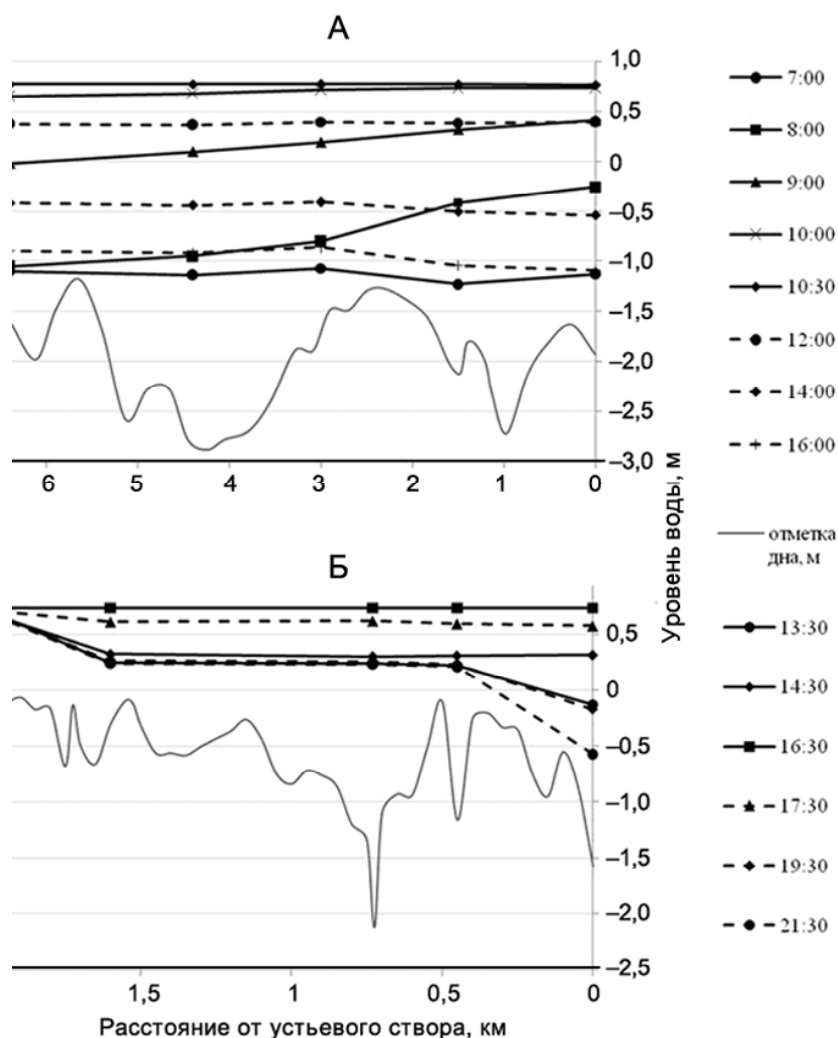


Рис. 3. Трансформация продольного профиля водной поверхности на устьевом участке р. Кянды в ходе приливного цикла 4.08.2016 г. (А) и р. Тамицы в ходе приливного цикла 12.08.2016 г. (Б)

Fig. 3. Transformation of water surface longitudinal profile of the Kyanda River estuary during the tide of 4.08.2016 (А) and the Tamitsa River estuary during the tide of 12.08.2016 (Б)

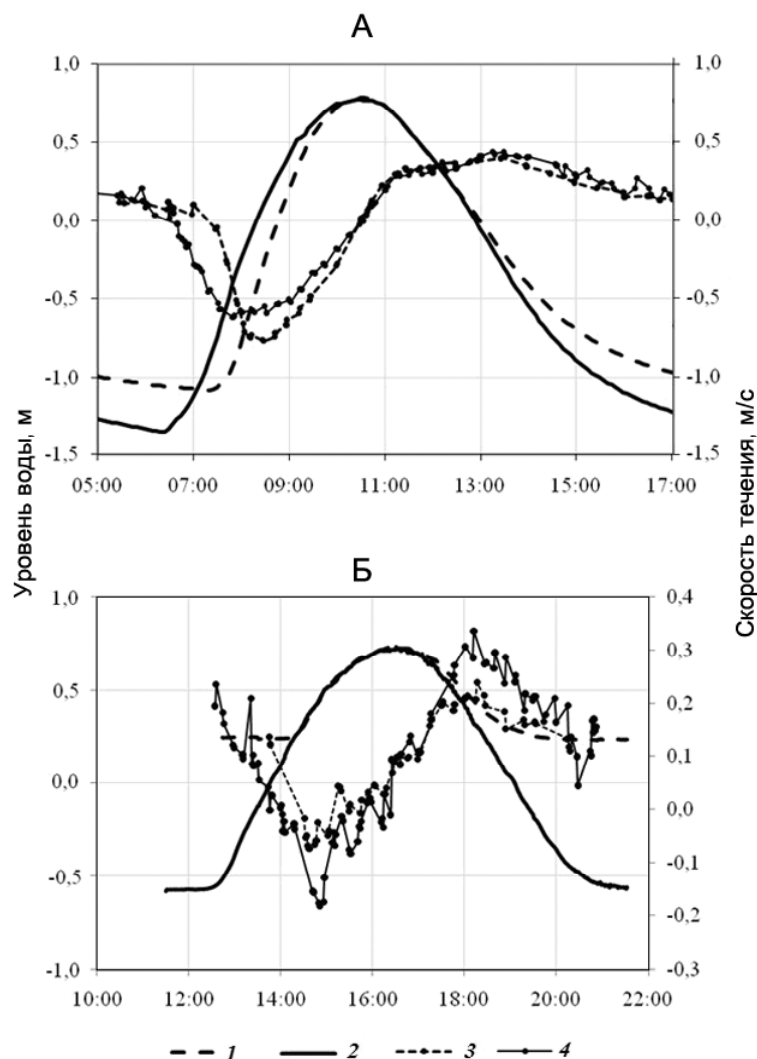


Рис. 4. Изменения средней скорости течения и уровня воды на границах экспериментального участка р. Кянды за приливный цикл 4.08.2016 г. (А) и р. Тамицы за приливный цикл 12.08.2016 г. (Б). Обозначения: 1 – уровень в верхнем створе (логгер 3), 2 – уровень в нижнем створе (логгер 5), 3 – скорость в верхнем створе, 4 – скорость в нижнем створе

Fig. 4. Oscillations of mean flow velocity and water level at the border sections of the Kyanda River experimental reach during the tide of 4.08.2016 (A) and the Tamitsa River experimental reach during the tide of 12.08.2016 (B). 1 – water level at the upper boundary (logger 3), 2 – water level at the lower boundary (logger 5), 3 – velocity at the upper boundary, 4 – velocity at the lower boundary

блюдались существенные пульсации величины расхода и скорости течения с периодом в десятки минут (рис. 4, Б), которые отчетливо фиксировались как инструментально, так и визуально. Устойчивая смена направления течения в прилив произошла через 1,5 часа после начала роста уровня, а еще через 1 час наступил максимум приливного расхода. Рост уровня в верхнем створе исследуемого участка р. Тамицы начался на 2 часа позже, чем в устьевом створе после постепенного затопления порожистого участка русла непосредственно выше по течению. Далее рост уровня на концах исследуемого участка происходил практически синхронно до начала отлива. Максимальный приливный расход к верхней границе исследуемого участка уменьшился почти в че-

тыре раза до «минус» $4,8 \text{ м}^3/\text{с}$, при том, что отливный расход практически не уменьшился, составив $16 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таким образом, если на Кянде волна прилива формируется в основном за счет массы морской воды, проникающей в реку и распространяющейся вверх по течению, то на Тамице волна происходит большей частью за счет торможения речного стока переменным подпором со стороны моря.

Анализ результатов. В конце фазы отлива и до начала прилива, когда влияния моря не наблюдается, устьевые участки по морфологии и гидродинамическим чертам мало отличаются от «нормальных» рек: наблюдался значительный прямой уклон водной поверхности, и значение уклона трения во много раз превосходит суммарную величину инерционных членов. На Кянде 4 августа этот период четко прослеживается после 14:00, а на Тамице 12 августа – после 18:00 (табл.). Существенное преобладание величины фрикционного члена над инерционными характерно на Кянде также в прилив для периода значительных обратных уклонов водной поверхности с 7:30 до 9:00, когда скорости приливного (обратного) течения максимальны.

Однако в период приближения максимума уровня (10:45) и около двух часов после начала отлива (до 12:15) в устье Кянды при практически горизонтальной водной поверхности (рис. 3, А, табл.) течение воды в сторону моря происходило с увеличивающейся скоростью по всей длине исследуемого участка. При этом наибольшее значение в уравнении движения (1) имел первый инерционный член (локальное ускорение), вследствие чего фрикционный член принимал отрицательные значения. Таким образом, в данный временной отрезок скорость течения u в уравнении (1) имела знак «плюс», а уклон трения $I_{\text{тр}}$ – знак «минус», то есть гидравлическое сопротивление оказывалось отрицательным. Таким образом, была зарегистрирована парадоксальная ситуация – сила «гидравлического сопротивления» не препятствовала движению воды, а способствовала ему.

Действительно, в этот временной интервал (при нулевом уклоне водной поверхности) сила тяжести не могла быть основной действующей силой, перемещающей массы воды, как это происходит в «нормальных» реках. Во время проведения работ ни ветра, ни существенных горизонтальных градиентов атмосферного давления зарегистрировано не было. Гидростатические силы, обусловленные разностью плотностей речной и морской воды, действуют в направлении от моря к реке и также не могли быть причиной ускорения отливного течения. Таким образом, единственной силой, способной оказать воздействие, соизмеримое с ускорением течения (характеризуе-

Изменение составляющих уравнения движения и коэффициентов гидравлического сопротивления в течение приливного цикла на устьевых участках изученных рек

Время	i_{vt}	i_{vx}	I	I_{mp}	u , м/с	$C, \sqrt{\frac{M}{с}}$	n	λ
	10^{-6}							
Кянда, 04.08.2016 г.								
6:00	-3,29	0,199	95,6	98,7	0,091	11,3	0,08	0,62
6:30	-4,18	-0,093	90,6	94,9	0,025	2,89	0,33	9,41
6:45	-6,62	0,137	58,2	64,67	-0,026	-	-	-6,42
7:00	-9,35	0,988	18,1	26,5	-0,095	-	-	-0,19
7:15	-11,83	2,373	-38,2	-28,7	-0,189	39,1	0,02	0,05
7:30	-15,5	4,87	-107	-96,2	-0,314	32,7	0,03	0,07
8:00	-11,8	-0,477	-181	-169	-0,555	35,6	0,03	0,06
8:30	1,77	-4,14	-125	-122	-0,644	41,9	0,03	0,04
9:00	6,87	-2,40	-73,7	-78,1	-0,568	43,1	0,03	0,04
9:30	9,84	-1,74	-24,5	-32,6	-0,420	46,6	0,02	0,04
10:00	11,4	-0,780	-7,94	-18,6	-0,233	33,3	0,04	0,07
10:30	14,0	0,002	3,33	-10,7	-0,008	1,55	0,76	32,7
10:45	12,7	-0,122	3,33	-9,21	0,101	-	-	-0,19
11:00	9,55	-0,317	0,00	-9,23	0,200	-	-	-0,05
11:15	5,85	-0,193	0,00	-5,66	0,264	-	-	-0,02
11:30	2,19	-0,291	0,00	-1,90	0,303	-	-	-0,004
11:45	0,89	-0,17	0,00	-0,71	0,323	-	-	-0,001
12:00	8,18	-0,174	-3,33	-11,3	0,274	-	-	-0,028
12:15	0,73	-0,466	0,00	-0,27	0,338	-	-	-0,0004
12:30	1,21	-0,262	3,33	2,38	0,357	154	0,01	0,003
13:00	2,41	0,312	16,7	13,9	0,389	74,1	0,02	0,014
14:00	-2,11	0,734	44,2	45,5	0,373	44,5	0,02	0,04
15:00	-2,04	0,438	65,0	66,6	0,280	31,7	0,03	0,08
16:00	-1,26	0,054	76,5	77,7	0,195	24,0	0,04	0,14
Тамица, 12.08.2016 г.								
14:00	-5,2	-0,1	209	215	0,010	0,67	1,50	174
14:15	-4,2	0,2	34,4	38,4	-0,032	-	-	-3,31
14:30	-2,4	0,5	-17,3	-15,4	-0,064	15,0	0,07	0,35
14:45	-0,4	0,7	-9,5	-9,8	-0,075	21,3	0,05	0,17
15:00	1,2	0,6	12,4	10,6	-0,071	-	-	-0,22
15:15	2,1	0,5	9,0	6,5	-0,053	-	-	-0,25
15:30	2,3	0,2	-15,1	-17,6	-0,034	6,57	0,16	1,82
15:45	2,6	0,1	10,7	8,0	-0,013	-	-	-6,18
16:00	2,9	-0,1	-5,7	-8,5	0,013	-	-	-6,43
16:30	3,5	-0,3	4,3	1,1	0,072	55,1	0,02	0,03
17:00	4,2	0,2	14,2	9,8	0,135	34,7	0,03	0,07
17:30	3,9	1,7	64,2	58,6	0,209	22,0	0,05	0,16
18:00	0,9	3,4	107	103	0,257	20,4	0,05	0,19
18:30	-1,0	3,0	213	211	0,249	14,0	0,08	0,40
19:00	-1,7	2,3	372	371	0,223	9,90	0,11	0,80
19:30	-1,7	1,5	612	612	0,195	6,81	0,15	1,69
20:00	-1,6	0,9	841	842	0,164	5,15	0,20	2,96

мым первым инерционным членом уравнения движения), могла быть только сила «гидравлического сопротивления» (характеризуемая фрикционным членом), которую здесь уместнее назвать силой, обусловленной переходом энергии пульсационных течений к осредненному движению водной массы. Здесь также следует отметить, что расчет величины инерционных членов выполнялся без учета коррективов скорости, значения которых не могут быть меньше единицы. В случае их учета величина локального ускорения, а следовательно, и модуль отрицательного уклона трения были бы еще больше.

Аналогичная ситуация, когда средняя по участку скорость течения и уклон трения имеют разные знаки, наблюдалась на Кянде и в начале прилива, однако в течение значительно менее продолжительного времени (6:45–7:00). При этом приливное течение по длине исследуемого участка только начинало формироваться, и направление течения на концах участка было различным. На Тамице появление временных отрезков, когда скорость течения и уклон трения имеют разные знаки также были отмечены в фазу прилива на фоне заметных пульсаций уровня, расхода воды и скорости течения, имеющих период порядка первых десятков минут (природу которых еще предстоит выяснить).

Типичные для «нормальных» рек значения коэффициентов Шези и Маннинга (соответственно 20–70 $\text{м}^{1/2}/\text{с}$ и 0,02–0,04) наблюдаются в обеих реках при более-менее установившемся течении воды в обоих направлениях в прилив и отлив, а их наиболее «нетипичные» значения приурочены к моментам разворота основного течения. Коэффициент гидравлического сопротивления λ изменялся в очень широком диапазоне: от «минус» 6,42 до «плюс» 32,7 для Кянды и от «минус» 6,43 до «плюс» 174 для Тамицы.

Вариации коэффициента гидравлического сопротивления λ в ходе приливного цикла вполне согласуются с представлениями о природе и механизме диссипации кинетической энергии в турбулентных потоках. Коэффициент λ (равно как и коэффициент шероховатости Маннинга) принимает наибольшие значения непосредственно перед разворотом течения, что характеризует интенсивный переход энергии осредненного движения к пульсационному, после чего происходит постепенная «сработка» накопленной энергии и ее обратный переход к осредненному движению.

Данные расчетов вполне согласуются с визуальными наблюдениями за характером течений, так во время выполнения измерений было отчетливо видно, что при развороте основного течения водная масса не стоит на месте, а представляет собой систему разномасштабных вихрей, хаотично разбро-

санных и перемещающихся по акватории устьевой области, которые после начала отлива упорядочиваются и формируют течение в сторону моря.

Выводы:

– выполненные полевые исследования в мезоприливных устьевых областях малых рек, характеризующихся сходным режимом стока и характером приливных колебаний уровня моря, однако имеющих различную морфологию речного русла и взморья, позволили установить общие черты и различия в гидродинамике водных потоков:

1) морфология устьевой области, и в первую очередь уклон реки, определяет характер трансформации приливной волны при ее продвижении вверх по руслу реки, а также скорость и дальность ее распространения;

2) максимум уровня водной поверхности в прилив достигается одновременно на всем протяжении устьевого участка реки, также одновременно по длине участка начинается отливное течение, которое происходит без формирования отчетливо выраженной волны излива при практически горизонтальной водной поверхности;

3) при реверсивном движении водных масс по руслу реки гидравлическое сопротивление варьирует в чрезвычайно широких пределах, принимая в некоторые фазы приливного цикла отрицательные значения, что не противоречит современным представлениям о механизме диссипации энергии в турбулентных потоках и согласуется с трактовками понятия «отрицательная турбулентная вязкость»;

– анализ современных экспериментальных исследований в области аэро- и гидродинамики приводит к выводу, что «существование отрицательной вихревой вязкости до сих пор стоит под вопросом, однако на протяжении почти столетия расчеты в проектной практике во всем мире ведутся с его учетом ... Появившиеся в последнее время результаты высокоточных измерений распределения осредненных скоростей в трубах и пограничное на плоской пластине напрямую свидетельствуют в пользу существования слоя с отрицательной вязкостью, что является прямым подтверждением этого факта» [Высоцкий, 2013. С. 52–53];

– исследование отрицательной турбулентной вязкости «в макромасштабе» и отрицательного гидравлического сопротивления в приливных устьях может стать базой не только для уточнения основных параметров в гидравлических расчетах неустановившихся водных потоков, но и привести в перспективе к минимизации затрат энергии на перемещение значительных водных масс при реализации водохозяйственных и водотранспортных проектов.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-05-01018) и РНФ в части полевых работ (проект № 14-17-00155).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алабян А.М., Панченко Е.Д. Гидравлическое сопротивление в приливных устьях и феномен «отрицательного трения» в речной гидравлике // Инженерные изыскания. 2017. № 3. С. 18–26.
- Великанов М.А. Динамика русловых потоков. Т. 1. Структура потока. М.: Гос. изд-во технико-теоретической лит-ры, 1954. 324 с.
- Высоцкий Л.И. Существуют ли зоны с отрицательной вихревой вязкостью в продольно-однородных турбулентных потоках? // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 2. С. 48–53.
- Дебольский В.К., Зырянов В.Н., Мордасов М.А. О турбулентном обмене в приливном устье при наличии ледяного покрова // Динамика и термика рек и водохранилищ. М.: Наука, 1984. С. 279–290.
- Кучмент Л.С., Демидов В.Н., Мотовилов Ю.Г. Формирование речного стока. М.: Наука, 1983. 216 с.
- Мискевич И.В., Коробов В.Б., Алабян А.М., Демиденко Н.А., Попрядухин А.А. Исследования короткопериодной изменчивости гидролого-гидрохимических характеристик устья реки Кянда в Онежском заливе Белого моря (28 июля – 15 августа 2016 г.) // Океанология. 2018. № 3.
- Михайлов В.Н. О кинематике потока в устье реки // Тр. ГОИН. 1970. Вып. 98. С. 5–22.
- Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Механика турбулентности. М.: Наука, 1965. Ч. 1. 640 с.
- Полонский В.Ф., Горелиц О.В. Влияние приливов на скоростную структуру речного потока на примере устья р. Северной Двины // Гидрофизические процессы в реках и водохранилищах. М., 1985. С. 220–227.
- Старр В. Физика явлений с отрицательной вязкостью. М.: Мир, 1971. 261 с.
- Фидман Б.А. Турбулентность водных потоков. Л.: Гидрометеоздат, 1991. 240 с.
- Форхгеймер Ф. Гидравлика. М.-Л.: ОНТИ, 1935. 616 с.
- Христианович С.А., Михлин С.Г., Девисон Б.Б. Неустойчивое движение в каналах и реках // Некоторые новые вопросы механики сплошной среды. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. С. 15–156.
- Lopez H.M., Gachelin J., Douarche C., Auradou H., Clement E. Turning bacteria suspensions into superfluids // Physical Review Letters. 2015. V. 115(2), 028301. Doi: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.115.028301>.
- Lorenz E.N. Interaction between a mean flow and random disturbances // Tellus. 1953. V. 5. № 3. P. 238–250.
- Savenije H.G. Salinity and tides in alluvial estuaries. Delft University of Technologies, 2012. 163 p.

Поступила в редакцию 29.08.2017

Принята к публикации 12.03.2018

A.M. Alabyan¹, E.D. Panchenko², A.A. Alekseeva³

HYDRODYNAMIC FEATURES OF SMALL TIDAL ESTUARIES OF THE WHITE SEA BASIN

Application of the modern hydrometric and geodetic equipment during field works in small meso-tidal estuaries of the Kyanda and Tamitsa rivers flowing into the Onega Bay of the White Sea made it possible to investigate specific features of tidal waves propagation and dynamics of reversing currents. Variations of hydraulic parameters during a tidal cycle were studied using one-dimensional flow scheme. A paradoxical hydrodynamic phenomenon of negative turbulent viscosity was recorded and its nature is investigated in context of the energy dissipation mechanism in turbulent flows under the cyclic water level fluctuations and reverse currents in tidal estuaries.

Key words: meso-tidal estuary, the Kyanda River, the Tamitsa River, tidal cycle, reversing current, negative turbulent viscosity, hydraulic resistance.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project № 16-05-01018) and the Russian Science Foundation (field studies, project № 14-17-00155).

REFERENCES

- Alabyan A.M., Panchenko E.D. Gidravlichesкое soprotivlenie v prilivnykh ust'yakh i fenomen «otricaten'nogo treniya» v rechnoi gidravlike [Hydraulic resistance in tidal estuaries and a 'negative friction' phenomenon in river hydraulics] // Inzhenernye isyskaniya. 2017. № 3. P. 18–26 (in Russian).
- Debol'skiy V.K., Zyryanov V.N., Mordasov M.A. O turbulentnom obmene v prilivnom ust'e pri nalichii ledjanogo pokrova [About turbulent exchange in a tidal estuary under the ice cover] // Dinamika i termika rek i vodohranilishh. Moscow: Nauka, 1984. P. 279–290 (in Russian).
- Fidman B.A. Turbulentnost' vodnykh potokov [Turbulence of water flows]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1991. 240 p. (in Russian).
- Forhgeimer F. Gidravlika [Hydraulics]. Moscow-Leningrad: ONTI, 1935. 616 p. (in Russian).
- Khristianovich S.A., Mihlin S.G., Devison B.B. Neustanovivsheesja dvizhenie v kanalah i rekah [Unsteady motion

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: andrei_alabyan@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, master's student; e-mail: panchenko.zhe@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, master's student; e-mail: anna-artemovna@yandex.ru

in rivers and canals]. Nekotorye novye voprosy mehaniki sploshnoj sredy. Moscow-Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1938. P. 15–156 (in Russian).

Kuchment L.S., Demidov V.N., Motovilov Ju.G. Formirovanie rechnogo stoka [River runoff formation]. Moscow: Nauka, 1983. 216 p. (in Russian).

Lopez H.M., Gachelin J., Douarche C., Auradou H., Clement E. Turning bacteria suspensions into superfluids // *Physical Review Letters*. 2015. V. 115(2), 028301. Doi: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.115.028301>.

Lorenz E.N. Interaction between a mean flow and random disturbances // *Tellus*. 1953. V. 5. № 3. P. 238–250.

Mikhailov V.N. O kinematike potoka v ust'e reki [About flow kinematics in a river mouth // *Trudy GOIN*. 1970. V. 98. P. 5–22 (in Russian).

Miskevich I.V., Korobov V.B., Alabyan A.M., Demidenko N.A., Popryadukhin A.A. Issledovaniya korotkoperiodnoj izmenchivosti gidrologo-gidrohimičeskikh harakteristik ust'ja reki Kyanda v Onezhskom zalive Belogo morja (28 iyulya – 15 avgusta 2016 g.) [Study of short-term variability of hydrological and hydrochemical features of the Kyanda River estuary in the Onega Bay of the White Sea (July, 28 – August, 15, 2016)] // *Okeanologiya*. 2017. № 3 (in Russian).

Monin A.S., Yaglom A.M. Statisticheskaja gidromekhanika [Statistic hydromechanics]. Part. 1 *Mekhanika turbulentnosti* [Mechanics of turbulence]. Moscow: Nauka, 1965. 640 p. (in Russian).

Polonskij V.F., Gorelic O.V. Vlijanie prilivov na skorostnuju strukturu rechnogo potoka na primere ust'ja r.Severnoj Dviny [Influence of tides on river flow structure (case study of the Northern Dvina River mouth)] // *Gidrofizicheskie processy v rekah i vodohranilishhah*. Moscow, 1985. P. 220–227 (in Russian).

Savenije H.G. Salinity and tides in alluvial estuaries // *Delft University of Technologies*. 2012. 163 p.

Starr V. Fizika javlenij s otricatel'noj vjazkost'ju [Physics of phenomena with negative viscosity]. Moscow: Mir, 1971. 261 p. (in Russian).

Velikanov M.A. Dinamika ruslovyh potokov [Dynamics of channel flows]. V. 1. Struktura potoka [Flow structure] // M.: Gos. izd-vo tehniko-teoreticheskoy lit-ry, 1954. 324 p. (in Russian).

Vysockiy L.I. Sushhestvujut li zony s otricatel'noj vihrevoj vjazkost'ju v prodol'no-odnorodnyh turbulentnyh potokah? [Do zones of negative eddy viscosity exist in longitudinally uniform turbulent flows?] // *Inženerno-stroitel'nyj zhurnal*. 2013. № 2. P. 48–53 (in Russian).

Received 29.08.2017

Accepted 12.03.2018

УДК 551.465

А.Н. Демидов¹, Е.В. Колтовская², М.Е. Куликов³

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОХАЛИННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Прослежены изменения температуры и солёности для Балтийского моря в целом и отдельно для районов Слупского желоба и Гданьской котловины по данным WOA 13 и HELCOM, а также по результатам натурных измерений. Основное внимание в исследованиях уделяется затокам североморских вод (ЗСВ), формирующих глубинный слой вод Балтийского моря. Произведен анализ условий формирования вод холодного промежуточного слоя. Прослежена связь характеристик вод этого слоя и ЗСВ с индексом североатлантического колебания (САК).

Ключевые слова: Балтийское море, Самбийский полуостров, Калининградская область, структура вод, затоки североморских вод, индекс САК.

Введение. Одной из важнейших задач океанологии является выявление связи гидрометеорологических факторов со структурой и динамикой вод, с целью прогнозирования изменений морской среды. В целом, структура вод Балтийского моря в теплое время года состоит из верхнего квазиоднородного слоя (ВКС) и холодного промежуточного слоя (ХПС), которые разделяются термоклином. Ниже располагается глубинный слой, формирующийся за счет затока соленых и относительно теплых вод из Северного моря.

Гидрометеорологический режим, структура и циркуляция прибрежных вод Балтийского моря подробно изучены [Антонов, 1987; Нефть ..., 2012; Гидрометеорология ..., 1994]. Для характеристики режимообразующих факторов структуры вод Балтики в работе [Антонов, 1987] привлекались данные о пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических элементов за 1900–1986 гг. В то же время, изменение режима затоков североморских вод, в том числе существование длительных периодов без затоков в новейшее время и наличие новых данных являются основой для данной работы.

Структура и циркуляция вод Гданьской котловины, частично входящей в экономическую зону РФ, давно исследуется российскими учеными [Нефть ..., 2012; Демидов с соавт., 2011; Лаврова с соавт., 2014]. Большое внимание уделяется затокам североморских вод (ЗСВ) через Датские проливы, поскольку водообмен с Северным морем вносит существенный вклад в водный баланс Балтики вместе с другими его компонентами: стоком рек, атмосферными осадками и испарением [Антонов, 1987; Matthäus, Nausch, 2003; Matthäus, 2006; Matthäus et al., 2008; Mohrholz et al., 2015]. Соленые и плотные североморские воды при их больших поступлениях обновляют глубинные и придонные слои Балтийского моря. В случае отсутствия ЗСВ на больших глубинах

котловин проявляются застойные явления вплоть до возникновения сероводородного заражения [Антонов, 1987; Дроздов, Смирнов, 2008; Бабкин, 2015]. Слупский желоб – ключевой район для проникновения ЗСВ из Арконской котловины в котловины юго- и северо-восточной Балтики (Гданьскую, Готландскую и др.).

Целью настоящей работы является выявление особенностей многолетних изменений температуры и солёности, как для всей акватории Балтики, так и для отдельных ее регионов. Также произведен анализ условий формирования вод холодного промежуточного слоя и ЗСВ в Слупском желобе, Гданьской и Арконской котловинах и их связи с индексом североатлантического колебания (САК) и интенсивностью затоков.

Данные и методика измерений. Для выявления изменчивости температуры и солёности в Слупском желобе за период с 2004 по 2016 гг. были использованы CTD и батометрические данные на океанологических станциях HELCOM [www.helcom.org], а также результаты измерений из совместных экспедиций МГУ, БФУ, МФТИ и ИКИ РАН (рис. 1). Для определения значений придонной солёности в Арконской котловине использовались данные MARNET, взятые с сайта [http://www.bsh.de]. В рамках немецкого проекта MARNET установлено несколько автономных заякоренных станций на Балтике, измеряющих гидрологические параметры.

Данные для анализа многолетней изменчивости гидрологических характеристик (средних по десятилетиям) были взяты из атласа WOA 13 (World Ocean Atlas 2013) [Locarini et al., 2013; Zweng et al., 2013]. Измерения, положенные в основу WOA 13, были распределены по регулярной сетке на всей акватории моря с шагом в 0,5 градуса. При анализе использовано 220 точек с осредненными значениями по 26 слоям. В результате получены средние значения температуры и солёности за десятилетия, как по всему морю, так и по его отдельным частям.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра океанологии, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: alik1@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра океанологии, студент; Институт океанологии имени П.П. Ширшова, лаборатория физико-геологических исследований, ст. лаборант; e-mail: katuayaya15@gmail.com

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра океанологии, студент; Институт океанологии имени П.П. Ширшова, лаборатория цунами им. С.Л. Соловьева, мл. науч. с.; e-mail: meksonesk@gmail.com

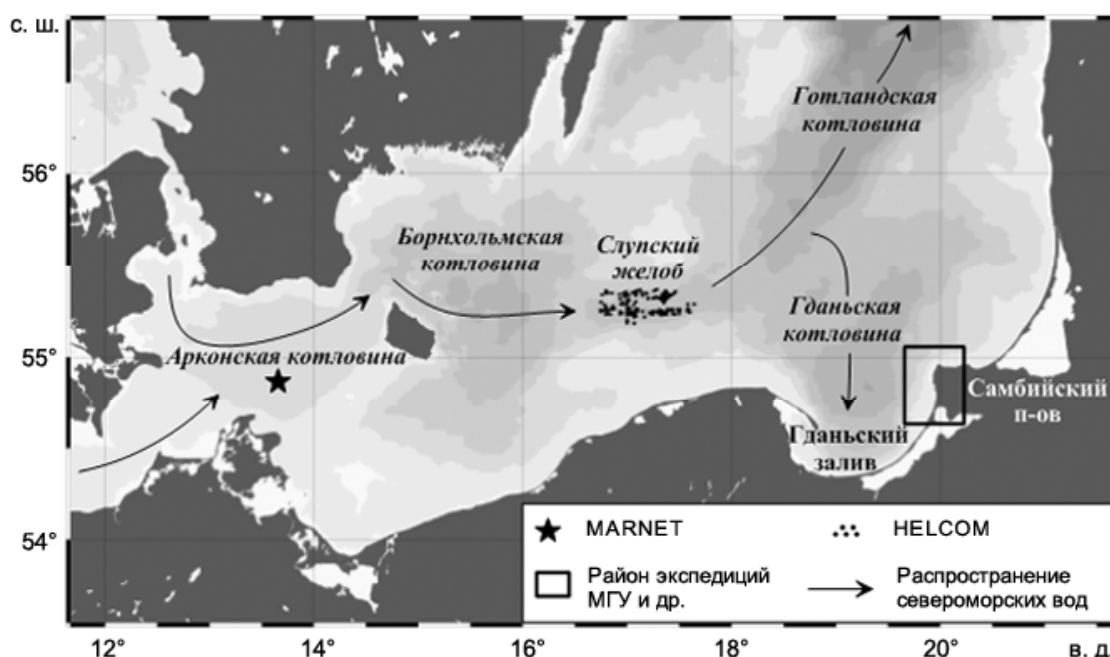


Рис. 1. Положение использованных станций в Слупском желобе [HELCOM] и точки долговременного мониторинга в Арконской котловине [http://www.bsh.de]. Стрелками обозначено распространение североморских вод (по [Дорохов с соавт., 2007] и [Matthäus, 2008])

Fig. 1. Position of used stations in the Slupsk trough [HELCOM] and the station of long-term monitoring in the Arkona deep [http://www.bsh.de]. The arrows indicate the propagation of the North Sea waters according to [Dorohov et al., 2007] and [Matthäus, 2008]

Для анализа связи затоков и среднееголетних изменений гидрологических параметров был взят индекс САК [www.cpc.ncep.noaa.gov]. Считается, что развитие ХПС достигает максимальной глубины в марте [Степанова с соавт., 2015]. Для анализа условий формирования ХПС использовались значения индекса САК за март с 2004 по 2016 гг.

Результаты исследований и их обсуждение. Климатические изменения температуры и солености. Анализировались среднееголетние значения термохалинных параметров Балтийского моря с 1955 по 2012 гг. [Locarnini et al., 2013; Zweng et al., 2013]. Рис. 2 иллюстрирует результаты расчетов изменений средней за десятилетия температуры и солености всей толщи вод в сравнении со среднегодовыми значениями этих параметров из работы [Omstedt, Nohr, 2004].

Видно, что для осредненных по десятилетиям значениям температуры и солености всего моря наблюдаются 2 периода. Первый период (с середины 1950-х до середины 1980-х гг.) характеризуется совместным ростом параметров: температуры на 0,2–0,3°C, солености на 0,2 епс. Во второй же период, начавшийся в конце 1980-х, наблюдается несовпадение в тенденциях хода температуры и солености: средняя температура моря повышается к десятилетию с 1995 по 2004 гг., затем понижается в

следующий период (2005–2012 гг.). Соленость, напротив, сначала резко падает в 1990-е гг. на 0,5 епс, достигая минимального значения в 7,1 епс к 1995–2004 гг., а затем увеличивается на 0,2 епс в 2005–2012 гг. Причем новейшие наблюдения (2012–2016 гг.) за соле-

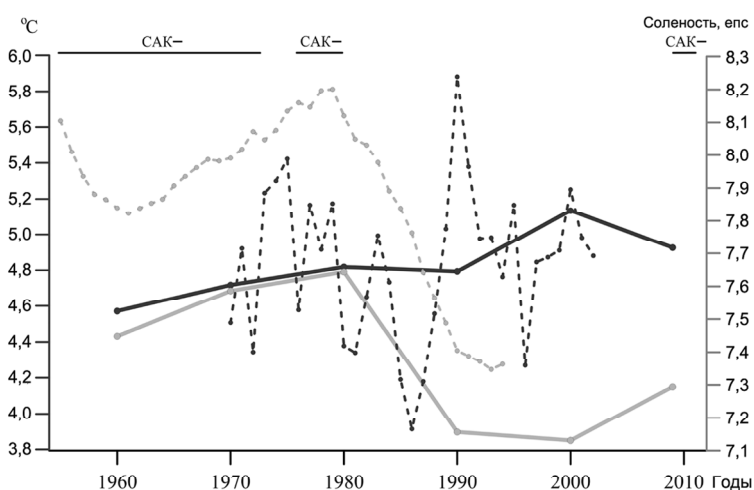


Рис. 2. Изменение температуры (черным) и солености (серым) Балтийского моря. Среднегодовые значения из [Omstedt, Nohr, 2004] – тонкие пунктирные линии. Среднедесятилетние значения по результатам расчетов по WOA 13 обозначены сплошными линиями. Показана отрицательная фаза индекса САК за декабрь–март в течение 2-х и более лет

Fig. 2. Changes of temperature (black) and salinity (gray) of the Baltic Sea. The mean annual values from [Omstedt, Nohr, 2004] are shown by thin dashed lines. The average decadal values from the results of calculations for WOA 13 are indicated by solid lines. The negative phase of the NAO index is shown for December–March for more than two years periods

ностью свидетельствуют о том, что она возрастает, судя по ЗСВ 2014–2016 гг. Тенденция изменений среднегодовой солёности [Omstedt, Nohr, 2004] хорошо согласуется с результатами настоящей работы, однако из-за исключения из осреднения [Omstedt, Nohr, 2004] вод Ботнического и Финского заливов средние величины солёности примерно на 0,5 епс меньше.

Температура вод Балтийского моря выросла в последние двадцать лет в связи с потеплением в Европе из-за сдвига на восток центров действия атмосферы в Северной Атлантике, что привело к большей (по сравнению с периодом 1955–1984 гг.) вероятности выхода глубоких циклонов в направлении на Северную Европу [Нестеров, 2013]. Эти климатические изменения хорошо характеризуются индексом САК. В отрицательную фазу индекса, до начала 80-х гг., средние гидрологические параметры слабо изменялись на протяжении тридцати лет. А когда индекс САК резко вырос, особенно в конце 80-х – начале 90-х годов, то вместе с повышением температуры, увеличилось количество осадков над акваторией и речными бассейнами Балтийского моря [Дроздов, Смирнов, 2008], что привело к повышению стока. В результате возрос уровень моря и затоки, регулярно повторявшиеся в предыдущие десятилетия (1955–1984 гг.), на несколько лет совсем прекратились [Matthäus, Nausch, 2003], а затем стали более редкими, хотя и большой интенсивности. Из них наиболее крупные затоки 1993, 2003 и 2014 гг. [Mohrholz et al., 2015].

Тенденция к возрастанию суммарного речного стока, характерная для второй половины 80-х гг., сменилась в 90-е гг. резким уменьшением стока, что привело к снижению уровня моря и возобновлению затоков [Дроздов, Смирнов, 2008]. На рубеже тысячелетий суммарный сток вновь возрос (с полувековым максимумом к 2000 г.), однако затем резко упал, достигнув минимума в 2004 г. за последние 60 лет, что также отразилось на его уровне и привело к мощному затопу 2003 г. [Matthäus, 2006]. Таким образом, существует цикличность в колебаниях уровня моря, связанная со значимыми периодами колебаний речного стока, например, 8, 11 и 16-летними циклами для большинства других рек водосбора Балтийского моря (например, Невы, Неман) [Бабкин, 2015].

Изменение гидрологических параметров в отдельных бассейнах Балтики. По данным HELCOM были прослежены изменения температуры и солёности за период с 2004 по 2014 гг. в районе Слупского желоба (рис. 3). Североморские воды, помимо повышенной солёности, заметно теплее вод ХПС. Помимо больших затоков североморских вод 2003 и 2014 гг., хорошо выделяются затоки 2006 и 2008 гг.

Для рассмотрения затоков североморских вод в Арконской котловине и Слупском желобе были построены графики изменения придонной солёности за период с 2002 по 2016 гг. (рис. 4).

Помимо мощных затоков 2003 и 2014 гг. выделяются затоки 2006, 2008 и 2009 гг., что соответ-

ствует ЗСВ из работ [Matthäus, Nausch, 2003; Matthäus et al., 2008]. Выделение этих затоков соответствует представлениям [Franck et al., 1987; Fischer and Matthäus, 1997], по которым наименьший объем среди больших затоков североморских вод составил 97 км³. В колебаниях солёности для придонных слоев Слупского желоба характерно смещение по времени наступления пиков наибольшей солёности после регистрации затоков в Арконской котловине. Это смещение варьируется для каждого затока в зависимости от его интенсивности составляет от одного до трех месяцев.

Для возникновения ЗСВ, согласно [Matthäus et al., 2008], необходима определенная синоптическая обстановка накануне и во время затока в Северной Атлантике. Как правило, затопу предшествует отток вод из Балтики, связанный с продолжительными восточными ветрами, повышающими уровень моря в районе Арконской котловины. Затем, на фоне смены атмосферной циркуляции, возникает мощный градиент давления, усиливающий зональные ветры, направленные в сторону Балтийского моря. И чем сильнее и продолжительнее эти ветры, тем интенсивнее будет затоп вод из Северного моря.

На рис. 4 видно, что затоки наступают после смены режима атмосферной циркуляции Северной Атлантики. Это выражается скачком индекса САК со сменной знака, что соответствует выводам [Matthäus et al., 2008]. За период с 1993 по 2016 гг. было проанализировано 18 затоков и выявлено 2 сценария их зависимости от среднемесячной величины САК. В 12-ти случаях за 1–2 два месяца до затока наблюдается изменение величины САК в среднем на 0,75, что часто сопровождается сменой фазы с отрицательной на положительную. Этому сценарию соответствуют 67% случаев затоков. К ним относятся самые большие затоки последних сорока лет (1993, 2003 и 2014–2015 гг.), сопровождающиеся очень резким скачком САК из выраженной отрицательной фазы в октябре до положительной (рис. 4). Оставшаяся доля (33%) приходится на сценарий, когда величина САК постепенно уменьшается на протяжении двух предшествующих затопу месяцев, и остается, как правило в положительной фазе. Этому сценарию соответствуют затоки 2003, 2008 и января 2014 гг. 2010 г. характеризуется резко выраженной отрицательной фазой САК в течение всего зимнего периода, в результате чего затоки были слабо выражены. В целом, количество затоков, произошедших за период с 1993 по 2016 гг., существенно выросло по сравнению с предшествующим десятилетием. Следует отметить, что в декабре 2015 года [Nausch et al., 2015] и в марте 2016 г., судя по записи станции MARNET [<http://www.bsh.de>], в Арконской котловине произошло 2 последовательных затока, следы которых, были зафиксированы в прибрежной зоне Самбийского полуострова во время экспедиционных исследований.

