

# Вестник Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

Серия 5

ГЕОГРАФИЯ

№ 1 • 2014 • ЯНВАРЬ — ФЕВРАЛЬ

Издательство Московского университета

Выходит один раз в два месяца

## СОДЕРЖАНИЕ

К 100-летию со дня рождения Николая Андреевича Гвоздецкого . . . . . 3

### *Теория и методология*

Михайлов В.Н., Исупова М.В. Гидрологические, морфологические и экологические следствия сопряжения Волги и Каспийского моря . . . . . 8

Умывакин В.М. Квалиметрические модели оценки экологической опасности для природно-хозяйственных систем . . . . . 17

### *География и экология*

Иванова Н.Н., Шамшурина Е.Н., Голосов В.Н., Беляев В.Р., Маркелов М.В., Парамонова Т.А., Эввар О. Оценка перераспределения <sup>137</sup>Cs экзогенными процессами в днище долины р. Плава (Тульская область) после аварии на Чернобыльской АЭС . . . . . 24

Рубина Е.А. Картографирование экологических правонарушений . . . . . 35

### *География мирового хозяйства*

Самусенко Д.Н. Географический анализ процессов прямого инвестирования в современном мировом хозяйстве . . . . . 42

### *Методы географических исследований*

Книжников Ю.Ф., Балдина Е.А. Особенности восприятия аэрокосмической стереомодели на экране персонального компьютера . . . . . 49

Алексеев Н.А. Методические особенности картографического обеспечения природоохранной деятельности особо охраняемых природных территорий России . . . . . 52

Прохорова Е.А., Уколова М.Н. Картографирование морского транспорта Российской Федерации . . . . . 58

### *Региональные исследования*

Болиховская Н.С., Поротов А.В., Кайтамба М.Д., Фаустов С.С. Развитие природной среды и климата в районе черноморской дельты Кубани за последние 7 тысяч лет . . . . . 64

Борщенко Е.В., Чалов Р.С. Особенности формирования и гидролого-морфологическая характеристика русел рек бассейна Амура . . . . . 75

### *История науки*

К 90-летию со дня рождения Г.И. Лазукова . . . . . 83

### *Хроника*

Янина Т.А. О новой стратиграфической шкале четвертичной системы . . . . . 85

## CONTENTS

To the centenary of the birth of Nikolay Andreevich Gvozdetzky . . . . .	3
<i>Theory and methodology</i>	
Mikhailov V.N., Isupova M.V. Hydrological, morphological and ecological effects at the Volga River-Caspian Sea connection . . . . .	8
Umyvakin V.M. Qualimetric models of the ecological risk evaluation for natural- economic systems. . . . .	17
<i>Geography and ecology</i>	
Ivanova N.N., Shamshurina E.N., Golosov V.N., Belyaev V.R., Markelov M.V., Paramonova T.A., Evrard O. Assessment of <sup>137</sup> Cs redistribution by exogenic processes in the Plava River valley bottom (Tula oblast) after the Chernobyl accident . . . . .	24
Rubina E.A. Mapping of environmental offences . . . . .	35
<i>Geography of world economy</i>	
Samusenko D.N. Geographical analysis of direct investing processes in the present- day world economy . . . . .	42
<i>Methods of geographical studies</i>	
Knizhnikov Yu.F., Baldina E.A. Specific features of the aerospace stereo model perception at the PC monitor . . . . .	49
Alexeenko N.A. Specific methodological features of cartographic support of the activities of nature protection areas in Russia. . . . .	52
Prokhorova E.A., Ukolova M.N. Mapping of marine transport of the Russian Federation. . . . .	58
<i>Regional studies</i>	
Bolikhovskaya N.S., Porotov A.V., Kaitamba M.D., Faustov S.S. Reconstruction of the changes of sedimentation environments, vegetation and climate within the Black Sea part of the Kuban River delta area for the last 7000 years . .	64
Borshchenko E.V., Chalov R.S. Specific features of formation and the hydrological description of river channels in the Amur River basin . . . . .	75
<i>History of science</i>	
To the 90 <sup>th</sup> anniversary of birth of G.N. Lazukov. . . . .	83
<i>Chronicle</i>	
Yanina T.A. About a new stratigraphic scale of the Quaternary system . . . . .	85

## ~~К СТОЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ НИКОЛАЯ АНДРЕЕВИЧА ГВОЗДЕЦКОГО~~

~~15 декабря 2013 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Николая Андреевича Гвоздецкого (1913–1994) — одного из крупнейших отечественных физико-географов, ландшафтоведов, картоведов, страноведов, крупного специалиста по истории географических исследований и открытий, доктора географических наук, заслуженного деятеля науки РСФСР, почетного члена Русского географического общества, лауреата премии имени Д.Н. Анучина, кавалера Большой золотой медали Русского географического общества, профессора кафедры физической географии и ландшафтоведения.~~

~~Николай Андреевич родился в Санкт-Петербурге. В 1938 г. он закончил географический факультет Московского государственного университета, получив квалификацию научного работника в области физической географии. В формировании жизненных позиций и взглядов, приоритетов в научных исследованиях Н.А. Гвоздецкого, безусловно, важную роль сыграл профессор А.А. Борзов, выдающийся физико-географ и геоморфолог, основатель наряду с академиком Д.Н. Анучиным университетской школы региональной комплексной физической географии. По предложению А.А. Борзова Николай Андреевич в том же году поступил в аспирантуру НИИ географии при факультете и одновременно работал ассистентом на кафедре физической географии СССР. В 1941–1946 гг. он служил в армии, участвовал в Великой отечественной войне. В 1943 г., находясь на военной службе, защитил кандидатскую диссертацию на тему “Орография Большого Кавказа”.~~

~~После демобилизации в 1946 г. Николай Андреевич три года работал доцентом в Московском государственном педагогическом институте имени В.И. Ленина. С 1948 г. и до конца своих дней вел многогранную учебно-педагогическую, научную и организационную деятельность Н.А. Гвоздецкого тесно связана с географическим факультетом МГУ имени М.В. Ломоносова. В 1951 г. он был избран на должность профессора кафедры физической географии СССР, а в 1959 г. стал заведовать этой кафедрой.~~

~~Как заведующий кафедрой он всего за несколько лет сумел решить три важнейшие учебно-организационные и научно-организационные проблемы. Первая из них — укрепление и разнообразие преподавательского и научного коллектива. Хотя к этому времени признанными лидерами кафедры были Н.А. Гвоздецкий, Н.И. Михайлов и Н.А. Солнцев, большую роль играла работа профессоров А.И. Перельмана, А.И. Соловьёва, доцентов В.К. Жучковой, А.А. Фединой, А.А. Макуниной, А.А. Видиной, Ю.П. Пармузина, Ю.Н. Цесельчука и др. В 1960 г. на должность профессора была приглашена Т.В. Звонкова, к тому времени крупный специалист в области прикладной геоморфологии и физической географии, физической географии Средней~~

~~Азии; спустя год профессором кафедры стал А.М. Шульгин — видный специалист в области почвенной климатологии, агрометеорологии, основатель мелиоративной географии как учебной дисциплины. Чуть позже членами коллектива стали А.Е. Кривошунский и В.А. Николаев. В 1970 г. автор этой статьи был приглашен Н.А. Гвоздецким на должность старшего научного сотрудника кафедры. Лекционные курсы по спецкартографированию читали Л.М. Гольдман, по оценке земель — К.В. Зворыкин, по аэрофотометодам — И.С. Гудилин. Всего за период руководства кафедрой Н.А. Гвоздецким на ней работали 13 докторов наук, пятеро из них — А.А. Макунина, А.Е. Кривошунский, В.А. Николаев, А.Е. Федина и К.Н. Дьяконов — стали докторами наук при поддержке Н.А. Гвоздецкого.~~

~~Вторая проблема — постановка и развитие крупного научного направления. В конце 1950-х гг. ведущую тему на кафедре физической географии СССР представляло “Комплексное физико-географическое районирование для целей сельского хозяйства”. С 1956 г. под общим руководством кафедры ее сотрудники вошли в состав научно-методического бюро по физико-географическому районированию, а в начале 1960-х гг. Н.А. Гвоздецкий возглавил Комиссию по координации работ вузов по районированию СССР для целей сельского хозяйства при Министерстве высшего и среднего специального образования СССР [8]. В работе по комплексному физико-географическому районированию участвовали большинство сотрудников кафедры. Разработкой методических и теоретических проблем занимались Н.А. Гвоздецкий и Н.И. Михайлов. Итогом исследования стала карта “Физико-географическое районирование СССР” в масштабе 1:10 000 000 и фундаментальные монографии, изданные под редакцией Н.А. Гвоздецкого [21–23]. В 1983 г. под редакцией Н.А. Гвоздецкого была издана многоцветная карта физико-географического районирования СССР для высших учебных заведений в масштабе 1:8 000 000.~~

~~Проблемами комплексного физико-географического районирования Николай Андреевич занимался постоянно. В середине 1980-х гг. коллектив кафедры под руководством Н.А. Гвоздецкого и Г.С. Самойловой завершил работу над новой монографией по физико-географическому районированию СССР для целей рационального природопользования и охраны природы [19]. В 1987 г. под редакцией Н.А. Гвоздецкого и К.В. Зворыкина вышла в свет коллективная монография “Агроприродное и сельскохозяйственное районирование Нечерноземной зоны европейской части РСФСР” [1]. Среди ее авторов — Н.А. Гвоздецкий, К.В. Зворыкин, А.Н. Ракитников, Л.И. Горбунова, С.Г. Покровский, И.И. Мамай и др., это прекрасный пример творческого содружества физико- и экономико-географов.~~

Третья проблема — *расширение и постоянное внимание к хозяйственным исследованиям*. Н.А. Гвоздецкий всегда поддерживал развитие этих исследований, понимал их важность для формирования кадрового резерва из молодежи, для внедрения теоретических идей и результатов в практику народного хозяйства. Но сам Николай Андреевич никогда не руководил хозяйственными работами — это была его принципиальная позиция, он считал, что целесообразнее уделять больше внимания руководству кафедрой, работе с аспирантами, написанию учебников, учебных пособий, монографий, статей.

Наиболее зрелым и устойчивым был хозяйственной коллектив ландшафтной лаборатории, которой руководили Н.А. Солнцев, а затем И.И. Мамай. Организационную работу курировал Я.А. Маркус. Со второй половины 1960-х гг. на факультете стало развиваться прогнозное направление. В начале 1970-х гг. по инициативе декана факультета профессора А.М. Рябчикова, Н.А. Гвоздецкого и Т.В. Звонковой на кафедре была организована прогнозная группа № 2. Научным руководителем группы стала Т.В. Звонкова. При прогнозной группе быстро сформировалась хозяйственная группа из 5—7 сотрудников.

В начале 1970-х гг. Н.А. Гвоздецкий активно поддержал постановку исследований по проблеме ландшафтного прогноза в связи с проектами территориального перераспределения стока северных рек в Каспийское море, а Иртыша и Оби — в южные районы Казахстана и Среднюю Азию. Были заключены хозяйственные договоры с проектными организациями Минводхоза СССР. Научными руководителями работ по европейской территории была Т.В. Звонкова, а по азиатской — Н.И. Михайлов.

В начале 1970-х гг. численность коллектива кафедры физической географии резко возросла. Н.А. Гвоздецкий охотно откликнулся на предложение декана факультета А.М. Рябчикова, а также заведующего и научного руководителя лаборатории по оценке земель К.В. Зворыкина войти в состав кафедры вместе с хозяйственным подразделением. Вероятно, за более чем 80-летнюю историю кафедры ее коллектив достиг максимальной численности в 1977 г., когда был заключен хозяйственный договор с Минводхозом СССР по теме “Оценка воздействия осушительных систем на ландшафты прилегающей территории”. Новая хозяйственная группа (руководитель К.Н. Дьяконов) тематически входила в Комплексную нечерноземную экспедицию (КНЭ), которую возглавлял К.В. Зворыкин. Н.А. Гвоздецкий был членом научно-технического совета экспедиции и принимал активное участие в его работе. В период с 1977 г. по март 1987 г. состав сотрудников кафедры насчитывал 120 человек. В должности заведующего кафедрой Николай Андреевич проработал 28 лет, а в 1987 г. перешел на должность профессора-консультанта.

**Направления научных исследований** Н.А. Гвоздецкого очень многогранны и постоянно расширялись.

Он внес существенный вклад в теорию и практику комплексного физико-географического районирования, в развитие физико-географического страноведения, обосновал и возглавил типологическое направление в ландшафтоведении, предложил одну из первых классификаций ландшафтов СССР. Огромный вклад Н.А. Гвоздецкого в развитие карстоведения. Его перу принадлежат монографии и многочисленные статьи о истории географической науки и открытий, он автор оригинальных ландшафтных карт и карт районирования, спектров (схем) высотной зональности горных ландшафтов.

Разнообразна география районов экспедиционных исследований и полевых маршрутов Н.А. Гвоздецкого: горные системы Кавказа, Средней Азии, Крыма, Восточной Сибири и Алтая, просторы Восточно-Европейской равнины и Дальнего Востока, тропические ландшафты Кубы и Африки, природно-антропогенные ландшафты стран Западной Европы, Афганистана и Индии.

Характерная черта полевых наблюдений Николая Андреевича — множество карандашных зарисовок местности. Острое географическое видение местности позволяло Н.А. Гвоздецкому за несколько минут отобразить общие и характерные черты того или иного ландшафта. Эти полевые зарисовки профессор широко использовал при чтении лекций, в монографиях и учебных пособиях.

Уже сразу после окончания университета четко обозначились два приоритетных направления исследований молодого географа: географическое изучение карста и физическая география Кавказа. В 1949 г. Николай Андреевич защитил докторскую диссертацию на тему “Карстовые области Большого Кавказа и проблемы морфологии карста на основе их изучения”. Итогом этого этапа его научной деятельности стала монография, посвященная изучению карста и карстовых ландшафтов [3]. В начале 1950-х гг. Н.А. Гвоздецкий обратился к разработке проблем физико-географического страноведения, объектом исследования он выбрал Кавказ. Вскоре появился двухтомник курса лекций о физической географии Кавказа, который не потерял своей актуальности до настоящего времени [5, 6].

В 1950-е гг. сформировался небольшой творческий коллектив, состоящий из профессоров Н.А. Гвоздецкого, Ф. Н. Милькова и Н.И. Михайлова, — они начали работу по созданию нового учебника по физической географии СССР. К этому времени все авторы были известными полевыми исследователями крупных регионов Советского Союза — европейской территории России, а также Урала, Кавказа, Средней Азии, Сибири и Дальнего Востока. За несколько лет они подготовили и выпустили двухтомный учебник по физической географии СССР [7, 18], ставший классическим. По детальности и широте охвата изучаемой территории, безупречности подбора фактического

материала равных этому учебнику пока нет. Последнее 5-е издание первой части учебника вышло в свет в 1986 г., а второй части (4-е издание) — в 1987 г.

Особую заинтересованность карстовой тематикой, как и районированием, Н.А. Гвоздецкий сохранил на всю жизнь. В конце 1960-х — начале 1970-х гг. Николай Андреевич работал над монографией по карстоведению “Проблемы изучения карста и практика”, которая вышла в свет в 1972 г. [9]. В 1970-е гг. началось сотрудничество географов факультета с кубинскими коллегами, в рамках которого Н.А. Гвоздецкий совершил две поездки на Кубу, провел с молодыми географами Гаванского университета во главе с нынешним деканом его географического факультета Х. Матео полевые исследования, результаты этих работ отражены в ряде публикаций [10, 15].

Следует отметить важную черту научного творчества Николая Андреевича — собранный полевой материал, даже небольшой, он всегда стремился обработать и опубликовать. В этом легко убедиться, ознакомившись с огромным списком его печатных научных работ, в качестве примера можно привести названия только трех из них, изданных в начале 1970-х гг.: “Новые данные о гипсовом карсте у подножий восточных оконечностей Алайского и Заалайского хребтов”, “О новом типе карров, встреченном в Горном Алтае”, “Наблюдения в карстовых районах Болгарии”. Итоги исследования карстовых ландшафтов более чем за 40 лет он подвел в фундаментальной монографии “Карст” (серия “Природа мира”) [11], в которой рассмотрены общие вопросы карстоведения, карстовые формы и их происхождение, приведена классификация карста, основанная на морфогенетических и литологических типах; районирование карста как географических ландшафтов, дана региональная характеристика карста по материкам.

Н.А. Гвоздецкий — автор более 850 научных работ, из которых около 40 — монографии, учебники, учебные пособия, хрестоматии по физической географии для учащихся общеобразовательных учреждений. Он видный историк науки. Им издан ряд книг по истории географических открытий и исследований. В опубликованной в 1953 г. книге [4] он подробно остановился на тех изменениях, которые внесены географами в первой половине XX в. в карту Арктики и Северо-Восточной Сибири в результате открытия хребта Черского, а также бассейнов Колымы и Индигирки. Фундаментальна монография Николая Андреевича о географических исследованиях и открытиях, сделанных советскими учеными [7]. Он четко выделял территориальные открытия, не смешивая их с научными географическими открытиями. Н.А. Гвоздецкий и Н.А. Чикишев были первыми биографами В.Б. Сочавы, отметившими значение его трудов для развития физической географии [17].

Н.А. Гвоздецкий — яркий представитель отечественной школы физико-географического страноведения. Он автор более 10 изданий, которые посвящены

комплексному физико-географическому описанию крупных регионов СССР или зарубежных стран. Помимо обобщающих работ по Кавказу Н.А. Гвоздецкий написал книги о природе Казахстана (в соавторстве с В.А. Николаевым), Памира, тропической Африки, зарубежной Европы. Но особое место, на взгляд автора статьи, в многочисленном ряду страноведческих монографий занимает его книга “Горы” (серия “Природа мира”), написанная совместно с его учеником Ю.Н. Голубчиковым [14]. При работе над ней проявилась феноменальная способность Николая Андреевича работать с литературой и синтезировать различные взгляды. В этой монографии сделан краткий, но очень содержательный обзор истории геолого-географических исследований гор, их происхождения, охарактеризованы геоморфологические процессы в горах, в том числе связанные с деятельностью лавин и ледников, украшают издание авторские рисунки и акварели, очень удачно подобранные фотографии.

**Педагогическая деятельность Н.А. Гвоздецкого.** Он разработал и длительное время читал курсы лекций по оригинальным дисциплинам “Физическая география СССР. Кавказ, Крым, Средняя Азия”, “Введение в специальность”, “Карстовые ландшафты” и “Основные проблемы физической географии”. Лекции Николая Андреевича были построены очень логично, четко методологически и фактологически аргументированы, он широко использовал конкретные примеры из полевых исследований и авторские рисунки. Каждый курс лекций был обеспечен учебником или учебным пособием, а тем более статьями и монографиями.

В 1950-е гг. Николай Андреевич проводил полевые учебные практики студентов кафедры в Крыму и на Кавказе, а в 1970-е гг. принимал активное участие в проведении общегеографической практики по ландшафтоведению на учебно-научной станции “Сатино”. Николай Андреевич был инициатором создания при кафедре семинара, в котором принимали участие студенты старших курсов, аспиранты и сотрудники кафедры. Обсуждались в первую очередь проблемы физико-географического районирования и ландшафтоведения. Желанными гостями семинара были ведущие ученые и географы: Д.Л. Арманд, И.С. Гудилин, С.Л. Вендров, Э.М. Мурзаев, Г.Д. Рихтер, А.П. Летунов и др., наиболее ярким полемистом на этих семинарах выступал сам Н.А. Гвоздецкий, не отставали и К.В. Зворыкин, Н.И. Михайлов, Н.А. Солнцев и А.М. Шульгин.

В 1960-е гг. Николай Андреевич разработал оригинальный курс “Основные проблемы физической географии”. В начале 1970-х гг. он его существенно модернизировал, в 1973 г. на его основе вышло в свет первое, а в 1979 г. второе издание с грифом Министерства высшего и среднего специального образования СССР для использования в качестве учебного пособия для студентов географических специальностей университетов [12]. Автор статьи в 1972 г. полностью

и с большим удовольствием прослушал курс лекций по этой дисциплине, который насчитывал 13 тем. Можно остановиться на двух из них, характеризующих Николая Андреевича как ученого и педагога-новатора.

Начало 1970-х гг. — время активного внедрения системного подхода и анализа в географию. Н.А. Гвоздецкий обратился к новому методологическому направлению, успешно обобщил результаты исследований отечественных (В.Б. Сочавы, В.С. Преображенского, А.Ю. Ретеюма, А.Д. Арманда, Ю.Г. Симонова и др.) и зарубежных (Л. Берталанфи, Д. Харвея, Р. Чорли, Б. Кеннеди и др.) географов и, что самое главное, принял участие в полевых исследованиях в бассейне р. Курмухчай на южном склоне Большого Кавказа и составил принципиальную схему соотношения функционирования бассейнов горных рек с высотными зонами и поясами, которая вошла в учебное пособие [12].