Изменчивость характеристик вод холодного промежуточного слоя. На рис. 3, А и Б хорошо выражен ХПС с минимальными температурами вод.

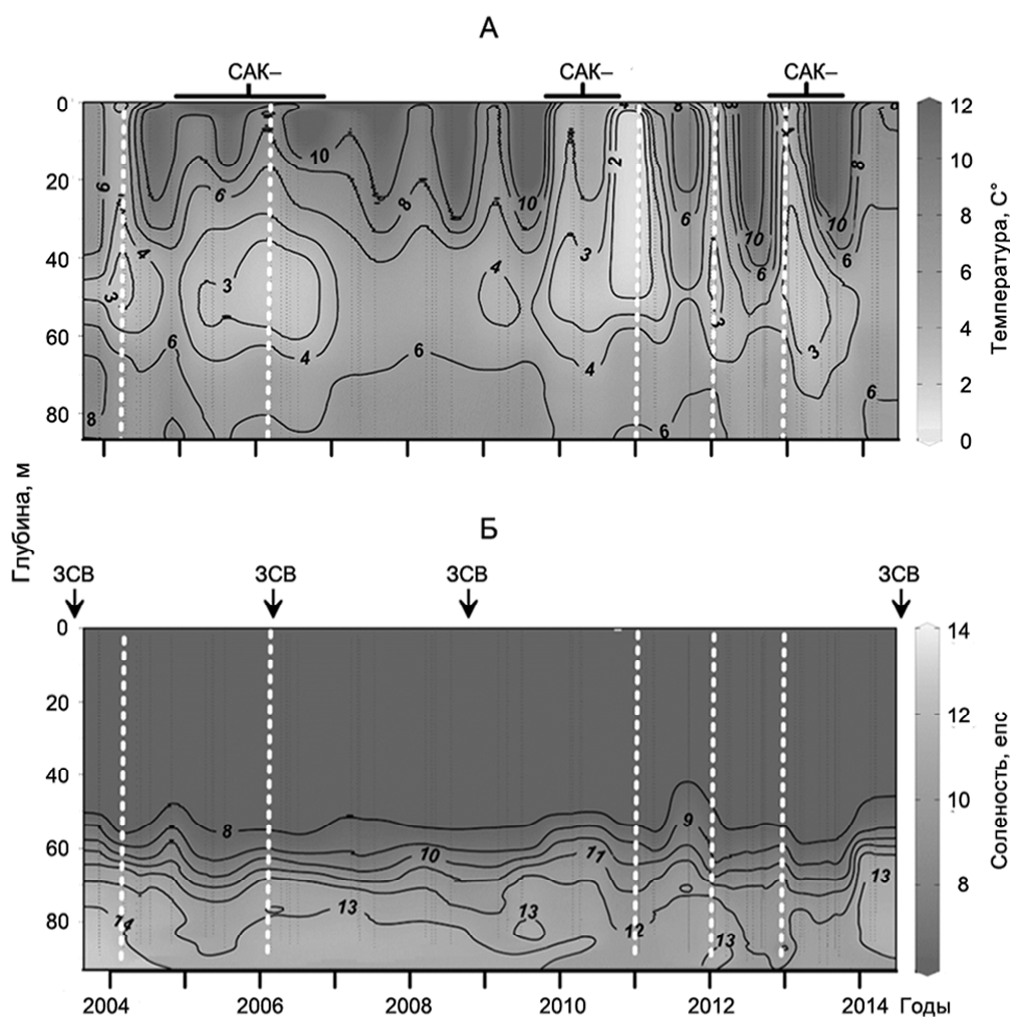


Рис. 3. Изменение температуры (А) и солёности (Б) с глубиной за период с 2004 по 2014 гг. в Слупском желобе. Пунктиром обозначены годы с зимними наблюдениями (февраль–март). Сверху САК– указаны годы с отрицательным мартовским индексом североатлантического колебания. ЗСВ – затoki североморских вод (по [Matthäus, 2008; Mohrholz et al., 2015], а также по данным io-warnemuende.de

Fig. 3. Changes of temperature (A) and salinity (Б) with depth for 2004–2014 in the Slupsk trough. White dotted lines indicate years with winter observations (February–March). Years with the negative March indices of the North Atlantic Oscillation are above the NAO. MBI – Major Baltic Inflows according to [Matthäus, 2008; Mohrholz et al., 2015; io-warnemuende.de]

Верхняя его граница представляет собой максимальный градиент температуры в слое термоклина. Нижняя граница – максимальный градиент солёности в галоклине, сформированный глубинными североморскими водами, причем его глубина меняется, что вероятно связано с локальными особенностями циркуляции вод или последствиями ЗСВ. Положение галоклина по глубине изменяется с течением времени и проявляется в некоторые годы в виде относительно высоких значений солёности на глубинах 60–70 м, и они способны замещать нижнюю часть слоя ХПС.

Можно проследить связь толщины и минимальной температуры ХПС с индексом САК. В Балтийском море температура в ядре ХПС достигает минимума в марте–апреле, при этом мощность и продолжительность его существования во многом зависит от суровости зим, атмосферной циркуляции и особенно от минимальной температуры в марте [Степанова с соавт., 2015]. В свою очередь, мар-

товский индекс САК определяет атмосферные условия в момент формирования ХПС – температуру воздуха, которая влияет на интенсивность зимней конвекции.

При отрицательной фазе САК преобладает отрицательная аномалия температуры воздуха. По сравнению с периодами положительных фаз САК, разницы между положительными и отрицательными аномалиями температуры составляют 8–10°C. Усиливается меридиональный перенос, и траектории прохождения циклонов смещаются на юг [Нестеров, 2013], а над южной частью Балтийского моря преобладают антициклоны с пониженной температурой воздуха. В такие годы мартовский индекс САК был отрицательным, и температуры воздуха в марте были ниже среднееголетних (в таблице они выделены курсивом) [<http://www.wetterzentrale.de>].

В летний период 2005, 2006, 2010, 2011 и 2013 гг. температура в ядре ХПС не поднималась выше

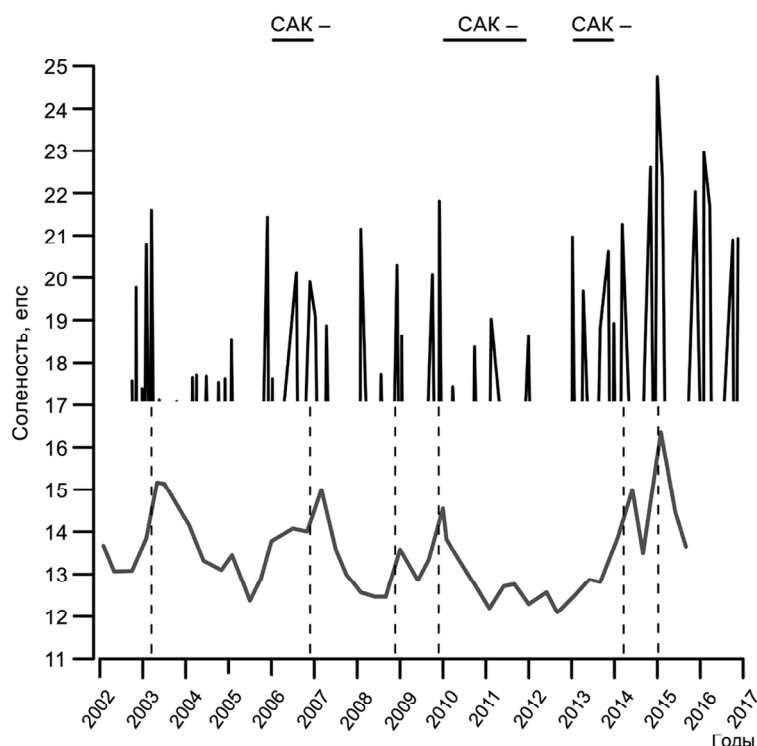


Рис. 4. Колебания придонной солености за период 2002–2016 гг. в Арконской котловине (черные линии) и Слупском желобе (темно-серая линия). Для Арконской котловины показаны только максимумы солености, пунктирной линией время наступления пиков максимальной солености. САК – это годы с отрицательным индексом североатлантического колебания за период декабрь–март

Fig. 4. Near bottom salinity fluctuations during 2002–2016 in the Arkona deep (black lines) and the Slupsk trough (dark gray line). For the Arkona deep the salinity maxima (>17 PSU) are shown; the dashed line shows the time of salinity peaks. NAO are the years with negative indices of the North Atlantic Oscillation in December–March

2,6°C. По результатам летних измерений можно сделать вывод, что в перечисленные выше годы ХПС сохранялся на протяжении всего года, залегая летом в среднем на глубинах 40–70 м.

В 2007, 2008, 2012, 2014 и 2015 гг. мартовский индекс САК был положительным. В атмосфере это характеризуется усилением зонального типа циркуляции [Нестеров, 2013] и преобладанием циклонов над южной частью Балтийского моря. Это сопровождается многочисленными осадками и, как следствие, положительными аномалиями приземной температуры воздуха. Зимние периоды 2007 и 2008 гг. отличались повышенной аномалией температуры воздуха в среднем на 3,5°C. В эти годы не отмечено зимнее выхолаживание, что препятствовало формированию ХПС с температурой в ядре ниже 4°C.

В холодный период 2010 г. сформировался ХПС с температурой ниже 2°C. Нижняя часть ХПС наблюдалась на глубинах 65–70 м два последующих года, а верхняя постепенно прогревалась. Этот оставшийся с 2010 г. слой в 2011 г. залегал на горизонтах от 40 м, в 2012 г. толщина слоя уменьшилась на 15 м, и верхняя граница была на 55 м. В 2012 г. в ХПС наблюдалась температура в ядре ниже 2,9°C.

Аналогичная ситуация прослеживается и в 2015 г., когда был высокий индекс САК, температуры с января по март были выше обычного (табл.), ХПС залегал на глу-

Значения аномалий средней температуры марта по сравнению со среднемноголетними по данным [http://www.wetterzentrale.de] в районе метеостанции Аркона. Также приведен мартовский индекс САК и характеристики ХПС в летние месяцы по данным HELCOM [www.helcom.org] и натурным измерениям в летний период. Годы с отрицательным мартовским САК выделены курсивом

Год	Средняя температура воздуха в марте, °C	Аномалии средней температуры воздуха марта, °C	Значения индекса САК за март	Температура ядра ХПС, °C	Положение слоя ХПС, м
2004	3,9	+1,0	1,02	3,06	40–70
2005	1,1	–1,8	–1,83	2,6	45–70
2006	0,5	–2,4	–1,28	2,07	20–65
2007	5,5	+2,6	1,44	4,18	30–70
2008	3,9	+1,0	0,08	4,30	30–70
2009	3,2	+0,3	0,57	4,04	30–65
2010	2,7	–0,2	–0,88	1,91	20–65
2011	2,4	0,5	0,61	2,02	30–65
2012	4,7	+1,7	1,27	2,68	30–70
2013	–0,3	–3,2	–1,61	2,16	25–70
2014	5,5	+2,5	0,8	3,93	25–55
2015	4,5	+1,5	1,45	4,95	45–65
2016	3,7	+0,8	0,73	5,07	35–60

бинах 30–40 м с температурой в ядре 5°C. Снизу его ограничивал галоклин, сместившийся вверх на 10–20 м (до горизонта 60 м) от обычного положения. На протяжении шести месяцев, с марта по август, в этом районе преобладали ветра западных румбов [http://www.wetterzentrale.de], и поверхностные течения были направлены в сторону Самбийского полуострова. Предположительно, это привело к заглублению теплых поверхностных вод. Также в 2015 г. придонные соленые воды поднимались до глубин 65–70 м. Был сформирован мощный ВКС, продолжавшийся до глубин 45 м летом. ХПС занял лишь тонкую прослойку между термоклином и галоклином толщиной менее 20 м.

В 2016 г., как и в предыдущем, температура в ядре ХПС составляла 5°C. Слой залегал на глубинах 35–60 м, однако температура в ядре ниже 5 градусов (4,9°C) с соленостью более 8 епс наблюдались и глубже – до 70 м, что стало следствием двух интенсивных заток, произошедших осенью 2015 г. и весной 2016 г.

Выводы:

– термохалинные характеристики Балтийского моря подвержены значимым многолетним изменениям. Для хода температуры и солености Балтийского моря в период 1955–1984 гг. тенденции их изменений были однонаправленные, а с 1985 по 2012 гг. – разнонаправленные, что связано с изменением фазы индекса североатлантического колебания (САК). Когда индекс САК резко вырос, особенно в конце 80-х – начале 90-х годов, то вместе с повышением температуры увеличилось количество осадков над акваторией и речными бассейнами Балтийского моря, что привело к увеличению стока [Дроздов, Смирнов, 2008]. В результате повысился уровень моря и затоки, регулярно повторявшиеся в предыдущие десятилетия (1955–1984 гг.), на несколько лет совсем прекратились (1989–1992; 1994–2002 гг.), а

затем стали более редкими, хотя и большой интенсивности [Дроздов, Смирнов, 2008]. В последние годы наблюдается уменьшение температуры и увеличение солености и достаточно частые затоки, не характерные для периода 1994–2002 гг.;

– наступление заток сопровождается сменой режима атмосферной циркуляции, что выражается в смене фазы и величины индекса САК. Больше половины значимых заток происходит при росте среднемесячных значений САК за 1–2 месяца в среднем на 0,75 и, в 66% случаев, при смене его знака с отрицательного на положительный. Менее значимые затоки в малом количестве происходили при сохранении положительной фазы САК и уменьшении его величины за 1–2 месяца;

– по данным изменчивости придонной солености в Арконской котловине и Слупском желобе за период с 2002 по 2016 гг. видно, что в периоды больших заток (2003, 2014 гг.) североморские воды в большом количестве поступают в Балтику. Максимумы солености в придонном слое Слупского желоба наступают через 1–3 месяца от момента регистрации заток в Арконской котловине, до которой непосредственно от Датских проливов они проходят за 2 недели – месяц;

– интенсивность зимнего выхолаживания и летнего прогрева поверхностного слоя зависит от температуры воздуха и преобладающего типа переноса воздушных масс, что связано с индексом САК. Соответственно, это влияет на формирование вод холодного промежуточного слоя (ХПС). Низкая температура ядра ХПС возникает при отрицательном мартовском индексе САК, относительно теплый ХПС формируется при его положительных значениях; очень холодный ХПС 2010 г. сохранился в 2011 г. при слабоположительном индексе САК. В слое 60–70 м ХПС может замещаться переходной зоной к североморским водам.

Благодарности. Результаты исследований, представленные в разделе «Изменчивость характеристик вод холодного промежуточного слоя», получены в рамках государственного задания ФАНО России (тема № 0149-2018-0015), а экспедиционные работы, обработка данных и исследования заток СМВ при поддержке гранта РГО-РФФИ (№ 17-05-41029 РГО_а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонов А.Е. Крупномасштабная изменчивость гидрометеорологического режима Балтийского моря и ее влияние на промысел. Л.: Гидрометеониздат, 1987. 248 с.

Архив метеорологических данных URL: <https://rp5.ru> (дата обращения 28.06.2017).

Бабкин В.И. Водные ресурсы в европейской территории России и их изменения в современный период // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 2. С. 145–150.

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 3. Балтийское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеониздат, 1994. 451 с.

Демидов А.Н., Мысленков С.А., Гриценко В.А. и др. Особенности структуры и динамика вод в прибрежной части Балтийского моря вблизи Самбийского полуострова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. 2011. Вып. 1. С. 41–47.

Дорохов Д.В., Сивков В.В., Демидов А.Н. Опыт картирования придонной солености Балтийского моря в целях ландшафтного районирования // География и геоэкология: Поисковые исследования молодых ученых России. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. С. 52–60.

Дроздов В.В., Смирнов Н.П. Колебания климата и донные рыбы Балтийского моря. СПб.: Изд-во РГТМУ, 2008. 249 с.

Лаврова О.Ю., Краюшкин Е.В., Соловьев Д.М. и др. Влияние ветрового воздействия и гидродинамических процессов на распространение вод Калининградского залива в акватории Балтийского моря // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. Вып. 4. С. 76–99.

Нестеров Е.С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан. М.: Триада ЛТД, 2013. 144 с.

Нефть и окружающая среда Калининградской области. Т. II. (Море) / Под ред. В.В. Сивкова, Ю.С. Каджояна, О.Е. Пичужкиной, В.Н. Фельдмана, Калининград: Терра Балтика, 2012. 576 с.

Степанова Н.Б., Чубаренко И.П., Шука С.А. Структура и эволюция холодного промежуточного слоя в юго-восточной части Балтийского моря по данным натурных измерений в 2004–2008 гг. // Океанология. 2015. Т. 55. № 1. С. 32–43.

Arcona station date (MARNET) URL: <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/Stationen/arko.jsp> (28.06.2017).

Baltic Marine Environment Protection Commission – Helsinki Commission URL: <http://www.helcom.org> (дата обращения 28.06.2017).

Climate prediction center of NOAA URL: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (дата обращения 28.06.2017).

Fischer H., Matthäus W. The importance of the Drogden Sill in the Sound for major Baltic inflows // J. Mar. Syst. 1996. V. 9. P. 137–157.

Franck H. Major inflows of saline water into the Baltic Sea during the present century // Gerl. Beitr. Geophys. 1987. V. 96. P. 517–531.

Locarnini R. et al. World Ocean Atlas 2013. V. 1: Temperature / Ed.: S. Levitus, NOAA Atlas NESDIS 73. 2013. 40 p.

Leibniz Institute for Baltic sea Research Warnemünde URL: <http://www.io-warnemuende.de> (дата обращения 28.06.2017).

Matthäus W. The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea from the early beginning to recent results // Inst. für Ostseeforschung. 2006. V. 65. P. 74.

Matthäus W., Nausch G. Hydrographic-hydrochemical variability in the Baltic Sea during the 1990s in relation to changes during the 20th century // ICES Mar. Sci. Symp. 2003. V. 219. P. 132–143.

Matthäus W., Nehring D., Fiestel R., Lass H. The inflow of highly saline water into the Baltic Sea // State and Evolution of the Baltic Sea, 1952–2005: A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment. 2008. P. 265–309.

Mohrholz V., Naumann M., Nausch G., Krüger S., Gräwe U. Fresh oxygen for the Baltic Sea – An exceptional saline inflow after a decade of stagnation // J. Marine Systems. 2015. V. 148. P. 152–166.

National Oceanographic Data Center URL: <http://www.nodc.noaa.gov> (дата обращения 28.06.2017).

Nausch G. et al. Hydrographic-hydrochemical assessment of the Baltic Sea 2015 // Mar. Sci. Rep. 2015. V. 96. P. 1–92.

Omstedt A., Nohr C. Calculating the water and heat balances of the Baltic Sea using ocean modelling and available meteorological, hydrological and ocean data // Tellus. 2004. 56A. P. 400–414.

Weather archive URL: <http://www.wetterzentrale.de> (дата обращения 28.06.2017).

Zweng M. et al. World Ocean Atlas 2013, V. 2: Salinity / Ed.: S. Levitus. NOAA Atlas NESDIS 74. 2013. 39 p.

Поступила в редакцию 29.06.2017

Принята к публикации 12.03.2018

A.N. Demidov¹, E.V. Koltovskaya², M.E. Kulikov³

LONG-TERM CHANGES OF THERMOHALINE CHARACTERISTICS OF THE BALTIC SEA

Changes of temperature and salinity for the Baltic Sea in general and for the Slupsk Trough and the Gdansk Depression in particular were described, according to the World Ocean Atlas (WOA 13) and Helcom data, and using the observation data. The main purpose is to study the inflows of the North Sea waters (or Major Baltic Inflows – MBI), influencing the deep water layer formation in the Baltic Sea. The conditions of the seasonal cold interlayer (CIL) waters formation were analyzed. The parameters of the layer and MBI waters were correlated with the North Atlantic Oscillation (NAO) Index.

Key words: the Baltic Sea, Sambia Peninsula, Kaliningrad Region, water structure, Major Baltic Inflow (MBI), NAO index.

Acknowledgements. The results of the studies presented in the section «Variability of the characteristics of the cold intermediate layer waters» were obtained within the framework of the state task of the Russian Academy of Sciences (theme № 0149-2018-0015); the expedition work and data processing were financially supported by Russian Foundation for Basic Research and the Russian Geographical Society (project № 17-05-41029).

REFERENCES

Antonov A.E. Krupnomasshtabnaja izmenchivost' gidrometeorologicheskogo rezhima Baltijskogo morja i ee vlijanie na promisel [Large-scale variability of the hydrometeorological regime of the Baltic Sea and its impact on fishing]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. 248 p. (in Russian).

Archive of meteorology date URL: <https://rp5.ru> (28.06.2017).

Arcona station date (MARNET) URL: <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/Stationen/arko.jsp> (28.06.2017).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Oceanology, Senior Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: alik1@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Oceanology, student; P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Physical-Geological Studies, Senior Laboratory Assistant; e-mail: katyayaya15@gmail.com

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Oceanology, student; P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, S.L. Soloviev Tsunami Laboratory, Junior Scientific Researcher; e-mail: meksonesk@gmail.com

- Babkin V.I.* Vodnye resursy v evropejskoj territorii Rossii i ih izmenenija v sovremennyj period [Water resources of the European territory of Russia and their changes during the modern period] // Obshhestvo. Sreda. Razvitie. 2015. № 2. P. 145–150 (in Russian).
- Baltic Marine Environment Protection Commission – Helsinki Commission URL: <http://www.helcom.org> (28.06.2017).
- Climate prediction center of NOAA URL: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (28.06.2017).
- Demidov A.N., Myslenkov S.A., Gricenko V.A. i dr.* Osobennosti struktury i dinamika vod v pribrezhnoj chasti Baltijskogo morja vblizi Sambijskogo poluostrova [Specific features of the structure and dynamics of waters in the coastal part of the Baltic Sea near the Sambia Peninsula] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. Geografija. 2011. V. 1. P. 41–47 (in Russian).
- Dorohov D.V., Sivkov V.V., Demidov A.N.* Opyt kartirovaniya pridonnoj solenosti Baltijskogo morja v celjah landshaftnogo rajonirovaniya [The experience of mapping the bottom salinity of the Baltic Sea for the landscape zoning] // Geografija i geojekologija: Poiskovyje issledovaniya molodyh uchenyh Rossii. M.: MGU, 2006. P. 52–60 (in Russian).
- Drozov V.V., Smirnov N.P.* Kolebanija klimata i donnye ryby Baltijskogo morja. [Climate variations and bottom fish of the Baltic Sea]. SPb.: Izd. RGGMU, 2008. 249 p. (in Russian).
- Fischer H., Matthäus W.* The importance of the Drogden Sill in the Sound for major Baltic inflows // J. Mar. Syst. 1996. V. 9. P. 137–157.
- Franck H.* Major inflows of saline water into the Baltic Sea during the present century // Gerl. Beitr. Geophys. 1987. V. 96. P. 517–531.
- Gidrometeorologija i gidrohimija morej SSSR. T. 3. Baltijskoe more. [Hydrometeorology and hydrochemistry of the USSR seas. V. 3. The Baltic Sea.] V. 1. Hidrometeorologicheskie uslovija. SPb.: Hidrometeoizdat, 1994. 451 p. (in Russian).
- Lavrova O.Ju., Krajushkin E.V., Solov'ev D.M. i dr.* Vlijanie vetrovogo vozdejstvija i gidrodinamicheskikh processov na rasprostranenie vod Kaliningradsogo zaliva v akvatorii Baltijskogo morja [Impact of wind and hydrodynamic processes on the propagation of the Kaliningrad Gulf waters in the Baltic Sea] // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2014. V. 11. № 4. P. 76–99 (in Russian).
- Leibniz Institute for Baltic sea Research Warnemünde URL: <http://www.io-warnemuende.de> (28.06.2017).
- Locarnini R. et al.* World Ocean Atlas 2013. V. 1: Temperature / Ed.: S. Levitus, NOAA Atlas NESDIS 73. 2013. 40 p.
- Matthäus W.* The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea-from the early beginning to recent results // Inst. für Ostseeforschung. 2006. V. 65. P. 74.
- Matthäus W., Nausch G.* Hydrographic-hydrochemical variability in the Baltic Sea during the 1990 s in relation to changes during the 20th century // ICES Mar. Sci. Symp. 2003. V. 219. P. 132–143.
- Matthäus W., Nehring D., Fiestel R., Lass H* The inflow of highly saline water into the Baltic Sea – State and Evolution of the Baltic Sea, 1952–2005: A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment. 2008. P. 265–309.
- Mohrholz V., Naumann M., Nausch G., Krüger S, Gräwe U.* Fresh oxygen for the Baltic Sea – An exceptional saline inflow after a decade of stagnation // J. Marine Systems. 2015. V. 148. P. 152–166.
- National Oceanographic Data Center URL: <http://www.nodc.noaa.gov> (28.06.2017).
- Nausch G. et al.* Hydrographic-hydrochemical assessment of the Baltic Sea 2015 // Mar. Sci. Rep. 2015. V. 96. P. 1–92.
- Neft' i okruzhajushhaja sreda Kaliningradskoj oblasti. T. II. (More). [Oil and the environment of the Kaliningrad region. V. II. (Sea)]. K.: Terra Baltika, 2012. 576 p. (in Russian).
- Nesterov E.S.* Severoatlanticheskoe kolebanie: atmosfera i okean. [North Atlantic Oscillation: atmosphere and ocean]. M.: Triada LTD, 2013. 144 p. (in Russian).
- Omstedt A., Nohr C.* Calculating the water and heat balances of the Baltic Sea using ocean modelling and available meteorological, hydrological and ocean data // Tellus. 2004. 56A. P. 400–414.
- Stepanova N.B., Chubarenko I.P., Shchuka S.A.* Struktura i jevoljucija holodnogo promezhutochnogo sloja v jugo-vostochnoj chasti Baltijskogo morja po dannym naturnyh izmerenij v 2004–2008 gg. [The structure and evolution of the cold intermediate layer in the southeastern part of the Baltic Sea according to the data of 2004–2008 field measurements] // Okeanologija. 2015. V. 55. № 1. P. 32–43 (in Russian).
- Weather archive URL: <http://www.wetterzentrale.de> (28.06.2017).
- Zweng M. et al.* World Ocean Atlas 2013, V. 2: Salinity / Ed.: S. Levitus. NOAA Atlas NESDIS 74. 2013. 39 p.

Received 29.06.2017

Accepted 12.03.2018

УДК 556.535.6

Л.В. Кукина¹

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАСХОДА И МУТНОСТИ ВОДЫ НА РЕКАХ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Исследованы закономерности сезонной изменчивости взаимосвязи расхода и мутности воды рек на территории Камчатского края. Установлено, что на территории региона не наблюдается значительного разнообразия типов таких взаимосвязей. В большинстве случаев они описываются зависимостью, когда увеличению расхода воды обычно соответствует возрастание мутности воды, а на спаде происходит уменьшение содержания в воде взвешенных частиц (максимум стока взвешенных наносов опережает при этом дату максимального расхода воды). Показано, что существенным фактором, влияющим на нарушение зависимости между рассматриваемыми переменными, являются вулканические извержения. В результате анализа данных об измеренных расходах и мутностях воды показано, что для рек различных гидрологических районов Камчатского края характерны 4 типа взаимосвязи характеристик $S-Q$ связей, отражающих специфический набор наиболее значимых факторов формирования сезонного стока взвешенных наносов. Установлено, что основную часть взвешенных частиц (до 90% и более) реки изучаемого региона переносят в период половодья и наиболее крупных паводков. При этом соотношение относительной мутности и расходов воды зависит от водности конкретного года.

Ключевые слова: $S-Q$ связь, эффект гистерезиса, вулканическая деятельность, взаимосвязь расхода и мутности воды, сток взвешенных наносов.

Введение. Формирование и изменение характеристик стока взвешенных наносов происходит под воздействием различных природных и антропогенных факторов в разных пространственно-временных масштабах. Эти факторы влияют на величину мутности речных вод, транспортирующую способность потока, соотношение стока взвешенных и влекомых наносов, что важно учитывать при решении многих научных и практических задач. Формы перемещения частиц, их состав, транспорт, переотложение, эрозия и аккумуляция продуктов эрозии – наиболее важные разделы теории транспорта минеральных частиц водными потоками. В частности, их изучение и использование актуально для организации эффективного и безопасного природопользования на территории Камчатского края. Интерес к исследованию стока взвешенных наносов рек рассматриваемой территории определяется также природными особенностями региона, для которого характерно сочетание традиционных и необычных факторов формирования стока взвешенных наносов рек, различающихся по характеристикам водного режима и источникам поступления минеральных частиц. Разнообразие факторов, определяющих специфику эрозионных процессов на водосборах и транспорта продуктов разрушения горных пород по русловой сети, дополняется отсутствием существенной техногенной нагрузки на режим мутности поверхностных вод (за исключением немногочисленных водотоков Камчатского края, находящихся в зонах производства горных работ). Специфика региона заключается в наличии на его территории многочисленных активных и потухших вулканов. Рыхлые вул-

каногенные отложения на их склонах создают особые условия для поступления минеральных частиц в поверхностные воды, ранее практически не изучавшиеся в России. Природные и антропогенные факторы изменения мутности определяют малоизученные для условий Камчатского края закономерности внутригодовых флуктуаций содержания в воде минеральных частиц. Их выявление важно для понимания механизмов русловых переформирований, способных ограничивать природопользование на освоенных участках рек, представлять опасность для социальных и производственных объектов в руслах рек и на их берегах. Одновременно они необходимы для определения экологических ограничений для некоторых видов хозяйственной деятельности. По данным Федерального агентства по рыболовству [Федеральное ..., 2017], рыбохозяйственный комплекс Камчатского края занимает первое место в Российской Федерации по использованию водных биологических ресурсов, выпуску рыбной продукции. Реки региона являются местами нереста многих видов ценных лососевидных промысловых рыб (чавычи, кижуча, кеты, нерки, горбуши и др.), развитие популяций которых во многом определено и даже лимитировано мутностью воды [Лешков, 1985; Опасные ..., 2014; Chalov, 2014].

Зависимость мутности от расхода воды в течение года может претерпевать существенные изменения в зависимости от сезона года [Syvitski et al., 2000; Walling, 1977], варьировать для отдельных фаз водного режима рек [Алексеевский, 1998; Тананев, 2012; Diez et al., 1988; Slaymaker, 1991]. Данная взаимосвязь в редких случаях носит линейный ха-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Макавеева, мл. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: ludmilakuksina@gmail.com

рактен [Williams, 1989], чаще она описывается более сложными зависимостями петлеобразной, экспоненциальной, логарифмической и других форм [Алексеевский, 1998; Williams, 1989].

Последние и наиболее полные обобщения данных по средним многолетним значениям мутности речных вод и модулю стока взвешенных наносов региона относятся к 1970-м годам. [Ресурсы ..., 1973; Сток наносов ..., 1977] и не учитывают современных гидрометеорологических условий поверхностного смыва и транспорта минеральных частиц в речной сети территории. Закономерности внутригодовой изменчивости характеристик стока взвешенных наносов рек Камчатского края ранее практически не изучались. В связи с этим основной целью статьи является исследование закономерностей сезонной изменчивости мутности и расхода воды в реках Камчатского края, выявление причин возникновения тех или иных типов связей, изучение зависимостей между различными их характеристиками.

Материалы и методы исследований. Стационарные и специальные наблюдения за стоком взвешенных наносов, охватывающие весь годовой цикл изменения гидрологических характеристик в реке, позволяют провести анализ сезонных закономерностей хода мутности. Основой для подобной работы являются измеренные значения расходов воды Q и соответствующие им значения мутности воды S . Многообразие кривых вида $S = f(Q)$ и наложенных кривых $S(t)$, $Q(t)$ (t – время), выделенных в работах [Алексеевский, 1998; Лопатин, 1958; Тананаев, 2012; Williams, 1989], характеризует особенности формирования стока взвешенных наносов в различные фазы водного режима в зависимости от разнообразных сочетаний процессов эрозии и последующего транспорта материала. Оно исчерпывается выделением пяти классов кривых вида $S = f(Q)$ [Алексеевский, 1998; Williams, 1989]. I класс объединяет однозначные зависимости прямолинейного, экспоненциального и логарифмического вида (рис. 1, А). Зависимости вида IА, а, б, в возникают в том случае, если мутность и расход воды имеют синхронные пики, идентичное распределение и коэффициент асимметрии, но при этом необязательно совпадающие величины относительных изменений мутности и расхода воды. Типы зависимостей IБ, IВ получают тогда, когда оба временных графика имеют синхронные пики, идентичную форму распределения и высоту пиков, но при этом разное количественное распределение. По всей видимости, появление различных типов однозначных зависимостей происходит в том случае, когда в системе имеется неограниченное количество наносов, кроме того, изменение мутности должно происходить синхронно с колебаниями расходов воды [Williams, 1989].

Связи II, III, IV и V классов включают криволинейные зависимости – симметричные петли различной направленности (по часовой и против часовой стрелки), асимметричные петли, петли в виде восьмерки (рис. 1, б). Тип II, а возникает в водото-

ке в том случае, если пик мутности проходит раньше пика расхода воды и оба графика имеют примерно одинаковый коэффициент асимметрии, величина мутности в возрастающей части кривой превышает аналогичную величину в убывающей части при одном и том же значении расхода воды. Тип II, б проявляется в том случае, если пики мутности и расхода воды совпадают, временные графики имеют разные коэффициенты асимметрии, при этом величина мутности в возрастающей части кривой превышает аналогичную величину в убывающей части при одном и том же расходе воды. Формирование взаимосвязи расхода воды и мутности по часовой стрелке объясняется двумя причинами. Во-первых, истощением запасов взвешенных наносов в системе перед тем, как пройдет максимум расхода воды вследствие малого количества наносов в системе или по причине длительного и мощного половодья (паводка). Во-вторых, формированием армирующего слоя перед прохождением пика расхода воды [Williams, 1989]. Типы III, а, III, б аналогичны типу II с той разницей, что максимум расхода воды опережает максимум мутности. Петли такого типа (против часовой стрелки), вероятно, формируются вследствие трех основных причин. Первая причина связана с относительным временем добегания волны паводка и расхода взвешенных наносов, причем разница между ними увеличивается при движении вниз по течению. Вторая причина может быть связана с высокой эродируемостью почв и одновременно растянутым половодьем [Kung, Chiang, 1977]. Третья причина заключается в сезонной изменчивости в распределении осадков и поступления взвешенных наносов в систему [Shi et al., 1985].

Увеличение разницы в относительном распределении приводит к тому, что петли становятся асимметричными, возникают зависимости вида IV. Тип V, а проявляется в том случае, если в начале развития гидрологического события величина расхода воды и мутности изменяются полностью синхронно, а затем ситуация развивается аналогично типу II, а. Пример такой взаимосвязи величин описан на примере р. Оук Крик в штате Орегон, США [Milhous, 1973]. Поскольку данный тип представляет собой комбинацию типа I с типом II или III, то и его возникновение объясняется теми же причинами, что и для названных выше взаимосвязей. В некоторых случаях, когда должен формироваться тип II, а или тип III, а, их формирование не происходит, то в этих же условиях формируется тип V, б, описанный в работе [Bobrovitskaya, 1967], однако точного объяснения его возникновению не найдено.

Для рек Камчатского края характерны лишь некоторые типы таких связей из реально существующего их разнообразия. Они выявлены на основе анализа данных стационарных наблюдений за расходами и мутностью воды по 60 постам на реках Камчатского края за период с 1951 по 1977 гг. (рис. 2). Большая часть постов (73%) располагается в бассейнах рек с площадью водосбора менее 2000 км², примерно четверть используемых данных

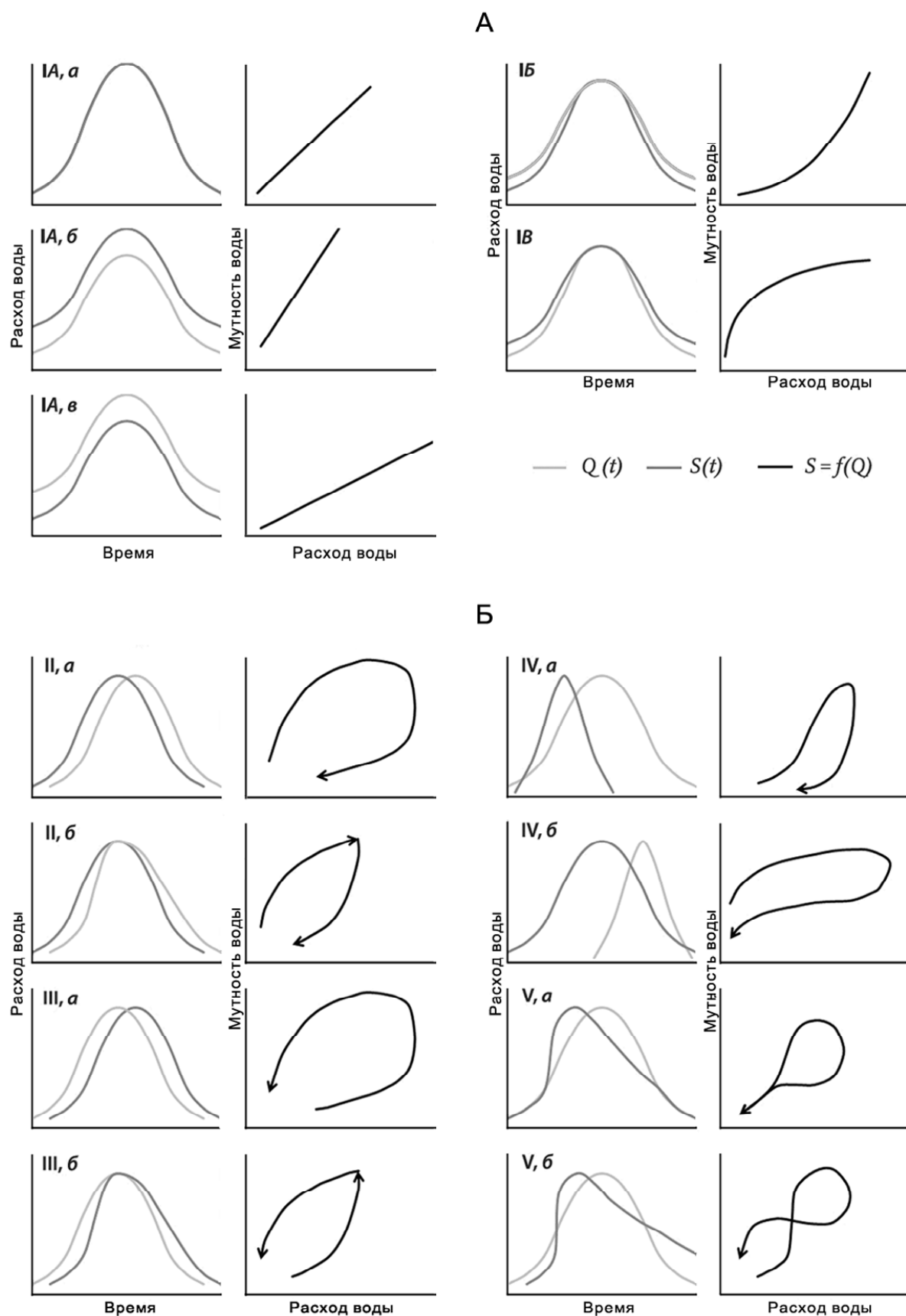


Рис. 1. Основные типы связей мутности и расходов воды: А – I класса, Б – II, III, IV, V классов (по [Williams, 1989])

Fig. 1. Main types of suspended sediment concentration and water discharge interactions: А – I class; Б – II, III, IV and V classes (according to [Williams, 1989])

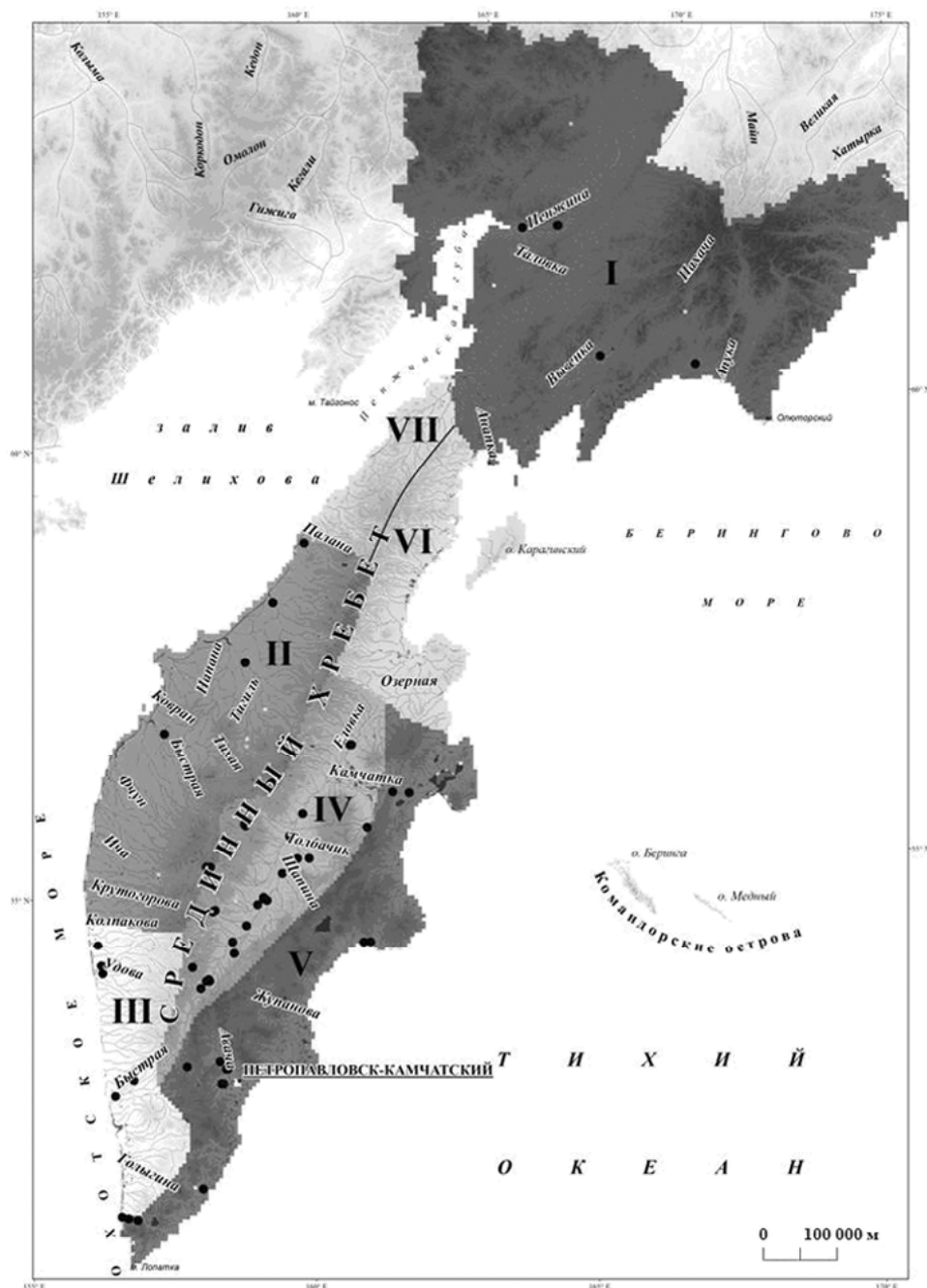


Рис. 2. Гидрологическое районирование Камчатского края (по [Куксина, Алексеевский, 2016; Ресурсы ..., 1973]) и распределение пунктов гидрологического мониторинга. Районы: I – Северный, II – Западный, III – Юго-Западный, IV – Центральный, V – Восточный, VI – Северо-Восточный, VII – неизученный район

Fig. 2. Hydrological regionalization of the Kamchatka Krai (according to [Kuksina, Alexeevsky, 2016; Resursy ..., 1973]) and distribution of hydrological monitoring stations. Regions: I – Northern, II – Western, III – South-western, IV – Central, V – Eastern, VI – North-eastern, VII – non-studied region

(24%) охватывает речные бассейны площадью 2000–50 000 км², остальные сведения (3%) приходятся на бассейны рек площадью более 50 000 км² (крупнейшие реки региона Камчатка и Пенжина).

Результаты исследований и их обсуждение. На территории Камчатского края не наблюдается большого разнообразия типов связей. Анализ подобных кривых показал, что наиболее распространенным типом для рек рассматриваемого региона является зависимость вида II, *a*, когда увеличению расхода

воды соответствует возрастание мутности воды, а на спаде наблюдается снижение содержания в воде взвешенных наносов, максимум стока взвешенных наносов при этом опережает максимальный расход воды (рис. 3, А). Она характерна практически для всех рек территории. Однако в отдельные годы на некоторых реках отмечаются другие типы связи между переменными: IА (рис. 3, Б, 1), IБ (рис. 3, Б, 2), IV, *a* (рис. 3, Б, 3). В этих случаях происходит изменение крутизны ветвей этой зависимости на

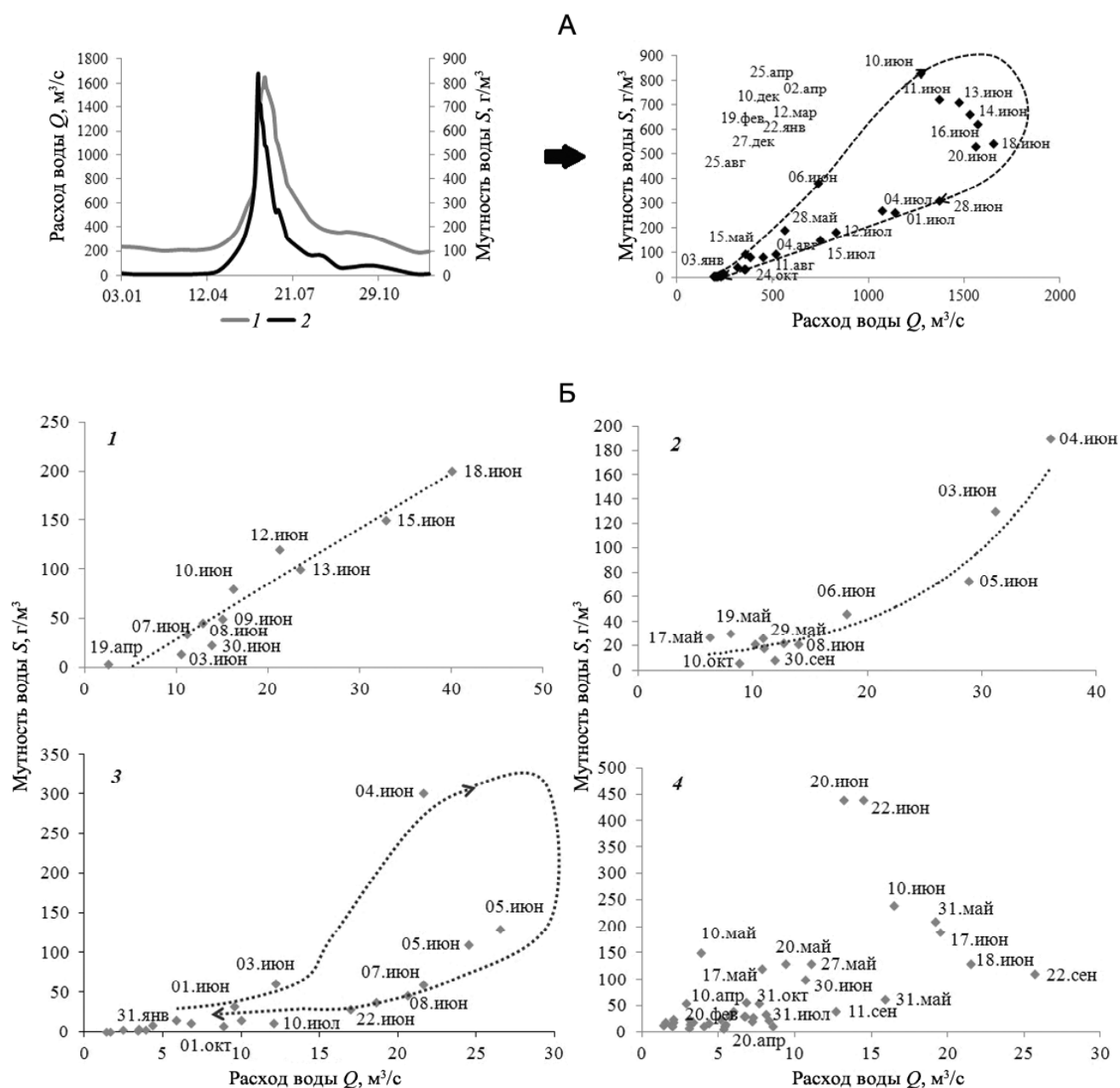


Рис. 3. Зависимости $S=f(Q)$ для рек Камчатского края: – II, А – р. Камчатка – пгт. Козыревск, 1958 г. (1 – расход воды, 2 – мутность воды); Б – I – IA, р. Уксичан – с. Эссо, 1976 г.; 2 – IB, р. Уксичан – с. Эссо, 1977 г.; 3 – IV, а – р. Уксичан – с. Эссо, 1972 г.; 4 – отсутствие зависимости (р. Татьяна – с. Кротоки, 1975 г.)

Fig. 3. $S=f(Q)$ relations for rivers of the Kamchatka Krai: А – II, a, the Kamchatka River – Kozyrevsk settl., 1958 (1 – water discharge, 2 – suspended sediment concentration); Б – I – IA, the Uksichan River – Esso settl., 1976; 2 – IB, the Uksichan River – Esso settl., 1977; 3 – IV, a, the Uksichan River – Esso settl., 1972; 4 – no interaction (the Tat'yana River – Kronoki settl., 1975)

подъеме и спаде уровней воды, формирование линейной или нелинейной связи, несовпадение изменения значений Q и S . Для ряда рек, расположенных в зоне активного вулканического воздействия [Муравьев с соавт., 2010] (р. Камчатка – уроч. Большие Щеки, р. Ольга, Татьяна, Кротоцкая, 1-ая Мутная и др.), выделение типа $S-Q$ связи иногда бывает затруднительно (рис. 3, Б, 4), что связано с формированием поля точек без наличия выраженных тенденций. Вероятно, это обусловлено несинхронным изменением содержания взвешенных частиц в воде главной реки и ее притоков, дренирующих склоны и

подножия активных вулканов. В данном случае содержание в воде минеральных частиц обусловлено не водностью главной реки, а режимом поступления наносов из притоков.

Сложный характер зависимости между мутностью и расходом воды имеет р. Кротоцкая, вытекающая из оз. Кротоцкого и расположенная в непосредственной близости от действующих вулканов восточного вулканического пояса. Он обусловлен существенным влиянием вулканизма на режим сезонной изменчивости мутности. Это предположение доказывает анализ данных по реке, режим которой

также во многом обусловлен ее озерностью. Для р. Озерная, вытекающей из оз. Курильского и удаленной от зоны влияния вулканических выпадений, характерна хорошо выраженная петлеобразная зависимость между Q и S .

Анализ связи между мутностью и расходами воды позволяет выполнить обобщение по характеристикам этих связей для рек разных гидрологических районов Камчатского края [Ресурсы ..., 1973] (рис. 2, табл. 1). Он показал, что реки региона отличаются не только по синхронности изменения переменных, их большей или меньшей относительной трансформации. Реки также отличаются по датам начала возрастания и стабилизации мутности, формирования максимальной мутности, продолжительности и интенсивности нарастания и уменьшения мутности, ширине гистерезисных петель в зависимостях $S = f(Q)$, интенсивности нарастания и уменьшения расхода воды, а также датам максимального расхода воды.

Возрастание мутности на реках Камчатского края в среднем начинается в первой декаде апреля – первой декаде мая. В отдельные годы начало интенсивного возрастания содержания взвешенных частиц в воде приурочено к прохождению крупных паводков. Поэтому даты этого события могут смещаться вплоть до второй декады октября.

Дата максимальной мутности на реках с ярко выраженным весенне-летним половодьем совпадает с максимумом водного стока или на несколько дней опережает его (приходится на последнюю декаду апреля – последнюю декаду июня). На реках, характеризующихся прохождением крупных паводков, дата максимальной мутности приурочена к пику паводка. Диапазон наступления даты максимальной мутности значительно шире – от первой декады мая до второй декады ноября.

Минимальная продолжительность и наибольшая интенсивность нарастания мутности характерна для рек Юго-Западного района. Максимальная интенсивность увеличения мутности характерна для рек Центрального района, что связано с особенностями их водного режима.

Наименьшая интенсивность возрастания мутности речных вод характерна для рек Северного гидрологического района, несмотря на то, что расходы воды здесь возрастают очень быстро.

Стабилизация мутности речных вод (мутность речных вод после наступления даты стабилизации не испытывает существенных колебаний) на территории Камчатского края наступает в период с первой декады июня до первой декады декабря. Начало процесса зависит от гидрологических особенностей конкретного года (наличие или отсутствие значительных паводков). Интенсивность уменьшения мутности значительно меньше интенсивности ее нарастания. Она изменяется в среднем в пределах от 2 до 5 г/м³ за сутки. Только для рек Восточного гидрологического района интенсивность достигает 11 г/м³ за сутки.

Средняя ширина петли, отвечающая разности значений мутности на подъеме и спаде половодья (паводка) для величины расхода воды, соответствующего норме стока воды, сильно изменяется по территории. Значения этой разности для гидрологических районов Камчатского края могут отличаться в 6 раз, достигая минимума в Северном, а максимума – в Западном районе.

Зависимости между характеристиками $S-Q$ связей отражают наличие или отсутствие значимых факторов их формирования. Они существуют для большинства районов Камчатского края. Исключения составляют реки Северного и Юго-Западного гидрологических районов, для которых нет доста-

Таблица 1

Обобщенные характеристики $S-Q$ связей для рек в различных гидрологических районах Камчатского края

Период	Дата начала возрастания мутности	Дата максимальной мутности	Средняя продолжительность нарастания мутности, сутки	Средняя интенсивность нарастания мутности, г/м ³ в сутки	Дата стабилизации мутности	Средняя продолжительность уменьшения мутности, сутки	Средняя интенсивность уменьшения мутности, г/м ³ в сутки	Средняя ширина петли	Средняя интенсивность нарастания расхода воды, м ³ /см в сутки	Средняя интенсивность уменьшения расхода воды, м ³ /сут в сутки	Дата максимального расхода воды
Пенжина – Каменское, Северный гидрологический район											
1965–1973	26,4–14,6	3,6–18,6	19	13	18,7–2,12	75	2	16	143	49	9,6–21,6
Тигиль – Тигиль, Западный гидрологический район											
1957–1974	14,4–20,5	29,4–27,6	15	18	24,6–21,9	82	4	98	20	2	3,5–2,7
Брюмка – Брюмка, Юго-Западный гидрологический район											
1971–1977	5,5–13,10	8,5–14,10	6	62	6,6–30,11	104	2	18	31	1	6,5–14,10
Камчатка – Козыревск, Центральный гидрологический район											
1951–1977	7,4–4,6	22,5–12,7	38	23	29,7–10,12	107	5	72	27	11	4,6–12,7
Авача – Елизово, Восточный гидрологический район											
1952–1977	4,5–16,10	28,5–18,11	13	49	6,7–14,11	67	11	69	20	3	5,6–2,7

точных данных наблюдений. Для этих районов выделены тенденции, характеризующие взаимосвязь значимых факторов. Для рек Северного гидрологического района хорошо связаны (коэффициент корреляции изменяется в диапазоне 0,7–0,8) даты начала возрастания и достижения максимальной мутности, даты максимальной мутности и ширины петли $S-Q$ связи, продолжительности нарастания и уменьшения мутности, даты формирования максимальной мутности и продолжительности уменьшения мутности (табл. 2). Наиболее тесные взаимосвязи (коэффициент корреляции больше 0,9) характерны для даты начала и продолжительности возрастания мутности, интенсивности нарастания мутности и расходов воды, интенсивности нарастания и уменьшения мутности. Он также существенен для дат стабилизации и продолжительности уменьшения мутности, дат стабилизации мутности и ширины петли $S-Q$ связи, продолжительности уменьшения мутности и ширины этой петли, интенсивности уменьшения мутности и увеличения расхода воды.

Для рек Западного гидрологического района наилучшая связь (корреляция составляет порядка 0,9) характерна для дат стабилизации мутности и продолжительности ее уменьшения, продолжительности и интенсивности уменьшения мутности. Несколько меньше коэффициент корреляции (0,6–0,8) между интенсивностью нарастания мутности и шириной петли $S-Q$ связи, датами начала возрастания мутности и ее максимального значения, датой стабилизации мутности и интенсивностью ее уменьшения, продолжительностью уменьшения мутности и интенсивностью спада расходов воды.

Реки Юго-Западного гидрологического района характеризуются наличием значимых связей меж-

ду датами начала возрастания мутности и ее максимума, датами стабилизации мутности и интенсивностью ее спада, датами начала возрастания мутности и интенсивностью ее спада, а также датой максимального значения мутности воды, продолжительностью и интенсивностью уменьшения мутности, датой начала возрастания мутности и шириной петли $S-Q$ связи, датой начала и интенсивностью нарастания мутности, интенсивностью нарастания и уменьшения мутности, интенсивностью нарастания и уменьшения мутности и шириной петли $S-Q$ связи.

На реках Центрального гидрологического района можно выделить большое разнообразие типов зависимостей между характеристиками $S-Q$ связи (линейные, экспоненциальные, логарифмические). Наиболее тесная взаимосвязь наблюдается для даты стабилизации мутности и интенсивности ее уменьшения (коэффициент корреляции больше 0,9). Корреляцией порядка 0,7–0,8 характеризуются связи интенсивности и продолжительности нарастания мутности, интенсивности роста расхода воды и мутности, дат достижения максимального расхода воды и мутности. Отличительной особенностью Центрального района является наличие связи между продолжительностью уменьшения мутности и шириной петли. Это соотношение (рис. 4) может быть описано двумя линейными зависимостями. Прямой линейный тип связи характерен при небольшой продолжительности уменьшения мутности в случае, когда в потоке достаточно наносов для реализации транспортирующей способности. В случае, когда продолжительность уменьшения мутности превышает 80 суток, наносов в потоке оказывается недостаточно, и ширина петли сокращается (обратное линейное соотношение).

Таблица 2

Матрица значений коэффициентов корреляции между различными характеристиками петель $S-Q$ связи для рек Северного гидрологического района Камчатского края

Фактор	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		<u>0,80</u>	–0,98	0,63	0,54	0,58	0,62	0,49	0,67
2			0,68	0,18	0,65	–0,70	0,25	–0,76	0,16
3				0,09	0,47	<u>0,73</u>	0,12	0,37	0,09
4					0,41	0,18	<u>0,96</u>	0,22	<u>0,96</u>
5						<u>0,99</u>	0,59	<u>0,95</u>	0,42
6							0,26	<u>0,96</u>	0,20
7								0,41	<u>0,93</u>
8									0,36
9									
<u>0,80</u> прямая зависимость 0,98 обратная зависимость									

Примечание. Факторы: 1 – дата начала возрастания мутности, 2 – дата максимальной мутности, 3 – продолжительность нарастания мутности, 4 – интенсивность нарастания мутности, 5 – дата стабилизации мутности, 6 – продолжительность уменьшения мутности, 7 – интенсивность уменьшения мутности, 8 – ширина петли $S-Q$ связи, 9 – интенсивность нарастания расходы воды.

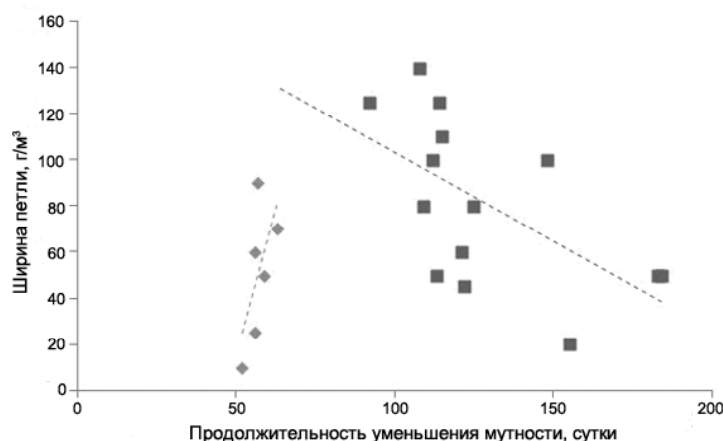


Рис. 4. Зависимость ширины петли от продолжительности уменьшения мутности на реках Центрального гидрологического района

Fig. 4. Dependence of loop width on the duration of suspended sediment concentration decreasing for rivers in the Central hydrological region

Наибольшая теснота взаимосвязи на реках Восточного гидрологического района характерна для дат начала возрастания мутности и ее максимального значения (как и на реках Северного, Западного и Юго-Западного районов), дат стабилизации мутности и ее уменьшения (характерно для всех районов территории за исключением Юго-Западного) (коэффициент корреляции больше 0,9). Коэффициент корреляции порядка 0,7 характеризует связь интенсивности нарастания расхода воды и ширины петли $S-Q$ связи, выявленную только для рек данного района. Все обозначенные для данного района связи соответствуют линейным уравнениям. Увеличение

ширины петли с возрастанием расходов воды объясняется тем, что при интенсивном увеличении расходов воды происходит соответственно более интенсивный вынос наносов. Это приводит к меньшему их поступлению на спаде, таким образом, ширина петли оказывается больше при более стремительном нарастании водного стока.

Согласованность изменений параметров $S-Q$ функции в основном обусловлена особенностями увеличения или уменьшения стока воды, соотношения между мутностью воды и предельной нагрузки потока минеральными частицами, массообмена между транзитным потоком и русловыми отложениями. Роль синоптических условий (осадков, температуры воздуха) менее значима (коэффициенты корреляции не превышали 0,3) и является косвенной. Тем не менее, весной на залесенных водосборах Камчатского края изменение мутности определяется процессами снеготаяния.

Внутригодовые закономерности изменения мутности речных вод определяются особенностями водного режима рек, характеризующегося на территории изучаемого региона тремя зональными и пятью аazonальными типами [Куксина, Алексеевский, 2016]. На реках, характеризующихся наличием ярко выраженного весеннего или весенне-летнего половодья, в этот период переносится основная масса взвешенных частиц. Для рек Камчатского края она в среднем составляет 80–95% суммарного годового стока наносов (табл. 3). В отдельные годы и на реках, которые характеризуются прохождением крупных летних паводков, пре-

Таблица 3

Внутригодовое распределение стока воды (верхняя строка) и взвешенных наносов (нижняя строка) для рек с различным водным режимом, % от суммарного годового стока

Река	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Реки с ярко выраженным половодьем												
Тылговаям	0,77	0,55	0,58	0,91	13,6	38,4	16,1	9,48	8,98	6,47	2,81	1,35
	0,044	0,027	0,039	4,07	16,0	58,2	11,0	3,22	3,56	1,97	1,76	0,11
Реки с паводками												
Половинка	1,31	1,19	1,05	1,14	12,7	7,73	4,96	4,42	9,14	41,2	11,2	3,96
	0,26	0,19	0,16	0,20	5,70	41,7	3,17	0,69	0,71	45,1	1,52	0,60
Реки в зоне активного вулканизма												
1-я Мутная	4,80	4,58	5,44	9,85	15,5	9,85	8,45	8,37	8,61	10,5	8,25	5,80
	1,78	1,73	2,27	9,15	28,2	10,4	8,30	9,52	6,59	12,4	6,20	3,46
Реки, дренирующие склоны и подножия активных вулканов												
Большая Хапица	3,93	3,69	3,59	4,34	7,64	20,1	19,0	11,8	8,20	6,91	6,02	4,73
	1,91	1,21	0,81	1,94	21,9	38,4	10,2	18,1	2,25	0,71	1,50	1,07

вышающих по объему стока весеннее половодье, доля взвешенных наносов за период половодья уменьшается до 50%. Для рек с притоками, дренирующими территории активного вулканизма, характерно примерно равное распределение стока взвешенных наносов между периодом половодья и летне-осенних паводков.

Реки вулканических территорий основную часть стока взвешенных наносов переносят в период половодья и крупных паводков [Виноградов, Купцов, 1980], то есть в летне-осенний период (при отсутствии экстремальных паводков при извержениях в зимне-весенний период). Сочетание максимальных снегозапасов, значительных осадков в теплый период на склонах вулканов и слабой противоэрозионной устойчивости рыхлых вулканических отложений [Кукушина, Алексеевский, 2016] приводит к тому, что в этот период водные потоки совершают наибольшую эрозионную работу. Мутность воды нередко достигает $1,0\text{--}6,0 \text{ кг/м}^3$ (для рек с площадью водосбора F порядка 1000 км^2), а при $F < 100 \text{ км}^2$ – до 600 кг/м^3).

Относительное внутригодовое распределение мутности воды (отношение мутности воды в i -й месяц года к среднему годовому значению) зависит от водности года. В многоводные годы на реках Северного гидрологического района относительное изменение расходов воды (отношение расхода воды в i -й месяц года к среднему годовому расходу воды) больше (примерно в два раза) относительных значений мутности. В средние по водности годы в период половодья характерно условие, когда относительная мутность превышает относительные изменения расхода воды. В период межени, наоборот, соотношение меняется на противоположное. В маловодные годы наблюдается синхронность относительных изменений расходов воды и мутности.

Колебания водного стока и мутности Западного и Юго-Западного районов не зависят от водности года. Относительные значения мутности больше значений стока воды в многоводный сезон года.

В меженный период их соотношение имеет противоположный характер. Эта закономерность характерна и для рек Центрального и Восточного гидрологических районов. Она может нарушаться в отдельные маловодные годы.

Реки, испытывающие влияние активного вулканизма, отличаются большими значениями относительной мутности воды (по сравнению с относительной величиной расходов воды) в половодье многоводных и средних по водности лет. В годы пониженной водности основные различия сезонной изменчивости относительных расходов воды и мутности характерны для периода половодья.

Выводы:

– на территории Камчатского края не наблюдается большого разнообразия типов взаимосвязей расходов и мутности воды. Как правило, они описываются зависимостью вида II, a [Williams, 1989]. Сезонные закономерности изменения содержания взвешенных частиц в потоке для рек изучаемого региона соответствуют вариации мутности при колебаниях расходов воды. Увеличению расхода воды обычно соответствует возрастание мутности воды, а на спаде происходит снижение содержания в воде взвешенных частиц (максимум стока взвешенных наносов опережает при этом дату максимального расхода воды). Вулканические извержения являются фактором нарушения зависимости между переменными;

– для рек различных гидрологических районов Камчатского края характерны 4 типа взаимосвязи характеристик $S\text{--}Q$ связей, отражающих специфический набор наиболее значимых факторов формирования сезонного стока взвешенных наносов;

– основную часть взвешенных частиц (до 90% и более) реки изучаемого региона переносят в периоды половодья и наиболее крупных паводков. При этом соотношение относительной мутности и расходов воды зависит от водности конкретного года.

Благодарности. Исследование выполнено за счет средств гранта № РНФ 17-77-10047. Автор статьи выражает огромную благодарность своему наставнику и учителю Н.И. Алексеевскому, с кем вместе мы разрабатывали разделы будущей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеевский Н.И. Формирование и движение речных наносов. М.: Геогр. ф-т МГУ, 1998. 202 с.
- Кукушина Л.В., Алексеевский Н.И. Особенности пространственно-временной изменчивости водного стока рек Камчатского края // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 3. С. 1–11.
- Лешков В.Г. Разработка россыпных месторождений. М.: Наука, 1985. 568 с.
- Лопатин Г.В. Опыт анализа зависимости средней мутности речных вод от главнейших природных факторов водной эрозии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1958. № 4. С. 91–98.
- Муравьев Я.Д., Клименко Е.С., Дмитриева Ю.А. К созданию ГИС «Вулканоопасность» // Arcview. 2010. № 2. Вып. 53. С. 12–13.
- Опасные русловые процессы и среда обитания лососевых рыб на Камчатке. М.: Изд-во ВНИРО, 2014. 240 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1973. Т. 20. Камчатка. 366 с.
- Сток наносов, его изучение и географическое распределение / Под ред. А.В. Караушева. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 240 с.
- Тананаев Н.И. Эффект гистерезиса в сезонной изменчивости соотношения расхода и мутности воды рек криолитозоны Сибири и Дальнего Востока // Водные ресурсы. 2012. № 6. Т. 39. С. 598–607.
- Федеральное агентство по рыболовству [Электронный ресурс]. <http://www.fish.gov.ru> (дата обращения 16.10.2017).

Bobrovitskaya N.N. Discharge of suspended sediments as a function of hydrologic characteristics // *Soviet Hydrology: Selected papers*. 1967. № 2. P. 173–183.

Chalov S.R. Effects of placer mining on suspended sediment budget: case study of north of Russia's Kamchatka Peninsula // *Hydrological Sciences J.* 2014. V. 59. № 5. P. 1081–1094.

Diez J.C., Alvera B., Puigdefabregas J., Gallard F. Assessing sediment sources in a small drainage basin above the timberline in the Pyrenees // *Sediment budgets. Proc. Porto Alegre Symposium*. 1988. IAHS Publication № 174. P. 197–205.

Kung S.Y., Chiang T.C. Soil erosion and its control in small gully watersheds in the rolling loess area on the middle reaches of the Yellow River. Peking, 1977. 21 p.

Milkous R.T. Sediment transport in a gravel-bottomed stream. PhD thesis, 1973. 232 p.

Shi Y.L., Yang W., Ren M.E. Hydrological characteristics of the Changjiang and its relation to sediment transport to the sea // *Continental Shelf Res.* 1985. V. 4(1/2). P. 5–15.

Slaymaker O. Mountain geomorphology: a theoretical framework for measurement programmes // *Catena*. 1991. V. 18. P. 427–437.

Syvitski J.P.M., Morehead M.D., Bahr D.B., Mulder T. Estimating fluvial sediment transport: the rating parameters // *Water Resources Research*. 2000. V. 36. № 9. P. 2747–2760.

Walling D.E. Assessing the accuracy of suspended sediment rating curves for a small basin // *Water Resources Research*. 1977. V. 13. № 3. P. 531–538.

Williams G.P. Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in rivers // *J. Hydrology*. 1989. № 111. P. 89–106.

Поступила в редакцию 11.09.2017

Принята к публикации 12.03.2018

L.V. Kuksina¹

SEASONAL VARIABILITY OF WATER DISCHARGE AND SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATION FOR RIVERS OF THE KAMCHATKA KRAI

Regularities of seasonal variability of water discharge and suspended sediment concentration interactions were studied for rivers in the Kamchatka Krai territory. The limited number of types of such interactions was established for the region. In most cases the increase of suspended sediment concentration usually coincides with increasing water discharge, and during the decrease of water discharge the reduction of suspended sediment concentration is observed. However, the maximum of suspended sediment concentration is in advance of the maximum water discharge. The volcanic activity appeared to be a significant factor impacting the disturbance of interaction between the variables. The analysis of data on measured water discharges and suspended sediment concentrations demonstrated that there are four types of *S-Q* relations for rivers in various hydrological regions of the Kamchatka Krai. They represent the most important factors influencing the formation of the seasonal suspended sediment yield. The largest part of suspended sediments (90% and more) is transported during the high water periods in rivers of the studied region. The ratio between relative suspended sediment concentration and water discharge depends on water amount in particular year.

Key words: *S-Q* relation, hysteresis effect, volcanic activity, interaction between water discharge and suspended sediment concentration, suspended sediment yield.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project № 17-77-10047). The author is particularly grateful to her teacher and advisor N.I. Alekseevsky with whom we worked on structuring the paper.

REFERENCES

Alekseevskij N.I. Formirovanie i dvizhenie rechnyh nanosov. [Formation and transportation of river sediments]. Moscow: Faculty of Geography, MSU, 1998. 202 p. (in Russian).

Bobrovitskaya N.N. Discharge of suspended sediments as a function of hydrologic characteristics // *Soviet Hydrology: Selected papers*. 1967. № 2. P. 173 – 183.

Chalov S.R. Effects of placer mining on suspended sediment budget: case study of north of Russia's Kamchatka Peninsula // *Hydrological Sciences J.* 2014. V. 59. № 5. P. 1081–1094.

Diez J.C., Alvera B., Puigdefabregas J., Gallard F. Assessing sediment sources in a small drainage basin above the timberline in the Pyrenees // *Sediment budgets. Proc. Porto Alegre Symposium*. 1988. IAHS Publication. № 174. P. 197–205.

Federal'noe agentstvo po rybolovstvu [Federal agency on fishing] [electronic resource]. <http://www.fish.gov.ru> (assess date 16.10.2017).

Kuksina L.V., Alekseevskij N.I. Osobennosti prostranstvenno-vremennoj izmenchivosti vodnogo stoka rek Kamchatskogo kraja

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Fluvial Processes, Junior Scientific Researcher, PhD in Geography; e-mail: ludmilakuksina@gmail.com

[Space and time variations of river runoff in the Kamchatka Krai] // *Vodnye resursy*. 2016. V. 43. № 3. P. 1–11 (in Russian).

Kung S.Y., Chiang T.C. Soil erosion and its control in small gully watersheds in the rolling loess area on the middle reaches of the Yellow River. *Pering*, 1977. 21 p.

Leshkov V.G. Razrabotka rossypanyh mestorozhdenij [Placer mining]. Moscow: Nauka, 1985. 568 p. (in Russian).

Lopatin G.V. Opyt analiza zavisimosti srednej mutnosti rechnyh vod ot glavnejshih prirodnyh faktorov vodnoj jerozii [Experience of the analysis of dependence of mean suspended sediment concentration in rivers on the main natural factors of water erosion] // *Izv. AN SSSR. Ser. geogr.* № 4. P. 91–98 (in Russian).

Milkous R.T. Sediment transport in a gravel-bottomed stream. PhD thesis. 1973. 232 p.

Murav'ev Ja.D., Klimenko E.S., Dmitrieva Ju.A. K sozdaniyu GIS «Vulkanoopasnost'» [On the creation of a «Volcanic danger» GIS] // *Arxiv*. 2010. № 2. V. 53. P. 12–13 (in Russian).

Opasnye ruslovyie processy i sreda obitaniya lososevyh ryb na Kamchatke. [Hazardous channel processes and salmon habitats at the Kamchatka Peninsula]. Moscow: Izd-vo VNIRO, 2014. 240 p. (in Russian).

Resursy poverhnostnyh vod SSSR. T. 20. Kamchatka [Resources of surface water in the USSR. V. 20. Kamchatka]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973. 366 p. (in Russian).

Shi Y.L., Yang W., Ren M.E. Hydrological characteristics of the Changjiang and its relation to sediment transport to the sea // *Continental Shelf Res.* 1985. V. 4(1/2). P. 5–15.

Slaymaker O. Mountain geomorphology: a theoretical framework for measurement programmes // *Catena*. 1991. V. 18. P. 427–437.

Stok nanosov, ego izuchenie i geograficheskoe raspredelenie [Sediment yield, its study and geographical distribution] / Pod red. A.V. Karausheva. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 240 p. (in Russian).

Syvitski J.P.M., Morehead M.D., Bahr D.B., Mulder T. Estimating fluvial sediment transport: the rating parameters // *Water Resources Research*. 2000. V. 36. № 9. P. 2747–2760.

Tananaev N.I. Jefferkt gisterezisa v sezonnoj izmenchivosti sootnosheniya rashoda i mutnosti vody rek kriolitozony Sibiri i Dal'nego Vostoka [Hysteresis effect in the seasonal variations of the relationship between water discharge and suspended load in rivers of the permafrost zone in Siberia and Far East] // *Vodnye resursy*. 2012. № 6. V. 39. P. 598–607 (in Russian).

Walling D.E. Assessing the accuracy of suspended sediment rating curves for a small basin // *Water Resources Research*. 1977. V. 13. № 3. P. 531–538.

Williams G.P. Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in rivers // *J. Hydrology*. 1989. № 111. P. 89–106.

Received 11.09.2017

Accepted 12.03.2018

ГЕОГРАФИЯ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 911.3:33

М.Ю. Берёзкин¹, О.А. Синюгин²

ГЕОГРАФИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ВОЗОБНОВЛЯЕМУЮ ЭНЕРГЕТИКУ МИРА

Интерес к возобновляемой энергетике в настоящее время связан уже не столько с экологическими преимуществами, сколько с устойчивым, безопасным энергоснабжением. Высокие темпы роста возобновляемой энергетике на почти стагнационном энергетическом рынке говорят о том, что возобновляемая энергетика с новыми технологиями претендует на серьезные роли в будущей мировой энергетике. Важным подтверждением этому является такой показатель, как приток инвестиций в данный сектор энергетике. В посткризисный период произошел географический сдвиг в инвестициях в возобновляемую энергетике – развивающиеся страны приблизились по абсолютному уровню инвестиций к группе развитых стран. Одним из объективных критериев уровня привлечения инвестиций является душевой показатель. По этому показателю составлена карта «География инвестиций в возобновляемую энергетике мира», по ней выделены и дана характеристика четырем типам стран.

Ключевые слова: инновационные процессы, динамика инвестиций, территориальная организация инвестиций, типология стран по уровню инвестиций.

Введение. Возобновляемая энергетика из года в год вносит все более заметный вклад в глобальную. В то время как традиционная энергетика, использующая ископаемое топливо, за последние два десятилетия находилась в стагнации, возобновляемая демонстрировала рекордные темпы роста. Интерес к возобновляемой энергетике связан уже не только с экологическими преимуществами, но и с устойчивым, безопасным энергоснабжением человечества в будущем [Безруких, 2007; Стребков, Харченко, 2011]. Высокие темпы роста возобновляемой энергетике говорят о том, что она претендует на серьезную роль в будущей мировой энергетике. Важным подтверждением этому является приток инвестиций в этот сектор.

Инвестиционные процессы в возобновляемой энергетике при среднем многолетнем тренде роста довольно изменчивы (волатильны). Исследование изменений и причин этих изменений представляется чрезвычайно важным. В то же время можно проследить пространственные закономерности на различных стадиях инвестиционного процесса. Задача статьи – исследование территориальной организации инвестиций в возобновляемую энергетике на мировом, региональном и страновом уровнях.

Материалы и методы исследования. Отражением ситуации с инвестициями в возобновляемую энергетике может служить миросистемный анализ и модель Центр – Полупериферия – Периферия [Валлерстайн, 2006]. Этот анализ, нашедший широкое применение в экономико-географических исследованиях, взят в качестве базового при изучении

территориальной неоднородности инвестиционных процессов в возобновляемой энергетике мира. В ходе эволюции модели Валлерстайна «Мир – Системы» ее центр неоднократно перемещался: многие века этот центр находился в Китае, до XIX в. сначала был в Европе, затем – в Северной Америке. В связи с этим наблюдающийся в последнее время экономический подъем Китая можно считать началом возвращения центра «Мир – Системы» в его «естественное» место после европейско-североамериканского периода.

В работе использованы сравнительно-географический, проблемный, типологический подходы, метод сравнительного анализа временных рядов данных по инвестициям по странам и регионам и в секторах возобновляемой энергетике, а также материалы международных сетевых организаций, в том числе входящих в ООН [Doom, 2013; Global Trends, 2014; World Energy, 2015; Renewables Global, 2016].

Результаты исследований и их обсуждение. *Инновационная составляющая инвестиционного процесса.* Инвестиционные процессы имеют непосредственную причинно-следственную связь с инновационным развитием. С одной стороны, инвестиции стимулируют инновации, а с другой стороны, от уровня развития инновационных технологий зависит объем привлечения инвестиций.

В нашем исследовании мы исходим из того, что инновации, а точнее инновационный процесс в энергетике исторически связан со сменой базовых энергоносителей при соответствующем переходе от одного технологического уклада к другому в тер-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория возобновляемых источников энергии, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: mberezkin@inbox.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория возобновляемых источников энергии, ст. науч. с., канд. экон. н.; e-mail: sinyugin.oleg@yandex.ru

минах Кондратьева, когда каждому технологическому укладу соответствует свой базовый энергоноситель [Кондратьев, 2002]. Исторически, для первого технологического уклада доиндустриальной эпохи им являлась энергия воды и ветра, для второго – уголь, для третьего – нефть.

Что касается четвертого технологического уклада, то еще в 1970-е гг. преобладало оптимистичное мнение о скором замещении нефти ядерной энергией, демонстрирующей тогда быстрый экспоненциальный рост. Но известные трагические события с авариями на атомных электростанциях выявили реальные риски и несовершенство ядерных энергетических технологий. Атомная энергетика в данный момент не стала базовой, главной энергетической технологий.

При сохранении существующих темпов роста возобновляемой энергетики, сохранением доли газа и уменьшением доли угля, нефти и атомной энергетики в энергобалансе базовый энергоноситель выделяться не будет, как это было при смене технологических укладов в индустриальной экономике. Структура мировой энергетики в ближайшее десятилетие сильно диверсифицируется [Глобальная энергетика ..., 2011].

В настоящее время темпы роста возобновляемых источников энергии заметно превышают темпы роста в традиционной, углеводородной энергетике, которая за полтора столетия развития практически достигла технологического предела. Способы добычи углеводородов и производства электроэнергии отработаны и все более трудны для совершенствования. Кроме того, для поддержания уровня добычи с каждым десятилетием необходимо вовлекать в разработку месторождения из все более отдаленных и труднодоступных районов. Все больший масштаб принимает извлечение ресурсов в шельфовой зоне, большие средства затрачиваются на строительство подводных трубопроводов.

Между тем, постиндустриальная экономика характеризуется сокращением энергопотребления и ресурсоемкости в отраслях материального производства. В отличие от индустриальной экономики, новые технологические решения не требуют таких же количеств невозобновляемых природных ресурсов и энергии. Прирост энергопотребления наблюдается лишь в развивающихся странах, проходящих еще путь индустриального развития, тогда как в развитых постиндустриальных странах, широко внедряющих энергоэффективные и энергосберегающие технологии, темпы роста энергопотребления находятся в стагнации. Таким образом, если в ситуации с индустриальной экономикой (с высокими темпами роста энергопотребления) возобновляемая энергетика не могла достойно конкурировать с углеводородной, то при постиндустриальном развитии – это вполне возможно.

В постиндустриальной экономике иерархически многоступенчатые производства все больше уступают место специализированным, ориентированным на фрагментарное производство предприятиям. Такая же тенденция наметилась и в энергетике,

где все более востребованными становятся автономные, децентрализованные энергопроизводители и энергопотребители. Вписаться в новую архитектуру энергетики, занять «экологическую нишу» вполне эффективно могут возобновляемые источники энергии [Киушкина, 2016].