Очень содержательна в указанном пособии небольшая глава о новых методах физико-географических исследований. В ней рассмотрены традиционные и новые методические направления: сравнительно-географическое, картографическое, палеогеографическое, ландшафтно-геохимическое и геофизическое; математические, дистанционные и космические методы изучения ландшафтов. Николай Андреевич поддерживал развитие количественных и математических методов в физико-географических исследованиях, которые на кафедре разрабатывали В.А. Николаев, К.Н. Дьяконов, Л.И. Ивашутина, А.Е. Федина. Понимая важность использования математических методов, Н.А. Гвоздецкий не смог согласиться с утверждением Ю.Г. Саушкина, что “математическая линия в географии разрушает ее описательность, эмпиризм” [20, с. 353]. На этот счет он заметил: “Напротив, математика на основе физики усиливает и то и другое. Она способствует усовершенствованию географических описаний”. Что касается эмпиризма, то Н.А. Гвоздецкий приводит слова В.И. Вернадского: “...основа научных построений и главное содержание науки — эмпирические факты” [12, с. 21]. Весьма критически, как многие физико-географы, Н.А. Гвоздецкий относился к особой роли метагеографии — ядру теоретической (математической) географии.

Николай Андреевич имел очень высокий авторитет и среди зарубежных ученых. Многие студенты и аспиранты как в союзных республиках, так и в социалистических странах учились по его учебникам и пособиям, которые были переведены на многие языки. Н.А. Гвоздецкий выступал с лекциями в университетах Болгарии, Румынии, Чехословакии, Кубы, Польши, Грузии, Армении, Азербайджана, Киргизии, Украины, Узбекистана и др., он руководил стажерами и аспирантами из ГДР, Болгарии, Польши, Кубы и др.

Николай Андреевич подготовил 28 кандидатов и 5 докторов наук. Под его руководством защищено более 30 дипломных работ. Многие его ученики стали ведущими учеными страны, среди них директор Ин-

ститута географии РАН академик В.М. Котляков, член-корреспондент РАН В.А. Снытко, заместитель директора Института геоэкологии РАН А.С. Викторов, заведующий кафедрой физической географии Воронежского университета профессор В.Б. Михно, заместитель директора Института экологии города доктор географических наук А.С. Курбатова и др.

**Научно-организационная и общественная работа** Н.А. Гвоздецкого также поражает разнообразием. Он был участником нескольких Международных географических конгрессов, членом комиссии по карстовым явлениям Международного географического союза. Многие годы он возглавлял Карстовую комиссию АН СССР, был председателем географической секции Комиссии по координации работ вузов по районированию СССР при Министерстве высшего и среднего специального образования. Большую работу проводил Николай Андреевич как член Географического общества СССР (ныне РГО) — был делегатом восьми съездов общества, более 30 лет входил в ученый совет РГО и физико-географическое отделение общества, возглавлял географическую секцию Московского общества испытателей природы, был главным редактором сборников “Землеведение”. Он входил в президиум НТС по высшему географическому образованию при Министерстве высшего и среднего специального образования СССР. Более 15 лет Н.А. Гвоздецкий возглавлял диссертационный совет в Московском государственном университете, был членом аналогичного совета в Институте географии АН СССР.

Н.А. Гвоздецкого отличали широта кругозора, творческая активность, умение быстро разрешать конфликтные ситуации, неизбежно возникающие в больших коллективах.

Николай Андреевич был хорошим пианистом, многие юбилеи сотрудников кафедры и неформальные заседания кафедры сопровождались полонезами и мазурками Шопена в его исполнении. Не менее талантлив Н.А. Гвоздецкий был и как художник, его работы неоднократно выставлялись в Доме ученых. Он очень любил теннис, основными его партнерами по игре были Ю.Ф. Книжников и В.А. Светлосанов.

Николай Андреевич прожил долгую, творчески насыщенную жизнь. Он был награжден высокими правительственными наградами — орденом Отечественной войны II степени и многими медалями, Почетной грамотой Верховного Совета РСФСР, золотой медалью имени Н.М. Пржевальского, почетными дипломами РГО, МОИП, медалями ВДНХ, дипломом и золотой медалью Международного спелеологического конгресса и университета имени Палацко в Оломоуце (Чехословакия). Именем Н.А. Гвоздецкого названа карстовая шахта на Караби-Яйле в Крыму (глубина 191 м), крупные гроты в Дивьей пещере на Урале и в системе Кулогорской пещеры в междуречье Пинеги и Кулоя, ледник в бассейне р. Сарканд на Джунгарском Алатау в Центральной Азии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроприродное и сельскохозяйственное районирование Нечерноземной зоны европейской части РСФСР / Под ред. Н.А. Гвоздецкого, К.В. Зворыкина. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. 270 с.
2. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. М.: Наука, 1975.
3. Гвоздецкий Н.А. Карст. М.: Географгиз, 1950; 2-е изд. 1954.
4. Гвоздецкий Н.А. Как были стерты “белые пятна” с карты СССР. М.: Географгиз, 1953. 180 с.
5. Гвоздецкий Н.А. Физическая география Кавказа: Курс лекций. Вып. 1. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1954. 202 с.
6. Гвоздецкий Н.А. Физическая география Кавказа: Курс лекций. Вып. 2. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1958. 264 с.
7. Гвоздецкий Н.А. Советские географические исследования и открытия. М.: Мысль, 1967. 390 с.
8. Гвоздецкий Н.А. Вопросы физико-географического районирования // Географические исследования в Московском университете. Традиции — перспективы / Отв. ред. Ю.Г. Симонов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. С. 42—58.
9. Гвоздецкий Н.А. Проблемы изучения карста и практика. М.: Мысль, 1972.
10. Гвоздецкий Н.А. В пещерах Кубы // Пещеры. Вып. 16. Пермь, 1976.
11. Гвоздецкий Н.А. Карст. Сер. Природа мира. М.: Мысль, 1981. 214 с.
12. Гвоздецкий Н.А. Основные проблемы физической географии: Учебное пособие для университетов. М.: Высшая школа, 1979. 222 с.
13. Гвоздецкий Н.А. Карстовые ландшафты: Учебное пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988.
14. Гвоздецкий Н.А., Голубчиков Ю.Н. Горы. Сер. Природа мира. М.: Мысль, 1987. 399 с.
15. Гвоздецкий Н.А., Матео Х. Эрозия и карст в карбонатных породах тропиков // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1973. № 3.
16. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. М., 1960.
17. Гвоздецкий Н.А., Чикишев Н.А. Выдающийся советский географ и геоботаник (к 60-летию со дня рождения В.Б. Сочавы) // Землеведение. 1967. Т. 7. С. 299—314.
18. Мильков Ф.Н., Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР. Общий обзор. Европейская часть СССР. Кавказ. М., 1958.
19. Рациональное природопользование и охрана природы в СССР / Под ред. Н.А. Гвоздецкого, Г.С. Самойловой. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. 208 с.
20. Саушкин Ю.Г. История и методология географической науки: Курс лекций. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976.
21. Физико-географическое районирование СССР. Обзор опубликованных материалов / Под ред. Н.А. Гвоздецкого. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960.
22. Физико-географическое районирование Нечерноземного Центра / Под ред. Н.А. Гвоздецкого, В.К. Жучковой. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963.
23. Физико-географическое районирование СССР. Характеристика региональных единиц / Под ред. Н.А. Гвоздецкого. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 576 с.

**К.Н. Дьяконов**

## ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 556.54:551.468.6(282.247.41:262.81)

**В.Н. Михайлов<sup>1</sup>, М.В. Исупова<sup>2</sup>**

### ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ АНОМАЛЬНОГО СОПРЯЖЕНИЯ ВОЛГИ И КАСПИЙСКОГО МОРЯ<sup>3</sup>

Рассмотрены особенности сопряжения реки и моря в устьевой области Волги. Показано, что при уровне Каспия ниже  $-27,0$  м БС гидравлическая связь между водотоками дельты и морем разрывается и дальнейшее понижение уровня моря на гидрологические процессы в дельте заметного влияния не оказывает. Такое аномальное сопряжение реки и моря в устье Волги радикально отличает этот объект от устьев других рек России и мира и объясняется наличием на устьевом взморье Волги обширной мелководной буферной зоны.

Выявлены причины возникновения аномальных гидравлических условий в устье Волги, рассчитаны отметки уровня воды на морском крае дельты, определены величины перепадов уровня воды между морским краем дельты и морем. В колебаниях уровня воды в рукавах дельты и в отмелой зоне взморья в период недавнего повышения уровня Каспия выделены стоковая и подпорная составляющие. Рассмотрены основные гидрологические, морфологические и экологические следствия аномального сопряжения реки и моря в устье Волги.

*Ключевые слова:* Волга, Каспийское море, устье, дельта, устьевое взморье, изменения уровня воды.

**Введение.** Устьевая область Волги, включая крупную дельту и обширное устьевое взморье, — один из важнейших в экологическом и экономическом отношениях устьевой объект в России. Считается, что устье Волги — наиболее изученное в нашей стране. В работах [2—4, 19], которые признаны в исследованиях устья Волги фундаментальными, этот объект рассматривался как типичный для любых районов взаимодействия большой реки и непривливногo водоема и как пример при изучении хуже исследованных аналогичных природных объектов. Поэтому не случайно результаты изучения дельты и взморья Волги в руководстве, посвященном методам исследования устьев рек [15], использованы как образцы и аналоги.

Исследования в устье Волги, проведенные в последующие годы, показали, однако, что ряд гидрологических процессов в устье Волги обладает существенными особенностями, отличающими этот объект от непривливногo устьев других рек, в том числе также впадающих в Каспийское море. Эти отличия проявились, например, в очень слабой реакции дельты Волги на крупномасштабное понижение уровня Каспия в середине XX в. и особенно на резкое и значительное повышение уровня моря в 1978—1995 гг., заметно отличающейся от аналогичной реакции дельт других рек Каспийского региона. Выявлена неадекватность изменения уровня воды в дельте колебаниям уровня моря. Обнаруженная особенность гидрологического режима дельты Волги была объяснена влиянием мел-

ководной части устьевогo взморья, частично блокирующей влияние моря на придельтовую часть взморья и саму дельту.

Впервые на эту роль рельефа устьевогo взморья было обращено внимание в работе [14], отмелая часть устьевогo взморья Волги названа в ней буферной зоной. Позже выводы об аномальности сопряжения реки и моря в устье Волги подтверждены в работах [6, 7, 9, 10, 12, 13, 20].

Вместе с тем гидравлико-гидрологические свойства буферной зоны и ее влияние на гидролого-морфологические и экологические процессы в устье Волги (особенно в период недавнего значительного повышения уровня Каспия) подробно не изучены, не установлено, можно ли по-прежнему считать устье Волги типичным эталоном при изучении устьев других рек. Ответ на эти вопросы и есть цель нашей работы.

**Постановка проблемы.** Исследования гидролого-морфологических процессов в устьях рек Каспийского региона, проведенные при участии авторов статьи [5, 6, 8—10, 20], показали, что реакция устьев разных рек региона на одни и те же изменения уровня Каспийского моря существенно отличается. Особенно наглядно это проявляется при сравнении изменения отметок среднегодового уровня воды на разных гидрологических постах (ГП) в дельтах рек и в море на ГП Махачкала (рис. 1). Графики, приведенные на этом рисунке, показывают, что в устьях рек Сулак и Кура (рис. 1, *з*, *д*) с приглубым взморьем изменение уровня

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

<sup>2</sup> Институт водных проблем РАН, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail*: misupova@yandex.ru

<sup>3</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 11-05-00199 и 13-05-00141).

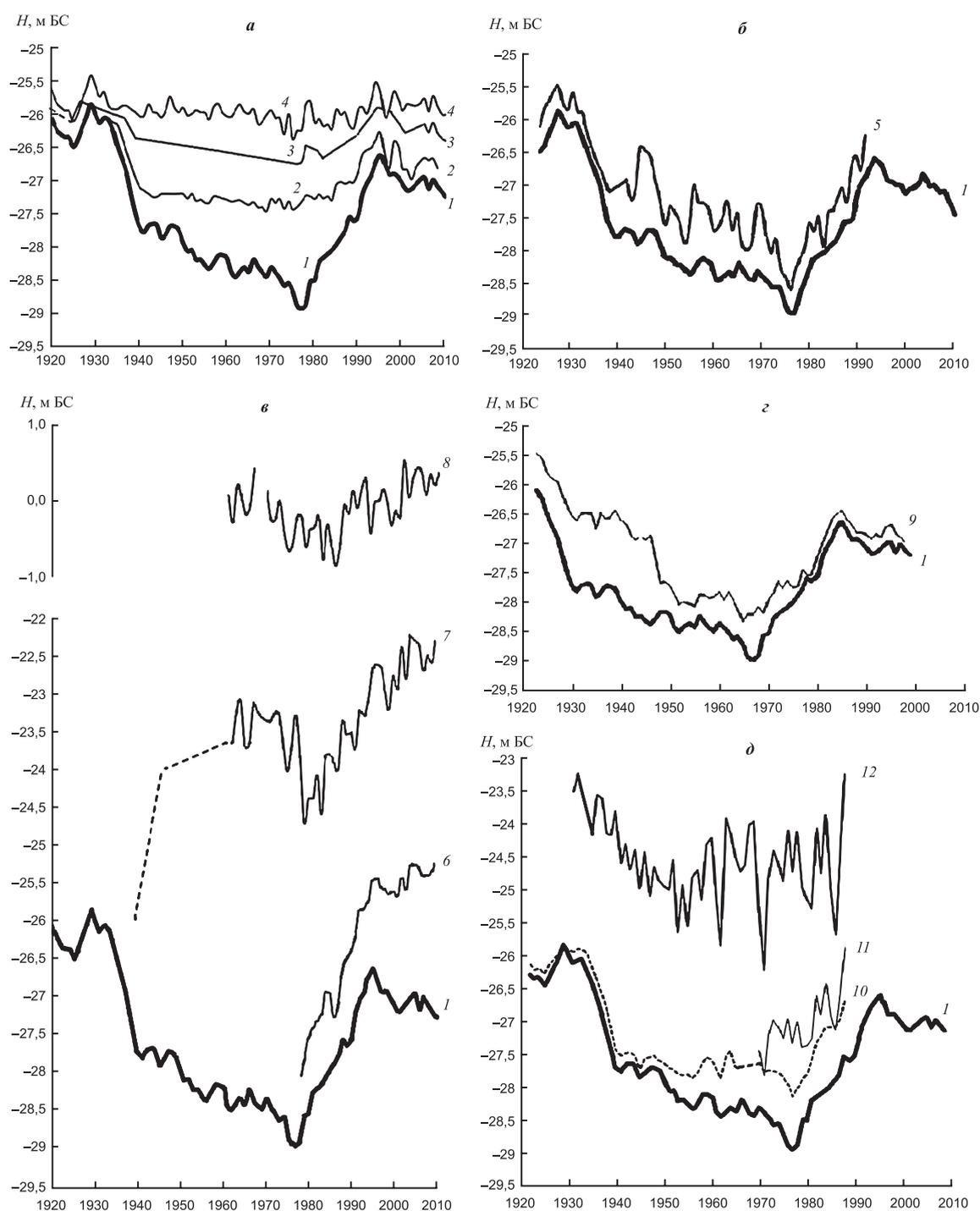


Рис. 1. Многолетние изменения уровня воды на ГП Махачкала (море) (1) и в устьях рек: а — Волга: 2 — ГП о. Искусственный, 3 — МКД, 4 — ГП Оля; б — Урал: 5 — ГП Гурьев (ныне Атырау); в — Терек: 6 — ГП Дамба, 7 — ГП Аликазган, 8 — ГП Нижний бьеф Каргалинского гидроузла; г — Сулак: 9 — ГП Сулак; д — Кура: 10 — ГП Устье, 11 — ГП Каравелли, 12 — ГП Сальяны

Каспия (как понижение, так и повышение) практически сразу сказывается на уровне воды на нижних участках рукавов дельт. Одновременно вверх по течению начинает распространяться волна гидравлического спада, сопровождающаяся попятной эрозией русла (в случае понижения уровня моря), или волна гидравлического подпора, сопровождающаяся попятной аккумуляцией наносов (в случае повышения уровня моря). После сооружения прорези через Аграханский

п-ов и вывода вод Терека непосредственно в Средний Каспий в условиях начавшегося в 1978 г. подъема уровня моря повышение уровня воды и аккумуляция наносов наблюдались и в главном рукаве дельты Терека (рис. 1, в).

Главное условие развития описанных выше гидролого-морфологических процессов в рукавах дельт — совпадение отметок уровня воды в море и на морском крае дельт (МКД), что возможно лишь при отсут-

ствии в рассматриваемом устье буферной зоны. Такой зоны не может быть на приглубом взморье (с уклоном дна  $>1\%$ ), в некоторых редких случаях буферная зона может отсутствовать и на отмелем взморье. В устье Урала с умеренно отмелым взморьем в период падения уровня Каспия в 1930-х гг., по-видимому, так же, как в устье Волги, возникла буферная зона. Однако она была искусственно ликвидирована в результате сооружения в эти же годы Урало-Каспийского канала (УКК). УКК прорезал более узкое, чем в устье Волги, отмелое устьевое взморье, что привело к сосредоточению в канале и подводящем к нему рукаве Золотой почти всего стока р. Урал [12]. По этой причине гидролого-морфологические процессы, происходившие в дельте и на устьевом участке Урала во второй половине XX в., развивались после сооружения УКК по той же схеме (рис. 1, б), что и в устьях Сулака и Куры, о которых сказано выше.

Процессы в устье Волги происходили по аналогичным схемам, возможно, только до начала быстрого снижения уровня Каспия в 1930-х гг. В дальнейшем процессы в устье Волги стали развиваться совершенно иначе, чем в устьях других рек, впадающих в Каспийское море (рис. 1). Режим дельты и взморья Волги за последние 70 лет изменялся не так, как следовало ожидать для объекта, который считался ранее и хорошо изученным, и эталоном при изучении устьев других рек. Несмотря на значительное снижение уровня моря, начиная с 1950—1960-х гг., уровень воды в рукавах дельты и в отмелой зоне взморья стабилизировался (рис. 1, а), а пассивное выдвигание МКД Волги сильно замедлилось и почти прекратилось. Результаты проведенных в последнее время исследований полной ясности в причины, особенности и следствия аномального сопряжения реки и моря в устье Волги пока не внесли. По этим причинам более детальный анализ гидролого-морфологических процессов в устье Волги за последние 70 лет становится важной научной и даже практической проблемой.

**Материалы и методы исследований.** В качестве основных материалов использованы данные наблюдений Астраханского областного и Дагестанского республиканского центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды: ежедневные, среднемесячные и среднегодовые отметки уровня воды в Балтийской системе высот (БС) на гидропостах (ГП) в рукавах дельты Волги, на ее устьевом взморье (ГП о. Искусственный) и в море (ГП Махачкала), а также ежедневный расход воды Волги в вершине дельты (ВД). Используются также топографические и навигационные карты, космические снимки дельты Волги и результаты их анализа [1, 2, 4, 11, 18].

При обработке гидрометрических данных применяются стандартные методики, принятые в устьевой гидрологии [6, 12, 15]. Анализ многолетней изменчивости уровня воды велся по графикам, примеры которых представлены на рис. 1. Кроме того, использованы графические и аналитические связи между уровнем

воды на разных ГП. Для оценки вклада стоковой и подпорной составляющих в изменения уровня воды были применены эмпирические зависимости вида

$$H_i = f(Q, H_M). \quad (1)$$

Такие зависимости широко применяются при изучении гидрологических процессов в непривливаемых устьях рек. В данном случае в семействах кривых вида (1) использованы ежедневные значения уровня воды ( $H_i$ ) на ГП в рукавах дельты и на устьевом взморье Волги, ежемесячный средний уровень моря ( $H_M$ ) на ГП Махачкала и ежедневный суммарный расход воды в ВД Волги (ГП Верхнее Лебяжье) ( $Q_c$ ), равный сумме расхода воды в русле Волги, водотоках Волго-Ахтубинской поймы и пойменном рукаве Ахтуба.

Поскольку выяснилось, что, в отличие от устьев других рек, впадающих в Каспийское море, в устье Волги уровень воды на ее МКД и в море, как правило, не совпадает, а на МКД Волги нет ни одного поста, была разработана специальная методика для расчета неизвестных заранее значений уровня воды на МКД. Учитывая небольшой уклон водной поверхности на участке Волго-Каспийского морского судоходного канала (ВКМСК) между ГП Оля в нижней части рукава Бахтемир и ГП о. Искусственный (отмелая зона устьевое взморье), для расчета применена линейная интерполяция отметок уровня между ГП Оля ( $H_{\text{Оля}}$ ) и о. Искусственный ( $H_{\text{Иск}}$ ). В настоящее время эти ГП находятся на 22,0 км выше по течению от МКД и на 29,2 км мористее МКД соответственно.

Расчет  $H_{\text{МКД}}$  выполнен по формуле

$$H_{\text{МКД}} = H_{\text{Оля}} - \Delta H_{\text{Оля/Иск}} \cdot l/51,2, \quad (2)$$

где  $\Delta H_{\text{Оля/Иск}}$  — перепад среднегодовых значений уровня воды между постами, равный  $H_{\text{Оля}} - H_{\text{Иск}}$ ;  $l$  — расстояние МКД в данном году от ГП Оля в км; 51,2 км — расстояние между обоими постами в км.

**Результаты исследований и их обсуждение. Причины аномального сопряжения реки и моря в устье Волги.** Неадекватность как многолетних изменений уровня воды в дельте и на устьевом взморье Волги, так и интенсивности выдвигания дельты в море колебаниям уровня Каспия объясняется особыми гидравлическими условиями на устьевом взморье Волги. При уровне моря ниже  $-27...-27,5$  м БС дальнейшее понижение уровня моря уже практически не сказывается на уровне воды не только в водотоках дельты, но и в отмелой зоне устьевое взморья (рис. 1, а). Это обусловлено тем, что дно устьевое взморья на обширном пространстве имеет отметки около  $-28,0$  м БС (рис. 2), поэтому уровень воды в этой части устьевой области ниже опуститься не может. При отметках уровня моря около  $-27,0...-27,5$  м БС гидравлическая связь водотоков дельты и моря разрывается. Большая часть взморья в это время превращается в буферную зону и начинает функционировать как огромный затопленный водослив с широким порогом, через который переливаются волжские воды.