Патентный потенциал инвестиционного развития. Возобновляемая энергетика находится на второй восходящей фазе цикла Кондратьева, когда неуклонно происходит сокращение издержек. Например, себестоимость ветровых турбин с середины 1980-х г. снизилась почти в 5 раз, солнечных элементов – в 30 раз (на киловатт установленной мощности). Разнообразие методов и технологических решений преобразования возобновляемых энергоресурсов имеют большие перспективы развития и высокий научный потенциал. Возобновляемая энергетика заявила о себе как высокотехнологичная инновационная отрасль [Берёзкин с соавт., 2013].

Важным показателем для оценки инновационного, а вместе с ним и инвестиционного процессов является такой показатель, как «сумма технологий роста» – количество зарегистрированных патентов. С середины 1980-х гг. наблюдается резкий рост новых патентов в сфере возобновляемых источников энергии (рис. 1). Ежегодно регистрируемых патентов в области возобновляемой энергетики в десятки раз больше, чем аналогичных патентов в углеводородной и атомной энергетике.

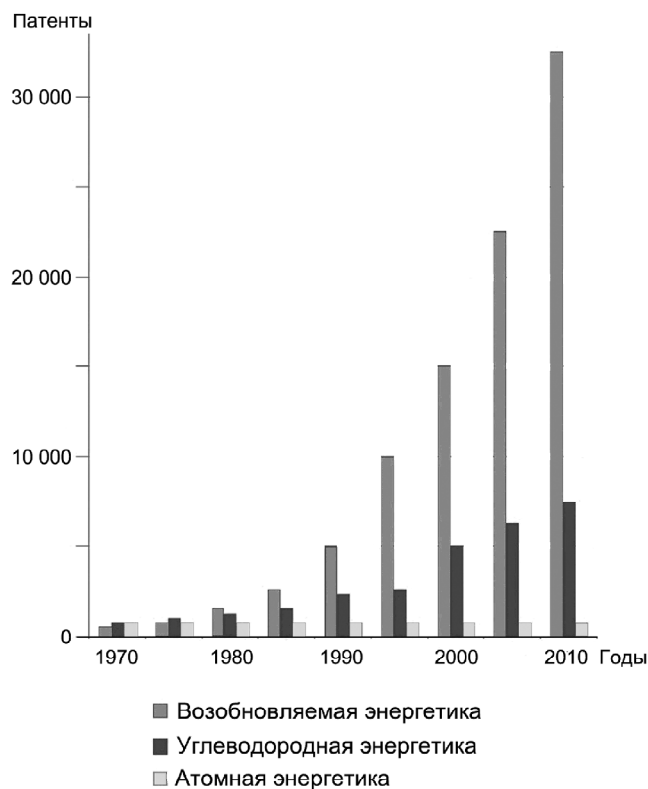


Рис. 1. Количество новых патентов в различных сферах энергетики (1970–2013 гг.) (по [Massachusetts Institute ..., 2013])

Fig. 1. Number of new patents in various energy sectors (1970–2013) Source: [Massachusetts Institute ..., 2013]

Самое значимое увеличение количества патентов по теме возобновляемых источников энергии связано с технологиями, относящимися к солнечной и ветровой энергетике. Например, в период 2004–2009 гг. количество патентов по теме использования солнечной энергии увеличивается почти на 13% в год, а по ветроэнергетике – почти на 19% [Massachusetts Institute, 2013].

В США до 2000 г. ежегодно регистрировалось порядка 200 патентов в области возобновляемых источников энергии. Однако после роста цен на нефть увеличились инвестиции в научные исследования в области энергетике, и уже к 2009 г. число патентов возросло до 1000 в год. При этом эффект от инвестиций отражается на десятилетия вперед. Аналогичные тенденции просматриваются и в других странах.

Динамика инвестиционных процессов. Двухзначные цифры темпов прироста возобновляемой энергетики были достигнуты на основе инвестирования масштабных научных разработок, инициированных мировым энергетическим кризисом 1970-х гг. Лидерами этого процесса стали такие европейские страны, как Дания, ФРГ, Великобритания, а также США, Япония, Бразилия (последняя – за счет производства биотоплива, точнее – моторного спирта из сахарного тростника). В середине 1980-х объем инвестирования в возобновляемую энергетику был значительно снижен из-за резкого падения мировых цен на нефть. Несмотря на это, на основе инвестиционного задела в 1990-х гг. был достигнут технологический прорыв в ветроэнергетике (Дания, Германия, США), в преобразовании солнечной энергии (США), в переработке биомассы в жидкое топливо (Бразилия и Китай). Наблюдался резкий рост установленных мощностей при активной государственной поддержке и инвестировании новых технологий за счет налоговых льгот, субсидий, льготного кредитования.

Начало второй пульсации инвестиций в возобновляемую энергетику наблюдается с конца 1990-х гг. Прежде всего, за счет привлечения частных инвестиций в развитых странах («страны-Центра», если оперировать терминами миросистемного анализа): производство возобновляемой энергии в них стало коммерчески выгодно. Необходимость в государственных инвестициях в условиях отсутствия платежеспособного спроса населения оставалась в развивающихся странах. Со временем активную экспансию возобновляемой энергетики в развивающихся странах стали осуществлять совместные предприятия. Для них было характерно сочетание инвестиций и технологических разработок энергетических компаний развитых стран и растущие энергетические потребности развивающихся стран. География возобновляемой энергетики стала расширяться. Крупные или локальные установки, использующие возобновляемые источники энергии, теперь можно найти практически в любой стране.

В настоящее время в развитых странах главными причинами инвестирования в возобновляемую

энергетику являются как ограниченность традиционных углеводородных ресурсов, так и желание уменьшить зависимость от их импорта. В развивающихся же странах, с одной стороны, возобновляемая энергетика используется в качестве диверсификации растущей в условиях индустриального развития энергетики (как например, в Китае, Индии, где процесс индустриализации сопряжен с высокой энергоемкостью экономики). С другой стороны, возобновляемая энергетика помогает решать проблемы в слаборазвитых странах (или «странах-Периферии»), неспособных удовлетворить свои энергопотребности на хоть каком-то достойном уровне, особенно в сельских районах (как например, во многих странах Тропической Африки).

После спада цен на энергию в 1997–1999 гг., вызванного азиатским кризисом и естественным циклическим спадом, возобновляемая энергия снова привлекла внимание инвесторов во всем мире. Значительное повышение цен на нефть к середине 2000-х гг. увеличило коммерческую привлекательность к возобновляемой энергетике.

На этой волне формируются новейшие технологии на основе новых материалов в фотоэлектронике, ветроэнергетике, создаются преобразователи энергии тепла Земли, океана, разнообразные биоэнергетические системы и предпринимаются попытки создать эффективную водородную энергетику. Новый всплеск роста инвестиций оказался еще более масштабным, чем в 1970-х. Если в 2004 г. инвестиции в возобновляемую энергетику составили чуть меньше 40 млрд долл. США, то в 2005 г. – 73, то есть почти в 2 раза за один год (рис. 2).

Эта волна несколько стихла во время кризиса 2008 г. Но это снижение инвестиций было лишь на 2% – меньше, чем падение в других сферах мировой экономики. Связано это было с большой инерцией, которую набрал инвестиционный процесс в возобновляемой энергетике.

В 2011 г. впервые объем инвестиций в возобновляемую энергетику оказался больше, чем в генерацию на традиционных источниках энергии – 223 млрд долл. США. А через 5 лет инвестиции в возобновляемые источники энергии составили 62% инвестиций в новые мощности всей мировой энергетики. После небольшого спада, глобальные инвестиции в возобновляемую энергетику в 2015 г. достигли исторического максимума – 286 млрд долл. США, что более чем в 7 раз больше чем в 2004 г. Кроме того, возобновляемые источники энергии без учета крупных ГЭС впервые составили половину от вновь введенных мощностей [Global Trends, 2014].

Несмотря на то, что в 2013 г. объем инвестиций еще раз снизился, произошло падение цен на фотоэлементы, рост установленных мощностей продолжился. Это означало, что рекордное количество введенных фотоэлектрических мощностей произошло за меньшие деньги, чем в 2012 г. Кроме того, если средняя стоимость акций на рынке возобновляемых источников непрерывно падала с 2008 г. по 2012 г., то, начиная с 2013 г., она неуклонно росла.

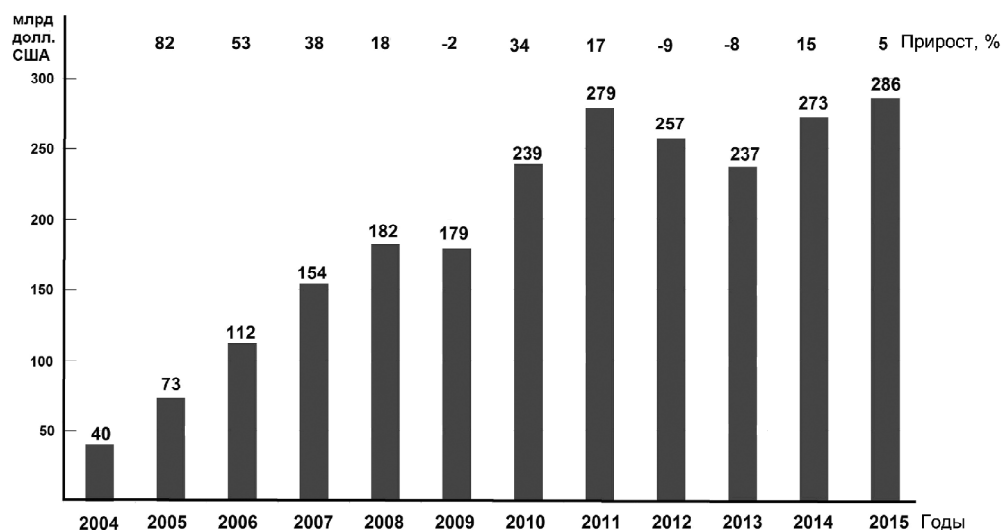


Рис. 2. Динамика инвестиций в возобновляемую энергетику мира (млрд долл. США) и прирост/убыль по сравнению с предыдущим годом (%) (по [Global status report. REN21, 2016])

Fig. 2. Dynamics of investments in renewable energy sector of the world (billion US dollars) and increase / decrease in comparison with the previous year (%) Source: [Global status report. REN21, 2016]

В посткризисный период происходит географический сдвиг в инвестициях в возобновляемую энергетику: так, если в 2007 г. развитые страны инвестировали в возобновляемые источники в 2 с лишним раза больше, чем развивающиеся страны, то уже в 2013 г. этот разрыв сократился до 30%, а в 2015 г. впервые инвестиции развивающихся стран превосходили инвестиции развитых – 156 и 130 млрд долл. США соответственно. При этом существенное различие между данными группами стран состоит в том, что развивающиеся страны лидируют по инвестициям в крупномасштабные проекты, а развитые страны – по инвестициям в распределен-

ные установки возобновляемой энергии малой мощности на уровне домохозяйств.

С 2010 г. среди секторов возобновляемой энергетики лидер отрасли – солнечная энергетика. Доля инвестиции в солнечную энергетику неуклонно растет – за 5 лет она выросла с 40 до 56% от доли общих инвестиций и достигла 160,7 млрд долл. США – это более чем в 1,5 раза превышает инвестиции во второй по значимости сектор возобновляемой энергетики – ветроэнергетику, которая до 2010 г. лидировала по объему инвестиций (табл.). Ускорение развития солнечной энергетики в мире вызвано значительным ростом инвестиций в Китае (с 22% в

Динамика инвестиций по странам, регионам и отраслям возобновляемой энергетики, млрд долл. США

Страны, показатели	2005	2010	2015
Развитые страны	53,0	164,0	130,0
Китай, Индия, Бразилия	14,4	55,6	120,2
Другие развивающиеся страны	5,6	16,7	35,8
США	11,9	34,6	44,1
Бразилия	2,2	7,9	7,1
Америка (без США и Бразилии)	3,4	11,5	12,8
Европа	29,4	101,3	48,8
Китай	5,8	40,0	102,9
Индия	3,2	8,7	10,2
Азия и Океания (без Китая и Индии)	8,3	18,1	47,6
Средний Восток и Африка	0,6	5,0	12,5
Солнечная энергетика	16,4	96,9	160,7
Ветроэнергетика	22,9	95,5	109,1
Малая гидроэнергетика (<25 МВт)	4,4	3,6	3,9
Биотопливо	8,2	8,5	2,2
Геотермальная энергия	1,0	3,1	2,5
Энергия биомассы и отходов	7,8	12,0	6,0
Энергия океана	0,01	0,3	0,23

Источники: [Renewables, 2015; Global status report. REN21, 2016].

2010 г. до 36% в 2015 г. от общемировых инвестиций в солнечную энергетику). Кроме Китая лидерами с полным циклом солнечно-энергетического комплекса являются Германия, США и Япония [Акимов, 2015].

Типология стран по уровню инвестиций в возобновляемую энергетику. Одним из объективных показателей уровня привлечения инвестиций является душевой показатель. Этот показатель был рассчитан с использованием данных по инвестициям в возобновляемую энергетику по странам мира [Global status report. REN21, 2016]; по нему составлена карта (рис. 3). На основании составленной карты была проведена типологизация стран по уровню развития инвестиций в возобновляемую энергетику. Предлагается выделить четыре группы стран.

Первый тип. Страны с очень высоким уровнем развития инвестирования в возобновляемую энергетику (более 50 тыс. долл. США / н. д. н.). К ним относятся страны Северной Америки и Западной Европы, почти все страны Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Южно-Африканская Республика и Китай, который в числе лидеров в инвестициях не только по душевому показателю, но и лидер по абсолютным величинам (табл.).

Китай занимает первое место по объемам инвестиций в возобновляемую энергетику с 2008 г. Там, начиная с 2013 г., в возобновляемую энергетику инвестируется больше, чем в углеводородную и атомную. В 2015 г. объем инвестиций в возобновляемую энергетику в Китае составил более 100 млрд долл. США, тогда как в занимающих второе место США 44,1 млрд долл. США. Но, если в Китае после пери-

ода бурного роста в 2005–2010 гг. основной тенденцией стало снижение активности в ветроэнергетике, то в США наблюдается рост инвестиций как раз в ветроэнергетику.

Страны Евросоюза достигли исторического максимума инвестиций в 2011 г. (123 млрд долл. США). После чего на следующий год произошло снижение до 89 млрд долл. США. В 2013–2015 гг. объем инвестиций колебался на уровне 50–60 млрд долл. США. В основном такое положение было связано с тем, что сворачивались крупные государственные программы по стимулированию развития возобновляемой энергетики. Нынешний высокий уровень развития технологий и производства в странах Евросоюза позволяет рассчитывать на приток частных инвестиций, которые, естественно, не такие масштабные, как государственные.

Второй тип. Страны с высоким уровнем развития инвестирования в возобновляемую энергетику (10–50 тыс. долл. США / н. д. н.). К ним относятся страны таких регионов, как Латинская Америка, Восточная Европа. Сюда же входят Турция, Казахстан и Монголия. У последних двух высокий душевой показатель получился, в какой-то степени, из-за малочисленности населения стран.

Третий тип. Страны со средним уровнем развития инвестирования в возобновляемую энергетику (5–10 тыс. долл. США / н. д. н.). Это страны Северной Африки, Азии, включая такие многонаселенные страны, как Индия, Индонезия и Пакистан. Этот тип стран, как впрочем, и второй можно отнести к «странам-Полупериферии». По душевому показателю к третьему типу можно отнести и Россию (см. ниже).

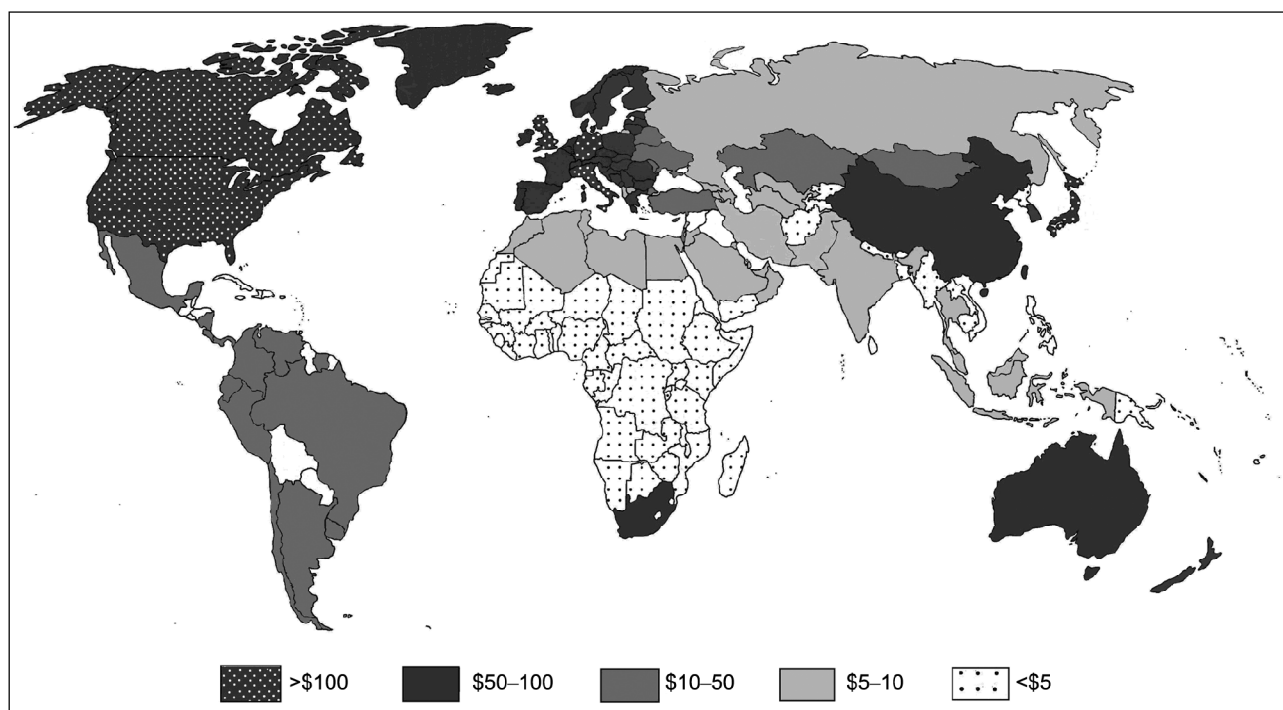


Рис. 3. Инвестиции в возобновляемую энергетику по странам мира (тыс. долл. / н. д. н., 2015 г.)

Fig. 3. Investments in renewable energy by countries of the world (thousand dollars per capita, 2015)

Четвертый тип. Страны с низким уровнем развития инвестирования в возобновляемую энергетику (менее 5 тыс. долл. США / н. д. н.). К этому типу относятся бедные страны Азии и Тропической Африки, то есть те, которые соответствуют «странам-Периферии».

Положение дел с инвестированием в возобновляемую энергетику в России. Что касается России, то здесь положение сложилось непростое. Вплоть до 1990-х гг. СССР можно было отнести к «странам-Центрам». Тогда широко выполнялись научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по ветроэнергетике, гидроэнергетике и солнечной энергетике (начиная с разработок солнечных элементов для батарей космического предназначения и вплоть до гелиотермоустановок и возведения солнечных электростанций башенного типа, например, в Крыму в 1980-х гг.), а также строительства геотермальных электростанций (например, первой в 1966 г. Паужетской на Камчатке). Затем по разным причинам инвестирование в научный и технический потенциал возобновляемой энергетики не получило достойного развития. Тем не менее, в России существуют определенные географические факторы в пользу привлечения инвестиций в возобновляемые источники энергии:

- централизованные системы энергоснабжения охватывают лишь 1/3 территории страны и около 20 млн человек проживает вне этих систем;

- более половины административных районов энергодефицитны (пользуются электро- и энергоресурсами из других регионов);

- газифицировано в 2016 г. лишь 62% населенных пунктов страны, что не сильно отличается от 2014 г., когда было 60%.

Таким образом, надежное энергообеспечение отдаленных районов – сложная и дорогостоящая для государства задача. В таких условиях целесообразней было бы развивать энергетику на основе местных возобновляемых энергоресурсов.

В 2013 г. государством был утвержден механизм поддержки проектов на возобновляемых источниках энергии на оптовом рынке, инвесторы которых получили гарантированный возврат вложенных средств. По правилам на отечественных предприятиях должно быть произведено не менее половины комплектующих солнечных и ветроэлектростанций. Это поможет выйти России из положения «страны-Полупериферии», зависимой от технологий и продукции, в положение «страны-Центра».

В России до 2020 г. планируется ввести порядка 6 ГВт мощностей на основе возобновляемых источников энергии. В 2015–2016 гг. введены в эксплуатацию солнечные электростанции в Оренбургской области, Хакасии, Башкортостане, Якутии, где например, в пос. Батагай построена крупнейшая в мире за Полярным кругом такая электростанция с мощностью первой очереди 1 МВт [Министерство энергетики, 2016]. Минэнерго планирует масштабное строительство ветроэлектростанций на Дальнем Востоке с суммарной установленной мощностью десятков мегаватт. Программы по развитию возобновляемой энергетики существуют и для других регионов, областей и районов, находящихся вне централизованного энергоснабжения.

Выводы:

- постоянное увеличение инвестиций в возобновляемую энергетику ставит ее в мировой энергетике и в энергобалансе отдельных стран выше привычного статуса второстепенного источника энергии;

- высокие темпы роста инвестиций в находящуюся на восходящей фазе технологического развития возобновляемую энергетику, и экспоненциальный рост патентной деятельности демонстрируют существенный потенциал совершенствования, и возобновляемую энергетику можно считать высокотехнологичной инновационной отраслью;

- в отличие от инвестиций в другие секторы мировой экономики, возобновляемая энергетика не претерпела какого-либо спада и успешно преодолела финансово-экономический кризис 2008–2010 гг., достигнув новых максимумов по объемам инвестиций и темпам роста установленной мощности;

- в посткризисный период избыточное предложение, снижение издержек производства и большой объем мощностей возобновляемых источников энергии приводит к уменьшению капиталоемкости, поэтому в развитых странах поток инвестиций от крупных государственных программ переходит к частным;

- произошел географический сдвиг в инвестициях в возобновляемую энергетику: развивающиеся страны превысили по абсолютному уровню инвестиций развитые страны, прежде всего за счет Китая;

- по показателю объема инвестиций в возобновляемую энергетику на душу населения составлена карта «География инвестиций в возобновляемую энергетику мира», выделены и охарактеризованы четыре типа стран, в том числе и Россия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акимова В.В. Типология стран по уровню развития солнечной энергетики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 4. С. 89–95.
- Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: сегодня – реальность, завтра – необходимость. М.: Лесная страна, 2007. 120 с.
- Берёзкин М.Ю., Синюгин О.А., Соловьев А.А. География инноваций в сфере традиционной и возобновляемой энергетик мира // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 1. С. 28–32.
- Валлерстайн И. Миросистемный анализ. М.: Изд. дом «Территория будущего», 2006. 248 с.
- Глобальная энергетика и устойчивое развитие. Мировая энергетика – 2050 / Под ред. В.В. Бушуева, В.В. Каламанова. М.: Изд. дом «Энергия», 2011. 360 с.
- Киушкина В.Р. Возобновляемые источники энергии в распределенной генерации малой энергетики // Молодой ученый. 2016. № 26. С. 45–47.
- Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения / Сост. Ю.В. Яковец. М.: Экономика, 2002. 768 с.
- Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации / <https://minenergo.gov.ru/node/489> (дата обращения 29.09.2017).
- Стребков Д.С., Харченко В.В. Роль и место ВИЭ в развитии глобальной энергетики // Малая энергетика. 2011. № 3–3. С. 3–12.
- Doom J. Developers Will Invest 1.9 Trillion in Clean Energy Over Next Five Years // Renewable Energy World. 2013. № 1. P. 22–33.
- Global Trends in Renewable Energy Investment. Frankfurt School. – Frankfurt am Main, 2014.
- Massachusetts Institute of Technology News. 10 October 2013 / <http://news.mit.edu/2013/innovation-in-renewable-energy-technologies-booming-1010> (дата обращения 31.10.2017).
- Renewables 2015 Global status report. REN21. Paris, 2016.
- World Energy Outlook 2014. OECD/IEA. Paris, 2015.

Поступила в редакцию 14.11.2017

Принята к публикации 12.03.2018

M.Yu. Berezkin¹, O.A. Sinyugin²

GEOGRAPHY OF INVESTMENT IN THE RENEWABLE ENERGY SECTOR OF THE WORLD

The present-day interest to renewable energy is related to sustainable and safe energy supply rather than its environmental benefits. High growth rates of renewable energy sector in the almost stagnant energy market suggest that renewable energy with new technologies claims a serious role in the future world energy. An important indicator of this is the investment inflow. The post-crisis period demonstrates a geographical shift in the investments to the renewable energy sector: the developing countries approach the developed ones in terms of the absolute amount of investments. The per capita parameter is an objective criterion of the level of investment promotion. A map Geography of investment in the renewable energy sector of the world was compiled. Four types of countries in terms of investment per capita were identified and described.

Key words: innovation processes, investment dynamics, territorial organization of investments, typology of countries by investment level.

REFERENCES

- Akimova V.V. Tipologija stran po urovnju razvitija solnechnoj jenergetiki [Typology of countries in terms of the solar energy development] // Vestnik Mosk. universiteta. Ser. 5. Geografija. 2015. № 4. P. 89–95 (in Russian).
- Berjozkin M.Ju., Sinjugin O.A., Solov'ev A.A. Geografija innovacij v sfere tradiciornoj i vozobnovljaemoj jenergetiki mira. [Geography of innovations in the sphere of traditional and renewable energy in the world] // Vestnik Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geografija. 2013. № 1. P. 28–32 (in Russian).
- Bezrukih P.P. Vozobnovljaemaja jenergetika: segodnja – real'nost', zavtra – neobhodimost'. [Renewable energy: the reality of today, the necessity of tomorrow]. M.: Lesnaja strana, 2007. 120 p. (in Russian).
- Doom J. Developers Will Invest 1.9 Trillion in Clean Energy Over Next Five Years // Renewable Energy World. 2013. № 1. P. 22–33.
- Global Trends in Renewable Energy Investment. Frankfurt School. – Frankfurt am Main, 2014.
- Global'naja jenergetika i ustojchivoe razvitie. Mirovaja jenergetika – 2050 [Global energy and sustainable development. World energy sector – 2050] / Pod red. V.V. Bushueva, V.V. Kalamanova. M.: Izd. dom «Jenergija», 2011. 360 p. (in Russian).
- Kiushkina V.R. Vozobnovljaemye istochniki jenerгии v raspredelejnoj generacii maloj jenergetiki. [Renewable energy sources in the distributed small-scale power generation] // Molodoy uchenyj. 2016. № 26. P. 45–47 (in Russian).
- Kondrat'ev N.D. Bol'shie cikly kon'junktury i teorija predvidenija [Supercycles of conjuncture and theory of foresight] / Sost. Ju. V. Jakovec. M.: Jekonomika, 2002. 768 p. (in Russian).
- Massachusetts Institute of Technology News. 10 October 2013 / <http://news.mit.edu/2013/innovation-in-renewable-energy-technologies-booming-1010> (дата обращения 31.10.2017).
- Official'nyj sajт Ministerstva ehnergetiki Rossijskoj Federacii / <https://minenergo.gov.ru/node/489> (data obrashcheniya 29.09.2017).
- Renewables 2015 Global status report. REN21. Paris, 2016.
- Strebkov D.S., Harchenko V.V. Rol' i mesto VIJe v razvitiі global'noj jenergetiki [Role and place of renewable sources in global energy development] // Malaja jenergetika. 2011. № 3–3. P. 3–12 (in Russian).
- Vallerstajin I. Mirosistemnyj analiz. [World system analysis]. M.: Izd. dom «Territorija budushhego», 2006. 248 p. (in Russian).
- World Energy Outlook 2014. OECD/IEA. Paris, 2015.

Received 14.11.2017

Accepted 12.03.2018

¹ Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, Laboratory of Renewable Energy Sources, Senior Scientific Researcher, PhD in Geography; e-mail: mberezkin@inbox.ru

² Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, Laboratory of Renewable Energy Sources, Senior Scientific Researcher, PhD in Economics; e-mail: sinyugin.oleg@yandex.ru

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 911.9

О.В. Кузнецова¹**БЮДЖЕТНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГОРОДОВ-МИЛЛИОННИКОВ В РОССИИ
КАК ФАКТОР ИХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

Анализируются данные по исполнению бюджетов городов-миллионников в 2006–2016 годах. Особое внимание уделено оценке степени самостоятельности городских властей в принятии решений о расходовании бюджетных средств. Показано, что самостоятельность властей городских округов (муниципальных образований) очень низка и имеет тенденцию к снижению; власти городских округов утратили влияние на развитие здравоохранения, но стали тратить относительно больше средств на экономику; объемы средств, которыми распоряжаются власти городских округов в разы меньше по сравнению с объемами средств Москвы и Санкт-Петербурга. Сделан вывод о необходимости расширения полномочий властей городских округов, сближении статусов городов-миллионников при условии анализа прямых расходов региональных бюджетов.

Ключевые слова: крупнейшие города, бюджеты городских округов, межбюджетные трансферты, структура расходов, национальная экономика, социальная сфера.

Введение. В последние годы и в мире, и в России все большее внимание как в научных исследованиях, так и в практике управления уделяется городам, особенно крупнейшим, занимающим особое место в социально-экономическом развитии стран. И дело не только в продолжающейся концентрации населения в городских агломерациях, но и в изменяющейся роли ключевых городов в территориальной структуре экономики стран. После ухода из городов «старой» промышленности и возрастания роли в их экономике сферы услуг начался новый этап индустриализации городов – размещения в них высокотехнологичной промышленности. Именно крупнейшие города оказались наиболее привлекательными территориями для новых отраслей промышленности, поскольку ключевое значение для их размещения имеет человеческий капитал, наличие креативного класса; важны также возможности кластеризации, гораздо более широкие в ключевых городах в силу достаточности в них трудовых ресурсов, развитости системы профессионального образования [Perry, 2012; Urbanization and Development, 2016].

Лидирующие позиции крупнейших городов в социально-экономическом развитии страны – в процессах модернизации, глобализации и др. – уже давно отмечаются в России [Зубаревич, 2002, 2010]. Расчеты по данным последних лет подтверждают названные тенденции, в частности, видна модернизация промышленности российских городов-миллионников [Kuznetsova, 2017].

Вместе с тем реализация преимуществ экономического развития крупнейших городов требует

возрастания роли в системе государственного/муниципального управления самих городских властей [Herrschel, 2014]. И это связано не только с продолжающимися политическими процессами децентрализации, но и с новыми экономическими вызовами. Экономические управленческие решения становятся все более индивидуальными, то есть в большей степени учитывающими особенности (в том числе конкурентные преимущества и недостатки) конкретных территорий. Это характерно и для кластерной политики, и для получающей в настоящее время все большую популярность концепции «умной специализации» [Foray, 2015].

В этом контексте важно оценить, насколько власти российских городов-миллионников могут влиять на социально-экономическое развитие городов, в том числе, в рамках своей бюджетной политики. В настоящее время в России насчитывается 15 городов-миллионников (в их административных границах). Среди них Москва и Санкт-Петербург занимают особое место, поскольку по своему статусу являются субъектами Российской Федерации (городами федерального значения). Власти этих городов имеют относительно широкие полномочия – такие же, как и власти республик, краев, областей; кроме того, бюджеты Москвы и Санкт-Петербурга постоянно анализируются вместе с бюджетами других субъектов РФ. Остальные города-миллионники имеют статус муниципальных образований, точнее, городских округов².

В России, безусловно, есть уже немало работ по особенностям и проблемам формирования мест-

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

² Городские округа, в соответствии с федеральным законом от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», являются одним из видов муниципальных образований. Этим же законом регламентируются полномочия органов местного самоуправления, в том числе городских округов.

ных бюджетов, но в силу характерного для России отставания муниципальной статистики от региональной, есть явный дефицит работ по конкретным муниципальным образованиям, в том числе по городам-миллионникам. Большая часть исследований основывается на анализе статистики Федерального казначейства, в которой приводятся данные в разрезе субъектов РФ только в целом по разным типам местных бюджетов [Силуанов, Стародубровская, Назаров, 2011; Сумская, 2016] или же проводится анализ состояния местных бюджетов в отдельных субъектах РФ [Бухвальд, Печенская, 2017; Поварова, 2016]. Работы по географии общественных финансов продолжают оставаться крайне немногочисленными [Куликов, 2012]. Один из важных выводов исследования Г. Куликова (в котором в качестве примеров рассматриваются крупные города Уральского и Приволжского федеральных округов) – географическая дифференциация финансово-бюджетного положения муниципалитетов чаще всего обусловлена институциональным фактором, причем сильные ограничения финансовой самостоятельности муниципалитетов характерны и для экономически развитых регионов.

Материалы и методы исследований. Исходя из представленной постановки проблемы, задачей данного исследования был анализ возможностей властей городов-миллионников в статусе городских округов влиять на социально-экономическое развитие городов через расходы городских бюджетов, в том числе в сравнении с Москвой и Санкт-Петербургом. Для нас была важна не только текущая ситуация, но и тренды последнего десятилетия: мы анализируем данные 2006–2016 гг., что ранее в научных исследованиях не делалось (в одном из актуальных исследований – [Богатство и самостоятельность, 2017] – охватывается больший круг городов, но данные приводятся только за 2013–2015 гг.). Выбор 2006 г. в качестве базового обусловлен тем, что это год вступления в силу реформы местного самоуправления, в рамках которой были по-новому определены границы муниципальных образований, расходные обязательства и доходные источники местных бюджетов³.

Приведем анализ объемов бюджетных расходов городов-миллионников на душу населения, структуры расходов городов, отражающей прежде всего полномочия городских властей, а также самостоятельности властей городов в принятии бюджетных решений. Ведь, как известно, несмотря на провозглашенный в российском законодательстве принцип самостоятельности бюджетов разных уровней, на деле власти субъектов РФ и в еще большей степени муниципальных образований вынуждены ориентироваться не только на собственные представления об оптимальных направлениях расходования бюджетных средств, но и на требования вышестоящих властей. При этом в отличие от существую-

щих исследований [Силуанов, Стародубровская, Назаров, 2011; Богатство и самостоятельность, 2017], мы оцениваем не самостоятельность бюджетов в части доходной его части, а именно возможности городских властей самостоятельно формировать бюджетные расходы, то есть влиять на социально-экономическое развитие городов.

Статистическая основа нашего исследования – это данные по фактическому исполнению доходов и расходов бюджетов городов – городских округов и субъектов РФ. Источником данных по субъектам РФ (точнее, по консолидированным бюджетам субъектов РФ) является Интернет-сайт Федерального казначейства РФ. Основа данных по бюджетам городских округов – база данных муниципальных образований Росстата. Существующие в этой базе пробелы мы восполнили нормативно-правовыми актами городских округов по исполнению их бюджетов.

Результаты исследований и их обсуждение. Ограничивать *самостоятельность городских властей* вышестоящие органы власти (федеральные – для Москвы и Санкт-Петербурга, федеральные и региональные – для остальных городов-миллионников) могут разными способами. Во-первых, принимая нормативно-правовые акты, регламентирующие функционирование разных отраслей экономики, социальной сферы и обязательные для исполнения всеми органами власти. Один из примеров – федеральные образовательные стандарты, которые должны учитываться, даже если школьное образование финансируется из низовых бюджетов. Во-вторых, оказывая неформальное влияние на нижестоящие органы власти в рамках кадровой политики. В-третьих, повышая роль целевых трансфертов в системе межбюджетных отношений. Налоговыми и неналоговыми доходами, поступающими от вышестоящих органов власти нецелевыми трансфертами (дотациями) региональные и местные органы власти могут распоряжаться по собственному усмотрению (естественно, в рамках своих полномочий). Средства целевых трансфертов могут быть направлены только на те виды расходов, на которые эти трансферты выделены.

Целевые трансферты в России бывают двух основных видов – субвенции и субсидии. Субвенции – это межбюджетные трансферты, которые передаются нижестоящим бюджетам на финансирование переданных государственных полномочий. То есть речь идет о полномочиях, которые законодательством закреплены за федеральными властями, но которые сами федеральные власти выполнить не могут, и реализацией полномочий занимаются региональные или местные власти. Аналогично региональные органы власти могут передать реализацию части своих полномочий (обязательств) местным властям. Соответственно расходы за счет субвенций однозначно диктуются решениями вышестоящих властей.

³ В соответствии с уже названным федеральным законом от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ, а также внесенными в Бюджетный кодекс РФ поправками.

По отношению субвенций к расходам бюджетов городов-миллионников контраст между городами федерального значения и городскими округами огромен (табл. 1). В Москве и Санкт-Петербурге показатель не превышал в рассматриваемые годы 2–3%, исключением стали только первые годы кризиса в Санкт-Петербурге. По городским округам в среднем порядка трети расходов городских бюджетов – это деньги на финансирование федеральных/региональных мандатов. То есть только 2/3 расходов городских бюджетов – это расходы, хоть в какой-то степени обусловленные решениями самих городских властей. Минимальная доля субвенций в доходах городских бюджетов – в Уфе и Самаре, но и здесь это около четверти доходов, напротив, в Челябинске показатель приблизился к половине доходов.

Негативной тенденцией является практически повсеместный рост отношения субвенций к расходам бюджетов городских округов. Исключением является только Самара, где показатель отличается сильной нестабильностью, и явного тренда на увеличение роли субвенций нет.

Субсидии, в отличие от субвенций, выделяют на финансирование собственных полномочий региональных или местных властей. Причем мало того, что субсидии должны быть потрачены на определенные вышестоящими властями цели, предоставляются субсидии только при софинансировании за счет собственных доходов городских бюджетов. Формально получение субсидий не является обязательным (если у городских властей нет желания или возможности выделить собственные средства на софинансирование тех или иных обязательств, можно на субсидии и не претендовать). Однако на практике в подавляющем большинстве случаев власти не могут позволить себе отказаться от дополнительных денег из вышестоящего бюджета в силу нехват-

ки средств на решение необходимых проблем, да и неформальное давление на власти на местах тоже присутствует (примеры отказа от субсидий известны только по Москве, но это совершенно особый случай).

В качестве общего показателя, позволяющего оценить степень самостоятельности городских властей в формировании расходов городских бюджетов, рассчитаем отношение к общей сумме расходов городских бюджетов налоговых и неналоговых доходов, а также дотаций (как нецелевых трансфертов, направления расходования которых городские власти определяют самостоятельно). Полученные данные свидетельствуют о невысокой степени самостоятельности городских властей в бюджетной политике, опять же за исключением Москвы и Санкт-Петербурга (табл. 2). По городским округам максимальное отношение подлинно собственных (налоговых и неналоговых) доходов и нецелевых трансфертов (дотаций) в доходах городских бюджетов составляет в последние пару лет максимум около 60%. Лидерами по этому показателю стали Новосибирск и Пермь, несколько хуже позиции Казани и Самары. Минимальный уровень самостоятельности оказался в Челябинске (менее 40%). И это учитывая, что города-миллионники относятся к числу наиболее благополучных муниципальных образований (выше формальные показатели уровня экономического развития и бюджетной обеспеченности только в сырьевых моногородах с благополучной ситуацией). Также очевидно, что за рассматриваемый период степень самостоятельности городских властей имела тенденцию к сокращению.

Сложившаяся с бюджетами городских округов ситуация отражает общую для России тенденцию возрастания значимости централизованно принимаемых решений. В последние годы все чаще стали говорить о возрастании роли федеральных манда-

Таблица 1

Отношение субвенций к расходам бюджетов городов-миллионников, %*

Город	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Новосибирск	20,2	27,1	15,5	23,0	22,1	21,0	21,0	16,3	24,4	27,9	33,4
Екатеринбург	17,3	13,0	12,2	12,3	20,7	20,8	26,4	21,7	26,0	28,4	35,4
Нижний Новгород	17,3	16,1	11,5	16,4	15,0	12,4	16,8	21,0	25,6	36,3	35,8
Казань	17,4	16,9	11,1	10,8	8,3	17,1	13,9	17,0	25,6	28,2	29,4
Челябинск	21,0	20,3	18,8	27,1	25,0	21,5	28,3	29,9	42,2	45,8	45,8
Омск	18,3	16,2	15,9	16,2	18,9	20,3	18,3	22,6	28,4	30,8	31,8
Самара	27,3	16,9	10,7	5,4	9,2	5,7	21,6	18,0	26,4	28,7	25,6
Ростов-на-Дону	25,5	19,4	16,2	18,3	19,9	24,1	28,7	27,8	31,5	31,6	34,8
Уфа	15,9	13,3	13,9	15,1	15,7	12,0	17,9	19,2	21,9	21,0	22,3
Красноярск	28,7	25,8	24,0	28,0	29,4	27,2	30,3	33,7	37,9	27,9	36,7
Пермь	28,3	18,9	10,8	12,5	11,7	13,8	22,9	20,5	30,7	32,4	32,6
Воронеж	16,5	15,1	12,5	13,5	11,7	11,3	25,9	18,4	29,2	31,5	33,0
Волгоград	18,2	15,9	14,5	20,8	20,6	20,8	26,6	20,9	35,8	35,3	31,2
Москва	1,5	1,2	1,2	1,9	2,1	1,9	1,6	1,7	1,6	1,8	1,6
Санкт-Петербург	3,1	2,6	3,5	6,4	3,8	2,9	2,7	2,6	2,5	2,5	2,2

*Здесь и далее в таблицах приведены расчеты автора по данным по исполнению бюджетов городов.

Таблица 2

Отношение налоговых и неналоговых доходов, а также дотаций к общей сумме расходов бюджетов городов-миллионников, %

Города	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Новосибирск	76,9	63,0	70,8	66,8	64,9	64,2	62,0	62,3	66,0	61,9	60,6
Екатеринбург	56,9	71,1	60,2	70,5	67,2	60,2	60,1	59,8	60,8	57,3	50,9
Нижний Новгород	76,2	73,3	63,6	57,0	61,9	55,8	56,5	62,9	62,7	50,0	42,6
Казань	57,9	64,4	71,2	71,9	70,2	33,5	50,3	65,6	61,2	60,5	58,7
Челябинск	56,3	47,0	54,6	56,1	56,6	64,3	47,2	45,4	41,0	37,2	37,3
Омск	70,3	70,6	72,6	68,0	73,7	70,4	67,2	62,6	48,2	52,4	49,0
Самара	65,9	75,9	80,7	87,7	86,2	79,8	68,5	69,0	60,2	59,5	57,4
Ростов-на-Дону	59,2	62,0	60,7	57,0	57,1	52,5	56,5	61,0	55,6	42,9	40,5
Уфа	75,7	76,1	73,6	58,7	62,4	73,4	64,5	48,3	56,7	55,3	52,4
Красноярск	57,2	52,8	60,3	59,9	63,1	61,1	45,2	49,6	54,8	57,4	55,7
Пермь	68,6	75,4	74,5	70,9	75,6	75,7	67,4	73,0	62,8	62,4	60,1
Воронеж	83,1	75,0	70,8	72,1	71,5	77,3	66,0	68,3	52,9	56,0	41,8
Волгоград	75,8	72,6	73,0	67,8	67,3	63,2	63,2	67,3	55,7	53,4	50,2
Москва	105,5	103,0	94,8	84,0	98,0	95,4	91,4	93,9	94,5	104,5	102,2
Санкт-Петербург	99,9	107,2	80,8	76,8	78,7	81,9	92,8	98,6	92,8	96,6	91,8

Примечание. Значение показателя больше 100% означает наличие бюджетного профицита (превышение доходов над расходами).

тов, одним из важнейших из них является хорошо известное требование президентского указа о доведении зарплаты работников бюджетной сферы до среднего по экономике региона уровня. На федеральном уровне озвучивается и много других инициатив в социальной сфере, реализация которых, исходя из существующего распределения расходных обязательств между бюджетами разных уровней, ложится на региональные и местные бюджеты. А увеличение таких обязательств чаще всего сопровождается не увеличением налоговых источников местных бюджетов, а передачей в них дополнительных целевых трансфертов.

Низкий уровень самостоятельности властей городских округов, продолжающий к тому же снижаться, противоречит существующим представлениям о необходимости децентрализации управленческих решений. Правда, если посмотреть на ситуацию с точки зрения интересов населения, то, строго говоря, снижение самостоятельности городских властей в бюджетной политике нельзя трактовать однозначно. С одной стороны, органы власти на местах должны лучше знать потребности населения управляемой территории, нежели вышестоящие. С другой стороны, города-миллионники являются административными центрами своих субъектов РФ, то есть региональные власти сами являются жителями этих городов. А квалификация региональных чиновников обычно считается более высокой по сравнению с квалификацией муниципальных властей.

Есть и еще один неоднозначный момент. Возрастание роли региональных властей скорее всего сопровождается усилением выравнивающей составляющей в бюджетной политике. То есть централизация средств в региональных бюджетах приводит

к перераспределению бюджетных денег от городов-миллионников (являющихся самыми благополучными муниципалитетами в своих субъектах РФ) в пользу других муниципальных образований (в рамках реализации региональными властями политики обеспечения определенного уровня социальных стандартов на всей территории региона). Но одновременно может происходить и определенная концентрация расходов региональных бюджетов в городах-миллионниках, поскольку именно в них обычно размещаются ключевые объекты социальной сферы регионального значения (как в административных центрах субъектов РФ). И жители городов-миллионников неизбежно имеют лучший доступ к социальной инфраструктуре, нежели жители отдаленных территорий регионов. При этом оценить соотношения выравнивающей политики региональных властей и сохраняющейся концентрации средств в региональных столицах невозможно, поскольку приходится сталкиваться с хорошо известной проблемой отсутствия статистических данных по территориальной структуре так называемых прямых расходов, в данном случае региональных бюджетов. Прямыми расходами принято называть расходы бюджетов (федерального, региональных), которые распределяются по территории страны, минуя нижестоящие бюджеты (то есть в виде ассигнований конечным бюджетополучателям, а не в виде межбюджетных трансфертов).

Огромный контраст между городами федерального значения и городскими округами существует и по объемам тех средств, которыми распоряжаются власти городов-миллионников (табл. 3), причем если по общей сумме расходов в расчете на душу населения максимальный разрыв между Москвой и Омском, Воронежем является более чем девяти-

Таблица 3

Расходы бюджетов городов-миллионников на душу населения, руб./чел.

Города	Расходы города всего на душу населения		Расходы города за вычетом субвенций на душу населения		Сумма налоговых и неналоговых доходов, дотаций на душу населения	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Новосибирск	23 012	22 442	16 602	14 943	14 254	13 591
Екатеринбург	22 160	23 048	15 864	14 893	12 707	11 721
Нижний Новгород	20 007	22 241	12 749	14 288	10 013	94 79
Казань	18 077	17 933	12 983	12 668	10 943	10 535
Челябинск	25 001	26 799	13 552	14 514	9 306	9 994
Омск	13 782	14 816	9 538	10 102	7 225	7 266
Самара	19 428	21 088	13 848	15 680	11 555	12 096
Ростов-на-Дону	29 065	27 771	19 878	18 114	12 468	11 242
Уфа	21 289	23 218	16 816	18 030	11 766	12 168
Красноярск	24 628	25 825	17 754	16 346	14 135	14 396
Пермь	21 734	22 943	14 681	15 459	13 570	13 795
Воронеж	16 119	15 582	11 040	10 438	9 025	6 506
Волгоград	17 866	19 886	11 552	13 691	9 546	9 974
Москва	124 686	142 374	122 438	140 152	130 318	145 459
Санкт-Петербург	84 425	96 991	82 301	94 892	81 525	89 048

кратным, то по сумме налоговых и неналоговых доходов, дотаций – более чем 20-кратным.

Интересно также, что различия в душевых расходах городских округов без субвенций оказываются по большинству городов не слишком большими, особенно если учесть существующие различия в уровне цен между городами. Явно выделяются на фоне других городов только Омск, где доходы городского бюджета оказываются заниженными, и Ростов-на-Дону, напротив, с завышенными доходами. Это означает, что бюджетная ситуация в муниципальных образованиях по-прежнему в значительной степени зависит от решений региональных властей (от их представлений об оптимальной системе организации межбюджетных отношений в субъекте РФ), даже при произошедшей определенной унификации подходов к формированию местных бюджетов.

О значимости именно политики властей субъектов РФ в формировании бюджетов городских округов можно судить и по тому, что нет очевидной зависимости степени самостоятельности городских бюджетов от каких-либо объективных факторов – степени концентрации населения в административном центре, состояния и структуры экономики города/региона и т. п. Вместе с тем прослеживается прямая зависимость между степенью самостоятельности бюджетов городских округов и объемами налоговых и неналоговых доходов, а также дотаций на душу населения.

Структура расходов бюджетов городов позволяет прежде всего оценить, на какие именно направления социального и экономического развития влияет деятельность городских властей. Структура расходов городских бюджетов подвержена колебаниям год от года, связанным с изменением общеэкономических условий или реализацией

отдельных проектов, однако можно выделить и общие тренды.

Основной статьей расходов городских округов всегда было образование – дошкольное, школьное и дополнительное образование детей (профессиональным образованием органы местного самоуправления не занимаются). Значимость этой статьи расходов повсеместно возрастала, в целом ряде городских округов ее доля в расходах превысила 50% (табл. 4).

Напротив, из расходов городов-муниципалитетов почти исчезло здравоохранение – в основном с 2013 г. Эта отрасль социальной сферы стала финансироваться в субъектах РФ преимущественно из региональных бюджетов.

Почти во всех городских округах сократилась в структуре расходов и доля жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Это результат проводимых в отрасли реформ, направленных на максимальное перекладывание бремени платежей за коммунальную сферу на население и, соответственно, сокращение бюджетных расходов на ЖКХ (это подтверждают данные по Москве и Санкт-Петербургу, где нет разделения расходов на региональные и муниципальные и где доля ЖКХ в структуре расходов тоже сократилась).

В тех городах, где остались высокими доля ЖКХ и социальной политики, где повышенная доля расходов на здравоохранение – это, чаще всего, результат передачи на муниципальный уровень государственных полномочий. В частности, обращают на себя внимание максимальные доли расходов на здравоохранение и социальную политику в Челябинске, где, как уже было сказано, минимальная степень самостоятельности городского бюджета.

Показатели долей расходов на национальную экономику в структуре расходов городских округов не отличаются стабильностью, но общий тренд на

Таблица 4

Структура расходов бюджетов городов-миллионников (всего расходов 100%)

Города	Общегосударственные вопросы		Национальная экономика		ЖКХ		Образование		Здравоохранение, физкультура, спорт		Социальная политика	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016
Новосибирск	6,4	7,0	9,6	9,6	21,0	5,9	34,2	59,5	16,9	2,3	3,6	8,6
Екатеринбург	6,8	6,6	10,2	21,1	28,4	4,7	34,5	50,5	15,0	3,6	0,9	9,8
Нижний Новгород	4,9	5,2	8,8	28,5	26,7	5,7	37,8	50,8	13,2	0,8	3,8	2,6
Казань	5,0	9,6	9,7	9,1	22,5	11,2	30,3	58,7	15,0	0,5	10,1	5,4
Челябинск	4,5	4,3	9,6	12,0	19,7	2,1	33,0	51,7	17,5	7,0	10,4	18,3
Омск	8,3	8,2	3,5	17,1	14,1	10,0	28,3	49,9	36,4	3,2	4,3	2,9
Самара	6,3	8,0	5,8	20,7	27,8	12,2	30,4	45,8	9,3	1,0	17,5	3,7
Ростов-на-Дону	4,5	6,1	1,2	24,3	26,5	9,6	30,5	33,5	12,7	3,4	18,9	21,0
Уфа	7,8	4,7	5,1	20,8	20,0	24,6	34,6	37,8	20,6	2,3	2,8	2,1
Красноярск	7,7	11,3	1,2	13,3	28,4	11,3	27,7	49,2	10,5	1,7	20,5	6,3
Пермь	5,9	7,5	5,8	17,1	18,4	10,6	36,4	54,4	16,2	0,7	9,0	6,0
Воронеж	10,9	11,7	1,3	11,4	30,3	6,2	38,4	59,1	13,3	1,8	0,4	3,1
Волгоград	12,5	7,2	4,8	19,3	24,2	16,1	33,9	44,5	14,5	1,0	5,7	5,4
Москва	2,7	3,7	24,8	27,7	28,1	16,5	12,7	15,0	12,5	14,1	10,8	16,6
Санкт-Петербург	5,6	5,4	11,2	23,8	29,5	10,5	16,7	23,3	18,5	19,3	11,3	12,6

Примечание. Сумма приводимых показателей меньше 100%, так как приведены данные только по основным статьям бюджетных расходов.

увеличение роли таких расходов очевиден. Это, прежде всего, расходы на транспорт и дорожное хозяйство, значимость развития которых для городских властей повысилась.

Обращает на себя внимание и довольно высокая роль в городских округах расходов на общегосударственные вопросы, то есть на содержание собственно органов власти городов. Тревожной тенденцией в ряде городов стало возрастание расходов на обслуживание муниципального долга. Доля этой статьи уже близка к 3% или даже превысила их в Новосибирске, Нижнем Новгороде, Омске, Самаре, Уфе, Воронеже. В Красноярске обслуживание муниципального долга – это уже более 4% расходов, в Волгограде – почти 4%.

Структура расходов Москвы и Санкт-Петербурга, как и следовало ожидать, принципиально отличается от структуры расходов городских округов. Даже не смотря на то, что в этих городах власти занимаются не только детским, но и средним профессиональным образованием, доля этой статьи расходов относительно скромна. Особенно это справедливо в отношении Москвы, где в 2016 г. образование оказалось вообще четвертой по значимости статьей расходов. Учитывая сокращение численности занятых в образовании в городе [Kuznetsova, 2017], это скорее можно расценивать как негативную тенденцию.

Основная статья расходов бюджетов городов федерального значения – национальная экономика. Из этих расходов в 2016 г. в Москве 56% – это расходы по статье «транспорт», 25% – по статье «дорожное строительство». В Санкт-Петербурге аналогичные показатели составили 46 и 40%.

Как и следовало ожидать, в бюджетах Москвы и Санкт-Петербурга значимы расходы на здравоохранение, социальную политику и ЖКХ. В случае ЖКХ определенный вклад в повышенную долю этой статьи расходов в городах-субъектах РФ вносят повышенные (по сравнению с городскими округами) объемы льгот гражданам в силу большой дифференциации доходов населения на фоне высокого уровня цен. Но, кроме того, в эту же статью включается и жилищное строительство (интерес к которому со стороны московских властей в последнее время возрос), и благоустройство. В Москве в 2016 г. доля расходов на благоустройство в общей сумме расходов на ЖКХ составила 66%, тогда как в Санкт-Петербурге – только 11%. Подобного рода расходы на благоустройство в Москве, как известно, вызывают неоднозначную реакцию, вопрос выбора приоритетов в бюджетной политике всегда является спорным.

Выводы:

– власти городов-миллионников, являющихся городскими округами (муниципальными образованиями), отличаются низкой и все более снижающейся степенью самостоятельности, принимая самостоятельные решения о расходовании в лучшем случае 60% (Новосибирск, Пермь), в худшем случае – менее 40% (Челябинск) средств городских бюджетов. Причем эта оценка учитывает только формализованные требования вышестоящих властей к властям городских округов – через систему целевых трансфертов, и не учитывает не поддающиеся количественной оценке качественные требования нормативно-правовых актов и неформальное давление вышестоящих властей. Москва и Санкт-Петербург от целевых трансфертов почти не зависят;

– власти городских округов в результате реформы разграничения полномочий утратили влияние на формирование территориальной структуры одной из важнейших составляющих социальной сферы – здравоохранения, расходы на которое определяются региональными властями. В структуре бюджетов городских округов увеличилась значимость расходов на национальную экономику;

– разрыв между объемами бюджетных средств в расчете на душу населения, которыми распоряжаются власти городов федерального значения (Москвы и Санкт-Петербурга) и городских округов, также огромен. По душевым налоговым и неналоговым доходам, нецелевым трансфертам (дотациям), то есть тем средствам, направления расходования которых городские власти определяют самостоятельно, минимальный разрыв между Москвой и городским округом составляет 10 раз (с Новосибирском), максимальный – более 20 раз (с Омском и Воронежем);

– некоторый разрыв в степени значимости бюджетов городов-субъектов РФ и крупнейших городских округов неизбежен: существует объективная

необходимость в разграничении полномочий и расходных обязательств между региональными и местными властями, поэтому доходы-расходы городских округов не могут быть такими же, как городов-субъектов РФ. Однако ситуация, когда города-миллионники так сильно отличаются по возможностям городских властей в зависимости от статуса города, – несправедлива. Учитывая общемировой тренд на децентрализацию принятия управленческих решений, роль городских властей в социально-экономическом развитии городов должна быть более значимой;

– для оценки бюджетной ситуации в городах необходимо улучшение качества бюджетной статистики, прежде всего в части доступности информации по прямым расходам бюджетов. В противном случае так и остается непонятным, проигрывают ли города-муниципалитеты от своего статуса из-за того, что их деньги перераспределяются в пользу проблемных муниципалитетов, или же, напротив, благополучно развиваются за счет стягивания на себя ресурсов регионов, будучи их административными центрами.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 16-18-10324 «Человек в мегаполисе: экономические, демографические и экологические особенности») в Институте народнохозяйственного прогнозирования РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богатство и самостоятельность: что делает бюджет города устойчивым. М.: STRELKA КБ, декабрь 2017 (<http://citybudget.strelka-kb.com>).

Бухвальд Е.М., Печенская М.А. Возможности местных бюджетов при реализации муниципальных стратегий развития // Проблемы развития территории. 2017. Вып. 4-(90). С. 37–50.

Зубаревич Н.В. Города как центры модернизации экономики и человеческого капитала // Общественные науки и современность. 2010. № 5. С. 5–19.

Зубаревич Н.В. Крупнейшие города России как «агенты» глобализации // Россия и современный мир. 2002. № 4. С. 97–101.

Куликов Г.К. Территориальная дифференциация финансово-бюджетного положения муниципалитетов России. Дис. ... канд. геогр. н. М.: МГУ, 2012.

Поварова А.И. Почему не растет самообеспеченность бюджетов городских округов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2016. № 1. С. 108–121.

Силуанов А., Стародубровская И., Назаров В. Методологические подходы к оценке эффективности межбюджетных от-

ношений в субъектах Российской Федерации // Экономическая политика. 2011. № 1. С. 5–22.

Сумская Т.В. Местное самоуправление: эволюция бюджетной политики / Под ред. С.А. Суспицына. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2016.

Foray D. Smart Specialisation: Opportunities and Challenges for Regional Innovation Policy. London, New York, 2015.

Herrschel T. Cities, State and Globalisation: City-Regional Governance in Europe and North America. London, New York, 2014.

Kuznetsova O.V. Structural changes in employment and the quality of life of the populations of Russian million-plus cities // Studies on Russian Economic Development. 2017. V. 28. № 6. P. 663–671.

Perry M. Controversies in Local Economic Development: Stories, Strategies, Solutions. London, New York, 2012.

Urbanization and Development: Emerging Futures. World Cities Report 2016 / UN-Habitat. Nairobi, 2016. 262 p.

Поступила в редакцию 19.02.2018
Принята к публикации 12.03.2018

O.V. Kuznetsova¹

BUDGET CAPACITIES OF MILLION-PLUS CITIES AS A FACTOR OF THEIR SOCIAL-ECONOMIC DEVELOPMENT

The data on the execution of the budgets of million-plus cities in 2006-2016 are analyzed. Particular importance was attached to the assessment of the degree of city authorities' independence in making decisions on budget spending. It is shown that the autonomy of city okrugs' (municipalities) authorities is very low and tends to decrease; city okrugs' authorities have lost influence on the development of health care, but came to spend relatively more money on the economy; the amount of funds administered by city districts authorities is several-fold less than in Moscow and St. Petersburg. It was concluded that the powers of city okrugs' authorities should be expanded and the status of million-plus cities should be brought closer together basing on the analysis of direct expenditures of the regional budgets.

Key words: major cities, budgets of city okrugs, inter-budgetary transfers, expenditure structure, national economy, social sphere.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project № 16-18-10324 «People in Megalopolises: Economic, Demographic and Environmental Features») and carried out at the Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences.

REFERENCES

- Bogatstvo i samostoyatel'nost': chto delaet byudzhety goroda ustoychivym [Wealth and autonomy: what makes the city's budget sustainable]. Moscow, STRELKA KB, 2007 (in Russian).
- Bukhval'd E.M., Pechenskaya M.A. Vozmozhnosti mestnykh byudzhety pri realizatsii munitsipal'nykh strategiy razvitiya [Local budgets capacities for the implementation of municipal development strategies] // Problemy razvitiya territorii. 2017. № 4(90). P. 37–50 (in Russian).
- Foray D. Smart specialisation: opportunities and challenges for regional innovation policy. London, New York, 2015.
- Herrschel T. Cities, state and globalisation: city-regional governance in Europe and North America. London, New York, 2014.
- Kulikov G.V. Territorial'naya differentsiatsiya finansovo-byudzhethnogo polozheniya munitsipalitetov Rossii. Diss. ... kand. geogr. n. [Territorial differentiation of financial and budgetary situation of the Russian municipalities]. Moscow: MSU, 2012 (in Russian).
- Kuznetsova O.V. Structural changes in employment and the quality of life of the populations of Russian million-plus cities // Studies on Russian economic development. 2017. V. 28. № 6. P. 663–671.
- Perry M. Controversies in local economic development: stories, strategies, solutions. London, New York, 2012.
- Povarova A.I. Pochemu ne rastet samoobespechennost' byudzhety gorodskikh okrugov. [Why is the self-sufficiency of urban districts budgets not growing] // Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz. 2016. № 1. P. 108–121 (in Russian).
- Siluanov A., Starodubrovskaya I., Nazarov V. Metodologicheskie podkhody k otsenke effektivnosti mezhbyudzhethnykh otnosheniy v sub'ektakh Rossiyskoy Federatsii. [Methodological approach to evaluating intergovernmental relations in the Russian Federation] // Ekonomicheskaya politika. 2011. № 1. P. 5–22 (in Russian).
- Sumskaya T.V. Mestnoe samoupravlenie: evolyutsiya byudzhethnoy politiki [Local government: evolution of budget policy] / Ed. by S.A. Suspitsyn. Novosibirsk: IEOPP SO RAN, 2016 (in Russian).
- Urbanization and development: emerging futures. World Cities Report 2016 / UN-Habitat. Nairobi, 2016.
- Zubarevich N.V. Goroda kak tsentry modernizatsii ekonomiki i chelovecheskogo kapitala. [Cities as centers of economy and human capital modernization] // Obshchestvennye nauki i sovremennost'. 2010. № 5. P. 5–19 (in Russian).
- Zubarevich N.V. Krupneyshie goroda Rossii kak «agenty» globalizatsii [Russia's largest cities as «agents» of globalization] // Rossiya i sovremennyy mir. 2002. № 4. P. 97–101 (in Russian).

Received 19.02.2018

Accepted 12.03.2018

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Professor, D.Sc. in Economics, Professor of the RAS; e-mail: kouznetsova_olga@mail.ru

УДК 327+338/ (5-012)

П.Я. Бакланов¹, А.В. Мошков², М.Т. Романов³,**БАЗИСНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЗВЕНЬЯ В ДОЛГОСРОЧНОМ РАЗВИТИИ
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РОССИИ**

Выделяются и оцениваются сложившиеся в Дальневосточном регионе России широтные и меридиональные перевозки грузов и пассажиров. Преобладающими перевозками в прошлом, в настоящее время и в будущем будут оставаться широтные. Основными факторами этого являются сложившиеся межрайонные связи, выходы к тихоокеанским портам и рынкам стран Азиатско-Тихоокеанского региона, а также имеющиеся в регионе наиболее крупные транспортные магистрали – Транссиб, БАМ, автомагистраль Хабаровск – Чита – Москва, речные перевозки по Амуру и морские – по Северному морскому пути. Приоритетное развитие в Тихоокеанской России в перспективе получают различные морские перевозки в комплексе с наземными.

На Тихоокеанском побережье выделены базисные центры формирования широтных, а на Северном побережье – меридиональных транспортных путей, а также различные варианты промежуточных транспортно-экономических центров и узлов, и их транспортные связи. Транспортные узлы, сформировавшиеся на пересечении широтных и меридиональных направлений транспортной сети, рассмотрены в качестве базисных.

Ключевые слова: транспорт, широтные связи, меридиональные связи, транспортные звенья, базисные звенья, транспортные узлы, сети, Дальний Восток, морское побережье.

Введение. В хозяйственном освоении Дальневосточного региона России транспорт всегда играл большую роль. Это связано с рядом причин. Прежде всего – это огромная территория региона (площадь – 6169,3 тыс. км²), протянувшаяся почти на 4,5 тыс. км с севера на юг и на 3,0–3,5 тыс. км с запада на восток. При этом транспортная сеть развита очень неравномерно. Например, общая плотность железных дорог в 2015 г. составляла 14 км путей на 10 000 км² территории (в целом по Российской Федерации – 50 км), но все они размещены в южных районах в полосе до 1 тыс. км от южных границ. Около 70% территории до сих пор не имеет железных дорог: северные районы Хабаровского края, большая часть Якутии, Магаданская область, Чукотский автономный округ, Камчатский край.

Наличие больших запасов различных природных ресурсов и, одновременно, их большая пространственная рассредоточенность – еще одна причина необходимости и важности создания развитой транспортной системы в регионе. Во-первых, транспорт обеспечивает формирование и функционирование центров добывающей промышленности, значительно рассредоточенных по территории и акваториям региона. Во-вторых, обеспечивает вывоз сырья и готовой продукции из центров добычи природных ресурсов.

Наконец, важной причиной высокой роли транспорта в Дальневосточном регионе является очень большая протяженность государственной границы с ее многими пунктами пропуска, а также – береговой линии с портами – выходами к ресурсам океана

и тихоокеанским рынкам. Узость собственного внутреннего рынка и большая удаленность региона от западных наиболее освоенных российских регионов ориентирует экономику региона на внешние рынки. Одновременно транспорт региона выполняет значительные транзитные функции, обеспечивая для других районов России выход к тихоокеанским портам и приграничным пунктам пропуска, в основном в Китай.

Изучению транспортных проблем региона уделялось немало внимания. Развитие транспортной сети в целом изучалось С.А. Тарховым [1989, 2005], В.Н. Бугроменко [1987], Б.Х. Краснопольским [1980], Franke [1998]. Экономические аспекты формирования транспортных коридоров и рынков исследовались Р.Г. Леонтьевым [2008], Я.Н. Семениным [2011], А.Б. Бардаль [2016], М.В. Холошей [2013] и др. Роль транспорта в освоении арктических районов затрагивалась В.Ю. Маловым [2012], в развитии сибирских – К.П. Космачевым, М.К. Бандманом, В.Ю. Маловым, Н.П. Каючкиным [2003], Б.Л. Раднаевым [1996], Л.А. Безруковым [2008], Л.А. Безруковым и Ц.Б. Дашпиловым [2010], В.И. Блануцей [2015] и др.

Постановка проблемы. Специфическими чертами транспортной системы Дальневосточного региона, с одной стороны, является наличие и взаимодействие различных видов транспорта – наземного, морского, речного, воздушного. В последние годы развивается трубопроводный транспорт. Необходимы и важны их пропорциональное развитие и тесная

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

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

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, докт. геогр. н.; e-mail: romanov@tig.dvo.ru

пространственно-временная взаимоувязка. С другой стороны, транспорт в целом на Дальнем Востоке России на всех этапах его хозяйственного освоения играет огромную роль как один из ведущих факторов регионального развития.

Обеспечивая связи производственных центров, которые размещались в различных районах огромного пространства, транспорт всегда оказывал существенное влияние на размещение и экономическую эффективность хозяйства. В региональной экономической эффективности всегда отражается уровень развития транспортной системы региона. Периодические исследования и оценки показывают, что транспортная система всего региона развита недостаточно и очень дифференцирована в пространстве [Бандман, Малов, 2001; Азиатская часть России ..., 2012]. Для арктических, тихоокеанских и приграничных районов развитие транспортных систем и узлов является важнейшим фактором регионального развития и во многих случаях должно быть опережающим. [Космачев, 1974; Малов, 2012; Каючкин, 2003; Тикунов, Цапук, 1999]. Многие транспортные узлы, возникшие на основе одного вида транспорта, начинают выполнять базисные функции, определяя характер развития других транспортных звеньев, других видов деятельности.

В целом роль отдельных компонентов транспортных систем, в том числе сетей, узлов и перевозок в региональном развитии раскрывается полнее на пространственном территориальном уровне. В этой связи транспорт в регионе выполняет не только прямые функции перевозок грузов и пассажиров, но и многофункциональную роль важнейших составляющих – компонентов территориальных социально-экономических систем [Бакланов, 2007; Геосистемы Дальнего Востока, 2012]. Представляется, что основные транспортные компоненты, в том числе – базисные, во многом закладывают пространственный каркас таких систем. В последнем в регионе выделяются широтные и меридиональные составляющие. Однако к настоящему времени их роль и соотношения, а также – тенденции изменений в перспективе, являются недостаточно изученными.

Основные результаты. В Дальневосточном регионе, начиная с исторических этапов хозяйственного освоения территории, транспортно-экономические связи сложились в основном по двум направлениям (рис. 1):

Широтные: запад – восток, восток – запад. Эти связи обеспечивают межрегиональные взаимодействия районов Дальнего Востока (и субъектов хозяйственной деятельности) с западными районами. В дореформенный период (до 1990-х годов) из районов Дальнего Востока в западные в больших объемах вывозилось сырье и полуфабрикаты, а в регион из западных – завозились машины и оборудование, топливо, многие продовольственные и потребительские товары. Начиная с 1990-х годов, в условиях либерализации цен и транспортных тарифов, их существенного роста многие экономические связи российского Дальнего Востока с западными райо-

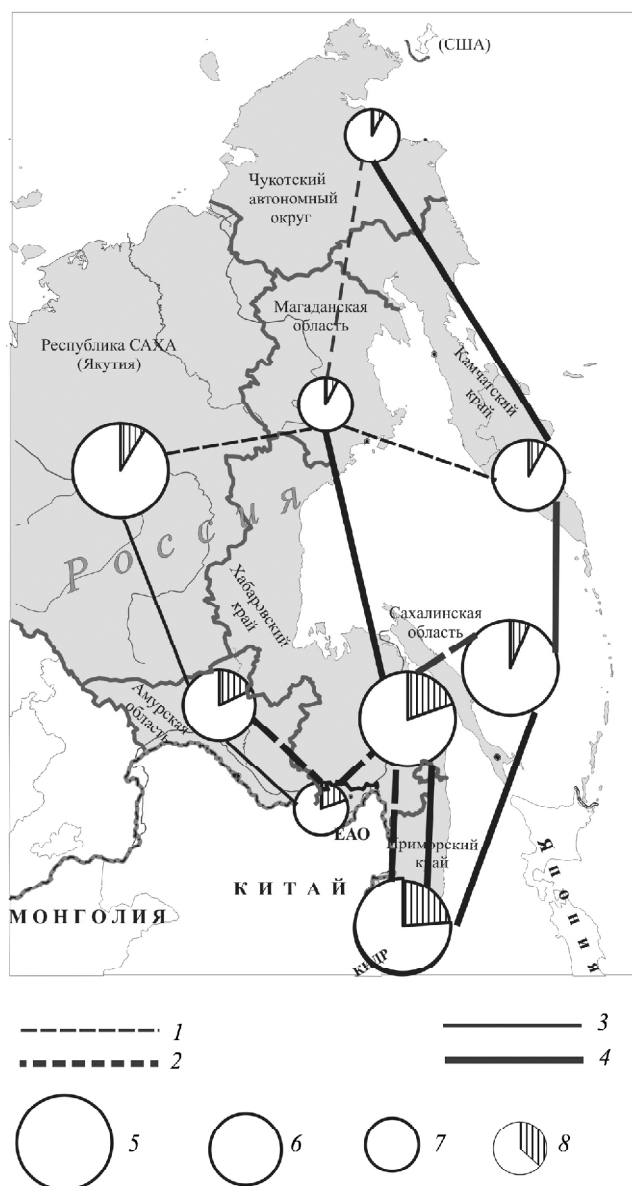


Рис. 1. Звенья обобщенных широтных и меридиональных транспортных профилей Дальневосточного региона (по данным за 2015 г.): широтных: 1 – северный, 2 – южный; меридиональных: 3 – приморский, 4 – континентальный; валовой региональный продукт в субъектах Дальневосточного региона, млрд руб.: 5 – 1000–501, 6 – 500–101, 7 – 100–30; доля транспорта и связи в структуре ВРП, %: 8 – транспорт и связь

Fig. 1. The links of generalized latitudinal and longitudinal transport profiles of the Far Eastern region (according to 2015 data). Latitudinal links: 1 – northern, 2 – southern; longitudinal links: 3 – coastal, 4 – continental; gross regional product in the subjects of the Far Eastern region, billion rubles: 5 – 1000–501, 6 – 500–101, 7 – 100–30; the share of transport and communication in the GRP structure, %: 8 – transport and communication

нами были разорваны и переориентированы на более близкие рынки стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). В настоящее время эти транспортно-экономические связи, в целом оставаясь также широтными, в направлении запад – восток, обеспечивают доступ различных товаров к тихоокеанским портам, а затем – к зарубежным тихоокеанским рынкам. Такие связи обеспечиваются основными

широтными транспортными магистралями, в том числе – Транссибирской и Байкало-Амурской железными дорогами, Федеральной автомобильной дорогой: Чита – Хабаровск – Владивосток, речным транспортом по р. Амур, а также по Северному морскому пути. В общем широтное направление запад–восток имеют основные трубопроводы: нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий океан, строящийся газопровод «Сила Сибири».

Меридиональные: юг – север, север – юг. Связи юг–север обеспечивают, прежде всего, северные поселения всеми необходимыми материалами и товарами для жизнедеятельности их населения и существующих там видов деятельности (топливо и различные горюче-смазочные материалы, продовольственные и потребительские товары, машины и оборудование, стройматериалы и другое). Эти грузы и их перевозки получили специфическое название «северный завоз». Обычно они осуществляются в летние периоды.

В обратном направлении север – юг вывозятся добываемые в северных районах сырье и природные ресурсы – сначала до ближайших широтных транспортных магистралей: БАМа и Транссиба, в отдельных случаях до северного морского побережья. Затем эти грузы перевозятся или на запад на более глубокую переработку, но большей частью в восточном направлении, в том числе, в приграничные пункты пропуска и в тихоокеанские порты на экспорт.

Основные меридиональные перевозки осуществляются как по рекам Лене, Колыме, так и по ряду автомобильных дорог, в том числе автозимников. Подобные перевозки начинают осуществлять и по единственной железной дороге, построенной от БАМа (станции Тында) до ст. Нижний Бестях – на правом берегу р. Лены, напротив Якутска. В перспективе она будет продолжена через мостовой переход непосредственно до Якутска, а в дальнейшем, – в северновосточном направлении до Магадана. Кроме того, некоторая часть грузов по направлениям север – юг перевозится сначала по Северному морскому пути в восточном направлении, затем на юг вдоль тихоокеанского побережья. Часть грузов северного завоза перевозится морским транспортом в обратном направлении, в основном из Владивостока.

Некоторые меридиональные перевозки грузов и пассажиров осуществляются на Камчатке – по направлению: юг – север и север – юг. Более значительные перевозки – на Сахалине и в Приморском крае. В Приморье большую часть таких меридиональных перевозок составляют транзитные: бывшие ранее широтными (с запада на восток, например, перевозки угля, металлов в тихоокеанские порты на экспорт) или переходящие затем (примерно, после Хабаровска) в широтные, например, контейнерные перевозки из восточноазиатских стран в европейские.

Для оценки пространственной дифференциации транспортных систем и перевозок грузов и пасса-

жиров в Дальневосточном регионе нами с определенной степенью обобщения выделены две широтные и две меридиональные зоны. Одним из первых анализ экономического развития Сибири в разрезе широтных зон провел А.Г. Гранберг [1983].

В южную широтную зону включены следующие субъекты Дальневосточного федерального округа: Приморский и Хабаровский края, Амурская, Сахалинская области, Еврейская автономная область. В северную широтную зону: Республика Саха (Якутия), Магаданская область, Камчатский край, Чукотский автономный округ.

В меридиональную Тихоокеанскую приморскую зону включены: Приморский, Хабаровский и Камчатский края, Сахалинская и Магаданская области, Чукотский автономный округ. В меридиональную континентальную зону – Республика Саха (Якутия), Амурская область и Еврейская автономная область.

Как показывают оценки, приведенные в табл. 1, сложившийся уровень хозяйственного освоения территории в южной широтной зоне почти на порядок выше, чем в северной. В то же время различия между уровнями освоения приморской и континентальной меридиональных зон не так велики, хотя в целом освоенность приморской зоны значительно лучше. Разнообразие видов деятельности и уровень развития обрабатывающих производств, также существенно больше в южной широтной и приморской меридиональных зонах [Бакланов, Мошков, 2015; 2017].

Субъекты Дальневосточного федерального округа, расположенные в южной широтной зоне практически по всем показателям, характеризующим уровень развития наземного транспорта, также превосходят субъекты северной зоны. Только в Республике Саха (Якутия) отмечается относительно более высокий уровень развития автомобильного транспорта, который, наряду с северным завозом в период навигации по реке Лена, является важнейшим в обеспечении мобильности населения и хозяйственных связей между предприятиями и организациями в республике, в том числе по автозимникам (табл. 2).

Меридиональные зоны в среднем характеризуются более высоким уровнем транспортного освоения, чем субъекты широтных зон и, в первую очередь, северной широтной зоны. Хотя по развитию различных, прежде всего наземных видов транспорта и перевозок грузов и пассажиров выделяется южная широтная зона.

Нами проведены обобщающие оценки широтных и меридиональных перевозок грузов в регионе и их соотношений (табл. 3).

Как видно, основной объем грузоперевозок на Дальнем Востоке осуществляется в широтных направлениях (около 200 млн т в год). Большей частью – по Транссибу и БАМу, магистральному нефтепроводу⁴. В условиях роста внешнеэкономических связей России с соседними странами Азиатско-Тихоокеанского региона доля грузопотоков широтного

⁴ По магистральному нефтепроводу ВСТО до ст. Сковородино идет около 46,5 млн т нефти в год. Затем 16,5 млн т направляется по ответвлению трубопровода Сковородино–Мохэ в КНР.

Таблица 1

**Уровень социально-экономической освоенности в широтных и меридиональных зонах
Тихоокеанской России, 2015 г.**

Субъекты зон	Плотность населения, на 01.01.2016, чел/км ²	Валовой региональный продукт, тыс. руб/км ²	Плотность автомобильных дорог, км на 10 000 км ²	Инвестиции в основной капитал, тыс. руб/км ²
Республика Саха (Якутия)	0,31	243,2	3,8	64,8
Камчатский край	0,68	370,2	4,2	55,9
Приморский край	11,71	4351,2	93	704,7
Хабаровский край	1,69	725,7	12	138,4
Амурская область	2,23	765,1	34	287,1
Магаданская область	0,32	269,4	5,3	124,1
Сахалинская область	5,59	9521,2	23	2893,9
Еврейская автономная область	4,57	1236,2	68	357,5
Чукотский автономный округ	0,07	88,6	0,9	11,7
Северная широтная зона среднее значение	0,34	242,85	3,55	64,12
Южная широтная зона среднее значение	5,16	3319,88	46,00	362,5
Континентальная меридиональная зона среднее значение	2,37	748,17	35,27	236,47
Приморская меридиональная зона среднее значение	3,34	3642,93	23,07	654,78

Составлено по [Регионы России ..., 2016].

Таблица 2

**Уровень развития транспорта в субъектах широтных и меридиональных зон (наземный транспорт)
Дальнего Востока России, в 2015 г.**

Субъекты широтных и меридиональных зон транспортного освоения	Автомобильный транспорт			Железнодорожный транспорт		
	перевозки грузов, млн т	перевозки пассажиров, млн чел.	плотность автодорог общего пользования, км на 10 000 км ² территории	отправлено грузов, млн т	отправлено пассажиров, тыс. чел.	плотность путей на конец года, км на 10 000 км ² территории
Республика Саха (Якутия)	18,2	93,7	3,8	10,6	167	2
Камчатский край	1,1	51,6	4,2	–	–	–
Приморский край	22,5	62,1	93	13,6	6092	95
Хабаровский край	60,7	112,5	12	21,6	2402	27
Амурская область	21,4	53,1	34	13,5	1333	81
Магаданская область	2,7	7,3	5,3	–	–	–
Сахалинская область	8,0	20,6	23	1,1	704	96
Еврейская автономная область	4,6	11,4	68	0,8	629	141
Чукотский автономный округ	2,8	0,5	0,9	–	–	–
Широтные зоны:						
Среднее значение по северной зоне	6,5	55,6	3,6	2,7	41,8	0,5
Среднее значение по южной зоне	13,0	51,9	46,0	10,1	2232	88,0
Меридиональные зоны						
Среднее значение по Тихоокеанской приморской зоне	16,3	42,4	23,1	6,0	1533	36,3
Среднее значение по континентальной зоне	14,7	52,7	35,3	8,3	709,7	74,7

Составлено по [Регионы России, 2016].

Таблица 3

Направления грузоперевозок в Дальневосточном регионе России*

Грузоперевозки по направлениям и трассам	Объемы перевозок грузов	
	млн т	%
В широтном направлении, в том числе:	194,60	60,32
В морские порты и порт-пункты Якутии и Чукотки через Северный морской путь	0,2	0,06
По Байкало-Амурской магистрали	30,2	9,37
По Транссибирской магистрали	114,3	35,43
По автомагистрали «Амур» (Чита – Хабаровск)	11,5	3,56
Грузоперевозки по р. Амур	1,4	0,43
Поставки нефти по нефтепроводу ВСТО:		
– в порт Козьмино	30	9,30
– в Хабаровск (на НПЗ)	5,5	1,70
Поставки нефти по нефтепроводу «Сахалин – Комсомольск-на-Амуре (НПЗ)	1,5	0,47
В меридиональном направлении, в том числе:	128,00	39,68
Перевозки по р. Лена	2,8	0,88
«Северный завоз» морским путем через Владивосток и Ванино	2,1	0,66
По железной дороге Хабаровск – Владивосток и обратно	90	27,90
По автомагистрали Хабаровск – Владивосток и обратно	10	3,10
По железным и автодорогам Сахалина	9,1	2,83
По железным и автодорогам в направлении Дальний Восток России – Китай и обратно	13,9	4,31
Всего	322,60	100,00

*Рассчитано авторами по статистическим и литературным данным на 2015–2016 гг.

направления в обозримой перспективе будет только увеличиваться.

Сдерживающими факторами развития грузопотоков широтного направления в сложившихся условиях являются низкая пропускная способность основных транспортных коридоров – Транссиба и БАМа, маломощность и мелководность многих морских портов на тихоокеанском побережье России. Необходимость коренной модернизации железнодорожных магистралей и международных морских портов – насущная проблема.