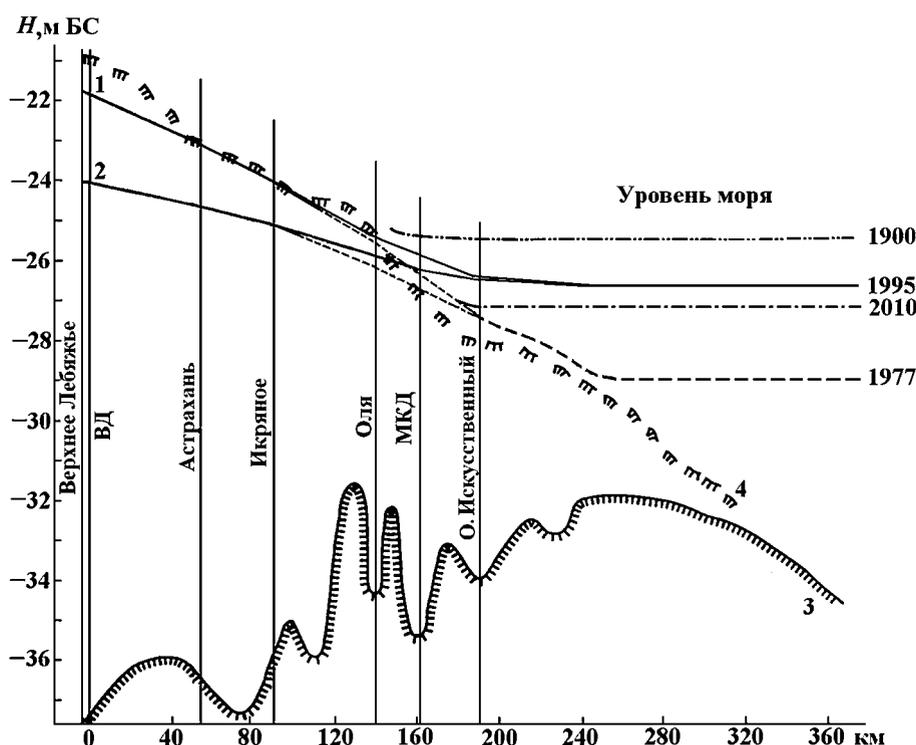


Рис. 2. Продольные профили водной поверхности в половодье (1) и межень (2), дна русла вдоль рукавов Волга и Бахтемир и Волго-Каспийского морского судоходного канала (3), поверхности дельты и дна устьевое взморья вне рукавов и каналов (4) в устьевой области Волги, по [6, 9]

Наличие очень мелководного и широкого устьевое взморья (буферной зоны) — главное отличие устьевой области Волги не только от устьев других рек, впадающих в Каспийское море, но и от большинства устьев рек мира. Дно этого взморья — реликт более ранних периодов дельтообразования в устье Волги; в современном рельефе дна взморья проявились геолого-структурные особенности этой части моря [13, 14, 18, 20] и, возможно, остатки древней дельты, сформировавшейся здесь при более низких значениях уровня моря.

**Расчет уровня воды на МКД Волги и анализ его изменчивости.** Поскольку как распространение подпора со стороны моря в рукава, так и выдвигание или отступление дельты зависят в устье Волги не от уровня моря, а именно от уровня воды на МКД, его расчеты становятся ключевой проблемой при оценке аномального сопряжения реки и моря.

Расчеты величин  $\Delta H_{\text{МКД}}$  выполнены по уравнению (2) для тех лет, когда можно было по картам или космическим снимкам определить расстояние  $l$  между ГП Оля и МКД. Эти расчеты позволили также определить величины перепада среднегодового уровня между МКД и морем  $\Delta H_{\text{МКД/море}} = H_{\text{МКД}} - H_{\text{м}}$ .

Результаты расчета показали следующее. Отметки уровня на МКД и в море (за пределами устьевой области Волги), особенно при  $H_{\text{м}} < -27,0$  м БС, сильно отличаются (в отличие от устьев других рек Каспийского региона). Расчеты перепада уровней  $\Delta H_{\text{МКД/море}}$  дали неожиданные результаты (рис. 3). Этот перепад начал быстро возрастать с середины 1930-х гг. и достиг

максимума в годы самого низкого положения уровня моря в XX в.: 2,25 м в 1977 г. ( $H_{\text{м}} = -29,01$  м БС) и 2,44 м в 1978 г. ( $H_{\text{м}} = -28,95$  м БС). Эти данные относятся лишь к среднегодовым величинам перепада уровня. При сезонных и сгонных понижениях уровня моря и повышенном расходе воды Волги в период половодья в эти же годы величины  $\Delta H_{\text{МКД/море}}$  могли быть еще больше. После 1978 г. по мере повышения уровня моря перепад уровня быстро уменьшился до 0,70 м в 1995 г. (год наивысшего уровня моря, равного  $-26,66$  м БС). Позже величина перепада уровня между МКД и морем в условиях нового небольшого понижения уровня моря установилась на значениях 0,82—0,89 м.

Величины перепада уровня между МКД и морем  $\Delta H_{\text{МКД/море}}$  и уровня на МКД тесно связаны с отметкой уровня моря  $H_{\text{м}}$ . Зависимость  $\Delta H_{\text{МКД/море}}$  от  $H_{\text{м}}$  аппроксимирована пригодным для практического использования уравнением

$$\Delta H_{\text{МКД/море}} = 0,089H_{\text{м}}^2 + 4,220H_{\text{м}} + 49,859 \quad (3)$$

с очень высокой степенью достоверности аппроксимации ( $R^2 = 0,976$ ). В форме, удобной для использования, результаты расчета зависимостей среднегодовых величин  $\Delta H_{\text{МКД/море}}$  и  $H_{\text{МКД}}$  от уровня моря  $H_{\text{м}}$  представлены в табл. 1.

К сожалению, пока не вполне ясен вопрос о том, в каком районе устьевое взморье сосредоточена основная часть перепада уровня между МКД Волги и морем. Согласно данным работы [20], это место находится в районе морского устьевое бара на границе между отмелой и приглубой зонами устьевое взмо-

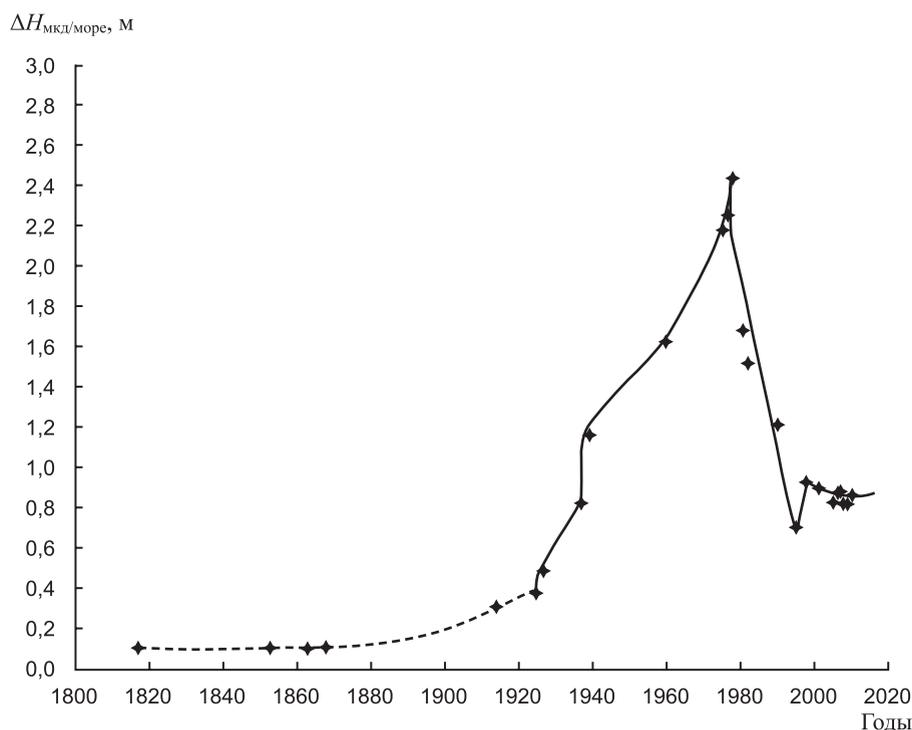


Рис. 3. Многолетние изменения перепада уровня на участке МКД Волги — море ( $\Delta H_{\text{МКД/море}}$ )

Таблица 1

Величины перепада уровня воды на участке МКД Волги — море ( $\Delta H_{\text{МКД/море}}$ ) и уровня воды на МКД ( $H_{\text{МКД}}$ ) в зависимости от отметок уровня моря на ГП Махачкала ( $H_{\text{м}}$ )

Уровень моря, $H_{\text{м}}$ , м БС	−29,00	−28,50	−28,00	−27,50	−27,00	−26,50	−26,00	−25,50	−25,00
Перепад уровня $\Delta H_{\text{МКД/море}}$ , м	2,33	1,88	1,48	1,12	0,80	0,53	0,30	0,12	0,02
Уровень на МКД $H_{\text{МКД}}$ , м БС	−26,67	−26,62	−26,52	−26,38	−26,20	−25,97	−25,70	−25,38	−24,98

рья (отсутствие ГП на островах в этих районах взморья не позволяет уточнить этот вопрос). Вполне логичными следует рассматривать предположения, высказанные в работе [7], о том, что по мере повышения уровня Каспия район основного перепада уровня смещается в сторону МКД, это следует и из рис. 2.

**Гидрологические следствия аномального сопряжения реки и моря в устье Волги.** Главное гидрологическое проявление такой аномальности — неадекватность изменения уровня воды в отмелой зоне устьевого взморья и в дельте колебаниям уровня моря. Основные гидрологические следствия такой неадекватности следующие:

1) относительная стабильность среднегодового уровня воды на нижних участках рукавов дельты, на МКД и в придельтовой части устьевого взморья при уровне моря ниже отметки −27,0 м БС (рис. 1, а);

2) особенности реакции уровня воды в устье Волги на понижение и повышение уровня моря с конца XIX по начало XXI в. При высоком стоянии уровня Каспия в конце XIX — начале XX в. уровень воды у с. Оля, на МКД и в придельтовой части взморья был также высоким (рис. 1, а) и выше уровня моря всего на 0,1–0,4 м. С 1927 по 1945 г. уровень моря резко

снизился почти на 2 м, что (как и в устьях других рек, впадающих в Каспийское море) привело к заметному снижению уровня в районе МКД и на прилегающих участках рукавов дельты Волги и прибрежной зоны (рис. 1, а). Это снижение уровней сопровождалось (как и в устьях Урала, Сулака и Куры [5, 12]) эрозией русел. Однако после 1950 г., когда стало проявляться влияние буферной зоны, снижение уровня в рассматриваемой части устья Волги замедлилось, а затем и прекратилось (рис. 1, а), несмотря на продолжающееся падение уровня Каспия. Это отличало гидрологический режим в устье Волги от такового в устьях других рек Каспийского региона (рис. 1).

Начавшийся в 1978 г. резкий подъем уровня моря распространялся сначала по взморью, затопляя его, а потом, достигнув МКД, в низовья рукавов уже не так быстро, как изменялся уровень воды в 1930-е гг. По данным, уточненным в [6, 10], подпор со стороны Каспия, возникший в результате повышения его уровня в 1978–1995 гг. до наивысшей отметки −26,66 м БС, проявился довольно слабо, с запозданием во времени, и распространился в дельту Волги на относительно небольшое расстояние (табл. 2). Наибольшая

дальность распространения подпора со стороны моря (от МКД) при небольшом расходе воды составила: вдоль рукавов Бахтемир около 80, Кизань (Камызяк) 60, Большая Болда 40, Бузан 60 км. В глубоком рукаве Бахтемир, имеющем в устье искусственно углубленный канал, условия для распространения в дельту подпора были наиболее благоприятными. Однако подпор и в этот рукав распространился лишь немного выше ГП Икряное и не дошел до ГП Астрахань. Сведения о распространении подпора в рукав Бахтемир при разных расходах воды Волги приведены в табл. 3. Несмотря на очень небольшой уклон водной поверхности в дельте Волги дальность распространения подпора оказалась в этом объекте намного меньше, чем в дельтах и на устьевых участках Куры (>130 км) и Урала (>230 км) [10]. Причина этого заключается в небольшом повышении уровня воды на МКД Волги (~0,6 м);

Таблица 2

Годы начала повышения и величины приращения уровня воды на некоторых постах на взморье и в дельте Волги в 1978—1995 г. при разном суммарном расходе воды реки ( $Q_c$ ) в вершине дельты на подъеме половодья, по [6]

$Q_c, \text{ м}^3/\text{с}$	ГП	Год начала заметного повышения уровня воды на посту	Приращение уровня воды к 1995 г., м
8000	О. Искусственный	1981	1,0
	Оля	1988	0,4
	Икряное	1993	<0,1
	Караульное	1993	0,1
	Камызяк	1993	<0,1
	Зеленга	1990	0,2—0,3
	Большой Могой	1992	0,2
	Володарский	1992	0,1—0,2
10 000	О. Искусственный	1982	0,8
	Оля	1989	0,3
	Икряное	1994	<0,1
	Зеленга	1992	0,2
	Большой Могой	1993	0,1
	Володарский	1994	<0,1
16 000	О. Искусственный	1983	0,7
	Оля	1990	0,2
	Зеленга	1993	0,1
	Большой Могой	1993	<0,1
20 000	О. Искусственный	1983	0,6
	Оля	1992	<0,1

Таблица 3

Дальность распространения подпора ( $L_p$ ), вызванного повышением уровня Каспийского моря на 2,35 м в 1978—1995 гг., в рукаве Бахтемир в дельте Волги на подъеме половодья

$Q_c, \text{ м}^3/\text{с}$	Подъем уровня воды на			$L_p, \text{ км от МКД}$
	ГП о. Искусственный, $\Delta H_{\text{Иск}}, \text{ м}$	МКД, $\Delta H_{\text{МКД}}, \text{ м}$	ГП Оля, $\Delta H_{\text{Оля}}, \text{ м}$	
8000	1,0	0,6	0,4	80
10 000	0,8	0,5	0,3	60
16 000	0,7	0,4	0,2	40—50
20 000	0,2	0,14	0,1	<20

3) стоково-подпорные изменения уровня воды. Важное значение для устья Волги имеет анализ совместного влияния изменения стока Волги и уровня Каспия на уровень воды на постах и расчет этих стоково-подпорных изменений уровня. Как и во всех непреливных устьях рек, ежедневные значения уровня воды на отдельных постах  $H_i$  можно рассчитать с помощью эмпирических связей вида (1). Для устья Волги такие связи, отражающие гидрологические условия в середине XX — начале XXI в., получены в работе [6]. В качестве примера для главного рукава дельты Волги (Волга—Бахтемир—ВКМСК) такие графики в схематическом виде приведены на рис. 4. Они представляют собой семейство кривых  $Q = f(H)$ , а точнее  $H = \varphi(Q)$ , при разных значениях уровня моря  $\Delta H_m$  (ГП Махачкала). Анализ полученных результатов показал, что значительного многолетнего изменения уровней воды на постах в устье Волги не произошло;

4) отсутствие заметного затопления дельты Волги в период повышения уровня моря в 1978—1995 гг. Подъем уровня моря практически не вызвал затопления приморской зоны дельты. Надежные данные о возможном затоплении суши, к сожалению, отсутствуют. Имеются сведения о небольших площадях затопления части дельты [1, 16, 19], а по данным некоторых других исследований [10, 11, 13, 18], затопление суши вблизи МКД вообще не произошло. В работах [11, 18] отмечены факты лишь полного или частичного затопления островов на взморье (например, о. Чистая Банка, о-ва Барские и др.). Упомянутые процессы в устье Волги разительно отличаются от крупномасштабного затопления дельт Урала, Сулака и Куры в тот же период повышения уровня Каспия. Площадь перечисленных дельт уменьшилась на 30—50% [10].

**Морфологические следствия аномального сопряжения реки и моря в устье Волги.** К их числу относятся следующие особенности морфологии современной устьевой области Волги:

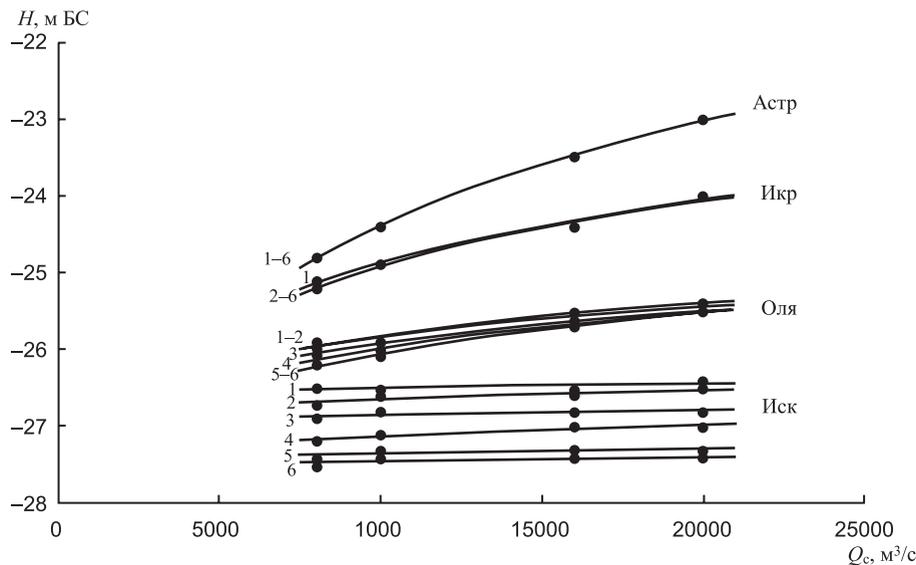


Рис. 4. Зависимость уровня воды на постах Астрахань (Астр), Икряное (Икр), Оля (Оля), о. Искусственный (Иск) от суммарного расхода воды Волги (ГП Верхнее Лебяжье) и фонового уровня (м БС) Каспийского моря (ГП Махачкала): 1 — -26,7; 2 — -27,0; 3 — -27,5; 4 — -28,0; 5 — -28,5; 6 — -29,0, по [6]

1) относительная стабильность МКД в последние полвека. Вследствие стабилизации уровня воды на МКД, о чем говорилось выше, в 1950—1960-х гг. практически прекратились и пространственные смещения МКД Волги [6, 8—10, 13, 14, 20]. После 1960 г. не произошло ни быстрого пассивного выдвигания дельты в море, которое наблюдалось с середины XIX в. по 1940-е гг. [1, 2—4, 19], ни заметного ее отступления;

2) исключительная многорукавность дельты Волги. При исследованиях дельты Волги всегда отмечалась ее большая многорукавность. Точно рассчитать число водотоков, выходящих на МКД Волги, невозможно. Приближенные оценки показали, что в 1930 г. на устьевое взморье впадало около 500 водотоков, а после снижения уровня моря в 1930-х гг. их число сократилось до 230 [2]. В 1960 г. число таких водотоков составило около 800, а в 1980 г. — 1000 [12, 13, 20]. В настоящее время на МКД Волги выходит приблизительно столько же водотоков. На земном шаре нет ни одной крупной дельты, которая по числу рукавов приближалась бы к дельте Волги. С дельтой Волги нельзя сравнить даже такие многорукавные дельты, как дельты Лены, Ганга и Брахмапутры, Нигера, Ориноко и др. Причины исключительной многорукавности дельты Волги — очень мелководное взморье, защищенность МКД от воздействия волнения и ветровых течений мелководьем и зарослями тростника, расчлененность отмелой зоны взморья судоходными и рыбоходными каналами и отвалами грунта по их бровкам, отсутствие приливов, небольшой сток наносов реки;

3) слабые современные вертикальные деформации в рукавах, связанные с изменениями уровня моря. В противоположность дельтам Урала, Сулака и Куры, где значительные вертикальные русловые деформации были обусловлены прежде всего либо повышением, либо понижением уровня Каспия [5, 8, 10, 12], в дельте

Волги начиная с 1940-х гг. русловые процессы в рукавах с небольшими колебаниями уровня воды на МКД и на ГП в дельте, о чем говорилось выше, связаны были мало [12, 16, 20]. Существенные изменения глубины в рукавах дельты были связаны в основном либо со смещением крупных форм руслового рельефа (перекатов, гряд разного размера), либо с перераспределением стока между рукавами и сопутствующими процессами размыва одних рукавов и заиления других [6, 11, 12, 16, 20]. Лишь в низовьях крупных рукавов (например, Бахтемира) отмечены затухающие процессы эрозии русла как отдаленная запоздавшая реакция на падение уровня моря в 1930-х гг.