Грузоперевозки в меридиональных направлениях в целом также достаточно значительны – около 130 млн т грузов в год. Наиболее грузонапряженными остаются железнодорожные и автомагистрали, обеспечивающие доставку транзитных и собственных грузов к южным морским портам тихоокеанского побережья России. Важными, хотя и менее грузонапряженными, в сравнении с экспортоориентированными транспортными связями, являются грузопотоки «северного завоза» и в обратном направлении – по вывозу сырьевой продукции северных регионов Дальнего Востока.

Как показывают наши обобщенные оценки, из общего годового объема грузоперевозок в Дальневосточном регионе – около 60% составляют широтные перевозки. А если исключить из перевозок по транспортному звену Хабаровск – Владивосток около 80%, являющихся транзитными, а до Хабаровска и в обратном направлении – в основном широтными, то доля широтных перевозок грузов в регионе может составить около 75%. Такое распределение перевозок связано со следующими факторами.

Во-первых, все соседние с Дальневосточным крупные экономические районы страны размещены западнее, причем их наиболее освоенные части расположены на юге – это и Восточно-Сибирский экономический район, и Западно-Сибирский. Поэтому основные межрайонные экономические связи и взаимодействия сконцентрированы по широтным направлениям: восток – запад, запад – восток.

Во-вторых, выходы и дальневосточных, и других западных российских районов к тихоокеанским портам, а затем и к рынкам стран АТР реализуются в основном в широтном направлении – запад – восток. Обратные связи – в виде перевозок различных импортных товаров: в направлении восток – запад.

Пассажирыские перевозки, в том числе и воздушным транспортом, также в подавляющем большинстве совершаются в широтном направлении. Это связано и с деловыми поездками в западные, в том числе – центральные районы, и с туристическими (в обе стороны), и с многочисленными периодическими поездками дальневосточников в отпуск к родственникам, проживающим в западных районах. В целом пассажирские перевозки во многом отражают уровень социального развития региона [Бобылев с соавт., 2017].

Наконец, наиболее крупные транспортные магистрали (как и перевозки) также сформировались в широтной ориентации: Транссиб, БАМ, автомагистраль Хабаровск – Чита – Москва, речные перевозки по Амуру, магистральные трубопроводы, морские – по Северному морскому пути.

Как показывают научные исследования и прогнозные оценки [Леонтьев, 2008; Семенихин, 2011;

Холоша, 2013; Новосельцев, Холоша, 2014; Малов, 2014; Тихоокеанская Россия, 2012; Бакланов, Мошков, 2015; Baklanov с соавт., 2015], ориентация экономических связей России на восток будет возрастать. Это связано и с расширяющимся освоением морских тихоокеанских ресурсов, использованием более дешевого и мобильного морского транспорта, выходом на тихоокеанские рынки. Большое развитие получают и меридиональные связи юг – север, север – юг, что определяется новым этапом освоения арктических районов, а также глобальным потеплением климата.

Подобные широтные и меридиональные направления перевозки грузов, да и пассажиров сохраняются и в долгосрочной перспективе. Это в целом задает развитие сетевой структуры транспортной сети, состоящей из сочетания широтных транспортных путей и пересекающих их меридиональных. В этой связи социально-экономические центры, размещенные на тихоокеанском побережье, выступают опорными, или базисными структурными звеньями широтных транспортных путей. Подобные же функции опорных, базисных структурных звеньев меридиональных транспортных путей выполняют социально-экономические центры, размещенные на севере, на арктическом побережье. В целом – это прибрежные базисные центры, формирующие широтные и меридиональные направления транспортной сети. В последующем они дополняются социально-экономическими центрами, размещенными или формируемыми в континентальных территориях, прежде всего – на пересечениях широтных и меридиональных направлений транспортной сети.

Базисные функции прибрежных транспортных узлов усиливаются и следующими факторами. Во-первых, здесь заканчиваются (или начинаются) наземные транспортные звенья и начинаются (или заканчиваются) морские. Таким образом, в прибрежном транспортном звене обеспечиваются связи и взаимодействия наземных и морских транспортных звеньев. Во-вторых, прибрежные транспортные узлы одновременно формируют морские зоны влияния, в пределах которых происходит (и будет развиваться в перспективе) освоение морских природных ресурсов, в том числе рыбных, других гидробионтов, нефтегазовых, минеральных, энергетических, рекреационных и др. Следует подчеркнуть, что к северному побережью примыкают 200-мильная морская экономическая зона и восточная часть арктического шельфа со всем сочетанием их природных ресурсов. К тихоокеанскому побережью также примыкает огромная 200-мильная исключительная морская экономическая зона с ее большими и разнообразными природными ресурсами. Поэтому в прибрежных транспортных узлах, как правило, создаются многие другие виды деятельности по

обслуживанию морских добывающих устройств и оборудования, по перевозкам морских ресурсов на берег и по определенной обработке морских ресурсов, по социальному сервису. Таким образом, базисный транспортный узел превращается в базисный экономический, а в целом – в социально-экономический центр.

Широтные и меридиональные грузоперевозки в Дальневосточном федеральном округе в настоящее время осуществляются по нескольким направлениям, при этом в местах пересечения нескольких грузопотоков, формируются более крупные, также базисные транспортные узлы. Обобщенно это представлено на рис. 2. В долгосрочной перспективе количество и широтных, и меридиональных направлений будет возрастать.

Как следует из рисунка, из выделенных 33 транспортных узлов, 4 сформировались на пересечении двух и более широтных и меридиональных трасс перевозок. В целом широтные трассы и направления перевозок более развиты в регионе, хотя в последнее время большое внимание уделяется развитию меридиональных транспортных направлений, например, строительство железной дороги Нерюнгри – Якутск, коренная реконструкция автомагистрали Хабаровск – Владивосток, строительство газопровода: Сахалин – Хабаровск – Владивосток, нефтепровод Хабаровск – Комсомольск-на-Амуре и другие.

Выводы:

– сложившиеся в Дальневосточном регионе широтные и меридиональные направления перевозки грузов, да и пассажиров, являются достаточно инерционными и сохраняются в долгосрочной перспективе. Это в целом задает развитие сетевой структуры транспортной сети, состоящей из сочетания широтных и меридиональных транспортных путей. В этой связи социально-экономические центры, размещенные на тихоокеанском побережье, выступают опорными, или базисными структурными звеньями широтных транспортных путей. Подобные же функции опорных, базисных структурных звеньев, меридиональных транспортных путей выполняют социально-экономические центры, размещенные на севере, на арктическом побережье. Это – прибрежные базисные центры, формирующие широтные и меридиональные направления транспортной сети. В последующем эти направления закрепляются и усиливаются социально-экономическими центрами, размещенными или формируемыми в континентальных районах, в том числе на побережьях рек. В перспективе возможно дополнение базисных структурных звеньев как в широтном, так и в меридиональном направлениях. Это могут быть и новые узлы, и новые транспортные линии и звенья. В этом – важнейшая тенденция пространственного развития региона.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта РГО-РФФИ «Географические предпосылки и ограничения формирования сетевых многофункциональных транспортных структур в Дальневосточном макрорегионе России» (№ 17-05-41044).

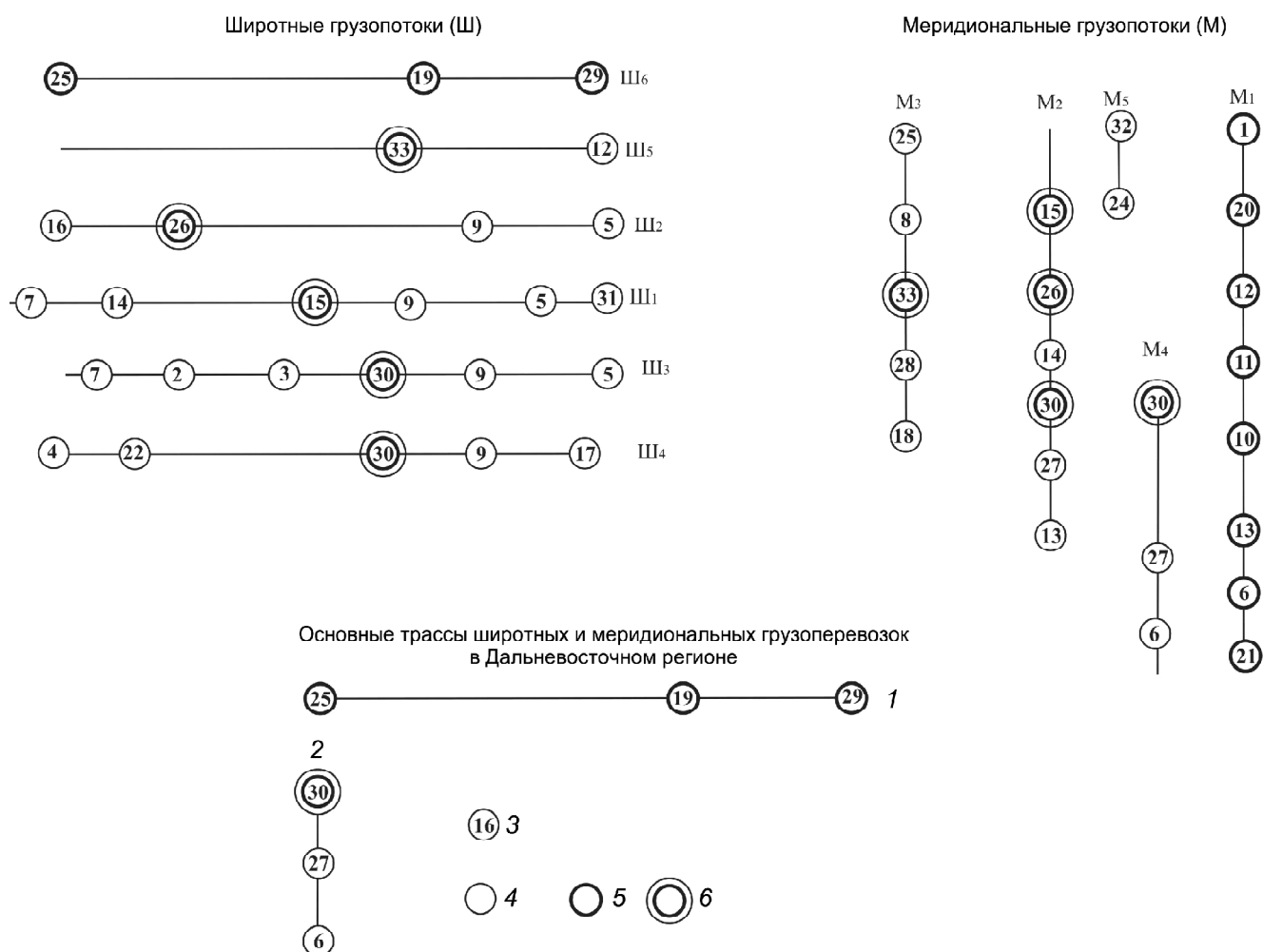


Рис. 2. Обобщенная схема основных трасс широтных (Ш) и меридиональных (М) грузоперевозок в Дальневосточном регионе. Обозначения: 1 – широтные грузопотоки (Ш): Ш₁ – Транссибирская железнодорожная магистраль (Ерофей Павлович – Невер – Биробиджан – Хабаровск – Комсомольск-на-Амуре – Ванино – Холмск); Ш₂ – Байкало-Амурская магистраль (Нижнеангарск – Тында – Комсомольск-на-Амуре – Ванино); Ш₃ – автомобильная магистраль (Ерофей Павлович – Белогорск – Биробиджан – Хабаровск – Комсомольск-на-Амуре – Ванино); Ш₄ – Амурский речной путь (Благовещенск – Поярково – Хабаровск – Комсомольск-на-Амуре – Николаевск-на-Амуре); Ш₅ – автомобильная магистраль (Якутск – Магадан); Ш₆ – дальневосточный участок Северного морского пути (Тикси – Певек – Уэлен); 2 – меридиональные грузопотоки (М): М₁ – морские каботажные перевозки в дальневосточных морях России (Посет – Владивосток – Находка – Корсаков – Курильск – Магадан – Петропавловск-Камчатский – Анадырь); М₂ – железная дорога (Нерюнгри – Тында – Невер – Хабаровск – Уссурийск – Находка); М₃ – Ленский речной путь (Олёкминск – Усть-Мая – Якутск – Жиганск – Тикси); М₄ – автомобильная магистраль (Хабаровск – Уссурийск – Владивосток); М₅ – Колымский речной путь (Среднеколымск – Черский); 3 – транспортные узлы: 1 – Анадырь, 2 – Белогорск, 3 – Биробиджан, 4 – Благовещенск, 5 – Ванино, 6 – Владивосток, 7 – Ерофей Павлович, 8 – Жиганск, 9 – Комсомольск-на-Амуре, 10 – Корсаков, 11 – Курильск, 12 – Магадан, 13 – Находка, 14 – Невер, 15 – Нерюнгри, 16 – Нижнеангарск, 17 – Николаевск-на-Амуре, 18 – Олёкминск, 19 – Певек, 20 – Петропавловск-Камчатский, 21 – Посет, 22 – Поярково, 23 – Советская Гавань, 24 – Среднеколымск, 25 – Тикси, 26 – Тында, 27 – Уссурийск, 28 – Усть-Мая, 29 – Уэлен, 30 – Хабаровск, 31 – Холмск, 32 – Черский, 33 – Якутск. Виды транспортных узлов: 4 – основные, 5 – базисные, 6 – на пересечении широтных и меридиональных грузопотоков

Fig. 2. Generalized scheme of the main lines of latitudinal (III) and longitudinal (M) cargo transportation in the Far Eastern region. 1 – latitudinal cargo traffic (III): III₁ – the Trans-Siberian railway (Erophei Pavlovich – Never – Birobidzhan – Khabarovsk – Komsomolsk-on-Amur – Vanino – Kholmok); III₂ – the Baikal-Amur railway (Nizhneangarsk – Tynda – Komsomolsk-on-Amur – Vanino); III₃ – major highway (Erophei Pavlovich – Belogorsk – Birobidzhan – Khabarovsk – Komsomolsk-on-Amur – Vanino); III₄ – the Amur River way (Blagoveshchensk – Poyarkovo – Khabarovsk – Komsomolsk-on-Amur – Nikolaevsk-on-Amur); III₅ – major highway (Yakutsk – Magadan); III₆ – the Far Eastern part of the Northern Sea Route (Tiksi – Pevek – Uelen). 2 – longitudinal cargo traffic (M): M₁ – sea cabotage transportations in the Far Eastern seas of Russia (Posiet – Vladivostok – Nakhodka – Korsakov – Kurilsk – Magadan – Petropavlovsk-Kamchatsky – Anadir); M₂ – railway (Neryungri – Tynda – Never – Khabarovsk – Ussuriisk – Nakhodka); M₃ – the Lena River way (Olyokminsk – Ust-Maya – Yakutsk – Zhigansk – Tiksi); M₄ – major highway (Khabarovsk – Ussuriisk – Vladivostok); M₅ – the Kolyma River way (Srednekolymsk – Chersky). 3 – transport knots: 1 – Anadyr, 2 – Belogorsk, 3 – Birobidzhan, 4 – Blagoveshchensk, 5 – Vanino, 6 – Vladivostok, 7 – Erophei Pavlovich, 8 – Zhigansk, 9 – Komsomolsk-on-Amur, 10 – Korsakov, 11 – Kurilsk, 12 – Magadan, 13 – Nakhodka, 14 – Never, 15 – Neryungri, 16 – Nizhneangarsk, 17 – Nikolaevsk-on-Amur, 18 – Olyokminsk, 19 – Pevek, 20 – Petropavlovsk-Kamchatsky, 21 – Posiet, 22 – Poyarkovo, 23 – Sovetskaya Gavan, 24 – Srednekolymsk, 25 – Tiksi, 26 – Tynda, 27 – Ussuriisk, 28 – Ust Maya, 29 – Uelen, 30 – Khabarovsk, 31 – Kholmok, 32 – Chersky. The types of transport knots: 4 – located on one direction (latitudinal or longitudinal), 5 – basic (on the sea coast), 6 – basic on the crossing of latitudinal and longitudinal cargo traffic

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Азиатская часть России: моделирование экономического развития в контексте опыта истории / Отв. ред. В.А. Ламин, В.Ю. Малов; РАН, Сиб. отд-е, ИЭОПП, Ин-т истории, Ин-т геогр. им В.Б. Сочавы, Ин-т систем энергетики им. Л.А. Мелентьева, Ин-т динамики систем и теории управления. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 463 с. (Интеграционные проекты; Вып. 34).
- Бакланов П.Я. Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении. М.: Наука, 2007. 239 с.
- Бакланов П.Я., Мошков А.В. Инерционность территориальных структур хозяйства в регионах Дальнего Востока // Вестн. ун-та. Сер. 5. География. № 2. 2017. С. 3–10.
- Бакланов П.Я., Мошков А.В. Пространственная дифференциация структуры экономики регионов арктической зоны России // Экономика региона. 2015. № 1(41). С. 53–63.
- Бандман М.К., Малов В.Ю. Транспортный комплекс Азиатской России: Укрепление экономической безопасности // Современные проблемы географии и природопользования. Барнаул: ИЭ и ОППП СО РАН, 2001. Вып. 5–6. С. 100–114.
- Бардаль А.Б. Рынок транспортных услуг Северо-Восточной Азии: тенденции и перспективы // Пространственная экономика. 2016. № 1. С. 132–162.
- Безруков Л.А. Континентально-океаническая дихотомия в международном и региональном развитии. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. 369 с.
- Безруков Л.А., Дашилов Ц.Б. Транспортно-географическое положение микрорегионов Сибири: методика и результаты оценки // География и природ. ресурсы. 2010. № 4. С. 5–13.
- Блануца В.И. Информационно-сетевая освоенность территорий: понятие, индексы, примеры // Изв. РГО. 2015. Т. 147. Вып. 2. С. 12–21.
- Бобылев С.Н., Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Оценки социального развития регионов Российской Федерации // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2017. № 1. С. 3–12.
- Бугроменко В.Н. Транспорт в территориальных системах. М.: Наука, 1987. 112 с.
- Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. Т. III. Территориальные социально-экономические структуры / Под ред. П.Я. Бакланова и М.Т. Романова. Владивосток: Дальнаука, 2012. 364 с.
- Гранберг А.Г. Исследование экономического развития Сибири в разрезе широтных зон и мезорегионов // Изв. СО АН СССР. 1983. № 11. Сер. обществ. наук. Вып. 3. С. 59–67.
- Каючкин Н.П. Географические основы транспортного освоения территории. Новосибирск: Наука, 2003. 167 с.
- Космачев К.П. Пионерное освоение тайги (экономико-географические проблемы). Новосибирск: Наука, 1974. 142 с.
- Краснопольский Б.Х. Инфраструктура в системе регионального хозяйственного комплекса Севера. М.: Наука, 1980. 143 с.
- Леонтьев Р.Г. Транспорт и логистика Дальнего Востока РФ: Транспортный комплекс и сухопутные сообщения. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. 259 с.
- Малов В.Ю. Проблемы формирования опорной транспортной сети России в контексте экономической безопасности транзитных и экспортных перевозок (опыт истории) // Мир новой экономики. 2014. № 4. С. 51–57.
- Малов В.Ю. Транспорт Азиатской части России как элемент экономической безопасности страны // Вестн. Совета безопасности Российской Федерации. 2012. № 4(22). С. 150–155.
- Новосельцев Е.М., Холоша М.В. Развитие Дальнего Востока и угольные грузопотоки // Морские порты. 2014. № 2(123).
- Раднаев Б.Л. Транспорт Востока Сибири в новой социально-экономической и геополитической ситуации. Новосибирск: Наука, 1996. 128 с.
- Семенухин Я.Н. Современное состояние и перспективы развития Приморских и Дальневосточных портов // Проблемы транспорта Дальнего Востока. Пленарные доклады восьмой международной научно-практической конференции. 5–7 октября 2011 г., Владивосток, Россия – Владивосток: ДВО Российской Академии транспорта, 2011. 122 с.
- Тархов С.А. Изменение связности пространства России (на примере авиапассажирского сообщения). М.; Смоленск: Ойкумена, 2015. 154 с.
- Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей: Методы анализа топологических закономерностей. М.: ИГ АН СССР, 1989. 220 с.
- Тикунов В.С., Цапук Д.А. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. М.; Смоленск: Изд-во СГУ, 1999. 176 с.
- Тихоокеанская Россия: страницы прошлого, настоящего, будущего / Колл. авторов; отв. ред. академик РАН П.Я. Бакланов. Владивосток: Дальнаука, 2012. 406 с.
- Холоша М.В. Возможности развития международного транспортного пространства Северо-Востока Азии с участием Приморского края [Электронный ресурс]. Владивосток: «ДНИ-ИМФ», 2013 г. Режим доступа: <http://www.business-dialogy.ru/wp-content/uploads/2013/02/Возможности-развития-международного-транспортного-пространства-Северо-Востока-Азии-с-участием-Приморского-края.pdf>.
- Baklanov P., Romanov M., Karakin V., Lankin A. Projects of Development of Transcontinental Transport-Economic Belts in Northern Eurasia // J. Resources and Ecology. 2015. V. 6. № 2. P. 110–113.
- Franke U.J. Trends in Europe: Logistics Networking [Electronic resource] / U.J. Franke // Cranfield University: Centre for Logistics and Transport. 1998. Mode of access: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/523/2/SWP0399.pdf>.

Поступила в редакцию 02.03.2018
Принята к публикации 12.03.2018

P.Ya. Baklanov¹, A.V. Moshkov², M.T. Romanov³

BASIC STRUCTURAL LINKS IN THE LONG-TERM DEVELOPMENT OF TRANSPORT SYSTEMS OF THE FAR EASTERN REGION OF RUSSIA

The latitudinal and longitudinal transportations of goods and passengers developed in the Russian Far East are revealed and evaluated. The latitudinal transportation is always predominant, in the past, present and future. The main factors are the well-developed inter-district ties, the access to the Pacific ports and the markets of the Asian-Pacific countries, and also the largest transportation ways of the region,

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

² Federal State Budgetary Establishment of Science, Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, D.Sc. in Geography; e-mail: mavr@tig.dvo.ru

³ Federal State Budgetary Establishment of Science, Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, D.Sc. in Geography; e-mail: romanov@tig.dvo.ru

such as the Trans-Siberian Railway, the BAM, the Khabarovsk-Chita-Moscow highway, river transport along the Amur River and the Northern Sea Route. In the long term various sea transport operations in combination with the land ones are considered to be the most perspective for Pacific Russia.

The basic centers of formation of the latitudinal ways are identified on the Pacific coast, and the basic centers of formation of the longitudinal ways on the Arctic coast, as well as different variants of the intermediate transport-economic centers and knots and their transport clusters. Transport knots formed on the crossings of latitudinal and longitudinal directions of the transportation network are regarded as basic ones.

Key words: transport, latitudinal ties, meridian ties, transport links, basic links, transport knots, networks, the Far East, the sea coast.

Acknowledgements. The work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Russian Geographical Society (project № 17-05-41044 «Geographical preconditions and restrictions of formation of network multipurpose transport structures in the Far Eastern macro-region of Russia»).

REFERENCES

- Aziatskaja chast' Rossii: modelirovanie jekonomicheskogo razvitiya v kontekste opyta istorii [The Asian part of Russia: modeling of economic development in the context of historical experience] / Otv. red. V.A. Lamin, V.Ju. Malov; RAN, Sib. otd-e, IJeOPP, In-t istorii, In-t geogr. im V.B. Sochavy, In-t sistem jenergetiki im. L.A. Melent'eva, In-t dinamiki sistem i teorii upravlenija. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2012. 463 s. (Integracionnye proekty; Vyp. 34) (in Russian).
- Baklanov P., Romanov M., Karakin V., Lankin A. Projects of Development of Transcontinental Transport-Economic Belts in Northern Eurasia // J. Resources and Ecology. 2015. V. 6. № 2. P. 110–113.
- Baklanov P.Ja. Territorial'nye struktury hozjajstva v regional'nom upravlenii. [Territorial structure of economy in the regional management] M.: Nauka, 2007. 239 s. (in Russian).
- Baklanov P.Ja., Moshkov A.V. Inercionnost' territorial'nyh struktur hozjajstva v regionah Dal'nego Vostoka [Inertia of the territorial structures of economy in the Far East regions] // Vestnik MGU. Ser. 5. Geografija. 2017. № 2. S. 3–10 (in Russian).
- Baklanov P.Ja., Moshkov A.V. Prostranstvennaja differenciacija struktury jekonomiki regionov arkticheskoy zony Rossii [Spatial differentiation of the structure of economy in the regions of the Arctic zone of Russia] // Jekonomika regiona. 2015. № 1(41). S. 53–63 (in Russian).
- Bandman M.K., Malov V.Ju. Transportnyj kompleks Aziatskoj Rossii: ukreplenie jekonomicheskoy bezopasnosti [Transport complex of Asian Russia: strengthening of economic safety] // Sovremennye problemy geografii i prirodopol'zovanija. Barnaul: IJe i OPPP SO RAN, 2001. Vyp. 5–6. S. 100–114. (in Russian).
- Bardal' A.B. Rynok transportnyh uslug Severo-Vostochnoj Azii: tendencii i perspektivy [Market of transportation services in North-eastern Asia: trends and prospects] // Prostranstvennaja jekonomika. 2016. № 1. S. 132–162 (in Russian).
- Bezrukov L.A. Kontinental'no-okeanicheskaja dihotomija v mezhdunarodnom i regional'nom razvitii [Continental-oceanic dichotomy in the international and regional development]. Novosibirsk: Akademicheskoe izd-vo «Geo», 2008. 369 s. (in Russian).
- Bezrukov L.A., Dashpilov C.B. Transportno-geograficheskoe polozhenie mikroregionov Sibiri: metodika i rezul'taty ocenki [Transport-geographical position of Siberian microregions: methods and results of the assessment] // Geografija i prirod. resursy. 2010. № 4. S. 5–13 (in Russian).
- Blanuca V.I. Informacionno-setevaja osvoennost' territorii: ponjatie, indeksy, primery [Information-network development of a territory: notions, indices, examples] // Izv. RGO. 2015. T. 147. Vyp. 2. S. 12–21 (in Russian).
- Bobylev S.N., Tikunov V.S., Cheresnja O.Ju. Ocenki social'nogo razvitiya regionov Rossijskoj Federacii [Estimates of the social development of regions of the Russian Federation] // Vestnik Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geografija. 2017. № 1. S. 3–12 (in Russian).
- Bugromenko V.N. Transport v territorial'nyh sistemah [Transport in territorial systems]. M.: Nauka, 1987. 112 s. (in Russian).
- Franke U.J. Trends in Europe: Logistics Networking [Electronic resource] // Cranfield University: Centre for Franke, U.J. Trends in Europe: Logistics Networking [Electronic resource] // Cranfield University: Centre for Logistics and Transport. 1998. Mode of access: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/523/2/SWP0399.pdf>.
- Geosistemy Dal'nego Vostoka Rossii na rubezhe XX–XXI vekov. T. III. Territorial'nye social'no-jekonomicheskie struktury [Geosystems of the Far East of Russia at the turn of the 21st century. V. III. Territorial socio-economic structures] / Pod red. P.Ja. Baklanova i M.T. Romanova. Vladivostok: Dal'nauka, 2012. 364 s. (in Russian).
- Granberg A.G. Issledovanie jekonomicheskogo razvitiya Sibiri v razreze shirotnykh zon i mezoregionov [Study of the economic development of Siberia by latitudinal zones and mesoregions] // Izv. SO AN SSSR. 1983. № 11. Ser. obshhestv. nauk. Vyp. 3. S. 59–67 (in Russian).
- Holosh M.V. Vozmozhnosti razvitiya mezhdunarodnogo transportnogo prostranstva Severo-Vostoka Azii s uchastiem Primorskogo kraja [Possible development of international transportation space of North-Eastern Asia with participation of the Primorsky Krai] [Elektronnyj resurs]. Vladivostok: «DNIIMF», 2013 g. Rezhim dostupa: <http://www.business-dialogy.ru/wp-content/uploads/2013/02/Vozmozhnosti-razvitiya-mezhdunarodnogo-transportnogo-prostranstva-Severo-Vostoka-Azii-s-uchastiem-Primorskogo-kraja.pdf>. (in Russian).
- Kajuchkin N.P. Geograficheskie osnovy transportnogo osvoenija territorii [Geographical bases of the transport development of a territory]. Novosibirsk: Nauka, 2003. 167 s. (in Russian).
- Kosmachev K.P. Pionernoe osvoenie tajgi (jekonomiko-geograficheskie problemy) [Pioneer development of taiga (economic-geographical issues)]. Novosibirsk: Nauka, 1974. 142 s. (in Russian).
- Krasnopol'skij B.H. Infrastruktura v sisteme regional'nogo hozjajstvennogo kompleksa Severa [Infrastructure in the system of the regional economic complex of Siberia]. M.: Nauka, 1980. 143 s. (in Russian).
- Leont'ev R.G. Transport i logistika Dal'nego Vostoka RF: Transportnyj kompleks i suhoputnye soobshhenija [Transport and logistics of the Far East of the Russian Federation: transport complex and land transportation]. Habarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2008. 259 s. (in Russian).
- Malov V.Ju. Problemy formirovaniya opornoj transportnoj seti Rossii v kontekste jekonomicheskoy bezopasnosti tranzitnyh i

jeksportnyh perevozok (opyt istorii) [Problems of the formation of the basic transportation network of Russia in the context of the economic safety of transit and export transport operations] // *Mir novoj jekonomiki*. 2014. № 4. S. 51–57 (in Russian).

Malov V.Ju. Transport Aziatskoj chasti Rossii kak jelement jekonomicheskoy bezopasnosti strany [Transport system of the Asian part of Russia as an element of the national economic safety] // *Vestnik Soveta bezopasnosti Rossijskoj Federacii*. 2012. № 4(22). S. 150–155 (in Russian).

Novosel'cev E.M., Holosha M.V. Razvitie Dal'nego Vostoka i ugol'nye gruzopotoki [Development of the Far East and coal transport flows] // *Morskie porty*. 2014. № 2(123) (in Russian).

Radnaev B.L. Transport Vostoka Sibiri v novej social'no-jekonomicheskoy i geopoliticheskoy situacii [Transport of Eastern Siberia under new socio-economic and geopolitical situation]. Novosibirsk: Nauka, 1996. 128 s. (in Russian).

Semenihin Ja.N. Sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitiya Primorskih i Dal'nevostochnyh portov [The actual state and development prospects of the Far East and Primorsky ports] // *Problemy transporta Dal'nego Vostoka. Plenarnye doklady vos'moj*

mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 5–7 oktjabrja 2011 g., Vladivostok, Rossija – Vladivostok: DVO Rossijskoj Akademii transporta, 2011. 122 s. (in Russian).

Tarhov S.A. Izmenenie svjaznosti prostranstva Rossii (na primere aviapassazhirskogo soobshhenija) [Changes of connectivity of the space of Russia (case study of passenger air transportation)]. M.; Smolensk: Ojkumena, 2015. 154 s. (in Russian).

Tarhov S.A. Jevoljucionnaja morfologija transportnyh setej: Metody analiza topologicheskikh zakonornostej [Evolution morphology of transportation networks: methods of the analysis of topological regularities]. M.: IG AN SSSR, 1989. 220 s. (in Russian).

Tihookeanskaja Rossija: stranicy proshlogo, nastojashhego, budushhego [The Pacific Russia: past, present and future] / Koll. avtorov; otv. red. akademik RAN P.Ja. Baklanov. Vladivostok: Dal'nauka, 2012. 406 s. (in Russian).

Tikunov V.S., Capuk D.A. Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie [Sustainable development of territories: cartographic-informational support]. M.; Smolensk: Izd-vo SGU, 1999. 176 s. (in Russian).

Received 02.03.2018

Accepted 12.03.2018

УДК 316.346.32-053.6:331.56:303.01

Т.В. Блинова¹, С.Г. Былина², В.А. Русановский³

ГЕОГРАФИЯ МОЛОДЕЖНОЙ БЕЗРАБОТИЦЫ В РОССИИ

Выполнен эмпирический анализ географических особенностей распределения молодежной безработицы, выявлены экономические, демографические, социальные детерминанты межрегиональных различий. Подчеркивается, что наиболее высокий ее уровень отмечен в аграрных и сырьевых регионах, а наиболее низкий – в регионах с развитой сферой услуг. Результаты оценки уравнений регрессии показывают, что создание новых высокотехнологичных рабочих мест с достойными условиями и оплатой труда, диверсификация структуры занятости способствуют снижению молодежной безработицы в регионах России. В то же время увеличение доли занятых в сельском хозяйстве, а также демографическое давление на рынок труда повышают риски ее роста. Модели, построенные для группы аграрных регионов, демонстрируют положительную зависимость уровня безработицы от доли лиц моложе трудоспособного возраста в структуре населения. Рост удельного веса населения со средним профессиональным образованием способствует сокращению безработицы в сырьевых регионах. На территориях с высокой долей обрабатывающих производств фактором понижения риска безработицы, помимо выше указанных, является увеличение удельного веса домохозяйств, имеющих доступ к сети Интернет. Сделан вывод, что географические особенности распределения молодежной безработицы в значительной степени определяются набором и комбинацией параметров, характеризующих население региона, местный рынок труда, уровень экономического развития.

Ключевые слова: географические особенности, безработица, молодежь, регионы, структура занятости, детерминанты, межрегиональные различия.

Введение. Одной из ключевых проблем ряда экономически развитых и подавляющего большинства развивающихся стран является высокая безработица, в особенности молодежная. Ее уровень и динамика выступают индикаторами экономического и социального благополучия (или неблагополучия) стран и отдельных регионов. Молодежь в России, так же как и в европейских странах, является уязвимой частью рынка труда. Молодые люди до 25 лет в структуре российских безработных составляют пятую часть – 20,1% [Занятость и безработица, 2018]. Для российской экономики характерна географическая дифференциация параметров рынка труда. Молодежная безработица по территории России распределена неравномерно, а причины и географические особенности высокого уровня региональной безработицы недостаточно изучены. В январе 2018 г. уровень общей безработицы в России, рассчитанный по методологии Международной организации труда (МОТ), оставался на достаточно низком уровне (5,2%), в то же время его региональные значения колеблются от 3,1% (Центральный ФО) до 11,0% (Северо-Кавказский ФО). Межрегиональные различия уровня безработицы еще выше и составляют от 1,3% в Москве до 26,2% в Республике Ингушетии [Занятость и безработица ..., 2018]. Дифференциация регионов РФ по уровню молодежной безработицы представлена на рис. 1.

На карте обозначены регионы с максимальными (1 группа), умеренно высокими (2 группа), средними (3 группа), умеренно низкими (4 группа) и минимальными (5 группа) значениями уровня безработицы молодежи 20–29 лет. Географические особенности распределения безработицы в европейских странах исследованы в работах многих зарубежных ученых [Scacolici et al., 2007]. Авторы акцентируют внимание на устойчивости территориальных контрастов параметров рынка труда. Следует отметить, что в России географические различия уровня безработицы также являются устойчивыми во времени, они сохраняются на всех стадиях бизнес-цикла, сокращаясь в период кризиса и увеличиваясь в период восстановительного роста [Blinova et al., 2016]. Учеными предложены подходы к исследованию межрегиональных контрастов на рынке труда, обоснована необходимость анализа географических различий в уровне безработицы [Elhorst, 2003]. Проведена оценка влияния институтов (объективных факторов) и экономической политики (субъективного фактора) на общую и молодежную безработицу [Choudhry et al., 2012]. Научный интерес представляет обсуждение поведения региональной безработицы в странах Евросоюза до и после глобального финансового кризиса [Marelli et al., 2012]. Рассматривая положение молодежи на национальных и региональных рынках, многие авторы отмечают значительное превышение молодеж-

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аграрных проблем РАН, лаборатория социального развития агропромышленного комплекса и сельских территорий, гл. науч. с., докт. экон. н., проф.; *e-mail:* guandre@mail.ru.

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аграрных проблем РАН, лаборатория социального развития агропромышленного комплекса и сельских территорий, ст. науч. с., канд. экон. н.; *e-mail:* svbylina@rambler.ru

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, отдел науки и инноваций, вед. науч. с., докт. экон. н., проф.; *e-mail:* rusanovsky@mail.ru

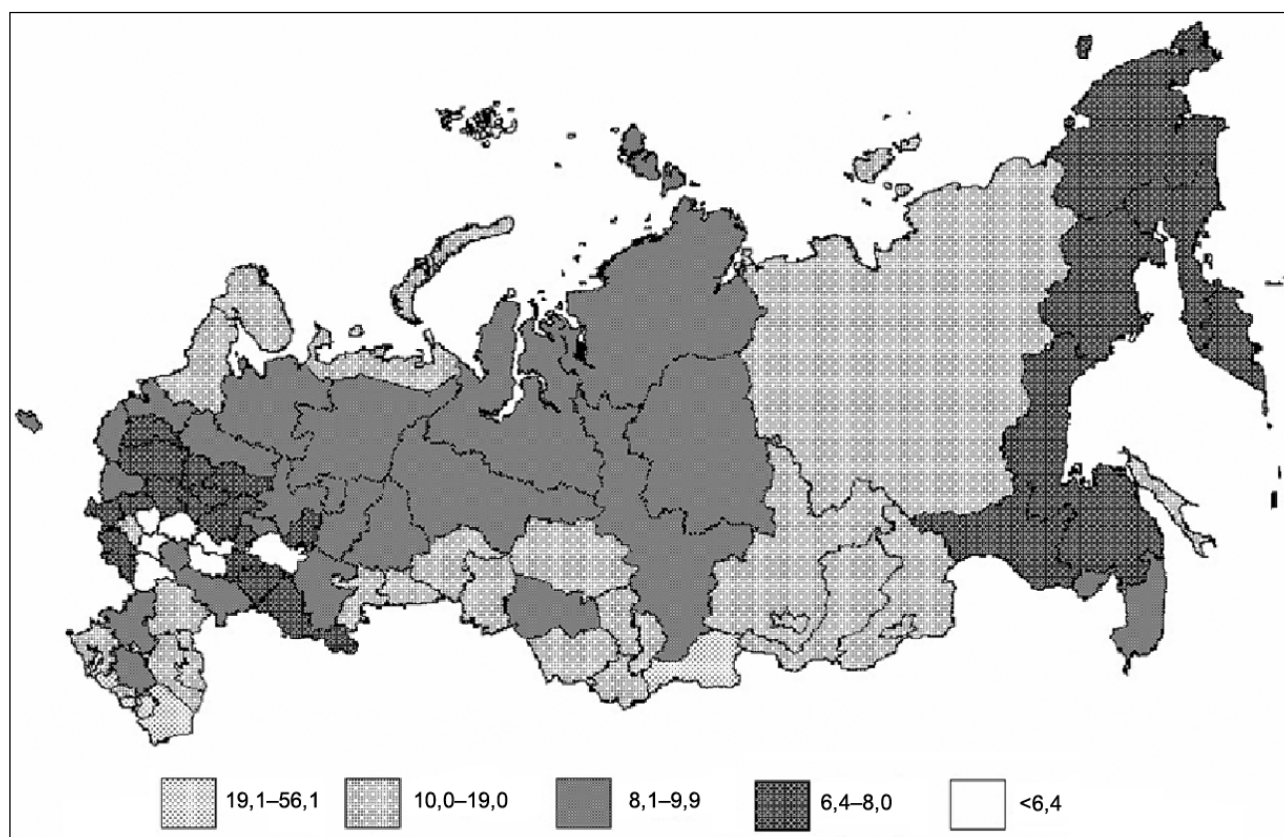


Рис. 1. Распределение регионов РФ по фактическому уровню молодежной безработицы, %

Fig. 1. Distribution of RF regions by the actual level of youth unemployment, %

ной безработицы над общим ее уровнем [Bell and Blanchflower, 2011; Eichhorst et al., 2013; Brada et al., 2014; Choudhry et al., 2012]. Выявлены факторы межрегиональной дифференциации рынка труда в отдельных странах [Badinger and Url, 2002; Karaalp Orhan and Gülel, 2016].

Различные аспекты российского рынка труда, в том числе региональные особенности, влияние экономической рецессии на уровень безработицы, а также положение молодежи на рынке труда исследовали многие отечественные авторы, в частности, Е. Вакуленко и Е. Гурвич [2015], В. Гимпельсон и Р. Капелюшников [2015], А. Коровкин [2016], Е. Семерикова и О. Демидова [2016] и другие.

Цель данной работы – выполнить эмпирический анализ географических особенностей распределения молодежной безработицы, а также детерминант межрегиональных различий ее уровня в регионах разного типа. В качестве рабочей гипотезы высказано предположение о наличии общих и специфических факторов, определяющих межрегиональные различия параметров рынка труда, состав и комбинации которых для регионов являются разными.

Материалы и методы исследований. Прежде всего, были рассмотрены теоретические подходы к анализу межрегиональных различий. Для разработки мер, содействующих сокращению межрегиональных контрастов, выбора направлений региональной политики необходимо понимание источников диффе-

ренциации и географических особенностей рынка труда. Изучение причин и факторов межрегиональных различий уровня безработицы является одним из важных направлений исследования молодежного рынка труда [Elhort, 2003; Badinger and Ur, 2002; Brada et al., 2014].

В составе факторов, влияющих на межрегиональные различия уровня безработицы, в литературе выделяют объем валового регионального продукта, отраслевую специализацию региона, уровень образования, долю молодежи в структуре населения, оплату труда и другие. Анализ влияния отраслевой структуры спроса на труд, отражающей специализацию экономики региона, на безработицу представляет как теоретический, так и практический интерес [Elhort, 2003]. Предполагается, что в том случае, когда в структуре экономики высока доля услуг или растущих высокотехнологичных и наукоемких отраслей, региональная безработица будет низкой, если же в структуре занятости значителен удельный вес сырьевого сектора или сельского хозяйства – высокой. Немаловажное значение отраслевая структура имеет как один из факторов экономического роста, который формирует предпосылки сокращения безработицы. Как подчеркивают российские ученые, «... нередко экономический рост в регионах является региональной проекцией отраслевых темпов роста: если регион специализируется на отраслях с благоприятной экономической конъюнктурой, ситуация в нем также благополучна и

наоборот» [Кузнецова, 2013]. Оценивалось также влияние регионального валового продукта (РВП) на различия уровней безработицы в регионах России [Вакуленко, Гурвич, 2015].

Наибольший интерес представляет анализ влияния демографической структуры и образования населения региона на безработицу [Biagi and Lucifora, 2008]. Особенности воспроизводства населения регионов во многом определяются стадией демографического перехода, на которой находится данный субъект РФ. Регионы, где велика доля молодого населения, характеризуются также высокой безработицей. В связи с этим система мер, направленных на сокращение ее уровня, должна включать не только стимулирование образовательной и трудовой мобильности, но и привлечение инвестиций для создания новых рабочих мест. Как подчеркивают исследователи, при плохом бизнес-климате не создаются новые фирмы, не расширяются действующие производства, не выпускается сложная продукция [Гимпельсон, 2016]. Оценка влияния инвестиций в человеческий капитал на уровень региональной безработицы выявила статистически значимую обратную зависимость между ними. В России регионы с высокой долей лиц с высшим образованием имеют более низкий уровень безработицы.

Описание данных и выбор переменных. Информационная база исследования сформирована на основе данных, предлагаемых Федеральной службой государственной статистики за 2015 г. [Регионы ..., 2016; Рабочая сила ..., 2016; Занятость и безработица ..., 2018]. Исключение составляют данные по образовательной структуре населения [Образование ..., 2014]. Использовались также демографические показатели, представленные в Центральной базе статистических данных [Центральная база ..., 2017]. Необходимо обратить внимание на ограниченность статистических данных по молодежной безработице в России, особенно в региональном разрезе и для разных возрастных групп. Сформированная выборочная совокупность включает 83 региона из 85 субъектов Российской Федерации. Перед построением регрессионных моделей все исходные данные были нормированы и центрированы стандартным способом. Отобраны 3 группы переменных, характеризующие, во-первых, население субъектов РФ, включая демографическую структуру, образовательную и структуру занятости, во-вторых, региональный рынок труда (уровень общей безработицы, уровень молодежной безработицы, уровень занятости, заработная плата, среднее время поиска работы), в-третьих, уровень экономического развития региона (валовой региональный продукт на душу населения (ВРП), структура валовой добавленной стоимости (ВДС), удельный вес домохозяйств с доступом к сети Интернет).

Для характеристики демографической структуры населения региона использовались три основные возрастные группы, а именно доля населения моложе трудоспособного, трудоспособного и старше трудоспособного возраста. Образовательная структу-

ра населения описана численностью населения с высшим профессиональным, средним профессиональным, начальным профессиональным образованием, средним общим, основным общим в расчете на 1000 чел. Структуру ВДС аппроксимируют показатели удельного веса сельского, лесного хозяйства, охоты и рыболовства, добычи полезных ископаемых, обрабатывающих производств, предоставления услуг в валовой добавленной стоимости региона. Среднее время поиска работы рассчитано в месяцах. Молодежная безработица аппроксимирована показателем уровня безработицы лиц, в возрасте 20–29 лет.

Результаты исследования и их обсуждение.
Разработка классификации регионов РФ. В работах, посвященных проблемам социально-экономической географии, часто прибегают к различным видам группировок регионов РФ по определенным критериям [Тикунов, 1997]. В частности, исследователями выполнена классификация регионов России по особенностям занятости трудовых мигрантов, поскольку по территории России они распределены неравномерно [Письменная с соавт., 2014]. Кроме того, разработана типология регионов России по трудовой мобильности населения [Антонов, 2016]. В данной работе для определения географических особенностей занятости населения регионов по видам экономической деятельности была выполнена типологизация 83 субъектов РФ, включенных в выборку. При этом типобразующими факторами в данном случае выступили виды экономической деятельности в структуре занятости региона. Рассчитаны их относительные значения, а именно: доля занятых в сельском, лесном хозяйстве, охоте и рыболовстве (%), доля занятых в добыче полезных ископаемых (%), доля занятых в обрабатывающих производствах (%), доля занятых в сфере услуг (%) в регионе. Были включены следующие услуги: операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг, здравоохранение и предоставление социальных услуг, предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг. Типологизация регионов РФ выполнена с помощью процедуры иерархического кластерного анализа методом Уорда (Ward's method) в системе STATISTICA 10.0. Выделенные типологические группы регионов России представлены на карте (рис. 2).

По результатам кластеризации были выделены четыре типа регионов: 1 – аграрные с высокой долей сельского, лесного хозяйства, охоты и рыболовства в структуре занятости региона; 2 – промышленные с высокой долей обрабатывающих производств; 3 – сырьевые с высокой долей добычи полезных ископаемых; 4 – сервисные с долей услуг в структуре занятости, превышающей среднероссийские значения. Первая группа включает 20 аграрных регионов, где доля занятых в сельском хозяйстве каждого субъекта РФ больше, чем в среднем по России. Удельный вес лиц моложе трудоспособного возраста здесь превышает среднероссийский уровень. Максимальные значения это-

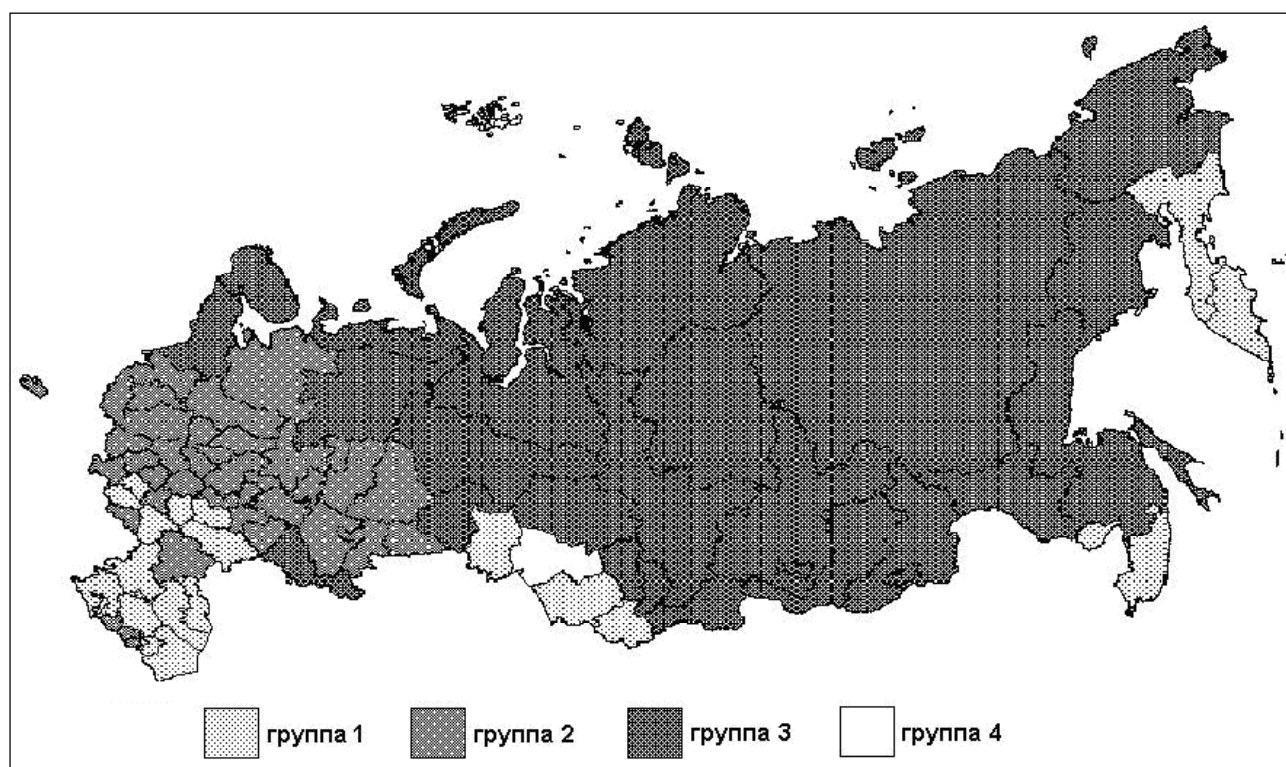


Рис. 2. Распределение регионов РФ по видам экономической деятельности в структуре занятости населения (на карте не отмечены гг. Санкт-Петербург и Москва, входящие в четвертую группу)

Fig. 2. Distribution of RF regions by the types of economic activities in the employment structure (Saint-Petersburg and Moscow belonging to the fourth group are not marked on the map)

го показателя в Чеченской Республике (34,7%), Республике Алтай (27,6%), Республике Дагестан (26,4%), Республике Калмыкии (21,5%). Вторая группа объединяет 37 субъектов РФ с высокой долей обрабатывающих производств в структуре занятости населения. В таких субъектах РФ, как Владимирская (27,2%), Ивановская (26,2%), Калужская (24,5%), Челябинская (23,5%), Ярославская (22,8%) области зафиксированы максимальные значения данного показателя. В большинстве регионов (31 из 37) уровень молодежной безработицы ниже среднероссийского значения. Удельный вес лиц с высшим профессиональным образованием меньше, чем в среднем по РФ. В состав третьей группы входят 22 субъекта РФ, где доля занятых добычей полезных ископаемых в структуре занятости населения превышает среднее значение по экономике РФ в целом. Наиболее высокие показатели отмечены в Ханты-Мансийском (22,3%), Ненецком (21,2%), Ямало-Ненецком (18,7%) и Чукотском (18,6%) автономных округах. Уровень занятости и время поиска работы соответствуют среднероссийским значениям, а уровень молодежной безработицы в большинстве регионов (16 из 22) превышает их. Удельный вес населения с начальным и средним профессиональным образованием, а также со средним (полным) и основным общим образованием выше среднероссийского. Четвертая классификационная группа является малочисленной и состоит из 3 субъектов РФ, включающих г. Москву, г. Санкт-

Петербург и Новосибирскую область. Особенность регионов этой группы состоит в том, что доля сферы услуг в структуре занятости населения и удельный вес лиц с высшим профессиональным образованием превышают среднероссийские значения. Выделенные группы регионов были описаны в пространстве демографических и социально-экономических признаков (табл. 1).

Результаты расчетов, представленные в табл. 1, показывают, что наиболее высокий уровень молодежной безработицы отмечен в аграрных (11,1%) и сырьевых (9,8%) регионах, а наиболее низкий – в регионах с развитой сферой услуг (4,2%), где меньше и среднее время поиска работы (6,5 мес.). Удельный вес лиц моложе трудоспособного возраста больше в аграрных и сырьевых регионах, вместе с тем доля лиц 20–29 лет больше в сырьевых и сервисных. Максимальные значения валового регионального продукта характерны для сырьевых регионов, а средняя заработная плата является наиболее высокой в сервисных и сырьевых регионах. Численность населения с высшим профессиональным образованием наиболее высока в сервисных регионах, а доля лиц со средним профессиональным образованием больше в сырьевых регионах.

Оценка уравнений регрессии. Основные детерминанты межрегиональных различий уровня молодежной безработицы в России были выделены с использованием регрессионного анализа. Для России в целом, и каждой типологической группы в от-

Таблица 1

Демографические и социально-экономические характеристики типологических групп регионов РФ, 2015

Показатель	РФ	Группа			
		1	2	3	4
Уровень безработицы лиц, в возрасте 20–29 лет, %	9,0	11,1	7,6	9,8	4,2
Уровень общей безработицы, %	5,6	7,4	5,3	6,7	2,7
Уровень занятости, %	65,3	61,7	64,8	65,3	70,3
Среднее время поиска работы безработными, мес.	7,3	7,9	7,3	7,3	6,5
Доля лиц моложе трудоспособного возраста в структуре населения, %	18,0	19,2	17,0	20,9	15,0
ВРП на душу населения, руб.	403 179	218 873	251 308	762 381	586 416
Средняя заработная плата, руб.	34 030	24 657	24 481	41 843	43 040
Численность населения со средним профобразованием, чел. на 1000 населения	312	294	324	326	307
Доля сельского и лесного хозяйства, охоты и рыболовства в ВДС региона, %	4,8	13,1	7,7	4,0	1,8
Доля обрабатывающих производств в ВДС региона, %	17,4	12,9	24,0	9,3	16,2
Доля добычи полезных ископаемых в ВДС региона, %	10,6	2,6	3,3	27,0	0,7
Доля услуг в ВДС региона*, %	17,9	15,4	15,3	13,5	26,2

*Включены следующие услуги: операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг, здравоохранение и предоставление социальных услуг, предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг.

дельности, за исключением малочисленной четвертой, строились модели. Для построения моделей использованы методы пошаговой регрессии в системе STATISTICA 10,0. Результаты оценки уравнений регрессии представлены в табл. 2.

Оценка регрессионных моделей свидетельствует о статистически значимой отрицательной зависимости уровня молодежной безработицы от спроса на труд. Действительно, создание новых высокотехнологичных рабочих мест с достойными условиями и оплатой труда, диверсификация структуры занятости в регионах способствуют расширению выбора сферы приложения труда для молодежи. Значительное влияние на уровень молодежной

безработицы оказывает демографическое давление на рынок труда. Модель, построенная на всей выборке, демонстрирует статистически значимую положительную зависимость уровня молодежной безработицы от доли лиц моложе трудоспособного возраста в структуре населения. Отрицательная зависимость отмечена между удельным весом населения со средним профессиональным образованием в регионе и уровнем молодежной безработицы, что свидетельствует о высокой потребности экономики в квалифицированных рабочих кадрах. А. Коровкин подчеркивает важность повышения квалификации занятого населения, а также профессиональной подготовки безработных с целью

Таблица 2

Результаты оценки уравнений регрессии (расчеты на базе данных Росстата)

Параметр	РФ	Группа		
		1	2	3
Константа	2,842	0,922	2,024	3,295
Уровень занятости	–0,349	–0,109	–0,343	–0,533
Доля населения в возрасте моложе трудоспособного	0,435	0,398	–	–
Доля сельского, лесного хозяйства, охоты и рыболовства в ВДС региона	0,062	–	–	–
Средняя заработная плата	–	–	–	0,287
Численность населения со средним профессиональным образованием, чел. на 1000 чел. населения	–0,271	–	–0,173	–0,194
Удельный вес домохозяйств, имеющих доступ к сети Интернет	–	–	–0,178	–
R^2	0,855	0,837	0,822	0,849
F критерий	13,75	16,39	11,34	12,42
Значимость F критерия	0,000	0,000	0,000	0,003

удовлетворения потребности экономики в рабочей силе необходимой квалификации [Коровкин, 2017]. Как показывают данные регрессионного анализа, увеличение доли занятых в сельском хозяйстве региона повышает риск роста молодежной безработицы. В аграрных регионах снижение уровня молодежной безработицы во многом зависит как от расширения спроса на труд, так и диверсификации структуры занятости. Демографическое давление на молодежный рынок труда повышает риск роста безработицы, особенно, если слабо развит рынок образовательных услуг. В промышленных регионах с высокой долей обрабатывающих производств детерминантами снижения уровня молодежной безработицы, помимо повышения спроса на труд, являются рост численности населения со средним профессиональным образованием и увеличение удельного веса домохозяйств, имеющих доступ к сети Интернет. В современных условиях использование информационно-коммуникационных технологий формирует конкурентные преимущества молодых людей на рынке труда. В сырьевых регионах третьей группы сокращению межрегиональных различий уровня молодежной безработицы способствуют увеличение спроса на труд и числа специалистов со средним профессиональным образованием.

Выявлена также статистически значимая положительная связь уровня молодежной безработицы со средней заработной платой в регионе. Объясняется это тем, что рынок труда регионов третьей группы сегментирован. Сегмент сырьевого сектора отличает высокая заработная плата, что привлекает многих молодых людей. Хорошая оплата труда работников компенсирует высокую безработицу в сырьевых регионах. В модель были также включены показатели регионального валового продукта для разных типов регионов. Однако мультиколлинеарность этого показателя с заработной платой не позволила совместно использовать оба параметра. Это согласуется с выводами российских исследователей, отметивших, что «из-за мультиколлинеарности такие показатели, как «зарплата» и «ВРП на душу населения» вместе не могут быть включены в модель [Семерикова, Демидова, 2016].

Полученные модели и их коэффициенты статистически значимы на 5%-ном уровне и имеют достаточное качество аппроксимации, определяемое коэффициентом детерминации, который колеблется в пределах 0,822–0,855. Следует отметить, что для разных групп регионов России существуют разные комбинации и состав детерминант, снижающих риски молодежной безработицы. Оценка уравнений регрессии для России в целом и типологических групп в отдельности, позволила оценить вероятность нахождения регионов в «зоне риска высокой безрабо-

тицы» в зависимости от набора и комбинации параметров, характеризующих население региона, местный рынок труда, результаты хозяйственной деятельности.

Выводы:

– географические особенности распределения молодежной безработицы в России свидетельствуют о сильной дифференциации регионов на рынке труда. Проживающая в субъектах РФ молодежь имеет разные возможности выбора профессии, вида экономической деятельности, рабочего места, а также шансы трудоустройства. Межрегиональные различия молодежного рынка труда по уровню безработицы являются устойчивыми, генерируя разную степень социальной напряженности, разные поведенческие реакции молодежи и разные стратегии занятости;

– отмечена уязвимость молодежи на региональных рынках труда; результаты кластерного анализа регионов России по структуре занятости населения свидетельствуют, что наиболее высокий уровень молодежной безработицы наблюдается в аграрных и сырьевых регионах, а наиболее низкий – в регионах, где велика доля сферы услуг в структуре занятости населения;

– результаты исследования свидетельствуют, что создание новых рабочих мест с достойными условиями и оплатой труда, диверсификация структуры занятости способствуют снижению уровня молодежной безработицы в регионах России всех типологических групп. В то же время сильное демографическое давление на молодежный рынок труда повышает риск роста безработицы. Подтверждением являются результаты регрессионного анализа, позволившие выявить статистически значимую положительную связь уровня молодежной безработицы с долей лиц моложе трудоспособного возраста в структуре населения России и группы аграрных регионов;

– увеличение удельного веса населения со средним профессиональным образованием способствует понижению уровня молодежной безработицы в регионах второй и третьей групп. В регионах с высокой долей обрабатывающих производств на снижение молодежной безработицы, помимо указанных выше факторов, влияет увеличение удельного веса домохозяйств, имеющих доступ к сети Интернет, что свидетельствует о формировании конкурентных преимуществ на рынке труда у молодых людей, использующих в работе информационно-коммуникационные технологии;

– обоснована необходимость дифференцированного подхода к выбору и реализации стратегий социально-экономического развития регионов России, направленных на сокращение молодежной безработицы.

Благодарности. Исследования выполнены в Институте аграрных проблем РАН при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14–18–02801).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антонов Е.В. Трудовая мобильность населения России по данным Всероссийской переписи 2010 // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2016. № 2. С. 54–63.
- Вакуленко Е., Гурвич Е. Взаимосвязь ВВП, безработицы и занятости: углубленный анализ закона Оукена для России // Вопросы экономики. 2015. № 3. С. 5–27.
- Гимпельсон В.Е. Нужен ли российской экономике человеческий капитал? Десять сомнений // Вопросы экономики. 2016. № 10. С. 129–143.
- Гимпельсон В.Е., Капелюшников Р.И. Российская модель рынка труда: испытание кризисом // Журнал новой экономической ассоциации. 2015. № 2(26). С. 249–253.
- Занятость и безработица в Российской Федерации в январе 2018 г. URL http://www.gks.ru/bgd/b04_03/IssWWW.exe/Stg/d03/36.htm (дата обращения: 15.02.2018).
- Коровкин А.Г. Макроэкономическая оценка состояния региональных рынков труда азиатской части российской Арктики // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2. С. 69–86.
- Кузнецова О.В. Типология факторов социально-экономического развития регионов России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 2. С. 3–8.
- Образование в Российской Федерации: 2014: статистический сборник. Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014. 464 с.
- Рабочая сила, занятость и безработица в России (по результатам выборочных обследований рабочей силы). 2016: Стат. сб. М.: Росстат, 2016. 146 с.
- Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016. Стат. сб. М.: Росстат, 2016. 1326 с.
- Письменная Е.Е., Рязанцев С.В., Тикунов В.С. Географические особенности трудовой миграции в контексте евразийской интеграции // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 5. С. 42–52.
- Семеригова Е.В., Демидова О.А. Взаимодействие региональных рынков труда в России: анализ с помощью пространственных эконометрических моделей // Пространственная экономика. 2016. № 3. С. 57–80.
- Тикунов В.С. Классификация в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). М.: Смоленск: Изд-во Смол. гос. ун-та, 1997. 367 с.
- Центральная база статистических данных (ЦБСД) / Демография / Численность населения. URL: <http://cbsd.gks.ru>. (дата обращения: 04.04.2017).
- Badinger H., Url T. Determinants of Regional Unemployment: Some Evidence from Austria // Regional Studies. 2002. V. 36(9). P. 977–988.
- Bell D.N.F., Blanchflower D.G. Young People and the Great Recession // Oxford Review of Economic Policy. 2011. V. 27(2). P. 241–267.
- Biagi F., Lucifora C. Demographic and Education Effects on Unemployment in Europe // Labour Economics. 2008. V. 15. P. 1076–1101.
- Blinova T., Markov V., Rusanovskiy V. Empirical Study of Spatial Differentiation of Youth Unemployment in Russia // Acta Oeconomica. 2016. V. 66(3). P. 507–526.
- Brada J.C., Marelli E., Signorelli M. Young People and the Labor Market: Key Determinants and New Evidence // Comparative Economic Studies. 2014. V. 56. P. 556–566.
- Choudhry M., Marelli E., Signorelli M. Youth and the total unemployment rate: The impact of policies and institutions // International J. Manpower. 2012. V. 33(1). P. 76–95.
- Cracolici M.F., Cuffaro M., Nijkamp P. Geographical Distribution of Unemployment: An Analysis of Provincial Differences in Italy // Growth and Change. 2007. V. 38(4). P. 649–670.
- Eichhorst W., Hinte H., Rinne U. Youth Unemployment in Europe: What to Do about it? // IZA Policy Paper. 2013. № 65.
- Elhorst J.P. The Mystery of Regional Unemployment Differentials: Theoretical and Empirical Explanations // J. Economic Surveys. 2003. V. 17(5). P. 709–748.
- Karaalp Orhan H.S., Gülel F.E. Regional Unemployment in Turkey: A Spatial Panel Data Analysis // J. Social Security. 2016. V. 2. P. 48–67.
- Marelli E., Patuelli R., Signorelli M. Regional Unemployment in the EU before and after the Global Crisis // Post-Communist Economies. 2012. V. 24(2). P. 155–175.

Поступила в редакцию 08.09.2017
Принята к публикации 12.03.2018

T.V. Blinova¹, S.G. Bylina²,
V.A. Rusanovskiy³

GEOGRAPHY OF YOUTH UNEMPLOYMENT IN RUSSIA

An empirical analysis of geographical features of the distribution of youth unemployment in Russia was performed. The economic, demographic and social determinants of interregional differences are described. The highest rate of youth unemployment is typical of agricultural and raw-material regions, while the lowest is recorded in the regions with developed services sector. The results of the evaluation of regression equations show that the creation of new high-tech jobs with decent working conditions and remuneration, and the diversification of employment structure contribute to reducing the rate of youth unemployment in the regions of Russia. At the same time, the increasing employment in the agricultural sector and the demographic pressure on the labor market increase the risks of its growth. The models constructed for a group of agricultural regions demonstrate positive correlation between the rate of youth unemployment and the share of people younger than the working age in the structure of population. The increasing share of people with secondary vocational education reduces the rate of youth unemployment in the raw-material regions. In the regions with a higher share of manufacturing industries, the increasing share of

¹ Institute of Agrarian Problems of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Social Development of the Agroindustrial Complex and Rural Territories, Chief Scientific Researcher, D.Sc. in Economics, Professor; e-mail: ruandre@mail.ru

² Institute of Agrarian Problems of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Social Development of the Agroindustrial Complex and Rural Territories, Senior Scientific Researcher, PhD. in Economics; e-mail: svbylina@rambler.ru

³ Saratov Socio-Economic Institute (affiliate) of the Plekhanov Russian Economic University, Department of Science and Innovations, Leading Scientific Researcher, D.Sc. in Economics, Professor; e-mail: rusanovskiy@mail.ru

households having access to the Internet is another factor reducing the rate of youth unemployment. It is concluded that the geographical features of the distribution of youth unemployment are to a large extent determined by a set and combination of parameters characterizing the population of the region, the local labor market and the level of economic development.

Key words: geographical features, youth unemployment, regions, employment structure, determinants, interregional differences.

Acknowledgements. The study was carried out at the Institute of Agrarian Problems of RAS and financially supported by the Russian Science Foundation (project № 14–18–02801).

REFERENCES

- Antonov E.V.* Trudovaya mobil'nost' naseleniya Rossii po dannym Vserossijskoj perepisi 2010. [Labor mobility of the Russian population according to 2010 Census.]. Moscow University Newsletter. Ser. 5. Geography. 2016. № 2. P. 54–63 (in Russian).
- Badinger H., Url T.* Determinants of Regional Unemployment: Some Evidence from Austria // *Regional Studies*. 2002. V. 36(9). P. 977–988.
- Bell D.N.F., Blanchflower D.G.* Young People and the Great Recession // *Oxford Review of Economic Policy*. 2011. V. 27(2). P. 241–267.
- Biagi F., Lucifora C.* Demographic and Education Effects on Unemployment in Europe // *Labour Economics*. 2008. V. 15. P. 1076–1101.
- Blinova T., Markov V., Rusanovskiy V.* Empirical Study of Spatial Differentiation of Youth Unemployment in Russia // *Acta Oeconomica*. 2016. V. 66(3). P. 507–526.
- Brada J.C., Marelli E., Signorelli M.* Young People and the Labor Market: Key Determinants and New Evidence // *Comparative Economic Studies*. 2014. V. 56. P. 556–566.
- Central'naya baza statisticheskikh dannyh (CBSDB) [Central Statistical Database (CSDB) Demographics / Population. URL: <http://cbsd.gks.ru>.
- Choudhry M., Marelli E., Signorelli M.* Youth and the total unemployment rate: The impact of policies and institutions // *International J. Manpower*. 2012. V. 33(1). P. 76–95.
- Cracolici M.F., Cuffaro M., Nijkamp P.* Geographical Distribution of Unemployment: An Analysis of Provincial Differences in Italy // *Growth and Change*. 2007. V. 38(4). P. 649–670.
- Eichhorst W., Hinte H., Rinne U.* Youth Unemployment in Europe: What to Do about it? // *IZA Policy Paper*. 2013. № 65.
- Elhorst J.P.* The Mystery of Regional Unemployment Differentials: Theoretical and Empirical Explanations // *J. Economic Surveys*. 2003. V. 17(5). P. 709–748.
- Gimpel'son V.E.* Nuzhen li rossijskoj ekonomike chelovecheskij kapital? Desyat' somnenij [Does the Russian economy need human capital? Ten doubts.]. // *Economic Issues*. 2016. № 10. P. 129–143 (in Russian).
- Gimpelson V.Ye., Kapeliushnikov R.I.* Rossiyskaya model' rynka truda: ispytaniye krizisom [The Russian labour market model: trial by recession] // *J. of the New Economic Association*. 2015. V. 2(26). P. 249–253 (in Russian).
- Karaalp Orhan H.S., Gülel F.E.* Regional Unemployment in Turkey: A Spatial Panel Data Analysis // *J. Social Security*. 2016. V. 2. P. 48–67.
- Korovkin A.G.* Makroekonomicheskaya otsenka sostoyaniya regional'nykh rynkov truda aziatskoy chasti rossiyskoy Arktiki [Macroeconomic assessment of the state of regional labor market in the Asian part of the Russian Arctic] // *Studies on Russian Economic development*. 2016. № 2. P. 166–179 (in Russian).
- Kuznetsova O.V.* Tipologiya faktorov social'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov Rossii. [Typology of the factors of socio-economic development of the regions of Russia] // *Moscow University Newsletter. Ser. 5. Geography*. 2013. № 2. P. 3–8 (in Russian).
- Marelli E., Patuelli R., Signorelli M.* Regional Unemployment in the EU before and after the Global Crisis // *Post-Communist Economies*. 2012. V. 24(2). P. 155–175.
- Obrazovanie v Rossijskoj Federacii: 2014: statisticheskij sbornik. [Education in the Russian Federation: 2014: Statistical compilation.]. Moscow: National Research University «Higher School of Economics», 2014. 464 p. (in Russian).
- Pis'mennaya E.E., Ryazancev S.V., Tikunov V.S.* Geograficheskie osobennosti trudovoj migracii v kontekste evrazijskoj integracii [Geographical features of labor migration in the context of Eurasian integration] // *Moscow University Bulletin. Ser. 5. Geography*. 2014. № 5. P. 42–52 (in Russian).
- Rabochaya sila, zanyatost i bezrobotitsa v Rossii [The labor force, employment and unemployment in Russia] Stat. Compilation. Moscow: Rosstat, 2016. 146 p. (in Russian).
- Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. [The regions of Russia. Socio-economic indicators] 2016: Stat. Compilation. Moscow: Rosstat, 2016. 1326 p. (in Russian).
- Semerikova E.V., Demidova O.* Vzaimodejstvie regional'nyh rynkov truda v Rossii: analiz s pomoshch'yu prostranstvennyh ehkonometricheskikh modelej [Interaction of regional labor markets in Russia: analysis with the use of spatial econometric models] // *Spatial Economics*. 2016. № 3. P. 57–80 (in Russian).
- Tikunov V.S.* Klassifikatsiya v geografii: renessans ili uvyadanie? (Opyt formal'nykh klassifikacij). [Classification in geography: renaissance or fading away? (the experience of formal classifications)]. Moscow – Smolensk: The Publishing House of the Smolensk State University. 1997. 367 p. (in Russian).
- Vakulenko E., Gurvich E.* Vzaimosvyaz' VVP, bezroboticy i zanyatosti: uglublennyj analiz zakona Oukena dlya Rossii [The relationship of GDP, unemployment and employment: the in-depth analysis of the Okun's Law for Russia] // *Economic Issues*. 2015. № 3. P. 5–27 (in Russian).
- Zanyatost' i bezrobotitsa v Rossijskoj Federacii v yanvare 2018 g. [Employment and unemployment in the Russian Federation in January 2018] URL: http://www.gks.ru/bgd/b04_03/IssWWW.exe/Stg/d03/36.htm (in Russian).

Received 08.09.2017

Accepted 12.03.2018

УДК 911.63. (571)

А.И. Данышин¹

ЭКСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Рассмотрены возможности производства основных сельскохозяйственных продуктов в восточных районах Российской Федерации. Выявлены территории с разным уровнем обеспеченности данными продуктами. Проведен анализ экспорта сельскохозяйственной продукции по позициям товарной номенклатуры внешней экономической деятельности. Показана преобладающая роль сырьевых направлений экспорта (рыба, зерно, маслосемена), но с тенденцией увеличения доли продуктов перерабатывающих отраслей. По результатам исследования выявлены основные торговые партнеры России (сельскохозяйственный сегмент) на востоке Азии, структура их импорта. Выделены группы регионов по экспортному потенциалу АПК.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, восточные регионы России, баланс производства и потребления продуктов питания, экспорт сельскохозяйственного сырья.

Введение. Процесс становления современной экономики России не мыслится без существенного подъема ее восточных районов. Формирование новой экономической политики по отношению к востоку страны, развитие торговых отношений со странами Восточной и Юго-Восточной Азии предполагает строительство новых и эксплуатацию существующих элементов инфраструктуры. Нагрузка на инфраструктуру определяет перспективные тренды всей восточной макрзоны России. Есть отрасли, которые в значительной степени опираются на созданные мощности различных составляющих этого комплекса, а есть те, которые требуют строительства новых транспортно-коммуникационных коридоров. Рост экономики в Сибири и на Дальнем Востоке, как правило, предполагает освоение нового пространства, вовлечение в оборот неосвоенных ресурсов, привлечение существенного количества населения как источника создаваемой занятости. Но на востоке страны имеют место отрасли, которые существуют на протяжении всех этапов исторического развития, связанные как с периодами роста экономики, так и падения производства. Они, по сути, становятся фоновыми для всей территории. К таким отраслям относится сельское хозяйство (в более общем виде производство продуктов питания)², определяющее и жизнь сельской местности, и обеспечение возникающих и растущих городов продовольствием. Производимая сельским хозяйством и пищевой промышленностью продукция в отличие от многих других направлений экономики на территории Сибири и Дальнего Востока оказывается востребованной в первую очередь в местах производства и предполагает ее непосредственную достав-

ку до потребителя, то есть снабжение населения на огромных пространствах всего макрорегиона. Недостаток производимого в макрорегионе восполняется завозом продуктов из западных частей страны, что приводит к возникновению внутрироссийских перевозок сельскохозяйственной продукции со значительным восточным направлением вектора. Для снижения стоимости продуктов питания используются и импортные поставки из близлежащих стран.

Расширяющиеся внешнеэкономические связи со странами Восточной и Юго-Восточной Азии предполагают экспортные потоки продуктов АПК через основные транспортные коридоры восточных районов России. Вместе с тем при определенных условиях сельское хозяйство восточных регионов имеет собственный потенциал выхода на более высокий уровень торгово-экономических отношений, в том числе и по внешнеэкономическим связям. Наличие экспорта продукции отраслей АПК из восточных регионов страны говорит о конкурентоспособности определенных групп товаров в торговле вне российского пространства, что является важным элементом формирования рыночных отношений и развития экономики конкретного региона. Агропромышленное направление внешнеэкономической деятельности (товарные группы ТН ВЭД – 1–24)³ имеет важное народнохозяйственное и социальное значение для восточных регионов страны как потенциальный новый не топливно-ресурсный экспортный выход для экономики этих регионов, пока относящийся к важнейшим составляющим экспортно-импортных операций РФ.

Материалы и методы исследования. Недавнее появление открытой базы данных Российского эк-

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

² В статье рассматриваются только две сферы АПК – II (собственно сельское хозяйство) и III (переработка сельскохозяйственной продукции).

³ Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза (ТН ВЭД ЕАЭС) принята Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 16 июля 2012 г. ТН ВЭД близка по содержанию (расширенный российский вариант 2016 г.) к Гармонизированной Системе (ГС), разработанной Всемирной таможенной организацией и принятой в качестве основы для товарной классификации в странах Евросоюза и других.

спортного центра (<https://www.exportcenter.ru/>) позволяет рассмотреть экспортные возможности по каждой из товарных групп (два знака ТН ВЭД), а при необходимости по товарным субпозициям (десять знаков ТН ВЭД), относящимся к получению и переработке сельскохозяйственного сырья. Одновременно с этим имеющаяся база данных дает возможность оценить товарные отношения (экспорт) со странами, граничащими с восточными регионами России, причем в рамках тех же позиций, что и экспортные составляющие. В связи с тем, что только в последние годы наблюдается постоянный рост внешнеэкономической активности субъектов Федерации по агропромышленным группам товаров, данные берутся нарастающим итогом с 2013 по 2016 гг., а для удобства сравнения в стоимостном выражении.

Возможности для экспорта основываются на понимании определения потенциала. Интерпретация потенциала как такового в экономическом контексте предусматривает выделение следующих его видов: экономический, инвестиционный, природный (природно-ресурсный), интеллектуальный, трудовой и т. д. В нашем случае – экспортный потенциал. Экспорт является комплексным фактором эффективности деятельности субъекта Федерации и в настоящее время активно поддерживается управленческими структурами на разных уровнях власти.

В географии трактовка потенциала территории так широка, что позволяет применять его практически к любым объектам в различных направлениях науки, в том числе и в экономической географии. Хотя базисных работ по оценке экспортного потенциала регионов в АПК практически нет. Более подробно это направление разрабатывается в Белоруссии [Ахрамович, 2014, 2013; Мозоль, Гавдур, 2012].

Для восточных районов страны экспортный потенциал отраслей АПК может определяться двумя составляющими: 1) потенциалом территории для развития сельского хозяйства как отрасли, производящей продукты питания, или сырьевой базы для перерабатывающей промышленности, 2) собственно перерабатывающей промышленностью, способной экспортировать свои произведенные продукты. Существенное влияние на экспорт будут влиять как общестрановые, так и региональные факторы [Вардомский, 2010; Бабурин, 2012; Пылин, 2014; Губайдуллина, 2015].

Для восточных регионов страны возникает еще одна составляющая экспорта – наведенный экспортный потенциал. По сути, термин наведенного потенциала может быть взят из физики. «Согласно полевой физике масса любого тела определяется внешними влияниями или величиной связи рассматриваемого объекта со всеми остальными объектами. А величина этой связи оказывается равной потенциальной энергии или потенциалу взаимодействия данного тела с остальными телами» [Репченко, 2005,

с. 106]. При этом остальные тела также начинают обладать определенным (наведенным) потенциалом. В нашем случае это реализация созданной в восточных регионах продукции АПК из сырьевых ресурсов, произведенных в других частях страны. В экономической литературе близким понятием к наведенному потенциалу является внешнеторговая гравитационная модель, но она слабо отражает региональные различия.

При рассмотрении экспортного потенциала территории необходимо иметь в виду не только потенциальные возможности отрасли, но и транзитность региона по продукции этой отрасли для соседних субъектов Федерации или близлежащих стран. То есть экспортный потенциал территории будет состоять из экспорта продуктов, произведенных в субъекте Федерации (включая наведенный потенциал), и продуктов, привезенных извне, но реализованных с территории субъекта Федерации.

Результаты исследований и их обсуждение.

Экспорт продукции может осуществляться с территории, где в определенной степени сохраняется обеспеченность продуктами питания. Общее потребление основных сельскохозяйственных продуктов на территории возможно оценить только на основе балансов. Сложность исследования связана с тем, что и производимая на месте, и доставляемая в регион продукция (ввоз) может быть использована не только как продовольственная, но и пойти на корм скоту или участвовать в производстве другой даже не сельскохозяйственной продукции (наведенная составляющая). Как правило, линейка выпускаемых агропромышленных товаров так широка, что часто могут быть встречные перевозки в рамках одной двухзначной позиции Товарной номенклатуры ВЭД. При этом важно понимать, что ввоз в какой-либо регион может осуществляться как из соседнего региона, так и из западных частей нашей страны. Например, в северные районы Дальнего Востока проще завезти молоко длительного хранения (произведено в Западной Сибири) в контейнере из Владивостока, чем производить собственное на территории. При избыточности производства возникают потенциальные возможности экспорта, недостаточность производства для собственных потребностей позволяет экспортировать продукцию АПК только при ее уникальности или же в условиях существенной разницы цен с соседними территориями (субъектами Федерации или странами).

Рассмотрим возможности производства и потребления основных продуктов питания в восточных районах Российской Федерации⁴. Это позволит вычленив ту часть продукции, которая, в принципе, не должна быть экспортирована. В целом баланс произведенной продукции сельского хозяйства оказывается не в пользу восточных районов. Исключение составляют аграрные территории Западной Сибири и частично юга Дальнего Востока. Общий

⁴ Рассматривались следующие категории продуктов: зерно (без продуктов переработки), картофель, овощи и продовольственные бахчевые, мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты.

баланс восточного макрорегиона по большинству продуктов с переходящими остатками на следующий год оказывается положительный. При сравнении годового производства с потреблением (без экспорта (вывоза за пределы территории) и переходящих на следующий год остатков) ситуация становится иной (рис.).