**Экологические и экономические последствия аномального сопряжения реки и моря в устье Волги.** При низком уровне Каспийского моря (ниже -27 м БС) в режиме отмелой зоны устьевое взморье Волги все большую роль играет водная растительность. После уменьшения глубины в этой зоне <1,5—2 м создались благоприятные условия для развития тростника и другой растительности. По данным Н.А. Скриптунова [12, 20], до 1930-х гг. водная растительность занимала на взморье Волги лишь узкую полосу вдоль МКД шириной 0,5—3 км. В 1940—1950 гг. (после резкого снижения уровня моря) сильно заросла придельтовая култучная полоса взморья вдоль МКД. Дальнейшее обмеление взморья привело к значительному увеличению площади зарослей. В начале 1960-х гг. растительность заняла 20% площади отмелой зоны взморья, в 1970 г. она стала занимать уже 30% этой зоны, в 1978 г. — 62%, в 1978 г. — 87%. Эта доля сохранялась, несмотря на начавшееся повышение уровня моря, до середины 1980-х гг. Растительный покров на взморье в 1970—1980 гг. превратился в естественный барьер шириной 30—50 км, который стал препятствием для стоковых и ветровых течений — своеобразным фильтром, задер-

живающим выносимые волжскими водами растворенные вещества, включая биогенные [12, 14, 20].

Дальнейшему развитию растительности способствовали отложение взвесей и накопление биогенных веществ, а также закрепление растений на отвалах грунта вдоль судоходных и рыбоходных каналов. Повышение уровня моря и увеличение глубины в отмелой зоне взморья с 0,3–0,5 до 1,5–2,5 м отрицательно сказалось на развитии растительности. К 1996 г. площадь, занятая растительностью в отмелой зоне взморья, сократилась до 70–75% [20]. Современное медленное понижение уровня в море и отмелой зоне взморья, по оценкам И.А. Лабутиной, выполненным с помощью анализа космических снимков, вновь привело к расширению ареала, занятого водной растительностью [11, 18].

Мелководная и сильно заросшая надводной, внутриводной и донной растительностью буферная зона на устьевом взморье сильно влияет на весь комплекс экологических условий в устье Волги. При низком уровне моря влияние этой зоны на ихтиофауну — главный биологический ресурс устья Волги — становится крайне неблагоприятным [12, 14, 20]. Во-первых, ухудшаются условия воспроизводства рыбных ресурсов не только на взморье, но и во всем Северном Каспии. Сокращается кормовая база для рыб ценных пород. Обмеление приводит к уменьшению площади зоны смещения речных и морских вод в приглубой зоне взморья — наиболее биопродуктивном районе Северного Каспия, мест преднерестовой концентрации рыб — производителей и адаптации молоди к изменению солености окружающих вод [14]. Во-вторых, заросшая мелководная буферная зона существенно затрудняет миграцию проходных и полупроходных взрослых особей рыб на нерест в дельту и в Нижнюю Волгу. Это требует как сооружения каналов-рыбоходов, так и их периодической расчистки.

Существование буферной зоны в устье Волги оказывает, таким образом, существенное влияние и на экономику этого объекта и всего Северного Каспия. Три отрасли хозяйства зависят от гидрологического, морфологического и экологического состояния района сопряжения реки и моря в устье Волги. Это прежде всего рыбное хозяйство — наиболее уязвимая к условиям природной среды отрасль экономики, а кроме того, транзитный водный транспорт и нефтегазовый комплекс на шельфе Северного Каспия, которые зависят от изменения глубины на взморье и связанных с ними течений и волнения. Поэтому рациональное использование природных ресурсов взморья Волги требует не только проведения комплекса инженерных и мелиоративных работ (углубления и расчистки судоходных и рыбоходных каналов, создания прокозов через заросли на взморье, искусственного перераспределения стока между рукавами в приморской зоне дельты и др.), но и усовершенствования системы постоянно действующего гидролого-морфологиче-

ского и гидролого-экологического мониторинга в устьевой области Волги.

#### **Выводы:**

— характерная особенность современной устьевой области Волги — наличие на устьевом взморье чрезвычайно отмелой буферной зоны со средней отметкой поверхности около –28,0 м БС. При уровне Каспия ниже –27,0 м БС гидравлическая связь потоков дельты Волги и моря нарушается, отмелое взморье превращается в так называемую буферную зону, блокирующую воздействие морских факторов — многолетних, сезонных и сгонно-нагонных колебаний уровня моря, а также ветровых течений и волнения — на дельту;

— наиболее характерная черта такого аномального сопряжения реки и моря в устье Волги — несовпадение при низком фоновом уровне Каспия отметок уровня на МКД Волги и в открытом море. Эта особенность устья Волги отличает его как от устьев других рек, впадающих в Каспийское море, так и от большинства неприливых устьев рек мира;

— к числу основных гидрологических следствий аномального сопряжения реки и моря в устье Волги относятся: относительная стабильность уровня воды на МКД Волги при уровне моря ниже –27,0 м БС; неожиданно небольшое (в отличие от устьев других рек, впадающих в Каспий) распространение подпора в дельту Волги во время подъема уровня моря в 1978–1995 гг.; слабое воздействие моря на заиливание дельты и перераспределение стока по ее рукавам;

— главные морфологические следствия аномального сопряжения реки и моря в устье Волги — слабые смещения МКД (в отличие от устьев других рек региона) при снижении уровня моря в 1950–1980-х гг. и резком повышении уровня в 1978–1995 гг.; чрезвычайная многорукавность дельты; слабая связь современных необратимых русловых деформаций в рукавах дельты с колебаниями уровня моря;

— аномальное сопряжение реки и моря в устье Волги имеет экологические и экономические следствия: очень сильная зарастаемость мелководного взморья, ухудшающая условия обитания и миграции ихтиофауны; мелководность взморья и заносимость каналов при низком уровне моря, что затрудняет транзитное судоходство;

— исследования и сравнение устья Волги с неприливыми устьями других рек России и мира свидетельствуют о том, что этот объект и процессы, в нем происходящие, нельзя признать типичными для других устьевых объектов, как полагали раньше и иногда считают сейчас, и аналогами при оценке возможных изменений строения и режима устьев рек в результате прогнозируемого повышения уровня Мирового океана и связанных с ним морей в XXI в. Такими аналогами можно считать процессы, происходившие в 1978–1995 гг. в устьях Сулака, Урала и Куры (для устьев рек с небольшим стоком наносов), а также Терка (для устьев рек с большим стоком наносов).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеевский Н.И., Айбулатов Д.Н.* Динамика гидрографической сети и морского края дельты Волги с 1800 по 2010 г. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 5. С. 96—102.
2. *Байдин С.С.* Сток и уровни дельты Волги. М.: Гидрометеоздат, 1962. 337 с.
3. *Байдин С.С., Линберг Ф.Н., Самойлов И.В.* Гидрология дельты Волги. Л.: Гидрометеоздат, 1956. 331 с.
4. *Валединский В.В., Аполлов Б.А.* Дельта реки Волги (по данным изысканий 1919—1925 гг.) // Тр. Отдела и управления внутренних водных путей. Тифлис, 1928. Т. 1, вып. 5. 661 с.
5. Гидрология устьев рек Терека и Сулака / Под ред. А.Н. Косарева, В.Н. Михайлова. М.: Наука, 1993. 160 с.
6. *Исупова М.В.* Многолетние изменения уровней воды в устьевой области Волги и их зависимость от колебаний уровня Каспийского моря // Водные ресурсы. 2008. Т. 35, № 6. С. 643—662.
7. *Кортаев В.Н., Иванов В.В.* Динамика зоны сопряжения рукава Бахтемир с устьевым взморьем при колебаниях уровня моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1998. № 1. С. 63—67.
8. *Михайлов В.Н.* Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1997. 413 с.
9. *Михайлов В.Н., Кортаев В.Н., Полонский В.Ф.* и др. Гидролого-морфологические процессы в устьевой области Волги и их изменение под влиянием колебаний уровня Каспийского моря // Геоморфология. 1993. № 4. С. 97—107.
10. *Михайлов В.Н., Магрицкий Д.В., Кравцова В.И.* и др. Воздействие изменений уровня Каспийского моря и водохозяйственных мероприятий на гидрологический режим и морфологию устьев рек // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 2. С. 85—95.
11. Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика / Под ред. Г.И. Рычагова, В.Н. Кортаева. М.: ГЕОС, 2002. 242 с.
12. *Полонский В.Ф., Лупачев Ю.В., Скриптунов Н.А.* Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и методы их расчета (прогноза). СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 383 с.
13. *Рогов М.М.* Некоторые особенности развития дельты Волги и ее гидрографической сети // Тр. ГОИН. 1986. Вып. 179. С. 56—80.
14. *Рогов М.М., Скриптунов Н.А.* Некоторые гидролого-морфологические особенности устьевой области Волги и их влияние на пути рационального использования водных ресурсов региона // Тр. ГОИН. 1984. Вып. 172. С. 7—19.
15. Руководство по гидрологическому исследованию морских устьев рек. М.: Гидрометеоздат, 1965. 339 с.
16. Русловые процессы в дельте Волги / Под ред. Н.И. Алексеевского. М., 1997. 165 с.
17. *Рычагов Г.И., Кортаев В.Н.* Геоморфология и история формирования дельты Волги // Теоретические проблемы современной геоморфологии: Мат-лы XXXI пленума Геоморфологической комиссии РАН. Астрахань: Изд-во Астраханского госуниверситета, 2011. С. 103—108.
18. *Рычагов Г.И., Кортаев В.Н., Лабутина И.А.* Геоморфология дельты Волги и динамика ее морского края // XXV Пленарное межвуз. координ. совещ. по проблеме эрозийных, русловых и устьевых процессов: Доклады и сообщения. Астрахань: Изд-во Астраханского ун-та, 2010. С. 29—37.
19. *Самойлов И.В.* Устья рек. М.: Географгиз, 1952. 526 с.
20. Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря / Под ред. В.Ф. Полонского, В.Н. Михайлова, С.В. Кирьянова. М.: ГЕОС, 1998. 278 с.

Поступила в редакцию  
01.08.2013

V.N. Mikhailov, M.V. Isupova

**HYDROLOGICAL, MORPHOLOGICAL AND ECOLOGICAL EFFECTS  
AT THE VOLGA RIVER-CASPIAN SEA CONNECTION**

Specific features of river-sea connection in the Volga River mouth area are discussed. It is shown that at the Caspian Sea level below  $-27$  m BS hydraulic connection between delta watercourses and the sea is disrupted, and the further sea level fall has no pronounced impact on the hydrological processes in the delta area. Such abnormal situation in the Volga River mouth area radically differs from other river mouths in Russia and in the world. It could be explained by the presence of a vast shallow buffer zone within the Volga River mouth nearshore. Causes of abnormal hydraulic conditions in the Volga River mouth are revealed; unknown water levels at the delta coastline are calculated, as well as level differences between the delta coastline and the sea. River flow and backwater components were identified for the water level oscillations in delta channels and the nearshore shallow zone during the recent rise of the Caspian Sea level. Principal hydrological, morphological and ecological effects of the abnormal river-sea connection in the Volga River mouth area are described.

*Key words:* Volga River, Caspian Sea, mouth, delta, mouth nearshore area, fluctuations of water level.

УДК 504.06:33

**В.М. Умывакин<sup>1</sup>****КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ  
ДЛЯ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

Рассмотрены модели частных и интегральной оценок экологической опасности для природно-хозяйственных систем и их применение для измерения общей эрозионной опасности земель речных водосборов Воронежской области.

*Ключевые слова:* квалиметрические модели, природно-хозяйственные системы, эрозионная опасность, Воронежская область.

**Введение.** В “Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года” (утверждены Президентом РФ 30.04.2012) одно из важнейших направлений — “обеспечение соответствия экономической и иной деятельности установленным нормам и требованиям в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности”, поэтому актуальна проблема управления устойчивым (экологически ориентированным) природопользованием, т.е. интегральная оценка качества (деградации) территорий в категориях экологической безопасности и риска [4, 6, 8, 15].

Понятие “безопасность” не существует без антонима “опасность”. Согласно “Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности” (утверждена приказом Минприроды России от 29.11.1995, № 539), обоснование хозяйственной деятельности “осуществляется для оценки экологической опасности намечаемых мероприятий, своевременного учета экологических, социальных и экономических последствий воздействия планируемых объектов на окружающую среду”. Там же дано определение: “Опасность экологическая — вероятность ухудшения показателей качества природной среды (состояний, процессов) под влиянием природных и техногенных факторов, представляющих угрозу экосистемам и человеку”. В работе [7, с. 151] экологическая опасность определяется как “вероятность нарушения и деградации окружающей среды в результате антропогенных воздействий, стихийных бедствий и природных катастроф, приводящих к угрозе человеку и его здоровью”.

В Федеральном законе РФ “Об охране окружающей среды” экологический риск определяется как “вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера”. В работе [6, с. 15] экологический риск — “это величина, пропорциональная отклонению от эталона качества”, и, таким образом,

“качество и риск можно измерять в сопоставимых шкалах”. Экологическая опасность как мера риска — “угроза изменения состава или свойств окружающей среды либо появление изменений связанных с возникновением нежелательных процессов, обусловленных антропогенным воздействием”. При этом подчеркивается, что смысл этого определения — вероятностный.

Под *экологической опасностью* понимается возможность (вероятность) потери качества территорий *природно-хозяйственных геосистем* (ПХГС) в результате антропогенной деятельности и природных процессов, а под экологическим риском — вероятность невыполнения требований к качеству территорий. ПХГС — это сложный, территориально и функционально целостный природно-антропогенный объект, выделенный по определенному принципу (например, бассейновому), имеющий разнокачественные природные и хозяйственные компоненты, взаимосвязанные потоками вещества, энергии и информации. При этом качество территорий ПХГС, оцениваемое как относительно экологических требований (норм), так и с точки зрения их природно-хозяйственной значимости (ценности), рассматривается в качестве иерархической системы частных свойств геосистемы. На нижнем уровне иерархической структуры (“дерева свойств”) качество территорий описывается определенным набором природно-хозяйственных показателей — частных показателей качества (ПК).

**Постановка проблемы.** Важнейшей системной принцип — принцип целостности (эмерджентности), характеризующийся: 1) неаддитивностью — “свойство системы (целого) не является простой суммой свойств составляющих ее элементов (частей), которая характеризует взаимосвязь системы как целого с внешней средой”; 2) “свойства системы (целого) зависят от свойств составляющих ее элементов (частей)” [2, с. 55]. При этом, с одной стороны, объединенные в систему компоненты, как правило, утрачивают часть свойств, присущих им вне системы, а с другой — компоненты, входящие в состав системы, могут приобрести новые свойства, например природные ком-

<sup>1</sup> Воронежский государственный педагогический университет, естественно-географический факультет, кафедра экологического образования, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: umyvakin@mail.ru

поненты геосистем, подверженные антропогенному воздействию. Таким образом, для геосистемного анализа проблемы устойчивого природопользования на основе квалиметрического подхода необходимо использовать модели и методы неаддитивной интегральной оценки качества территорий ПХГС, имеющей вероятностную интерпретацию в категориях экологической опасности.

**Материалы и методы исследований.** Рассмотрим методологические аспекты построения интегральной оценки экологической опасности территорий для ранжирования управленческих решений по устойчивому природопользованию. Как показал анализ используемых в системных эколого-географических исследованиях интегральных оценок состояния окружающей среды [3, 8, 15], в геоэкологической квалиметрии широко используются обобщенные критерии (индексы) качества сложных геообъектов типа средних величин (табл. 1): аддитивная (средневзвешенная арифметическая) и мультипликативная (средневзвешенная геометрическая) (табл. 1).

Таблица 1

Виды средневзвешенных величин  
(интегральных оценок качества геосистем)

Вид средневзвешенного	Формула
арифметическое	$d_m = \sum_{j=1}^m \lambda_j d_j$
геометрическое	$d_g = \prod_{j=1}^m d_j^{\lambda_j}$
квазигеометрическое	$d = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - d_j)^{\lambda_j}$

Примечание. Действительные числа  $d_j$  принимают значения из интервала [0, 1].

В табл. 1 через  $d_j$  обозначена  $j$ -я частная относительная оценка некачественности (деградации, экологической опасности) территорий ПХГС по  $j$ -му частному ПК. Весовые коэффициенты  $\lambda_j$  частных оценок  $d_j$  удовлетворяют условию

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, m. \quad (1)$$

Например, в работе [3] используются частные оценки, которые получены с помощью нелинейного преобразования  $d_j(z_j) = [z_j]^\beta$ , где  $z_j = (y_j^{\max} - y_j) / (y_j^{\max} - y_j^{\min})$  — нормированное значение  $j$ -го ПК  $i$ -й геосистемы из интервала [0, 1], параметр  $\beta > 1$ . Здесь интегральной оценкой является средневзвешенная арифметическая величина. В работе [16] оценки  $d_j$ , принимающие значения из интервала [0, 1] — нелинейные экспоненциальные функции желательности  $d_j(z_j) = [\exp(-\exp(-z_j))]$ ,

где  $z_j$  — определенным образом нормированное значение  $j$ -го ПК,  $\exp$  — экспоненциальная функция, при этом в качестве интегральной оценки  $d$  используется среднее геометрическое.

Отметим, что аддитивные интегральные оценки и мультипликативные интегральные оценки вроде среднего геометрического не удовлетворяют существенному свойству “ограниченной компенсации”, т.е. условию невозможности улучшения значений некоторых частных оценок за счет компенсации сколь угодно большого снижения качества по другим частным оценкам.

Задача обоснованного выбора вида интегральной оценки (“сводной формулы”) качества типа “экологическая опасность” территорий ПХГС оказывается обычно очень сложной, а на практике такой выбор часто недостаточно корректен. Для нее должна быть выработана некоторая шкала измерения, которая должна отражать содержательный смысл измеряемой величины и иметь вероятностную интерпретацию.

В работе [8] сформулирован набор содержательных требований к комплексной геоэкологической оценке (КОГЭО) территорий: “формирование КОГЭО должно быть простым и понятным лицу, принимающему решение; КОГЭО должна быть детальной, а не средней оценкой территории, такой, на основании которой имелась бы возможность проводить оценки относительно небольших территорий, т.е. подсистем сложной системы; КОГЭО должна позволять выявлять территории (зоны) опасные в экологическом плане; КОГЭО должна быть единой и представлять собой в идеале некоторое математическое выражение (либо набор математических выражений), в которое введены все частные оценки отдельных факторов; методики проведения частных оценок должны быть самостоятельными, но в то же время они должны входить составной частью в КОГЭО” и пр.

Рассмотрим ситуацию, когда качество территорий ПХГС характеризуется только двумя частными ПК —  $y_1$  и  $y_2$ . Пусть  $d_1$  и  $d_2$  — соответствующие частные относительные оценки качества (квалитативные оценки) этих ПК, а  $d = d(d_1, d_2)$  — интегральная квалитативная оценка, которая рассматривается как результат некоторой операции над частными квалитативными оценками ПХГС. Сформулируем основные априорные требования (аксиомы), лежащие в основе квалиметрического подхода к построению нелинейной (неаддитивной) интегральной оценки  $d$ :

1) *коммутативность (равноценность)* — одинаковая важность частных оценок  $d_1$  и  $d_2$ :  $d(d_1, d_2) = d(d_2, d_1)$ ;

2) *ассоциативность (иерархическая одноуровненность)* — агрегируются лишь частные оценки  $d_j$ , принадлежащие одному уровню иерархической структуры (“деревя”) свойств ПХГС:  $d(d(d_1, d_2), d_3) = d(d_1, d(d_2, d_3))$ ;

3) *гладкость* — непрерывная зависимость интегральной оценки от частных оценок:  $d(d_1, d_2)$  — многочлен;

4) *ограниченность* — в квалиметрии задаются границы интервала изменения частных и интегральной оценок:  $0 \leq d(d_1, d_2) \leq 1$  при  $0 \leq d_1, d_2 \leq 1$ ;

5) *нейтральность* — интегральная оценка совпадает с частной оценкой, когда другая принимает минимальное значение:  $d(d_1, 0) = d_1$ ,  $d(0, d_2) = d_2$ ;  $d(0, 0) = 0$ ,  $d(1, 1) = 1$ .

Проведенное в работе [5] теоретико-математическое обоснование показывает, что требованиям коммутативности (равноценности) и ассоциативности (иерархической одноуровненности) удовлетворяет интегральная оценка типа среднего “квазигеометрического”:

$$D = d_1 + d_2 - d_1 d_2 = 1 - (1 - d_1)(1 - d_2). \quad (2)$$

Как известно, вероятность суммы двух совместных событий  $A$  и  $B$  вычисляется по формуле:  $P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB)$ . В силу независимости событий  $A$  и  $B$   $P(AB) = P(A)P(B)$ . Таким образом, формула (2) совпадает с формулой вероятности суммы двух совместных независимых событий.

В общем случае для  $m$  частных ПК интегральная оценка экологической опасности территорий ПХГС — средневзвешенная квазигеометрическая величина (табл. 1) и имеет вид [4, 5]:

$$d = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - d_j)^{\lambda_j}, \quad (3)$$

где  $\lambda_j$  — весовые коэффициенты частных оценок  $d_j^i$ , удовлетворяющие условию (1),  $j = 1, 2, \dots, m$ . Отметим, что имеет место неравенство:

$$\left[ 1 - \prod_{j=1}^m (1 - d_j)^{\lambda_j} \right] \geq \sum_{j=1}^m \lambda_j d_j \geq \prod_{j=1}^m d_j^{\lambda_j}.$$

Таким образом, средневзвешенное квазигеометрическое является оценкой сверху для средневзвешенного арифметического и средневзвешенного геометрического. При этом для частных оценок  $d_j$  экологической опасности территорий ПХГС все средневзвешенные величины (интегральные оценки) принимают значения из интервала  $[0, 1]$ . Чем меньше значение средневзвешенного квазигеометрического (интегральной оценки некачественности ПХГС), тем ниже общая экологическая опасность территорий.