В целом территория Сибири и Дальнего Востока, способная обеспечить себя зерном и картофелем, остается остродефицитной по овощам и продуктам животноводства. Ни один из регионов не

имеет положительного баланса по овощам, хотя многие способны выращивать те овощные культуры, которые могут давать урожай в соответствующих природных условиях (зеленные, корнеплоды, капуста, огурцы и др.). Лучше обеспечены собственной продукцией Алтайский край и Омская область. По отраслям растениеводства (зерно, картофель) из 22 регионов востока страны чуть больше половины дефицитны. Иногда при низкой самообеспеченности вывоз за пределы территории определяется спецификой произведенного продукта, например, неген-

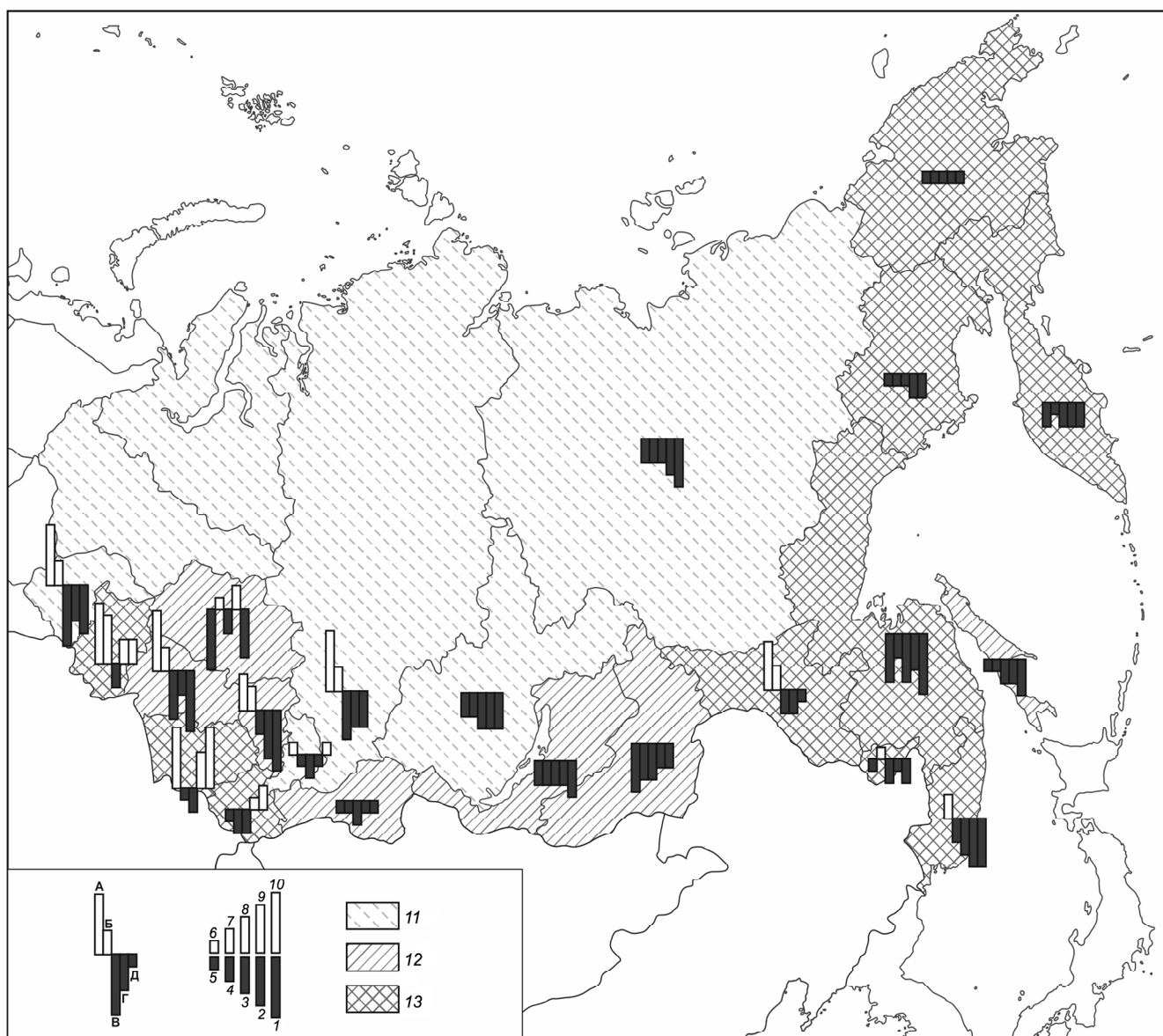


Рис. Балансы производства и потребления (расходования) важнейших сельскохозяйственных продуктов по восточным регионам страны, тыс. т. (в среднем за 2013–2015 гг.) Важнейшие продукты: А – зерно; Б – картофель; В – овощи; Г – мясо; Д – молоко. Баланс отрицательный (тыс. т): 1 – менее -200; 2 – от -200 до -100; 3 – от -100 до -50; 4 – от -50 до -10; 5 – от -10 до 0; баланс положительный (тыс. т): 6 – от 0 до 10; 7 – от 10 до 50; 8 – от 50 до 100; 9 – от 100 до 200; 10 – более 200. Коэффициент отраслевого экспорта: 11 – низкий; 12 – средний; 13 – высокий

Fig. Balances of production and consumption (spending) of major agricultural products in the eastern regions of the country, thousand tons (average for 2013–2015). Major products: A – grain; Б – potatoes; В – vegetables; Г – meat; Д – milk. Negative balance: 1 – below -200; 2 – -200 to -100; 3 – -100 to -50; 4 – -50 to -10; 5 – -10 to 0; positive balance: 6 – 0 to 10; 7 – 10 to 50; 8 – 50 to 100; 9 – 100 to 200; 10 – above 200. Coefficient of sector export: 11 – low; 12 – medium; 13 – high

номодифицированная соя из Амурской области востребована не только в России. В животноводстве ситуация более сложная. По молоку и по мясу только 4 региона в балансе имеют плюс.

Сложные процессы в производстве продукции связаны и с организационной структурой сельского хозяйства в регионе. В северных районах, как правило, выделяются сельскохозяйственные организации, частично обеспечивающие местные потребности в тех или иных продуктах, в южных – на первое место могут выходить личные подсобные хозяйства, а по ряду продуктов фермеры. В итоге мы имеем незакрытую систему, со сложными внутрирегиональными связями и возможным экспортным потенциалом, в определенной степени не обеспеченную элементами инфраструктуры [Геосистемы ..., 2012].

Агропромышленному комплексу, как и другим отраслям экономики, присущи определенные закономерности, связанные с производством и экспортом продукции (как между регионами, так и за пределы страны). При этом в отдельных случаях экономическим моделям пропорциональности факторов и специфических факторов (теория Хекшера – Олина – Самуэльсона), то есть формирование фактора дефицитности и фактора избыточности и даже неофакторному подходу [Вехи ..., 2006] на данном этапе развития экспорта сельскохозяйственной продукции, присущи позиции, характерные только для России. В настоящее время часто получается, что согласуясь с этой теорией, избыточность продукции определяется относительной дешевизной земли и труда, но «необходимость» выйти на международный рынок приводит к тому, что экспортируются даже товары, находящиеся в дефиците в регионе (в стране в целом), но востребованные в прилегающих к региону странах. По ряду позиций в этом случае не действуют ни теория Хекшера – Олина – Самуэльсона, ни ее расширение в виде парадокса Леонтьева [Вехи ..., 2006]. Экспортный потенциал определяется современной политикой государства, низкими вывозными пошлинами на сельскохозяйственные товары, а также всепоглощающим рынком стран Восточной и Юго-Восточной Азии, конечно же, в первую очередь Китая.

В целом по Российской Федерации доля агропромышленного направления экспорта (номера 1–24 в ТН ВЭД) не превышает 4% от всех экспортных поставок страны [Развитие ..., 2016]. При этом, что естественно, самые большие показатели характерны для товарной группы «Зерно» (номер 10 в ТН ВЭД) – 1,4% (в основном – пшеница). В большинстве дальневосточных регионов максимум в экспорте достигается исключительно за счет водных биологических ресурсов. Субъекты Федерации в составе ДФО по рыбе и морепродуктам дают 80% всего российского экспорта этой группы товарной номенклатуры (номер 3 в ТН ВЭД). Высокие значения (около 20%) восточных регионов России ха-

рактерны для реализации маслосемян (юг Дальнего Востока – соя), мукомольного производства (в основном за счет Алтайского края), молочной продукции (Тюменская область, весь юг Западной Сибири обеспечивает молочной продукцией не только более восточные районы страны, но и Казахстан). Существенный вклад в реализацию готовой продукции пищевой промышленности вносит Кемеровская область (номера 18, 19 ТН ВЭД), имея 10% всего российского экспорта по этой группе номенклатуры (табл. 1⁵).

Максимальные значения экспорта в целом по стране по продукции агропромышленного комплекса характерны для важнейших аграрных не восточных регионов, а также для Москвы, Санкт-Петербурга, но что самое важное, еще и для приморских регионов востока России, где ресурсный потенциал и логистика формируют собственные направления экспорта. Регионы Сибири и Дальнего Востока дают более 18% экспорта по сельскохозяйственной номенклатуре.

Среди восточных районов – крупнейших экспортеров по товарным группам, относящимся к агропромышленному комплексу, – Приморский край, Сахалинская область, Камчатский край, Хабаровский край, и только на пятом месте – внутриконтинентальный Алтайский край. При этом половина всех регионов восточной зоны страны оказывается в верхней части странового рейтинга экспорта сельскохозяйственной номенклатуры товаров, но доля этих регионов все же мала. Так, наивысшая сумма по вывозу (в Приморском крае) дает всего 5,8% в стоимости российского экспорта всех сельскохозяйственных товаров. В некоторых регионах торговля сельскохозяйственной продукцией с другими странами является важнейшей составляющей общерегионального экспорта. Для Камчатского края – это 96% экспорта, для Еврейской АО – 44%, для Приморского края, Алтайского края, Магаданской области – от 32 до 20% (рис.). Более существенная диверсификация экспорта соответствует регионам со структурно разнообразной экономикой. В этом случае выделяются Алтайский край, Кемеровская, Омская, Новосибирская области.

Еще одно важное направление оценки экспортного потенциала территории – это ее транзитность. Большинство сельскохозяйственных грузов, если они экспортируются, имеют существенные сроки хранения и реализации. Для таких целей используется железнодорожный или автотранспорт. Важным становится понимание внешнеторговых связей России в целом, а также отдельно регионов Сибири и Дальнего Востока с ее восточными соседями. Вся восточная макрозона России непосредственно граничит только с шестью странами, но с США экономические связи через Тихий океан незначительны. Нами в рассмотрение были включены все страны Азиатско-Тихоокеанского региона и государства внутриконтинентальной Азии, граничащие с Россией (Казахстан и Монголия). Здесь торговые отноше-

⁵ В таблице показаны только товарные группы, сумма экспорта по которым составила за 4 года более 100 млн долл. США в целом по восточным регионам.

Экспорт восточных регионов страны по товарным группам, относящимся к производству агропромышленной продукции, млн долл. США в целом за 2013–16 гг.

[illegible]

ния с Российской Федерацией по сельскому хозяйству имеет 21 страна. Они закупают более 27% всей экспортной сельскохозяйственной продукции РФ. При этом почти 50% в структуре импорта занимают рыба и морепродукты (№ 3 ТН ВЭД), на зерно (№ 10) приходится 6,2%, на растительные масла и жиры (№ 15) – 5,2%, готовые продукты из муки (№ 19) – 4,9%, какао и продукты из него (№ 18) – 4,7%. Чуть меньше показатели по табаку, разным пищевым продуктам, воде (напиткам и спиртовым напиткам), кормам.

Структура различных номенклатурных групп по странам практически соответствует обычным представлениям. Например, почти 90% рыбы уходит в Республику Корея и Китай. По другим группам номенклатуры чаще всего лидирует Казахстан, за исключением зерновых.

Максимальные значения по импорту из России продукции агропромышленного комплекса характерны для самых крупных стран этой части мира: Казахстан (5,9 млрд долл. США), Китай (5,2 млрд долл. США), Республика Корея (4,8 млрд долл. США), Япония (1,1 млрд долл. США). На данные 4 страны приходится 92% российского экспорта продукции АПК в приграничные с Восточной макрорегионом России страны и государства АТР. Но структура импорта у этих четырех стран разная. У приморских государств свыше трех четвертей получаемой продукции – это рыба и морепродукты (от 75 до 86%). На втором месте у Китая (6,1%) стоят маслосемена (в основном соя), у Кореи и Японии зерно (соответственно 11,0 и 7,9%). Казахстан в отличие от предыдущих стран чаще всего импортирует уже переработанную продукцию, дополняя имеющийся собственный потенциал. На первое место (13%) выходят готовые продукты на основе муки (макароны, печенье, вафли, детское питание), на второе (11%) – какао и продукты из него (шоколад), на третье (по 10%) 3 группы товаров – разные пищевые

продукты (соусы и приправы, растворимый кофе), табак, масла и жиры (подсолнечное масло). Немного похожая на казахстанскую структура импорта сельскохозяйственной продукции из России у Монголии, но ее импорт в 10 раз меньше. По остальным странам чаще всего доминируют продукты не прошедшие переработку.

Экспортный потенциал территории возможно рассчитать на основе показателей, характеризующих экспортные возможности региона, исходя из развития агропромышленного комплекса и современных внешнеэкономических и институциональных факторов, влияющих на экспорт. Для этого нами использовались показатели, достаточно часто применяемые в работах по оценке экспортного потенциала региона, специализирующегося на производстве и переработке сельскохозяйственной продукции, в значительной мере обобщающие оценку потенциала [Васютченко, 2010; Морозов, 2014]. Исходя из предложенных авторами основных индексов, все субъекты Федерации востока страны были объединены в группы, отличающиеся потенциалом экспорта агропромышленной продукции (табл. 2).

К наиболее потенциально значимым регионам по экспорту продукции АПК (в том числе и по наведенному экспорту) были отнесены те, которые в настоящее время уже имеют существенные экспортные связи, в которых значительна роль исследуемых отраслей, развита транспортно-коммуникационная структура, способствующая реализации продукции. Аутсайдерами признаны регионы, где произведенная сельскохозяйственная продукция может не найти экспортного выхода в связи с определенной обеспеченностью аналогичными продуктами стран-соседей или же возможности вывоза наталкиваются на значительные расстояния до потребителя, выражающиеся в дополнительных транспортных затратах, что приводит к неконкурентоспособности продукции АПК этих регионов.

Таблица 2

Классификация субъектов Федерации по экспортному потенциалу продукции АПК

	Регионы с высоким коэффициентом отраслевого экспорта, высокой экспортной квотой	Регионы со средним коэффициентом отраслевого экспорта, средней экспортной квотой	Регионы с низким коэффициентом отраслевого экспорта, малой экспортной квотой
Выгодное экспортно-географическое положение для реализации товаров АПК	Камчатский край Еврейская АО Приморский край Магаданская область Хабаровский край Амурская область	Сахалинская область Забайкальский край Республика Бурятия	Регионов нет
Маловыгодное экспортно-географическое положение для реализации товаров АПК	Республика Алтай Омская область Алтайский край	Республика Тыва Новосибирская область Томская область Кемеровская область Чукотский АО	Иркутская область Красноярский край Тюменская область Республика Хакасия Республика Саха (Якутия)

Выводы:

– развитие восточных районов России предполагает формирование отраслей, обслуживающих важнейшие направления экономики страны. К ним можно отнести и инфраструктуру, и сельское хозяйство;

– последние несколько лет агропромышленный комплекс все больше ориентируется на экспорт. Внешняя торговля аграрной продукции Российской Федерации в среднем за 2013–16 гг. увеличилась до 17 млрд долл. США, что даже несколько больше экспорта вооружения. Это связано и с определенным перенасыщением российского рынка некоторыми продуктами АПК, в том числе за счет развития импортозамещения, и с резко возрастающим спросом на российские продовольственные товары со стороны Китая. Правда, пока значительная часть экспортной составляющей относится к отраслям растениеводства. Хорошо себя зарекомендовавшим в России высокотехнологичным животноводческим производствам (свиноводческие, птицеводческие комплексы и т. д.) необходимо расширять выход на внешний рынок;

– регионы Сибири и Дальнего Востока дают в среднем около 16% сельскохозяйственной продукции страны. Расчеты показали, что по определенным группам товарной номенклатуры наблюдается положительный баланс между собственным производством и потреблением. Повышение самообеспеченности в рамках всего макрорегиона по другим позициям есть важнейшая задача современного периода. Приоритет отечественной продукции должен быть поставлен во главу угла именно для восточных регионов страны, где снабжение извне для достаточного уровня потребления наталкивается на повышение стоимости из-за значительных расстояний. Рост производства мяса и частично молока возможен за счет экстенсивного пастбищного

цикла, особенно в районах со сложными условиями для производства растениеводческой продукции (недостаток тепла и влаги). По большинству других базисных продуктов продовольственной корзины макрорегиональная самообеспеченность может быть достигнута в ближайшее время;

– создание конкурентоспособной продукции сельского хозяйства на востоке позволит увеличить ее вывоз из этих регионов за пределы страны. Экспорт субъектов Федерации Сибири и Дальнего Востока по сельскохозяйственным товарным группам за последние три года составил более 18% общероссийских показателей. Но в значительной степени это морские ресурсы тихоокеанского побережья. Оценивая возможный экспорт России и потребность зарубежных рынков, следует исходить из того, что в сельском хозяйстве Российской Федерации сосредоточен огромный потенциал развития, в том числе и в восточных районах. Но значительные расстояния в определенной степени понижают возможности экспорта произведенной на западе сельскохозяйственной продукции, поэтому Сибирь и Дальний Восток должны получить приоритеты по экспорту в страны Восточной и Юго-Восточной Азии. Для регионов Сибири стоит определенная проблема транспортной доступности до основных зарубежных потребителей продукции АПК. Необходимость решения этих проблем связана в первую очередь с институциональной средой экспорта;

– пока еще малоэффективна система гарантирования экспорта для малых и средних сельскохозяйственных предприятий, в большинстве случаев фактически ею могут воспользоваться только крупные экспортеры. Следует в большей степени ориентировать экспорт на продукты с высокой добавленной стоимостью (продукты переработки сельскохозяйственного сырья).

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта РГО-РФФИ (договор № 14/2017/РГО-РФФИ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ахрамович В.С. Методические подходы к оценке экспортного потенциала агропродовольственной отрасли // *Аграрная экономика*. 2014. № 8. С. 43–50.

Ахрамович В.С. Теоретические основы стимулирования экспортного потенциала АПК // *Аграрная экономика*. 2013. № 1. С. 13–19.

Бабуринов В.Л. Развитие территориальных природно-хозяйственных систем как основы экономики // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География*. 2012. № 5. С. 5–13.

Вардомский Л.Б. Внешнеэкономическая деятельность регионов России. М.: КноРус, 2010. 448 с.

Васютченко И.Н. Система показателей оценки экспортного потенциала региона // *Региональная экономика: теория и практика*. 2010. № 21(156). С. 40–46.

Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. В 3 т. / Под общ. ред. акад. П.Я. Бакланова. Т. 3: Территориальные социально-экономические структуры. Владивосток: Дальнаука, 2012. 364 с.

Губайдуллина Т.Н. Теоретические аспекты исследования экспортного потенциала хозяйствующего субъекта // *Итоговая научно-практическая конференция Института управления, экономики и финансов К(П)ФУ «Современные проблемы глобализации мирового хозяйства и социально-культурного развития человека»* (февраль 2015 г.). Казань, 2015. С. 178–181.

Мозоль А.В., Гавдур В.Н. Организационно-экономические принципы и тенденции формирования и использования экспортного потенциала АПК // *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов*. Гродно, 2012. Т. 17: Экономика (вопросы аграрной экономики). 125 с.

Морозов С.С. Методики оценки экспортного потенциала. М.: ЭКСМО, 2014. 133 с.

Пылин А.Г. Внешнеторговые связи России в контексте процессов регионализации // *Внешнеэкономические связи постсоветских стран в контексте евразийской интеграции: Сборник / Отв. ред. Л.Б. Вардомский, А.Г. Пылин*. М.: ИЭ РАН, 2014. С. 22–39.

Развитие общего и несырьевого экспорта России в 2016 г. // Российский экспортный центр. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.exportcenter.ru/international_markets/russian_exports/ (дата обращения: 10.08.2017).

Репченко О. Полевая физика или как устроен мир? М.: Галерея, 2005. 320 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.vixri.com/d/Repchenko%20O.N.%20_Kak%20ustroen%20mir.Polevaja%20fizika.pdf (дата обращения: 10.08.2017).

Поступила в редакцию 18.09.2017

Принята к публикации 12.03.2018

A.I. Danshin¹

EXPORT POTENTIAL OF THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX OF SIBERIA AND THE FAR EAST

The possibilities of producing main agricultural products in the eastern regions of the Russian Federation are discussed. Areas with different levels of availability of these products are identified. The export of agricultural products by positions of the commodity nomenclature of external economic activity is analyzed. The prevailing role of raw export directions (fish, grain, oil seeds) is shown, but with a tendency to increase the share of products of processing industries. The results of the study allow identifying the main trading partners of Russia (agricultural segment) in the east of Asia and the structure of their imports. The regions were grouped according to the export potential of the agroindustrial complex.

Key words: agroindustrial complex, eastern regions of Russia, balance of production and consumption of food, export of agricultural raw materials.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Geographical Society and the Russian Foundation for Basic Research (project № 14/2017/RGS-RFBR).

REFERENCES

Ahramovich V.S. Metodicheskie podhody k ocenke jeksportnogo potenciala agropodovol'svennoj otrasli [Methodical approaches to assessing the export potential of the agrifood industry] // Agrarnaja jekonomika. 2014. № 8. S. 43–50 (in Russian).

Ahramovich V.S. Teoreticheskie osnovy stimulirovaniya jeksportnogo potenciala APK [Theoretical bases for stimulating the export potential of the agroindustrial complex] // Agrarnaja jekonomika. 2013. № 1. S. 13–19 (in Russian).

Baburin V.L. Razvitie territorial'nyh prirodno-hozjajstvennyh sistem kak osnovy jekonomiki [Development of territorial natural and economic systems as a basis of the economy] // Vestnik Mosk. Un-ta. Ser. 5. Geografija. 2012. № 5. S. 5–13 (in Russian).

Geosistemy Dal'nego Vostoka Rossii na rubezhe XX–XXI vekov. V. 3 t. [Geosystems of the Far East of Russia at the turn of the 21st century: in 3 volumes] / Pod obshh. red. akademika P.Ja. Baklanova. T. 3: Territorial'nye social'no-jekonomicheskie struktury. Vladivostok: Dal'nauka, 2012. 364 s. (in Russian).

Gubajdullina T.N. Teoreticheskie aspekty issledovanija jeksportnogo potenciala hozjajstvujushhego sub#ekta [Theoretical aspects of studying the export potential of an economic entity] // Itogovaja nauchno-prakticheskaja konferencija Instituta upravlenija, jekonomiki i finansov K(P)FU «Sovremennye problemy globalizacii mirovogo hozjajstva i social'no-kul'turnogo razvitiya cheloveka» (fevral' 2015 g.). Kazan', 2015. S. 178–181 (in Russian).

Morozov S.S. Metodiki ocenki jeksportnogo potenciala. [Methods for assessing the export potential.]. M.: JeKSMO, 2014. 133 s. (in Russian).

Mozol' A.V., Gavdur V.N. Organizacionno-jekonomicheskie principy i tendencii formirovaniya i ispol'zovaniya jeksportnogo

potenciala APK [Organizational and economic principles and trends of the formation and use of export potential of the agroindustrial complex] // Sel'skoe hozjajstvo – problemy i perspektivy: sbornik nauchnyh trudov. Grodno, 2012. T. 17: Jekonomika (voprosy agrarnoj jekonomiki). 125 s. (in Russian).

Pylin A.G. Vneshnetorgovyje svyazi Rossii v kontekste processov regionalizacii [Foreign trade relations of Russia in the context of regionalization processes] // Vneshnejekonomicheskie svyazi postsovetских стран v kontekste evrazijskoj integracii: Sbornik / Otv. red. L.B. Vardomskij, A.G. Pylin. M.: IJe RAN, 2014. S. 22–39 (in Russian).

Razvitie obshhego i nesyr'evogo jeksporta Rossii v 2016 g. [Development of the general and non-primary export of Russia in 2016] // Rossijskij jeksportnyj centr. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: https://www.exportcenter.ru/international_markets/russian_exports/ (data obrashhenija: 10.08.2017) (in Russian).

Repchenko O. Polevaja fizika ili kak ustroen mir? [Field physics or how the world works?] M.: Galerija, 2005. 320 s. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.vixri.com/d/Repchenko%20O.N.%20_Kak%20ustroen%20mir.Polevaja%20fizika.pdf (data obrashhenija: 10.08.2017) (in Russian).

Vardomskij L.B. Vneshnejekonomicheskaja dejatel'nost' regionov Rossii. [Foreign economic activities of Russian regions]. M.: KnoRus, 2010. 448 s. (in Russian).

Vasjutchenko I.N. Sistema pokazatelej ocenki jeksportnogo potenciala regiona [System of indicators for assessing the export potential of a region] // Regional'naja jekonomika: teorija i praktika. 2010. № 21(156). S. 40–46 (in Russian).

Received 18.09.2017

Accepted 12.03.2018

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

ЮБИЛЕИ

75-ЛЕТИЕ АЛЕКСАНДРА АЛЕКСЕЕВИЧА СОЛОВЬЕВА

24 мая 2018 г. исполняется 75 лет Александру Алексеевичу Соловьеву – доктору физико-математических наук, профессору, академику Российской академии естественных наук, заведующему лабораторией возобновляемых источников энергии географического факультета МГУ. Вся его научная деятельность связана с Московским университетом. В 1968 г. он с отличием закончил физический факультет МГУ, в 1969 г. награжден медалью Министерства высшего и среднего образования СССР «За лучшую научную работу».

После учебы в аспирантуре физического факультета МГУ защитил кандидатскую диссертацию (1974). Область научных интересов А.А. Соловьева очень широка: молекулярная физика, акустика, механика жидкости и газа, гидродинамика и термодинамика природных систем, география энергетических систем, возобновляемая энергетика и экология, водородная энергетика, гелиоэнергетика, рациональное природопользование, история и методология естественных наук.

А.А. Соловьев – ученик и последователь научной школы члена-корреспондента АН СССР А.С. Предводителя в области молекулярной физики и теплофизики. С конца 1980-х гг. он возглавляет научное направление «Гидроаэродинамические основы возобновляемой энергетике», предложил новое решение проблемы акустической дисперсии в жидкостях, провел ряд фундаментальных исследований по физической природе интенсивных атмосферных вихрей, установил критериальные комплексы и универсальные зависимости турбулентной генерации энергии импульса и энергии гидродинамически неустойчивых конвективных и вращающихся потоков в условиях постоянного притока лучистой энергии, разработал крупномасштабные гидродинамические преобразователи солнечной энергии, к которым относятся интенсивные парниковые вихревые электростанции и водородные энергосистемы морского базирования.

На основе уравнения энергетического состояния им выполнен анализ пространственно-временной динамики производства и потребления возобновляемой энергии, предложены способы статистической обработки баз данных по солнечным и ветровым ресурсам применительно к методике построения карт поступления солнечной энергии. Под руководством А.А. Соловьева разрабатывается геоинформационная система «Возобновляемые источники энергии России».

С момента основания в 1987 г. научно-исследовательской лаборатории возобновляемых источников энергии географического факультета МГУ он стал заведовать сектором гидродинамики, в 2002 г. защитил докторскую диссертацию. С 2004 г.

А.А. Соловьев – профессор, с 2006 г. – заведующий лабораторией.

В разные годы А.А. Соловьев входил в специализированный совет по оптике, молекулярной физике, химической физике при физическом факультете МГУ (1975–1980), был членом секции комбинированного использования возобновляемых источников энергии для автономных потребителей Научного совета Миннауки и РАН по нетрадиционной энергетике (1997–2000), Международной ассоциации по водородной энергетике (1995–1998), редакционного совета международного журнала «Теоретические и экспериментальные исследования» (Куба) (1977–1979).

В настоящее время А.А. Соловьев – член НТС Комитета по возобновляемым источникам энергии Союза инженерных обществ России, экспертного совета по малой энергетике подкомитета Госдумы Российской Федерации по энергетике, секции комбинированного использования возобновляемых источников энергии Научного совета Министерства образования и науки Российской Федерации, член Российской инженерной академии, диссертационных и ученых советов в Московском университете, Российском университете дружбы народов, Академии водного транспорта, входит в редколлегия журналов «Вестник РУДН. Сер. Проблемы комплексной безопасности» и «Процессы в геосредах».

С 1999 г. он член, а позже – председатель Оргкомитетов Всероссийских научных молодежных школ «Возобновляемые источники энергии», проводимых на географическом факультете МГУ, с 2007 г. – член международной ассоциации Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership.

Александр Алексеевич Соловьев – автор курсов лекций по гидромеханике, теоретической механике, физике турбулентных течений, возобновляемой энергетике атмосферы и океана, устойчивому развитию энергетике, им опубликовано более 200 научных работ, в их числе 29 патентов на изобретения, 8 научных монографий, 3 учебных пособия, книги «Новый взгляд на проблемы физической акустики», «Водородная энергетика», «Физическая гидромеханика», «Возобновляемые источники энергии», «Основы гидромеханики».

Много лет Александр Алексеевич вносит личный вклад в пропаганду научных идей и популяризацию отечественных деятелей науки, он – автор книг «Александр Саввич Предводители» (в соавторстве с И.П. Базаровым; 1975) и «Алексей Александрович Померанцев» (2000).

Друзья, коллеги и ученики сердечно поздравляют Александра Алексеевича Соловьева с юбилеем и желают ему крепкого здоровья, долголетия, плодотворной научной деятельности и новых творческих успехов!

ЮБИЛЕЙ СВЕТЛАНЫ МИХАЙЛОВНЫ МАЛХАЗОВОЙ

14 июня 2018 года – юбилей заведующей кафедрой биогеографии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова профессора Светланы Михайловны Малхазовой.

С.М. Малхазова поступила на географический факультет МГУ в 1967 году. Еще в студенческие годы она увлеклась медицинской географией – направлением, основанным в стенах Московского университета ее учителем – профессором А.Г. Вороновым, и это определило ее научную судьбу. Окончив университет с красным дипломом, защитив по окончании аспирантуры кандидатскую диссертацию на тему «Висцеральный лейшманиоз в Старом Свете (опыт эколого-географического анализа)», Светлана Михайловна осталась работать на кафедре биогеографии и со временем выросла в ведущего специалиста в области медицинской географии и экологии человека.

Пройдя путь от младшего научного сотрудника до профессора и заведующей кафедрой, она оставалась верной выбранному пути и внесла свой неоспоримый вклад в науку, став руководителем медико-географической школы Московского университета и продолжателем традиций, заложенных отечественными медико-географами. В 1999 г. С.М. Малхазова защитила докторскую диссертацию на тему «Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз», которая стала обобщением ее многолетней научной работы.

Сейчас С.М. Малхазова – признанный специалист в области медицинской географии и экологии человека. Она – автор и соавтор более 200 научных публикаций, в том числе 19 монографий, сборников и учебных пособий. В настоящее время Светлана Михайловна руководит научной группой, основными направлениями исследований которой являются география болезней, медицинское ландшафтоведение, экологическое картографирование, экология человека. Идеи С.М. Малхазовой нашли отражение в конкретных исследованиях, осуществленных ею в ряде целевых, федеральных и международных программ и проектов, научным руководителем многих из которых она являлась. Светлана Михайловна воспитала пятерых кандидатов наук. Фундаментальный медико-географический атлас России «Природно-очаговые болезни», созданный на кафедре биогеографии под руководством С.М. Малхазовой, получил в 2016 году престижную премию Русского географического общества в номинации «Научные исследования» и пользуется огромным спросом специалистов и рядовых читателей.

С.М. Малхазова имеет большой авторитет среди коллег в стране и за рубежом. Она – действи-

тельный член комиссии «Окружающая среда и здоровье» Международного географического союза (с 1992 г.), член редколлегии нескольких международных журналов и двух журналов, издающихся в МГУ – «Вестника Московского университета. Серия 5. География» и «Geography, Environment, Sustainability», член Ученого Совета Русского Географического общества, член Консультативного Медико-географического Совета, член специализированного диссертационного Совета географического факультета МГУ.

С.М. Малхазова уделяет огромное внимание учебной работе. За долгие годы на факультете ею прочитаны курсы лекций «Зоология», «Основы экологии», «Медицинская география», «Экология человека», «Окружающая среда и здоровье населения», «Экология с основами биогеографии» и другие. Она является автором ряда программ дисциплин федерального компонента по географическому и экологическому образованию, рекомендованных Учебно-методическим объединением университетов для чтения курсов в университетах РФ. Долгое время Светлана Михайловна принимала участие в проведении студенческих практик, где ее подходы к преподаванию неизменно пользовались большим успехом. Научные и педагогические заслуги Светланы Михайловны оценены многочисленными наградами.

В 2005 году С.М. Малхазова стала заведующей кафедрой биогеографии. С ее приходом жизнь кафедры сильно изменилась: она привлекла множество молодых сотрудников и добилась того, чтобы ни одно из традиционных направлений исследований кафедры не оказалось забытым. Светлана Михайловна очень заботится об авторитете кафедры, способствует продвижению кафедральных работ, поощряет участие сотрудников и аспирантов кафедры в междисциплинарных исследованиях и старается поддерживать статус кафедры как ведущей научной биогеографической школы России.

На протяжении своей научно-педагогической деятельности С.М. Малхазова принимает активное участие в общественной жизни университета, факультета и кафедры. Она всегда пользуется уважением сотрудников кафедры и факультета, студентов и аспирантов, а ее ученики благодарны ей за ее помощь в научных исследованиях, доброе отношение и умение направить и организовать их работу так, чтобы она приносила не только убедительные результаты, но и радость и удовлетворение.

Поздравляя Светлану Михайловну с юбилеем, желаем ей здоровья, творческих достижений, новых учеников, интересных проектов и захватывающих путешествий.

Редколлегия журнала

ХРОНИКА

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ СОВЕТЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ЗА 2017 г.

Диссертационный совет по экономической, социальной, политической и рекреационной географии

В соответствии со статьей 4 Федерального закона «О науке и государственной научно-технической политике» МГУ имени М.В. Ломоносова перешел на самостоятельное присуждение ученых степеней. Приказом ректора Московского университета от 14 апреля 2017 г. был открыт диссертационный совет МГУ.11.01 по специальности 25.00.24 «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география». В связи с этим на основании ходатайства ректора МГУ приказом Министерства образования и науки РФ от 26 мая 2017 г. была прекращена деятельность совета Д 501.001.36, функционировавшего в структуре Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки РФ.

В декабре 2017 г. в диссертационном совете МГУ.11.01 на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.24 «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география» защищено 3

диссертации: П.С. Варюшин «Территориальная электро-структура США: динамика и факторы формирования»; М.Э. Пилька «Глобальные города США как центры размещения иностранных транснациональных корпораций»; А.М. Фадеев «География электросетевого хозяйства России».

21 декабря 2017 г. на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.24 «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география» диссертацию на тему «Трансформация сельскохозяйственного землепользования в регионах России (вторая половина XIX – начало XXI вв.)» защищал доцент кафедры экономической и социальной географии России М.А. Казьмин; официальные оппоненты – профессора Н.Н. Клюев, А.М. Носов и Т.М. Худякова.

Диссертационный совет принял решение о присуждении М.А. Казьмину ученой степени доктора географических наук.

А.А. Агирречу

Гидрометеорологический диссертационный совет

На заседаниях гидрометеорологического диссертационного совета МГУ.11.02 в 2018 г. защищено 5 диссертаций.

На соискание ученой степени доктора географических наук защитила диссертацию Г.В. Суркова (кафедра метеорологии и климатологии географического факультета) на тему «Климатические ресурсы и их прогнозируемые изменения в XXI веке в России» (25.00.30).

На соискание ученой степени кандидата географических наук защищены 2 диссертации по специальности

25.00.28: А.Д. Кораблиной – «Моделирование нагонов в Белом и Баренцевом морях»; Ф.Н. Гиппиусом – «Пространственно-временная изменчивость ветрового волнения на Черном море по результатам численного моделирования»; диссертация по специальности 25.00.30 М.И. Варенцовым – «Анализ и моделирование мезоклиматических особенностей Московской агломерации»; диссертация по специальности 25.00.27 В.Ю. Григорьевым – «Водный баланс речных бассейнов Европейской части России».

А.В. Ольчев

Диссертационный совет по физической географии, биогеографии, географии почв, геохимии ландшафтов и геоэкологии Д 501.001.13 – 2017 г.

На заседаниях диссертационного совета Д.501.001.13 в 2017 г. была защищена одна диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов: И.В. Тимофеев «Тяжелые металлы и металлоиды в почвах и древесных растениях зоны влияния Джидинского W-Мо (Россия) и Эрдэнэтского Cu-Мо (Монголия) комбинатов».

На соискание ученой степени доктора географических наук А.В. Хорошевым была защищена работа на тему «Полимасштабная организация географического ландшафта» по специальности 25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Диссертационным советом было принято дополнительное заключение по диссертации, направленной Минобрнаукой России, М.П. Цереновой на соискание ученой степени

кандидата географических наук на тему «Комплексная геоэкологическая оценка урбанизированной территории в приморской зоне (на примере г. Туапсе и Туапсинского района)» по специальности 25.00.36 – геоэкология (первичная защита проводилась в диссертационном совете Д.212.197.03 на базе Российского государственного гидрометеорологического университета). Диссертационный совет считает, что работа М.П. Цереновой не соответствует требованиям ВАКа, предъявляемым к кандидатским диссертациям. По решению диссертационного совета ученая степень кандидата наук не была присуждена.

Приказом по МГУ № 1514 от 18 декабря 2017 г. был образован совет с шифром МГУ.11.03, пришедший на смену совету ВАК Д.501.001.13. Ученый секретарь нового совета с.н.с. кафедры геохимии ландшафтов и географии почв Н.В. Шартова.

И.А. Горбунова

Диссертационный совет Д 501.001.61 – 2017 г. по геоморфологии и эволюционной географии, гляциологии и криологии Земли, картографии

На заседаниях диссертационного совета Д.501.001.61 в 2017 г. было защищено 4 диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук.

По специальности 25.00.25 – геоморфология и эволюционная география защищено 2 диссертации: А.Л. Гуриновым «Рельефообразование и литогенез в зоне хозяйственного освоения станового нагорья» и М.М. Ивановым «Эрозионно-аккумулятивные процессы как фактор трансформации поля радиоактивного загрязнения бассейна р. Плавы».

По специальности 25.00.33 – картография защищено 2 диссертации: П.Г. Михайлюковой «Космическое картографирование динамики рельефа в зонах вулканической активности на основе метода радиолокационной интерферометрии» и Р.В. Пермяковым «Комплексное геоинформационно-фотограмметрическое моделирование рельефа в целях картографирования».

А.Л. Шныпарков

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА, СЕРИЯ 5. ГЕОГРАФИЯ»

Журнал «Вестник Московского университета. Серия 5. География» публикует результаты оригинальных исследований в различных областях географической науки, теоретические, методические и обзорные статьи, представляющие интерес для мирового научного сообщества. К публикации также принимаются краткие сообщения (объем до 4 стр. или 4000 знаков с пробелами, до 2 рисунков и до 10 позиций в списке литературы), информация о научных конференциях и событиях, рецензии на книги. Представленные к опубликованию материалы должны соответствовать формальным требованиям журнала, пройти процедуру слепого рецензирования и получить рекомендацию к публикации на заседании редколлегии журнала. Решение о публикации принимается на основе научной значимости и актуальности представленных материалов. Статьи, отклоненные редакционной коллегией, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Комплектность. Представленные в редакцию материалы должны включать направление с места работы (учебы) автора; текст статьи, подписанный всеми авторами; аннотацию статьи и ключевые слова на русском и английском языках; таблицы, рисунки и подписи к ним. Материалы (за исключением направления) представляются в распечатанном виде в двух экземплярах и в электронном виде на двух дисках (рисунки представляются на отдельном диске).

Структура и оформление статьи. На первой странице статьи необходимо указать УДК (печатается над заголовком статьи слева), инициалы и фамилию автора, название статьи. Внизу страницы в виде цифровых сносок для каждого автора указываются место работы, должность, ученая степень, адрес электронной почты. Информация о выполнении работы в рамках программы (проекта), о ее финансовой поддержке указывается в конце статьи. Изложение должно быть ясным, лаконичным и последовательным. Статья должна быть структурирована и включать рубрики: введение; материалы и методы исследований; результаты исследований и их обсуждение; выводы; список литературы.

Текст набирается шрифтом Times New Roman 12 кеглем через 2 интервала, с отступом абзацев 1,25 см. Страницы А4 имеют верхнее и нижнее поля 2 см, 2,5 см слева и 1,5 см справа; с нумерацией сверху страницы. Объем статьи не должен превышать 14–16 страниц (включая список литературы и таблицы) и не более 3–4 рисунков. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

Нумерация формул (сплошная по всей статье) указывается в скобках цифрами (1, 2 и т.д.) с правой стороны. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Список литературы приводится в конце статьи: сначала в соответствии с русским алфавитом, затем – с английским, по тексту статьи даются ссылки в квадратных скобках [Иванов и др., 1985]. Библиографическое описание дается в следующем порядке: фамилии и инициалы авторов, полное название монографии, место издания, издательство, год издания, страницы; для периодических изданий – фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год выпуска, том, номера страниц. Для списка References (рекомендуем пользоваться ресурсом <http://www.translit.ru>) для русскоязычных позиций сделать транслитерацию ФИО авторов и названия работы; в квадратных скобках дать перевод названия на английский язык, транслитерацию выходных данных, в скобках (in Russian). Ссылки на иностранных языках остаются в оригинальном варианте. Пример оформления первой страницы и списка литературы см. на сайте журнала.

Таблицы печатаются на отдельной странице каждая, кегль 12, через 2 интервала. Нумеруются по порядку упоминания их в тексте арабскими цифрами. После номера должно следовать название таблицы. Все графы в таблицах должны иметь заголовки и быть разделены вертикальными линиями.

Иллюстрации предоставляются в 2 экз. распечатки отдельно от текста статьи (на обороте каждой иллюстрации карандашом следует указать номер рисунка и фамилии авторов) и на отдельном CD-диске. На иллюстрациях следует избегать лишних деталей и надписей (надписи рекомендуется заменять цифрами или буквами, разъяснение которых дается в подрисуночных подписях или в тексте). Линии на рисунках должны быть четкими (5–6 рix). Ширина рисунков не должна превышать 180 мм, высота – 240 мм. Шрифт буквенных и цифровых обозначений на рисунке Times New Roman (9–10-й кегль). Рисунки должны быть черно-белыми, рекомендуется применять разные типы штриховки (с размером шага, позволяющим дальнейшее уменьшение). Фото (2 экземпляра) должны быть черно-белыми, контрастными.

Подрисуночные подписи представляются на отдельной странице, кегль 12, через 2 интервала.

Статьи принимаются на географическом факультете в комнате 2108а. Тел. 8-495-939-29-23.

Электронный адрес редколлегии:

<http://geogrmsu.elpub.ru>

Плата за публикацию не взимается.