Для построения интегральной качественной оценки  $d$  нужно иметь частные относительные качественные оценки  $d_j$  ПХГС по  $j$ -му ПК,  $j = 1, 2, \dots, m$ . Обозначим через  $y_j^i$  — значение  $j$ -го ПК для  $i$ -й геосистемы, а через  $y_j^*$  — пороговое (предельно допустимое) значение, отражающее нормативное требование к качеству ПХГС по  $j$ -му ПК. Поставим им в соответствие две безразмерные величины, принимающие значения из интервала  $[0, 1]$ :  $\mu_j^i = \mu_j(y_j^i)$  — абсолютную частную оценку качества и  $\varepsilon_j = \varepsilon_j(y_j^*)$  — соответствующий нормативный уровень по  $j$ -му ПК. Будем считать, что требование к качеству ПХГС по  $j$ -му ПК выполнено, если  $\mu_j^i \geq \varepsilon_j$ . При этом частная оценка  $d_j$  как

функция величин  $\varepsilon_j$  и  $\mu_j$  должна удовлетворять следующим условиям: 1)  $0 \leq d_j \leq 1$  при  $\mu_j \geq \varepsilon_j$ ; 2)  $d_j = 0$  при  $\varepsilon_j = 0$ ,  $\mu_j > 0$  (оценка минимальна, если нет никаких требований к качеству); 3)  $d_j = 0$  при  $\mu_j = 1$  и  $\mu_j > \varepsilon_j$  (оценка минимальна при “идеальном” качестве независимо от требований); 4)  $d_j = 1$  при  $\mu_j = \varepsilon_j \neq 0$  (оценка максимальна при предельно низком допустимом качестве).

В работах [4, 5] показано, что при  $\mu_j \geq \varepsilon_j$  указанным условиям удовлетворяет частная качественная оценка  $d_j$  вида

$$d_j = [\varepsilon_j(1 - \mu_j)] / [\mu_j(1 - \varepsilon_j)]. \quad (4)$$

Доопределим оценку  $d_j$  следующим образом: 1)  $d_j = 1$  при  $\mu_j = \varepsilon_j = 1$ ; 2)  $d_j = 0$  при  $\mu_j = \varepsilon_j = 0$ ; 3)  $d_j = 1$  для всех  $\mu_j < \varepsilon_j$ . Отметим, что оценка  $d_j$  является убывающей функцией по  $\mu_j$  и возрастающей по  $\varepsilon_j$ . Покажем, что эта оценка позволяет вычислять условную вероятность события, состоящего в том, что требование к интегральному качеству ПХГС не выполняется при выполнении требований к ее качеству по  $j$ -му частному ПК. Обозначим через  $\mu$  интегральное качество (качество в целом) ПХГС, а через  $\varepsilon$  — требование к этому качеству. Будем считать, что требование к интегральному качеству ПХГС выполнено, если  $\mu \geq \varepsilon$ , причем, если качество  $\mu_j$  ПХГС хотя бы по одному ПК ниже соответствующего нормативного уровня  $\varepsilon_j$ , то удовлетворить требование к интегральному качеству ПХГС невозможно. Пусть  $A$  — событие, состоящее в том, что не выполнено требование к интегральному качеству, а  $B_j$  — событие, состоящее в том, что не выполнено требование к качеству ПХГС по  $j$ -му ПК. Тогда условная вероятность  $P(A|B_j) = 1$ , так как если  $\mu_j < \varepsilon_j$ , то  $\mu < \varepsilon$ . В то же время  $0 \leq P(A|\bar{B}_j) \leq 1$ , где  $\bar{B}_j$  — событие, противоположное  $B_j$ . Другими словами,  $P(A|\bar{B}_j)$  — вероятность невыполнения требований к качеству ПХГС при условии, что требования к качеству ПХГС выполнены по  $j$ -му ПК. Эту вероятность и нужно определить. Отметим, что события  $AB_j$  и  $A\bar{B}_j$  попарно несовместны и  $A = AB_j + A\bar{B}_j$ . Так как  $P(A|B_j) = 1$ , то из формулы полной вероятности следует:

$$P(A) = P(AB_j) + P(A\bar{B}_j) = P(B_j)P(A|B_j) + P(\bar{B}_j)P(A|\bar{B}_j) = P(B_j) + [1 - P(B_j)]P(A|\bar{B}_j).$$

Таким образом,

$$P(A|\bar{B}_j) = [P(A) - P(B_j)] / [1 - P(B_j)].$$

Рассмотрим формулу умножения вероятностей  $P(AB_j) = P(A)P(B_j|A) = P(B_j)P(A|B_j)$ . Опять, учитывая, что  $P(A|B_j) = 1$ , получаем важное неравенство  $0 \leq P(A) = P(B_j) / P(B_j|A) \leq 1$ . Отсюда следует, что  $P(B_j) \leq P(B_j|A)$ . В результате получим:

$$P(A|\bar{B}_j) = \{P(B_j)[1 - P(B_j|A)]\} / \{P(B_j|A)[1 - P(B_j)]\}. \quad (5)$$

Введем следующие обозначения:  $d_j = P(A|\bar{B}_j)$ ,  $\epsilon_j = P(B_j)$  — вероятность некачественности всех геосистем по  $j$ -му ПК,  $\mu_j = P(B_j|A)$  — вероятность некачественности геосистем по  $j$ -му ПК при условии, что требования к качеству ПХГС не выполнены. В результате получаем, что формула (5) совпадает с формулой (4) частной качественной оценки ПХГС типа “экологическая опасность”. В силу вероятностной природы величин  $d_j$ ,  $\epsilon_j$ ,  $\mu_j$  они принимают значения из интервала  $[0, 1]$ , причем  $\mu_j \geq \epsilon_j$ .

Подчеркнем, что интегральная качественная оценка геосистем вида (3) удовлетворяет теореме “о хрупкости хорошего” в теории катастроф, согласно которой “...для системы, принадлежащей особой части границы устойчивости, при малом изменении параметров более вероятно попадание в область неустойчивости, чем в область устойчивости. Это проявление общего принципа, согласно которому всё хорошее (например, устойчивость) более хрупко, чем плохое” [1, с. 31–32]. В геоэкологии используется аналогичный принцип лимитирующего фактора. Таким образом, любая геосистема может считаться “хорошей”, если она удовлетворяет определенному набору требований, но должна быть признана “плохой”, если не выполняется хотя бы одно из них. При этом все “хорошее”, например экологическая безопасность территорий, более хрупко — утратить ее легко, а восстановить трудно.

В работе [4] для содержательной интерпретации такой оценки предлагается использовать вербально-числовую шкалу Харрингтона (табл. 2), имеющую достаточно универсальный характер.

Таблица 2  
Степень экологической опасности территорий по зеркальной шкале Харрингтона

Ранг	Содержательное описание градаций	Численное значение
1	очень высокая	(0,8; 1)
2	высокая	(0,63; 0,8)
3	средняя	(0,37; 0,63)
4	низкая	(0,2; 0,37)
5	очень низкая	(0; 0,2)

Отметим, что величина  $d_e = 1 - 1/e \approx 0,63$  является особой точкой в зеркальной шкале Харрингтона (точкой перехода системы в “некачественное” состояние), в то же время она является и единичным элементом в алгебре оценок “экологической опасности”.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Рассмотрим пример использования квалиметрической модели интегральной оценки экологической опасности территорий для геосистемного анализа проблемы устойчивого землепользования в условиях интенсив-

ности развития процессов водной эрозии на речных водосборах Воронежской области [14]. В перечень частных ПК анализируемых ПХГС включены:  $y_1$  — смытость почв с площади сельскохозяйственных угодий (%) и  $y_2$  — густота оврагов (км/км<sup>2</sup>). Информационную базу исследования составили фондовые материалы, электронные тематические карты и космоснимки на изучаемую территорию, литературные источники и интернет-ресурсы. Границы 33 речных водосборов с площадью более 400 км<sup>2</sup>, принадлежащих бассейну р. Дон, выделены на основе обработки находящейся в открытом доступе в Интернете ([http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2\\_1/SRTM3/Eurasia/](http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/Eurasia/)) цифровой модели рельефа в виде матрицы высот SRTM на территорию Воронежской области (рис. 1).

Сбор и обработка данных выполнены по технологии бассейнового гидрологического моделирования в программе ArcGIS. На основании полученных данных, а также с использованием цифровой топоосновы масштаба 1 : 100 000 определены метрические характеристики (площади, центроиды), а также атрибутивные показатели развития водной эрозии для выделенных водосборов, в частности ПК “густота овражно-балочной сети, км/км<sup>2</sup>”. Водосборам рек Воронежской области присуща различная степень эрозионной опасности (деградации) территорий (рис. 1).

Для расчета частных оценок  $d_j^i$  эрозионной деградации земель  $i$ -й ПХГС по  $j$ -му ПК использованы различные нелинейные функции качества в соответствии с многовариантным подходом к экологическому картографированию [9–13]. В табл. 3 приведена вербально-числовая шкала показателя “расчлененность территории оврагами, км/км<sup>2</sup>” в соответствии с “Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель”.

Таблица 3  
Вербально-числовая шкала показателя “расчлененность территории оврагами”, км/км<sup>2</sup>

Содержательное описание градаций	Численное значение	Степень деградации
очень сильнодеградированные	>2,5	4
сильнодеградированные	0,8–2,5	3
среднедеградированные	0,4–0,8	2
слабодеградированные	0,1–0,4	1
недеградированные	<0,1	0

На рис. 2 показаны совмещенные графики значений ПК ( $y_2$  — густота овражно-балочной сети и соответствующей частной функции желательности  $d_2$  для территорий речных водосборов Воронежской области), на основе которых построена частная оценочная карта опасности развития линейной эрозии в регионе. Значение коэффициента парной корреляции ( $r_{y_2 d_2} = 0,98$ )

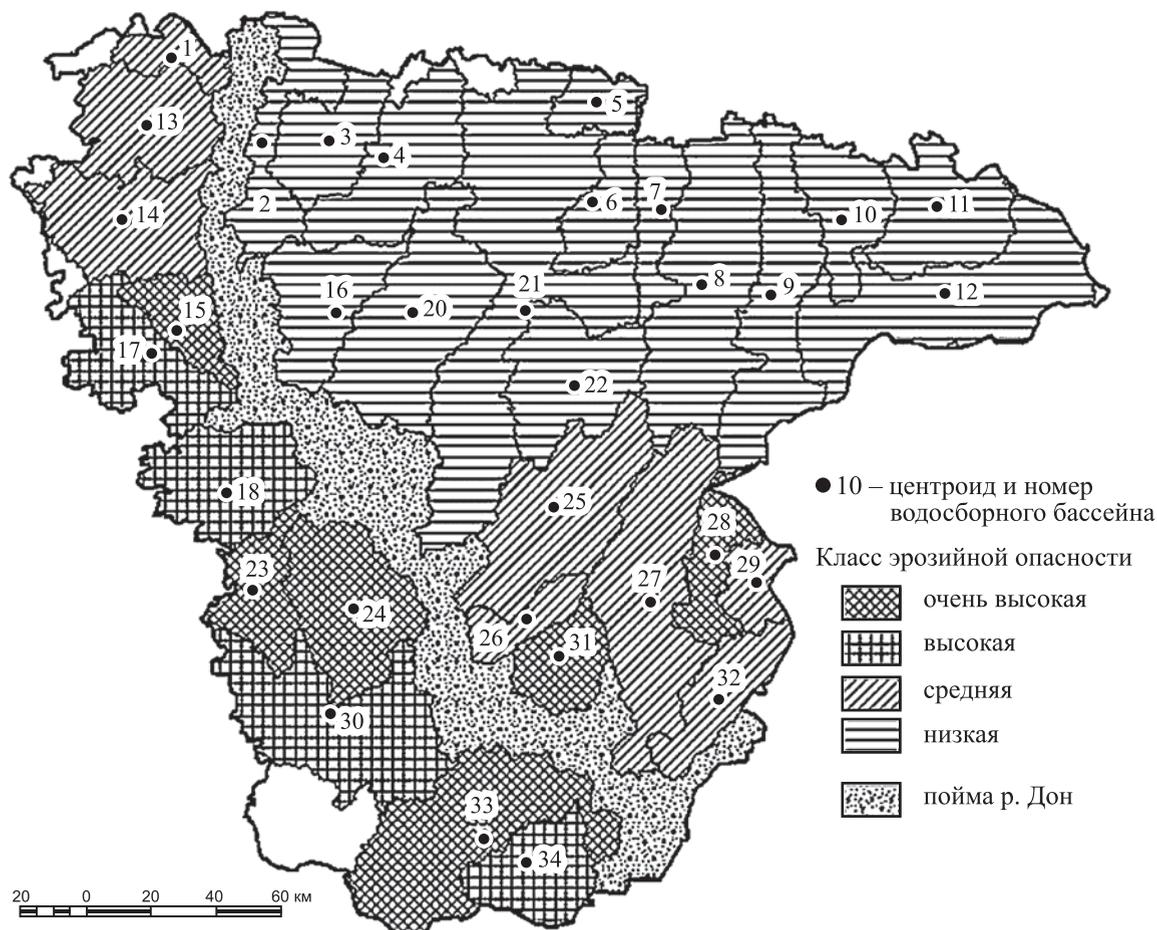


Рис. 1. Интегральная оценочная карта общей эрозийной опасности земель речных водосборов в Воронежской области: 1 – Б. Верейка, 2 – Воронеж, 3 – Усмань, 4 – Хава, 5 – Эртиль, 6 – Курлак, 7 – Токай, 8 – Елань, 9 – Савала, 10 – Карачан, 11 – Ворона, 12 – Хопер, 13 – Ведуга, 14 – В. Девица, 15 – Н. Девица, 16 – Хворостань, 17 – Потудань, 18 – Тихая Сосна, 19 – Дон, 20 – Икорец, 21 – Битюг, 22 – Чигла, 23 – Ольховатка, 24 – Россошь, 25 – Осередь, 26 – Гаврило, 27 – Толучеевка, 28 – Подгорная, 29 – Манина, 30 – Черная Калитва, 31 – Мамоновка, 32 – Криуша, 33 – Богучар, 34 – Левая Богучарка

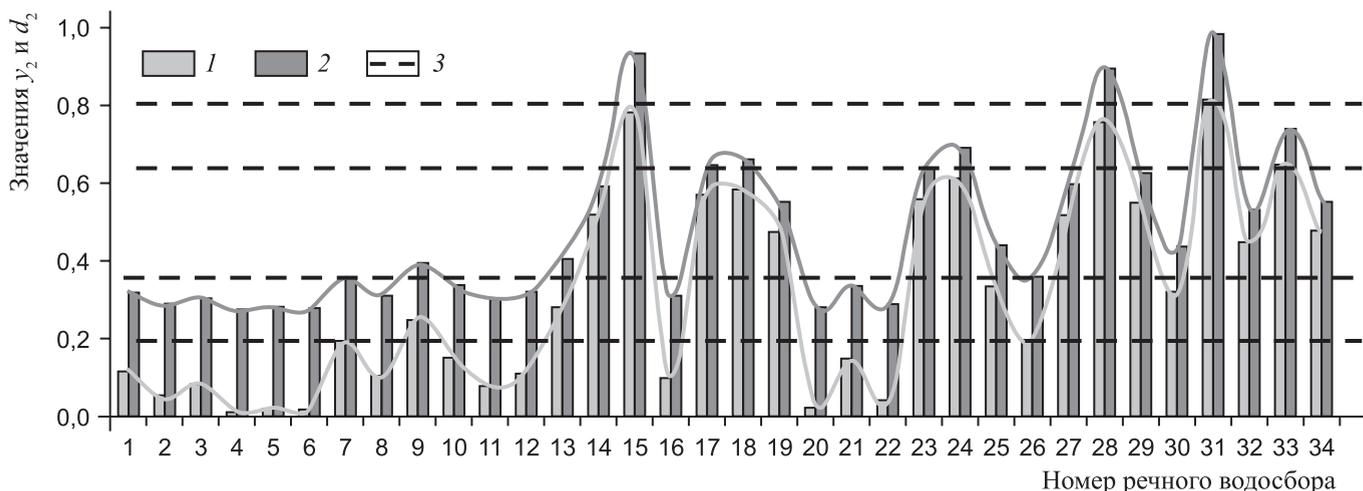


Рис. 2. Взаимосвязь густоты оврагов ( $y_2$ ) и частной оценки эрозийной опасности территорий речных водосборов ( $d_2$ ): 1 – значения  $y_2$ , км/км<sup>2</sup>; 2 – значение  $d_2$ ; 3 – градации эрозийной опасности земель по шкале Харрингтона

и графики этих показателей, приведенные на рис. 2, свидетельствуют о сопоставимости предлагаемых моделей частных оценок эрозионной опасности территорий ПХГС с известными методиками диагностики деградированных земель. На рис. 3 графически представлена интегральная оценка эрозионной деградации земель речных водосборов Воронежской области, вычисленная по формуле (3) и содержательно интерпретируемая в шкале Харрингтона (табл. 2).

Эта оценка позволяет выделить речные водосборы, для которых в первую очередь необходимо разработать и реализовать комплекс программных противоэрозионных мероприятий (управленческих решений для устойчивого землепользования), снижающих интенсивность эрозионной деградации земель при приемлемых затратах [14].

#### Выводы:

— разработан и на примере Воронежской области апробирован научно-методический аппарат квалиметрического подхода к построению неаддитивной интегральной оценки экологической опасности территорий ПХГС, которая является средневзвешенной “квазигеометрической” величиной (табл. 1);

— методика построения этой оценки характеризуется оригинальным способом формирования нелинейных частных оценок и интегральной оценки, имеющих вероятностный смысл, что позволяет квалифицированно измерять и содержательно интерпретировать общую экологическую опасность территорий ПХГС в универсальной вербально-числовой шкале Харрингтона (табл. 2);

— предлагаемая интегральная оценка экологической опасности территорий ПХГС отличается от аналогов тем, что: 1) позволяет измерять степень несоответствия экологического состояния территорий нормативным требованиям к их качеству; 2) требования к качеству территорий ПХГС задаются в виде нормативных уровней — нижних предельно допустимых значений для каждого ПК в отдельности; 3) частные показатели качества территорий ПХГС можно измерить в разных шкалах (шкале отношений, в порядковой шкале, в виде балльных оценок); 4) возможен учет неравноценности частных оценок качества территорий ПХГС на основе определения их весовых коэффициентов; 5) “технологически” связана с методом дерева свойств (методом анализа иерархий), используемого в квалиметрии [4] и системном анализе [2].

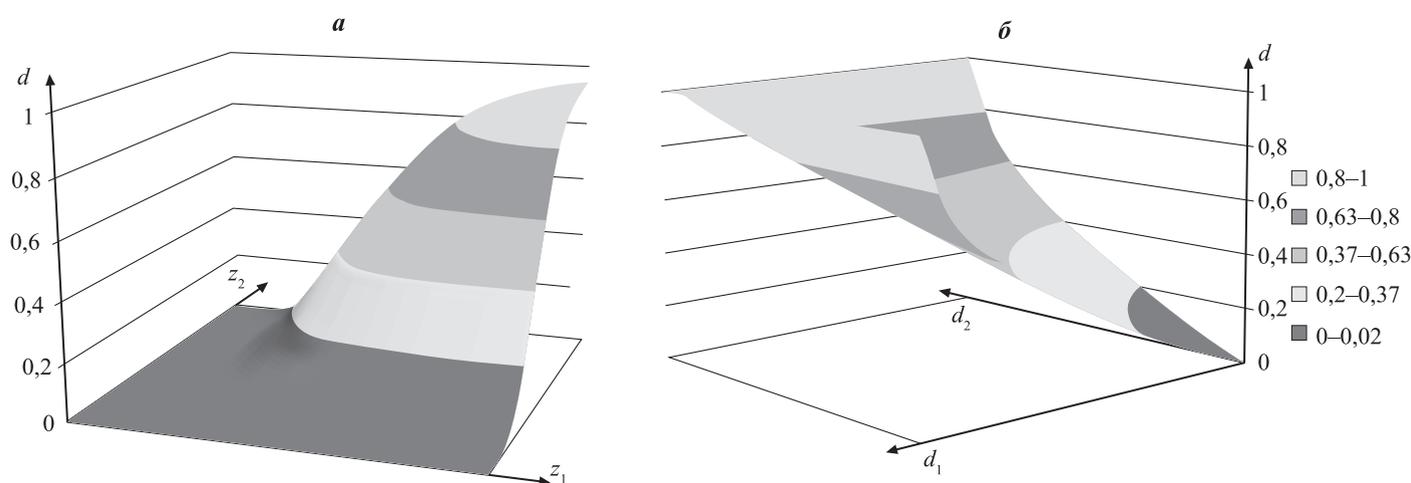


Рис. 3. Визуальное представление интегральной оценки эрозионной деградации территорий речных водосборов в шкале Харрингтона: *a* —  $z_1$  — нормированный показатель,  $y_1$  — смытость почв с площади сельскохозяйственных угодий,  $z_2$  — нормированный показатель,  $y_2$  — густота овражно-балочной сети, *b* —  $d_1$  — частная оценка по показателю  $z_1$ ,  $d_2$  — частная оценка по показателю  $z_2$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990. 128 с.
2. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: Изд-во СПб. гос. техн. ун-та, 1999. 512 с.
3. Дмитриев В.В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы // Общество. Среда. Развитие. 2009. № 4. С. 146—165.
4. Зибров Г.В., Умывакин В.М., Матвиец Д.А. Геоэкологическая квалиметрия природно-хозяйственных территориальных систем // Экологические системы и приборы. 2011. № 5. С. 3—9.
5. Каплинский А.И., Русман И.Б., Умывакин В.М. Алгоритмизация и моделирование слабоформализованных задач

выбора наилучших вариантов систем. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. 168 с.

6. Карлин Л.Н., Музалевский А.А. Рискологические исследования в РГГМУ // Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 2. С. 5—19.

7. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. М.; Смоленск: Маджента, 2003. 384 с.

8. Потапов А.И., Воробьев В.Н., Карлин Л.Н., Музалевский А.А. Мониторинг, контроль, управление качеством окружающей среды: науч. и учеб.-метод. справ. пособие: В 3 ч. Ч. 3. Оценка и управление качеством окружающей среды. СПб.: РГГМУ, 2005. 598 с.

9. Рубанов И.Н., Тикунов В.С. Методология оценки экологической составляющей устойчивого развития и состояния окружающей среды в российских условиях // Мат-лы междунар. конф. “Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт”. ИнтерКарто/ИнтерГИС-11. Ставрополь; Домбай; Будапешт, 2005. С. 206—214.

10. Рубанов И.Н., Тикунов В.С. Оценка социальной, экономической и экологической устойчивости развития регионов России // Эконом.-географ. вестн. Южного федерального университета. 2009. № 6. С. 58—70.

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

12. Тикунов В.С., Цанук Д.А. Картографирование устойчивого развития // Мат-лы междунар. конф. “ГИС для устойчивого развития окружающей среды”. ИнтерКарто-3. Новосибирск, 1997. С. 428—441.

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

14. Умывакин В.М., Пахмелкин А.В., Иванов Д.А. Геоинформационный анализ эрозионно-экологической ситуации на территории речных водосборов для управления устойчивым природопользованием // Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 67. Воронеж: ВГУ, 2012. 81с.

15. Шитиков В.Г., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. М.: Наука, 2005. 281 с.

16. Harrington E.C.Jr. The desirability function // Industrial quality control. 1965. Vol. 21, N 10. P. 494—498.

Поступила в редакцию  
16.05.2013

V.M. Umyvakin

### QUALIMETRIC MODELS OF THE ECOLOGICAL RISK EVALUATION FOR NATURAL-ECONOMIC SYSTEMS

Models of partial and integral evaluation of ecological risk for natural-economic systems are discussed, as well as their application for the estimation of the total erosion risk on the lands of river watersheds in the Voronezh oblast.

*Key words:* models, ecological risk, natural-economic systems, Voronezh oblast.

## ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 551.435:631.42:546.79

Н.Н. Иванова<sup>1</sup>, Е.Н. Шамшурина<sup>2</sup>, В.Н. Голосов<sup>3</sup>, В.Р. Беляев<sup>4</sup>,  
М.В. Маркелов<sup>5</sup>, Т.А. Парамонова<sup>6</sup>, О. Эврар<sup>7</sup>

**ОЦЕНКА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ <sup>137</sup>CS ЭКЗОГЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ  
В ДНИЩЕ ДОЛИНЫ Р. ПЛАВА (ТУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ) ПОСЛЕ АВАРИИ  
НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС<sup>8</sup>**

Проанализированы результаты определения концентрации и запаса <sup>137</sup>Cs в отложениях пойменно-террасового комплекса на ключевых участках в долине малой реки, дренирующей территорию с разным уровнем чернобыльского загрязнения. Выявлены особенности и действующие факторы перераспределения радиоактивного изотопа цезия на разных уровнях поймы как в пределах исследованных площадок, так и вдоль долины реки, а также выноса загрязненного материала с речным стоком за пределы зоны первоначального чернобыльского загрязнения.

*Ключевые слова:* плотность радиоактивного загрязнения, пойменный комплекс, эрозионно-аккумулятивные процессы.

**Введение.** Речная пойма — полигенетический элемент рельефа, в формировании которого участвуют как непосредственно русловой поток, так и другие экзогенные процессы. Сток взвешенных и влекомых речным потоком наносов формируется за счет вовлечения в движение поверхностного слоя русловых отложений, поступления продуктов размыва пойменного и террасового аллювия, выноса вещества с вышележащих участков и притоков и непосредственного поступления продуктов эрозии почв со склонов [1]. Таким образом, речная пойма служит одновременно и аккумулятором и источником твердого материала, переносимого рекой [19], а скопления пойменного аллювия представляют собой одну из форм, в которой осуществляется сток речных наносов [13]. Соотношение вклада различных рельефообразующих агентов в формирование поймы во многом определяется масштабом речной долины; для малых рек, где ширина днища долины составляет несколько сотен метров, роль склоновых процессов в поставке материала часто сопоставима с значимостью флювиального фактора. В случае поступления в речной бассейн загрязняющих веществ,

перемещающихся с почвенно-грунтовыми частицами, в пойменных ландшафтах может происходить их аккумуляция, значительно влияющая на экологическую обстановку [14].

**Постановка проблемы.** Один из весьма опасных видов загрязнения природной среды — радиоактивное загрязнение, в частности, долгоживущим изотопом <sup>137</sup>Cs искусственного происхождения, появившимся в результате испытаний ядерного оружия в открытой атмосфере в начале 50-х гг. XX в. После запрета на проведение атмосферных ядерных испытаний поступление <sup>137</sup>Cs в природную среду происходит преимущественно вследствие эксплуатационных выбросов АЭС. Несмотря на то что в выбросах концентрация радиоактивных продуктов ниже допустимой, их локальное накопление в результате систематических выпадений и дальнейшего перераспределения экзогенными процессами может быть негативным для геосистемы. Однако наиболее опасно распространение радионуклидов в результате аварий. Оценка экологических и экономических последствий радиоактивного заражения, выработка правильной стратегии их минимизации не-

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* nadine\_iv@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева, мл. науч. с., канд. биол. н.; *e-mail:* shamshyr@mail.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт экологии и географии, вед. науч. с., докт. геогр. н.; *e-mail:* gollossov@rambler.ru

<sup>4</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева, ст. науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* valdemar\_b@rambler.ru

<sup>5</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева, науч. с., канд. геогр. н.; *e-mail:* m.v.markelov@mail.ru

<sup>6</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, кафедра радиоэкологии и экотоксикологии, ст. преп., канд. биол. н.; *e-mail:* tapare@mail.ru

<sup>7</sup> Лаборатория наук о климате и окружающей среде, Жиф-сюр-Иветт, Франция; *e-mail:* olivier.evrard@lsce.ipsl.fr

<sup>8</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (проект НШ-79.1012.5, НШ-1010.2014.5).

возможны без знания закономерностей перемещения загрязняющих веществ в ландшафте. В частности, в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, в пределах пойменных территорий дополнительно к первоначальному атмосферным выпадениям может накапливаться  $^{137}\text{Cs}$ , поступивший с почвенно-грунтовыми частицами со склонов долин и из верхних звеньев гидрографической сети.

Использование  $^{137}\text{Cs}$  для оценки темпа аккумуляции на поймах начато Д.Е. Уоллингом в конце 1980-х гг. [24]. В нашей стране особенности перераспределения радионуклидов в пределах речных пойм изучались в районах радиоактивного загрязнения в бассейнах рек Теча, Енисей, Ипуть и др. [6, 9, 11, 15]. Исследования радионуклидного загрязнения пойменных почв проводились и на отдельных участках долины р. Плава [10]. Однако сравнительный анализ загрязнения отложенной пойменно-террасового комплекса изотопом  $^{137}\text{Cs}$  по всей длине долины Плавы выполнен впервые.

Цель работы — оценка перераспределения  $^{137}\text{Cs}$  чернобыльского происхождения экзогенными процессами в пойменно-террасовом комплексе на всем протяжении долины реки Плавы в ареалах с разной степенью первоначального загрязнения, определение источников поступления и скорости накопления загрязненных этим изотопом почвенно-грунтовых частиц на разных элементах пойменного рельефа, а также выявление возможности их распространения за пределы зоны первоначальных чернобыльских выпадений.

**Материалы и методы исследований.** В качестве объекта исследований выбран бассейн р. Плава, расположенный в Тульской области в пределах северо-западной части Среднерусской возвышенности, характеризующейся холмисто-увалистым эрозионным рельефом с интенсивным долинно-балочным расчленением (рис. 1). Абсолютные отметки поверхности бассейна изменяются от 290 м в южной части до 137 м в северной, общая площадь бассейна 1856 км<sup>2</sup>, длина главной реки около 90 км.

Значительная земледельческая освоенность региона (в периоды максимальной интенсивности сельскохозяйственного землепользования распаивалось до 80% площади бассейна), расчлененный рельеф (средняя величина вертикального расчленения 60–70 м) и сравнительно высокая периодичность выпадения стокоформирующих ливней (среднегодовой потенциал ливневых осадков 8,0 ед.) определяют активное проявление процессов эрозии на распаханых водосборных склонах [3, 4, 12].

Характер выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в апреле–мае 1986 г. определил неоднородность распределения радионуклида по площади бассейна. Ареалы с разной плотностью радиоактивного загрязнения имеют вид полос, вытянутых в субширотном направлении (рис. 1). Р. Плава, долина которой ориентирована субмеридионально, пересекает участки с разным уровнем загрязнения — от 0,5–1 Ки/км<sup>2</sup> в верховьях до 5–15 Ки/км<sup>2</sup> в сред-

ней, самой широкой части бассейна [2]. В предыдущих исследованиях перераспределения  $^{137}\text{Cs}$  в пределах склонов [3, 4, 5, 23] и малых водосборов [20, 21] показано, что значительная часть загрязненных радионуклидами наносов, смываемых с пашни, переоткадывается непосредственно на склонах, бортах и в днищах балок разного порядка, а в речные долины выносятся не более 7% от всего объема смытого материала [16, 17, 20, 23].

Плава — типичная равнинная малая река. Наносы в ее долину поступают в результате размыва берегов и русла, со склонов долины и из притоков. Бассейновая составляющая стока наносов формируется за счет смыва с пахотных земель, размыва в основном линейных форм рельефа (ложбин, донных, береговых и склоновых оврагов), а также грунтовых дорог, плоскостного смыва с выбитых участков пастбищ и наносов, формирующихся в результате развития эрозионных процессов на селитебных территориях. На разных участках долины — в зависимости от ее морфологии, характеристик слагающих дно и берега русла пород, структуры балочно-долинной сети и интенсивности эрозии в пределах вышележащей части водосбора — соотношение каждого из источников может изменяться как во времени, так и в пространстве.

Для оценки современной плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  и определения его источников в днище долины Плавы на основании анализа крупномасштабных топографических карт, космических снимков и рекогносцировочных обследований выбраны 5 ключевых площадок (рис. 1). Выбор их определялся типичной для данного участка долины морфологией пойменно-руслового комплекса, а также положением относительно границ зон с разным уровнем первоначального загрязнения территории  $^{137}\text{Cs}$  чернобыльского происхождения.

Для определения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в отложениях в пределах каждой площадки было выбрано 9–11 точек на разных уровнях поймы в пределах характерных элементов пойменного рельефа. На каждом уровне в одном из разрезов проводился послойный (по глубине) отбор проб через 2–3 см с целью получения детальной эпюры вертикального распределения изотопа. В остальных разрезах пробы отбирали через 10 см. Это позволило приблизительно оценить заглубление слоя с максимальным содержанием  $^{137}\text{Cs}$  для сопоставления с результатами детального отбора, а также определить суммарные запасы изотопа. В 2009–2010 гг. выполнено массовое определение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в различных отложениях (свежем пойменном наилке и русловых наносах) и в пахотных горизонтах почв на склонах в исследуемой части бассейна р. Плава, а также на пойме р. Упа выше и ниже устья Плавы.

В лабораторных условиях образцы почв высушивали до абсолютно сухого состояния при температуре 105 °С, затем размалывали и просеивали через сито

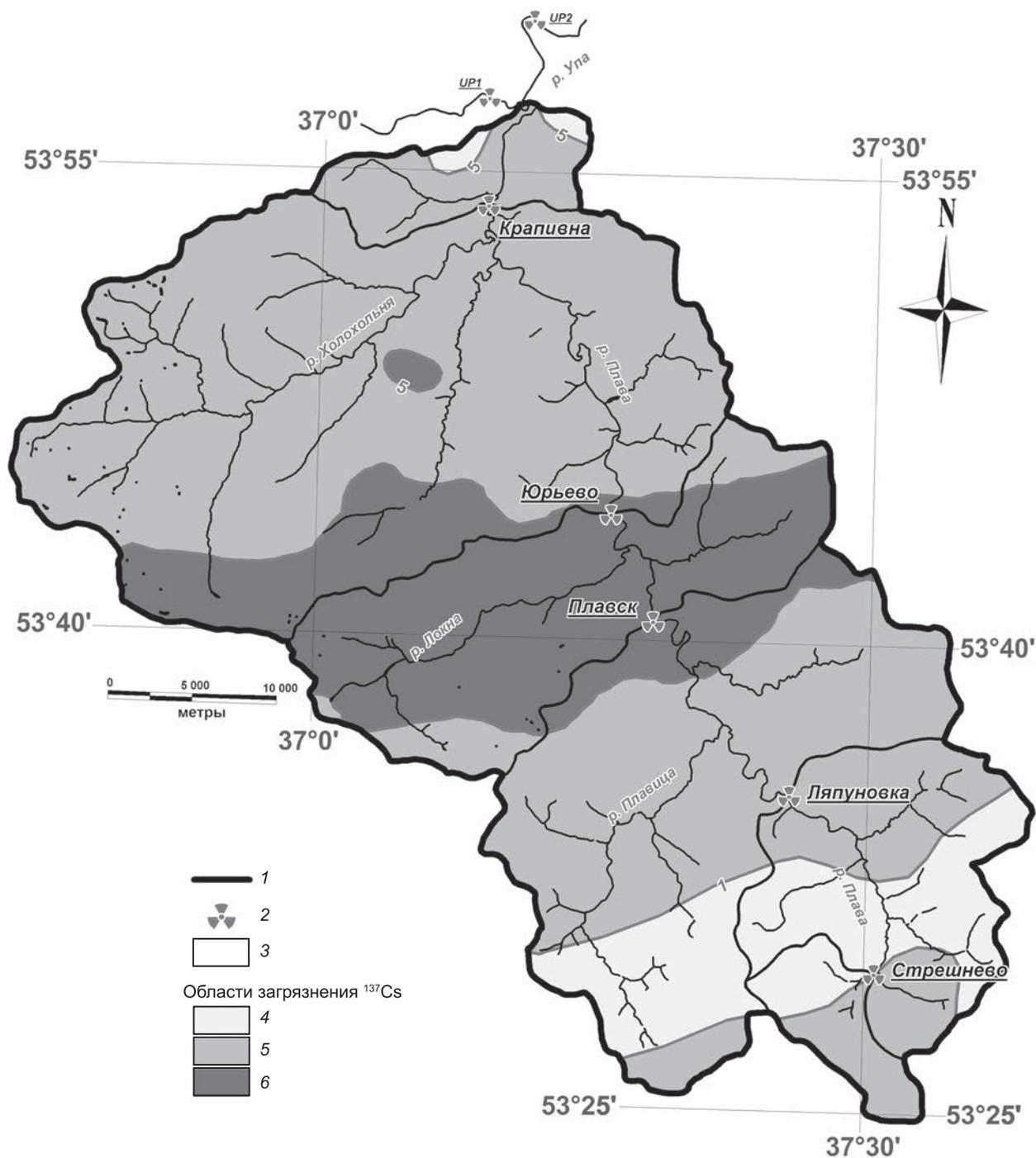


Рис. 1. Загрязнение чернoбыльским  $^{137}\text{Cs}$  и положение участков пробоотбора в бассейне р. Плава: 1 — границы бассейна Плавы; 2 — участки пробоотбора; 3 — границы подбассейнов выше створов ключевых площадок. Плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  (Ки/км<sup>2</sup>), по [2]: 4 — <1, 5 — 1–5, 6 — 5–15

с диаметром отверстий 1 мм. Анализировали мелкозем проб, который служит концентратором техногенных радионуклидов. Подготовку (просушку, гомогенизацию) и гамма-спектрометрический анализ проб почвы проводили в научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова на гамма-спектрометре (относительная погрешность определения удельной активности радионуклидов 5–10%).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Сравнение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в пойменных и русловых отложениях площадок и свежем наилке на пойме после половодья 2010 г., а также в почвах распаханых склонов, расположенных выше ключевых створов, показало значительные различия как для разных частей бассейна, так и внутри каждой площадки (табл. 1). Максимальные значения поверхностной концентрации радионуклида отмечены для самых высоких пойменных уровней на всех площадках, ми-

Таблица 1

Удельная активность <sup>137</sup>Cs в отложениях на пойме Плавы и участках водосбора, прилегающих к ключевым площадкам

Ключевая площадка	Площадь водосбора выше створа площадки, % к общей	Плотность загрязнения на 1986 г., Ки/км <sup>2</sup>	Удельная активность отложений, Бк/кг					
			пойма, слой 0—10 см			распаханные склоны, слой 0—30 см	наилок на пойме после половодья 2010 г.	русловые отложения
			низкая	средняя	высокая			
Стрешнево	3	<1	66	180	264	96—98	38	46
Ляпуновка	14	1—5	86	267	426	200—300	58—61	—
Плавск	38	5—15	583	1299	1460	658—665	150—220	525
Юрьево	54	5—15	378	759	1025	—	317—345	134
Крапивна	96	<1	282	313	57	125—131	—	—

нимальные — для уровня низкой поймы. При этом их величины хорошо коррелируют с пространственным положением ключевых площадок относительно ареалов с разным уровнем исходного загрязнения. В то же время вариабельность плотности загрязнения и вертикального распределения удельной активности изотопа в отложениях ключевых участков определяется локальными условиями и зависит от действующих процессов и особенностей их проявления как в пространстве, так и во времени.

Долина р. Плава в ее верхнем течении врезана относительно неглубоко, пойменный комплекс, представленный двумя уровнями, расположен симметрично по обеим сторонам русла. Глубина реки в межень составляет несколько десятков сантиметров, течение еле заметно, русло заросло водной растительностью. Ключевая площадка “Стрешнево” расположена на правом берегу реки в пределах пологонаклонной к руслу поверхности высокой и низкой поймы с четко выраженным прирусловым валом. На поверхность исследуемого пойменного сегмента наложен конус выноса склоновой ложбины; верховья ее водосбора распаханы, а нижележащий участок в настоящее время заброшен и занят залежью (рис. 2, А). Согласно данным [2], участок “Стрешнево” расположен в ареале с уровнем чернобыльского загрязнения 1—5 Ки/км<sup>2</sup> (рис. 1).

Участок высокой поймы вне зоны влияния склоновой ложбины и выше прируслового вала можно считать стабильной поверхностью с отсутствием привноса и выноса материала как со склоновым стоком, так и водами паводков в период после чернобыльской аварии. Здесь заложен разрез S-10 (превышение над меженным урезом 1,17 м). Плотность загрязнения по измерениям 2009 г. составила 0,6 Ки/км<sup>2</sup> (рис. 3, А). Таким образом, по нашим данным, площадка попадает в ареал с плотностью загрязнения <1 Ки/км<sup>2</sup>. Все остальные элементы рельефа ключевой площадки характеризуются более высокой плотностью загрязнения, однако причиной этого послужило воздействие различных процессов.

Анализ запасов <sup>137</sup>Cs и эпюры его вертикального распределения в отложениях наложенного на высокую пойму конуса выноса склоновой ложбины (разрезы S-1, -2, -5, -6) показал, что здесь происходило накопление загрязненного материала. Удельная активность изотопа в верхних 10—15 см выше чернобыльского пика составляет 220—325 Бк/кг, что в 2—3 раза выше соответствующих показателей для пахотного горизонта почв на водосборе ложбины (табл. 1). Это позволяет предположить, что загрязненные почвенно-грунтовые частицы приносились сюда склоновым стоком в первые годы после аварии, а их источником была не пашня, где выпавший весной 1986 г. <sup>137</sup>Cs был в тот же год распределен по всему пахотному горизонту, а слабозадернованная залежь на месте бывших огородов.

Выявленные на периферии конуса выноса ложбины (разрез S-9) высокие значения плотности загрязнения (рис. 3, А) и удельной активности <sup>137</sup>Cs могут быть связаны с наноудерживающей ролью растительности (разрез заложен вблизи границы косимого луга и зарослей ивняка). Приуроченность уровня максимального загрязнения <sup>137</sup>Cs к зарослям кустарников на пойме отмечена, например, для долины р. Ипуть [7].

Сравнение запаса и удельной активности <sup>137</sup>Cs в отложениях прируслового вала (разрезы S-3 и S-7) показывает наличие незначительной аккумуляции. Вероятно, начиная с 1986 г. поверхность с отметками 0,8—1 м над урезом несколько раз покрывалась полыми водами с отложением загрязненного материала. Периодическое затопление прируслового вала подтверждается и фитоиндикационными признаками, например здесь проходит верхняя граница зарослей гидрофильной растительности — камыша лесного (*Scirpus Silvaticus* L.).

Максимальная плотность загрязнения и концентрации <sup>137</sup>Cs выявлена на низкой пойме (разрезы S-8, -4, -11), причем в двух последних точках отбора загрязненные радионуклидом отложения отобраны не полностью из-за сильной обводненности нижних горизонтов, находящихся в настоящее время ниже уреза

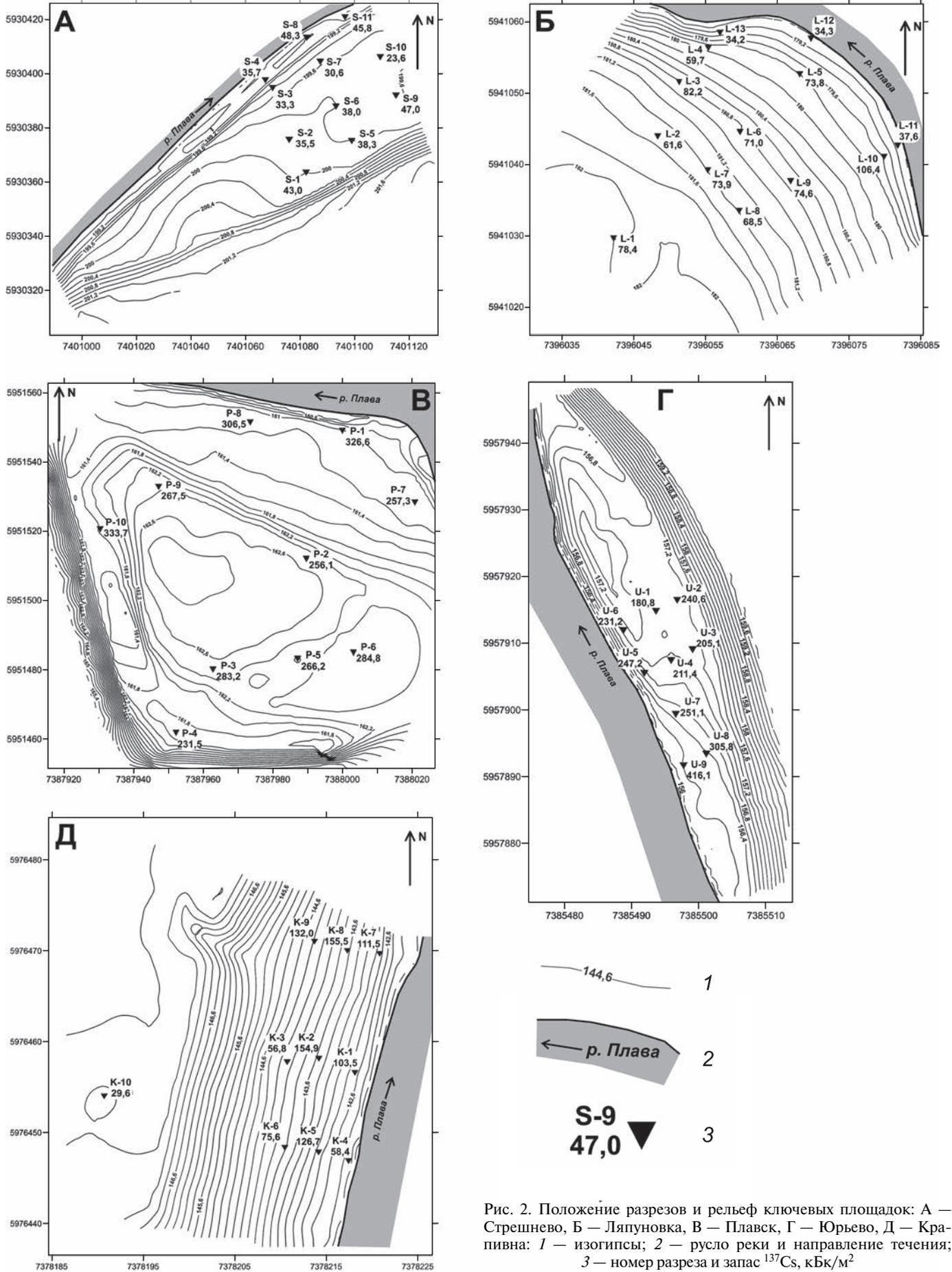


Рис. 2. Положение разрезов и рельеф ключевых площадок: А — Стрешнево, Б — Ляпуновка, В — Плавск, Г — Юрьево, Д — Крапивна: 1 — изогипсы; 2 — русло реки и направление течения; 3 — номер разреза и запас  $^{137}\text{Cs}$ ,  $\text{кБк}/\text{м}^2$

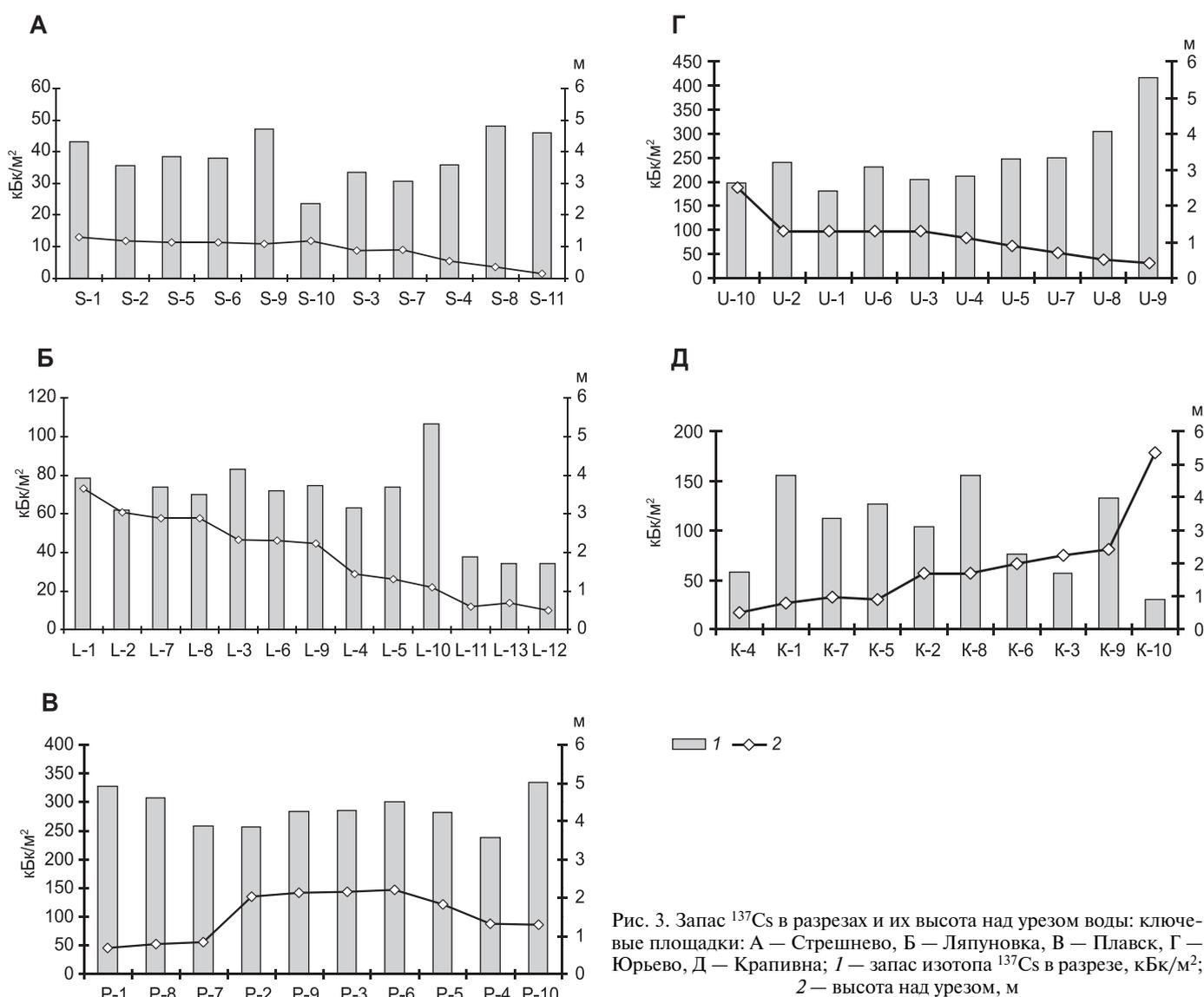


Рис. 3. Запас  $^{137}\text{Cs}$  в разрезах и их высота над урезом воды: ключевые площадки: А — Стрешнево, Б — Ляпуновка, В — Плавск, Г — Юрьево, Д — Крапивна; 1 — запас изотопа  $^{137}\text{Cs}$  в разрезе,  $\text{кБк}/\text{м}^2$ ; 2 — высота над урезом, м

воды в реке. Значительное снижение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  к поверхности, а также его схожая концентрация в верхних слоях молодой поймы и русловом аллювии (табл. 1) свидетельствуют о том, что формирование низкой поймы после 1986 г. происходило за счет переотложения преимущественно русловых наносов и, возможно, продуктов размыва берегов. Темп накопления материала (21—24 см за 23 года) составляет около 1 см/год. Плотность загрязнения низкой поймы к 2009 г. достигла 1,3 Ки/км<sup>2</sup>.

Ниже по течению долина р. Плава изменяет направление на северо-западное и приобретает выраженный асимметричный характер — правый коренной борт крутой, левый — более пологий. Ключевая площадка “Ляпуновка” расположена на левом борту р. Плава, здесь на выпуклом берегу излучины представлены пологонаклонный пойменный комплекс и одна надпойменная терраса (рис. 2, Б). Превышение верхнего пойменного уровня над меженным урезом составляет 1,8 м. Плотность радиоактивного загрязнения в 1986 г. в этой части бассейна составила 1—5 Ки/км<sup>2</sup> [2] (рис. 1).

Анализ запаса  $^{137}\text{Cs}$  и эпюр вертикального распределения его удельной активности в разрезах 1-й надпойменной террасы и высокой поймы показал, что эти поверхности в течение всего прошедшего после аварии периода можно считать стабильными. Здесь не отмечен ни привнос, ни вынос материала, изменение запаса изотопа происходило только под влиянием полураспада, в 2009 г. плотность загрязнения составляла в среднем 72,7  $\text{кБк}/\text{м}^2$  (1,97 Ки/км<sup>2</sup>) (рис. 3, Б).

На поверхности средней поймы запас изотопа закономерно изменяется в соответствии с высотой над урезом. Плотность загрязнения на отметках 1,3—1,4 м (разрезы L-4, -5) сопоставима с таковой для высокой поймы и 1-й надпойменной террасы, а максимальный в пределах исследуемой площадки запас  $^{137}\text{Cs}$  отмечен в разрезе L-10, заложенном в 1,1 м над межени урезом (рис. 3, Б). По виду эпюр вертикального распределения изотопа можно утверждать, что в послечернобыльский период на поверхности средней поймы происходила аккумуляция загрязненных наносов, но мощность отложений и запас радиоизотопа в раз-

разрезах различаются, так как в зависимости от высоты половодий наиболее часто затапливалась только нижняя часть средней поймы.

В разрезах низкой поймы не все постчернобыльские отложения пройдены при отборе проб полностью из-за сильной обводненности субстрата. Однако нарастание содержания  $^{137}\text{Cs}$  по глубине позволяет предположить, что средний темп аккумуляции на низкой пойме составляет не менее 1 см/год. Удельная активность поверхностных пачек отложений находится в диапазоне 85—150 Бк/кг, что в 2—3 раза ниже, чем в соответствующих слоях средней поймы (табл. 2).

Чуть ниже впадения крупного левого притока (р. Плавица) Плава пересекает южную границу центральной, наиболее загрязненной части цезиевого пятна с плотностью поверхностного загрязнения 5—15 Ки/км<sup>2</sup> (рис. 1). Ключевая площадка “Плавск” представляет собой пойменный массив, отчлененный от сегмента первой надпойменной террасы и вогнутого левого коренного берега старичным понижением (рис. 2, В). Максимальные отметки пойменной поверхности достигают 1,8 м над меженным урезом реки.

В центральной, наиболее возвышенной части пойменного массива (разрезы Р-2, -3, -5, -6, -9) средняя плотность загрязнения к лету 2009 г. составила 281,2 кБк/м<sup>2</sup> (7,6 Ки/км<sup>2</sup>). Наибольшие (и приблизительно одинаковые) значения концентрации  $^{137}\text{Cs}$  (табл. 2) отмечены в верхних 10—12 см отложений, т.е. нет признаков аккумуляции материала. Весной 2010 г. после половодья на поверхности поймы была зафиксирована локальная аккумуляция, мощность свежего наилка составила несколько сантиметров. Удельная активность отобранных образцов наилка оказалась почти на порядок меньше, чем в нижележащем слое (табл. 1). В период после чернобыльской аварии воды паводков и половодий, вероятно, не достигали уровня высокой поймы, и затопление ее весной 2010 г. было единичным случаем в ряду маловодных лет.

В пределах низкой поймы максимальные значения концентрации  $^{137}\text{Cs}$  находятся на глубине 12—18 см, что свидетельствует о наличии осадконакопления в постчернобыльский период (табл. 2). Наибольшая плотность загрязнения составляет 327 кБк/м<sup>2</sup> (8,8 Ки/км<sup>2</sup>) и отмечена на самых низких отметках над урезом (рис. 3, В). Наблюдается зависимость между гранулометрическим составом и удельной активностью отложений: наименьшая концентрация  $^{137}\text{Cs}$  отмечена в пределах прируслового вала (разрез Р-7), где происходит отложение более крупных фракций взвешенных наносов. В настоящее время рост низкой поймы происходит преимущественно за счет переотложения руслового материала, что подтверждается близостью величин концентрации радионуклида в пробах донных отложений и в поверхностных слоях низкой поймы (табл. 1).

В старичном понижении привлекают внимание существенные различия в общем запасе  $^{137}\text{Cs}$  и его удельной активности в поверхностных горизонтах в

разрезах Р-4 и Р-10 (рис. 3, В; табл. 2). На спаде половодья вода застаивается в притыловой низовой части пойменного сегмента, очень медленно сливаясь в русло по старичному понижению и откладывая в его наиболее глубокой части преимущественно илистые частицы [18], на которых сорбция  $^{137}\text{Cs}$  происходит лучше, чем на более крупных фракциях [6].

Ключевая площадка “Юрьево” расположена ниже г. Плавск у северной границы наиболее загрязненной части бассейна (рис. 1) и представляет собой узкий участок правобережной поймы с низким и средним уровнями (рис. 2, Г). От высокой поймы прирусловая часть отделена искусственным валом, высота которого позволяет предполагать, что в последние десятилетия на этом участке долины в период прохождения половодья не происходило переливов воды на высокую пойму. Максимальная высота поймы над меженным урезом в верхней части площадки составляет 0,6 м, в нижней по течению части, отчлененной искусственным валом, — 1,6 м.

Запас  $^{137}\text{Cs}$  в отложениях высокой поймы, не подвергавшейся затоплению (разрезы У-1, -2, -3, -4, -6), составляет в среднем 215 кБк/м<sup>2</sup> (5,8 Ки/км<sup>2</sup>). Плотность загрязнения на поверхности высокой поймы на левом берегу Плавы (разрез У-10) в 2,5 м над урезом близка к этим величинам (рис. 3, Г), 89% запаса изотопа здесь сосредоточено в верхних 15 см разреза.

На нижних пойменных уровнях запас  $^{137}\text{Cs}$  в отложениях уменьшается с ростом высоты от разреза У-9 (0,4 м над урезом) до разреза У-5 (0,9 м) (рис. 3, Г). Плотность загрязнения самой низкой части поймы — 11,2 Ки/км<sup>2</sup>, что почти в 2 раза превышает этот показатель для средней поймы. Слои с максимальной удельной активностью (~1900 Бк/кг) заглублены более чем на 30 см, к поверхности происходит снижение концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в 5 раз (табл. 2). Средний темп аккумуляции здесь составляет >1 см/год.

Ключевая площадка “Крапивна” расположена в нижнем течении р. Плава, в 7 км (по долине) выше устья и представляет собой узкий пойменный сегмент, отделенный от 1-й надпойменной террасы насыпью асфальтированной автомобильной дороги. Морфологически на исследованном участке поймы представлен небольшой фрагмент (верхняя часть сегмента) низкой поймы (до 1 м над урезом), узкая (до 10 м) наклоненная к руслу поверхность средней поймы (1,7—2,4 м над урезом) и более обширная и относительно плоская поверхность высокой поймы (5,0—6,0 м над урезом) (рис. 2, Д). Последняя затапливается только в экстремальные половодья, которые, судя по данным о расходе воды в р. Упа (гидропост Орлово), за последние 30 лет случались только 2 раза (в 1986 и 1999 гг.).

Исученный пойменный сегмент характеризуется значительной пространственной неоднородностью плотности загрязнения. Распределение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в толще наносов имеет существенные отличия от такового на ключевых площадках выше по течению реки.

Таблица 2

Удельная активность <sup>137</sup>Cs в пойменных отложениях р. Плава, Бк/кг

Форма рельефа, разрез	Глубина отбора образцов, см															Запас <sup>137</sup> Cs, кБк/м <sup>2</sup>
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30	30-33	33-36	36-39	39-42	42-45	
Высокая пойма, S-6	219	232	<b>263</b>	225	167	105	56	30	17	12	7	3	0	0	38	
Низкая пойма, S-8	64	61	72	68	80	116	324	<b>495</b>	302	80	28	6	12	12	48	
1 нпт, L-1	<b>574</b>	551	463	336	186	102	47	33	30	16	11	10	0	0	78	
Высокая пойма, L-7	<b>436</b>	<b>433</b>	<b>439</b>	314	213	172	98	68	53	29	27	27	13	14	74	
Средняя пойма, L-5	231	272	316	371	367	<b>385</b>	183	96	25	10	10	6	0	0	74	
Средняя пойма, P-2	1266	<b>1354</b>	1209	1225	746	452	157	101	62	51	58	29	21	10	256	
Низкая пойма, P-1	551	672	909	1255	1576	<b>1984</b>	675	259	79	46	16	9	6	6	327	
Старица, P-4	812	1072	1441	<b>1825</b>	1495	796	205	73	46	27	15	10	6	8	238	
Высокая пойма, U-10	<b>1064</b>	<b>1094</b>	917	515	320	152	102	51	47	44	22	23	26	21	199	
Средняя пойма, U-1	625	792	860	<b>901</b>	871	558	460	256	129	60	98	62	43	29	187	
Низкая пойма, U-9	368	389	408	466	513	579	866	1224	<b>1919</b>	1005	—	—	—	—	416	
Высокая пойма, K-10	77	53	61	69	<b>110</b>	<b>111</b>	79	70	48	27	14	4	2	14	28	
Средняя пойма, K-1	288	224	221	270	311	<b>412</b>	385	197	84	77	43	37	26	26	155	
Низкая пойма, K-2	258	266	—	302	330	347	438	437	493	<b>579</b>	338	175	88	36	104	

П р и м е ч а н и е. Полу жирным выделены значения максимальной концентрации <sup>137</sup>Cs в разрезе, соответствующие чернобыльским выпадениям.

Плотность загрязнения в пределах высокой поймы в 2009 г. составила  $0,8 \text{ Ки/км}^2$ . Сравнение запаса и удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  с более низкими пойменными уровнями и близлежащей пашней (табл. 1) показало, что эта поверхность в послечернобыльский период не подвергалась затоплению. Слой отложений мощностью 12–15 см над чернобыльским пиком (табл. 2) имеет, вероятнее всего, антропогенную природу.

Значительно более высокая плотность загрязнения низкой и большей части средней поймы (в среднем  $3,4 \text{ Ки/км}^2$ ) (рис. 3, Д) свидетельствует об активном отложении поступающих с вышележащей части бассейна обогащенных  $^{137}\text{Cs}$  наносов (темп аккумуляции составляет  $\sim 1,2 \text{ см/год}$  за послечернобыльский период). Летом 2009 г. достоверные свидетельства половодья наблюдались до высоты 1,9 м над урезом. На низкой пойме в разрезе К-1 выявлено увеличение концентрации радионуклида в поверхностном горизонте (табл. 2) по сравнению с нижележащими. Разброс значений запаса  $^{137}\text{Cs}$  в разрезах низкой и средней поймы также увеличивается по сравнению с данными, полученными на ключевых участках выше по течению. Вероятно, это связано с большим диапазоном уровня загрязнения в бассейне Плавы выше исследуемого створа.

Река Упа, в которую впадает р. Плава, протекает по слабозагрязненной территории (плотность загрязнения почв  $< 1 \text{ Ки/км}^2$ ). На ее низкой пойме выше и ниже устья р. Плава опробованы разрезы Ур-2 и Ур-1 соответственно для выявления влияния выноса взвешенных наносов с сильно загрязненного водосбора Плавы на концентрацию  $^{137}\text{Cs}$  в отложениях принимающей реки. Темп послечернобыльской аккумуляции наносов на этих участках одинаков и составляет  $< 3 \text{ см/год}$ . Однако при практически идентичной форме вертикального распределения изотопа концентрация его в отложениях разреза, расположенного ниже устья Плавы, на той же глубине существенно больше

(рис. 4), а запасы отличаются практически на порядок ( $16 \text{ кБк/м}^2$  выше устья против  $150 \text{ кБк/м}^2$  ниже устья), т.е. в результате выноса со стоком Плавы радиоактивного материала плотность загрязнения на пойме р. Упа увеличивается до  $4 \text{ Ки/км}^2$  и более, тогда как выше впадения Плавы не достигает  $0,5 \text{ Ки/км}^2$ .

Таким образом, на всех площадках в верхнем и среднем течении Плавы за послечернобыльский период вторичная аккумуляция  $^{137}\text{Cs}$  происходила преимущественно на низкой пойме — запас изотопа увеличивался одновременно с уменьшением его концентрации к поверхности. Вероятно, при низком уровне воды и малом расходе в переносимом рекой материале велика доля малоактивной составляющей (русовые наносы и продукты размыва берегов). В приустьевой части отмечено вторичное загрязнение  $^{137}\text{Cs}$  не только низкой, но и средней поймы (до 2 м над урезом), изменилась и тенденция к последовательному снижению удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  к поверхности.

Полученные данные позволяют предположить, что весной 1986 г. чернобыльские выпадения в бассейне Плавы происходили на спаде половодья, когда уровни средней и высокой поймы (в верхнем и среднем течении) вышли из режима затопления. Этот вывод согласуется с данными других исследований [8].

Сравнение формы эпюр вертикального распределения изотопа цезия для разных пойменных уровней показывает, что в сильнообводненных отложениях низкой поймы чернобыльский пик выражен чрезвычайно резко, а на более высоких гипсометрических уровнях активность почвенной мезофауны приводит к сглаживанию различий в концентрации изотопа между слоями.

Для площадок, находящихся в ареале с высоким уровнем чернобыльского загрязнения, увеличение плотности загрязнения низкой поймы за послечернобыльский период не привело к выходу за рамки значений, характерных для данного ареала в начальный

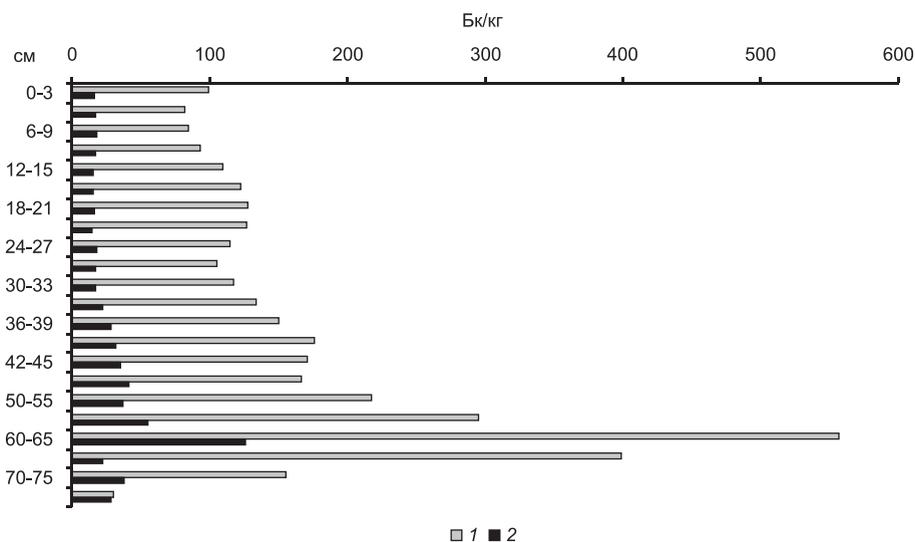


Рис. 4. Эпюры вертикального распределения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в пойменных отложениях р. Упа: 1 — разрез Ур-1 (ниже устья р. Плава); 2 — разрез Ур-2 (выше устья р. Плава)

период загрязнения (участки “Ляпуновка”, “Плавск”, “Юрьево”). Для площадок, расположенных в ареалах с низким уровнем начального радиоактивного загрязнения (“Стрешнево”, “Крапивна”, “Упа-1”), накопление цезийсодержащего материала на низкой пойме привело к превышению уровня загрязнения, характерного для данного ареала, причем в приустьевой части (участок “Крапивна”) более чем в 4 раза, а на пойме принимающей реки (участок “Упа-1”) в 8 раз.

#### Выводы:

— перераспределение  $^{137}\text{Cs}$  чернобыльского происхождения в пойменном комплексе Плавы в период после аварии происходило в основном вследствие действия флювиальных процессов; латеральный привнос с бортов долины процессами склонового стока играл подчиненную роль;

— наиболее активно трансформация исходного поля загрязнения происходит на уровне низкой поймы. В верхнем и среднем течении р. Плава здесь про-

слеживается тенденция к увеличению общего запаса  $^{137}\text{Cs}$  в пойменных отложениях за счет его вторичной аккумуляции, а также к снижению концентрации изотопа в поверхностных слоях вследствие отложения все менее активных наносов. В нижнем течении р. Плава и на пойме р. Упа в последние годы отмечается изменение этой тенденции, т.е. увеличение концентрации изотопа в самых верхах отложений;

— в связи с отсутствием в последние десятилетия значительного поступления наносов с водосбора плотность загрязнения на поверхности пойменно-террасового комплекса (исключая низкую пойму) в верхнем и среднем течении р. Плава изменяется в основном в соответствии с положением относительно границ ареалов чернобыльских выпадений. В нижнем течении и на пойме принимающей реки формируется ареал вторичного загрязнения с плотностью, значительно превышающей (в 4—8 раз) значения уровня загрязнения за пределами пойменных участков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеевский Н.И., Чалов Р.С. Перемещение твердого вещества водными потоками, их руслоформирующая деятельность и формы проявления // Тр. Академии проблем водохозяйственных наук. Русловедение и гидроэкология. 2001. Вып. 7. С. 9—36.
2. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Белоруссии. М.; Минск: АСПА Россия—Беларусь. 2009. 139 с.
3. Беляев В.Р., Маркелов М.В., Голосов В.Н. и др. Использование  $^{137}\text{Cs}$  для оценки современной агрогенной трансформации почвенного покрова в районах чернобыльского загрязнения // Почвоведение. 2003. № 7. С. 876—891.
4. Иванова Н.Н., Голосов В.Н., Маркелов М.В. Сравнение методов оценки интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов на обрабатываемых почвах // Почвоведение. 2000. № 7. С. 876—887.
5. Квасникова Е.В., Стукин Е.Д., Голосов В.Н. Неравномерность загрязнения цезием-137 территорий, расположенных на большом расстоянии от Чернобыльской АЭС // Метеорология и гидрология. 1999. № 2. С. 5—11.
6. Коробова Е.М., Чижикова Н.П., Линник В.Г. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  по гранулометрическим фракциям в профиле аллювиальных почв поймы р. Ипать и ее притока р. Булдынка (Брянская область) // Почвоведение. 2007. № 4. С. 404—417.
7. Линник В.Г. Ландшафтно-гидрологические условия распределения  $^{137}\text{Cs}$  в пойме р. Ипать (Брянская область) // Эрозия почв и русловые процессы. 2001. Вып. 13. С. 120—132.
8. Линник В.Г. Ландшафтная дифференциация техногенных радионуклидов: геoinформационные системы и модели: Автореф. докт. дисс. М., 2008.
9. Линник В.Г. Техногенные радионуклиды в поймах р. Теча и среднего течения р. Енисей // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 4. С. 24—30.
10. Линник В.Г., Говорун А.П., Волосов А.Г. Радионуклидное загрязнение пойменных почв реки Плава // Современные проблемы загрязнения почв: Мат-лы междунар. науч. конф. М., 2004. С. 63—65.
11. Линник В.Г., Говорун А.П., Моисеенко Ф.В., Белоус Н.М. Пространственное распределение Cs-137 в пойменных почвах р. Ипать // Устойчивость почв к антропогенным воздействиям. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. 448 с.
12. Литвин Л.Ф., Голосов В.Н., Добровольская Н.Г. и др. Перераспределение Cs-137 процессами водной эрозии почв // Водные ресурсы. 1996. Т. 23, № 3. С. 314—319.
13. Маккавеев Н.И. Эрозионные процессы на Русской равнине // Эрозионные и русловые процессы. 1974. Вып. 4. С. 6—14.
14. Маркелов М.В., Голосов В.Н., Беляев В.Р. Изменение скорости аккумуляции на поймах малых рек в центре Русской равнины // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 5. С. 70—76.
15. Носов А.В. Исследование механизмов миграции радиоактивных веществ в пойме Енисея // Метеорология и гидрология. 1997. № 12. С. 84—91.
16. Уоллинг Д.Е., Голосов В.Н., Квасникова Е.В., Вандеркастель К. Экологические проблемы радионуклидного загрязнения малых водосборных бассейнов // Почвоведение. 2000. № 7. С. 898—906.
17. Фридман Ш.Д., Квасникова Е.В., Глушко О.В. и др. Миграция цезия-137 в сопряженных геоконструкциях Среднерусской возвышенности // Метеорология и гидрология. 1997. № 5. С. 45—55.
18. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел. М.: Изд-во URSS, 2011. 955 с.
19. Чернов А.В. Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 197 с.
20. Golosov V.N., Ivanova N.N. Sediment-associated Chernobyl  $^{137}\text{Cs}$  redistribution in the small basins of Central Russia // Applied geomorphology: Theory and practice/ Ed. R.J. Allison, John Wiley & Sons Ltd. 2002. P. 165—181.
21. Golosov V.N., Panin A.V., Markelov M.V. Chernobyl  $^{137}\text{Cs}$  redistribution in the small basin of the Lokna river, Central Russia // Phys. Chem. Earth. (A). 1999. Vol. 24, N 10. P. 881—885.
22. Golosov V.N., Panin A.V., Walling D.E. Post-fallout redistribution of Chernobyl-derived Cs-137 in small catchments within the Lokna river basin // The role of erosion and sediment

transport in nutrient and contaminant transfer. Canada, Waterloo, July 10—14. IAHS Publ. 2000. Vol. 263. P. 49—58.

23. *Panin A.V., Walling D.E., Golosov V.N.* The role of soil erosion and fluvial processes in the post-fallout redistribution of Chernobyl-derived caesium-137: a case study of the Lapki catchment, Central Russia // *Geomorphology*. 2001. Vol. 40. P. 185—204.

24. *Walling D.E., Bradley S.B.* Rates and patterns of contemporary floodplain sedimentation: a case study of the River Culm, Devon, UK // *GeoJournal*. 1989. Vol. 19. P. 53—62.

Поступила в редакцию  
15.05.2013

**N.N. Ivanova, E.N. Shamshurina, V.N. Golosov, V.R. Belyaev,  
M.V. Markelov, T.A. Paramonova, O. Evrard**

**ASSESSMENT OF <sup>137</sup>CS REDISTRIBUTION BY EXOGENIC PROCESSES IN THE PLAVA  
RIVER VALLEY BOTTOM (TULA OBLAST) AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT**

<sup>137</sup>Cs concentrations and total volumes are analyzed in the sediments of a floodplain-terrace complex sampled at four test sites in the valley of a small river which drains the area with the different levels of Chernobyl-induced contamination. Specific features and governing factors of the spatial pattern of <sup>137</sup>Cs contamination are identified both within the sampling sites and along the river course. The amount of <sup>137</sup>Cs-contaminated sediments taken away beyond the initial fallout zone is evaluated.

*Key words:* density of radioactive contamination, floodplain complex, erosion and accumulation processes.

УДК 528.946+349.6

Е.А. Рубина<sup>1</sup>

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРАВОНАРУШЕНИЙ

Рассмотрены состояние экологической преступности, основные причины совершения экологических преступлений и их общественная опасность, возможность применения картографического метода при изучении распространения различных видов экологических преступлений по регионам.

*Ключевые слова:* картографирование, экология, правонарушения.

**Введение.** Об ухудшающейся экологической ситуации в мире начали говорить с середины прошлого века. В Стокгольмской декларации (1972), принятой на конференции ООН по окружающей среде, когда была создана специальная Программа по защите окружающей среды (ЮНЕП) отмечалось: "...наступил такой момент в истории, когда мы должны регулировать свою деятельность во всем мире, проявляя более тщательную заботу в отношении последствий этой деятельности для окружающей среды..." [7]. О продолжении ухудшения состояния окружающей природной среды в мире и в нашей стране постоянно пишут в прессе, в интернете, в учебной и научной литературе, говорят по телевидению.

Среди причин, негативно влияющих на состояние окружающей среды, которые обычно географы не затрагивают, необходимо рассмотреть нарушения природоохранных требований, содержащихся в федеральных и региональных законах и иных правовых документах, т.е. экологические правонарушения, среди которых наибольшую опасность составляют экологические преступления.

Общественная опасность экологических преступлений не сводится только к отдельным вредным последствиям или к сумме причиненного экологического и экономического вреда, а также вреда здоровью людей, хотя эта составная часть общественной опасности наиболее очевидна и ощутима. Но загрязнение окружающей среды постоянно увеличивается, а отрицательные последствия этого представляют реальную угрозу национальной безопасности, так как ухудшение качества среды обитания ведет к увеличению заболеваемости, снижению продолжительности жизни, смертности и ухудшению генофонда населения. Экологическая преступность постепенно приобретает черты социального фактора, который может серьезно повлиять на экологическую безопасность государства и населения [1].

**Постановка проблемы.** Ежегодно правоохранительные и судебные органы собирают и обрабатывают статистические данные по разным показателям, утверждаемым Федеральной службой государственной статистики. Вся количественная характеристика

общей и отраслевой преступности представляется в табличной форме для дальнейшей обработки и получения либо новых статистических данных путем сравнительного анализа, либо количественной характеристики определенных явлений и процессов. Но для наглядного отображения проблемы влияния преступного поведения на состояние окружающей природной среды этого недостаточно.

Область применения картографического метода исследования чрезвычайно широка — от исследования природных явлений до отображения сложных общественных процессов и их прогнозов. Проблема ухудшения состояния окружающей природной среды и оценка масштаба влияния на этот процесс противоправных действий, а также географическое распространение этих воздействий не получили пока наглядного отображения в виде картографирования юридической ответственности за экологические преступления.

В статье сделана попытка перевести статистические показатели в картографическое изображение, что позволит наглядно представить состояние экологической преступности в стране.

**Материалы и методы исследований.** Материалами для исследования послужили статистические данные Главного информационно-аналитического центра МВД России об общей и экологической преступности, данные судебного департамента при Верховном суде РФ о числе возбужденных и переданных в судебные органы дел и о числе осужденных лиц, а также материалы прокурорского надзора за исполнением экологического законодательства Научно-исследовательского института проблем укрепления законности и правопорядка при Генеральной прокуратуре РФ, государственные доклады о состоянии и охране окружающей среды в Российской Федерации, ежегодно представляемые Министерством природных ресурсов и экологии.

При проведении исследования использованы две группы методов, относящихся к юриспруденции и географии:

сравнительно-правовой метод предполагает сопоставление юридических явлений и процессов и позволяет сопоставить разные нормы в пределах экологического права и их применение. Статистико-правовой

<sup>1</sup> Государственный университет по землеустройству, юридический факультет, методист, канд. геогр. н.; e-mail: kartaelena@mail.ru

метод отражает состояние и тенденции развития правовых реалий;

территориальный подход позволяет учесть пространственные различия ландшафтов, размещения экономических, социальных, рекреационных, экологических объектов. Традиционный исторический метод дает возможность раскрыть временной аспект социально-экономического развития. Использование социального подхода особенно актуально, так как необходимо оценить условия, уровень, образ и качество жизни населения, сопутствующие совершению экологических преступлений;

картографический метод исследования основан на получении необходимой информации с помощью карт.

**Результаты исследований и их обсуждение.** При анализе неблагоприятных ситуаций важно определить, являются ли они следствием регулярной производственной и любой хозяйственной деятельности или техногенных аварий и катастроф, или неправомерных действий по отношению к природной среде как среде обитания всех биологических видов. Так как в процессе деятельности человек не может не воздействовать на окружающую природную среду, то проблема заключается в том, чтобы при использовании природных ресурсов, их переработке и возвращении в нее загрязняющих веществ, а также при оказании на окружающую среду иных отрицательных воздействий определить их научно обоснованные пределы. При этом должны быть установлены нормативы допустимого воздействия на окружающую среду, а их соблюдение не должно приводить к деградации экосистем.

Работа предприятий, экологически вредно воздействующих на окружающую природную среду, требует затрат, постоянно возрастающих для ее охраны. Эти затраты всегда значительны, поэтому для многих собственников обременительны. Большинство производственных предприятий включает расходы на природоохранные цели в себестоимость продукции, тем самым уклоняясь от осуществления реальной охраны окружающей природной среды и исполнения экологических норм. Руководители предприятий, предприниматели часто оправдывают ненадлежащее выполнение разработки, финансирования и реализации мероприятий по охране природы необходимостью избежать банкротства, сохранить рабочие места, снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Конечно, в стране проводится экологический мониторинг и контроль за состоянием окружающей природной среды, создаются и расширяются особо охраняемые природные территории, тем не менее экологическая ситуация не становится лучше.

Информация, имеющаяся в органах, которые осуществляют мониторинг и контроль в области охраны окружающей среды, свидетельствует о массовых нарушениях природоохранных требований, поэтому можно говорить о серьезной общественной опасности экологических правонарушений в связи с их широким распространением.

К основным и наиболее часто регистрируемым нарушениями в различных сферах природопользования и охраны окружающей среды относятся:

— в области использования и охраны земель — захламление и загрязнение земель, самовольное занятие земель природоохранного назначения;

— в области геологического изучения, рационального использования и охраны недр — самовольное пользование участками недр, нарушение условий лицензий, самовольная застройка площадей залегания полезных ископаемых, отсутствие геологической документации;

— в области рационального использования и охраны водных объектов — нарушение правил эксплуатации водохозяйственных и иных сооружений, превышение нормативов предельно допустимых сбросов вредных веществ в водные объекты, захват или пользование водными объектами без специального разрешения;

— в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов — незаконная порубка лесов; нарушение правил пожарной безопасности в лесах; повреждение лесов сточными водами, промышленными отходами, химическими и радиоактивными веществами; самовольный захват лесных участков;

— в области охраны атмосферного воздуха — несоблюдение нормативов выброса загрязняющих веществ в атмосферу, осуществление деятельности без разрешительных документов, ненадлежащее осуществление производственного контроля, невыполнение предписаний госконтроля;

— в области использования и охраны биологических ресурсов — отсутствие у пользователей лицензий на пользование животным миром, несоблюдение правил охоты и рыболовства;

— в области обращения с отходами — нарушение требований по обращению с отходами, ненадлежащее осуществление производственного контроля, невыполнение предписаний госконтроля;

— в области охраны окружающей среды — нарушение природоохранных требований при размещении, проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, реконструкции и эксплуатации предприятий и объектов, негативно воздействующих на окружающую среду;

— в области организации и функционирования особо охраняемых природных территорий — незаконное строительство, браконьерство и незаконный лов рыбы, самовольная рубка леса, несоблюдение пожарной безопасности;

— на море и континентальном шельфе — несоблюдение требований по охране живых ресурсов и сохранению их биологического разнообразия, сокрытие от учета фактического вылова, видового состава водных биоресурсов, загрязнение морских вод в результате несанкционированного сброса сточных вод и отходов в море.

Основное число правонарушений выявляется и регистрируется специализированными государственными органами. Это в первую очередь федеральные службы, которые являются органами исполнительной власти, осуществляющими функции по контролю

и надзору: Росприроднадзор, Ростехнадзор, Россельхознадзор и др. Дела об административных правонарушениях возбуждаются также органами полиции, пограничными органами и органами прокуратуры. В ходе проверок они выявляют десятки и сотни тысяч нарушений — например, в 2011 г. ими было возбуждено свыше 440 тыс. дел об административных правонарушениях.

Нарушители подвергаются административным штрафам, им предъявляют иски за ущерб, нанесенный незаконными действиями; материалы по нарушениям, содержащим признаки преступления, передаются в органы дознания и следствия для решения вопроса об уголовном преследовании.

Экологические преступления отличаются от административных экологических нарушений степенью общественной опасности. В Уголовном кодексе РФ дается определение преступления: "...виновно совершенное общественно опасное деяние". В Российской юридической энциклопедии экологические преступления определены следующим образом: "виновно совершенные общественно опасные деяния, предусмотренные Уголовным кодексом, посягающие на общественные отношения по сохранению качественно благоприятной окружающей природной среды, рациональному использованию ее ресурсов и обеспечению экологической безопасности населения" [6].

Количественная характеристика общественной опасности экологических преступлений проявляется в динамике экологической преступности. Сравнительный анализ за 15 лет показал, что криминогенная ситуация в экологической сфере лишь ухудшается. Из года в год растет абсолютное число экологических преступлений и их удельный вес в общем числе всех преступлений в стране (рис. 1).

Экологическая преступность порождается целым комплексом причин — как общих, так и специфических. *Общие причины* коренятся в сфере противоречий, возникающих при взаимодействии человека и природы. Это, во-первых, противоречия между потребностями общества и все увеличивающимися возможностями использования природных ресурсов; между формами собственности на природные ресурсы и сложившимися способами их освоения; между разными целями у природопользователей и природоохранных органов. Во-вторых, уровень преступности, как правило, достаточно точно отражает состояние социально-экономической ситуации. В условиях неблагоприятного социально-экономического развития возникают предпосылки для неправомерного и нередко преступного экологического поведения, что и происходило в 1990-х гг., когда переход от административной к рыночной экономике привел к тому, что население страны, озабоченное насущными проблемами выживания, было мало озабочено проблемами охраны природы и вынужденно шло на такие преступления, как браконьерство, нарушение режима особо охраняемых природных территорий, самовольный захват земельных участков и др. Незаконное завладение природными ресурсами пред-

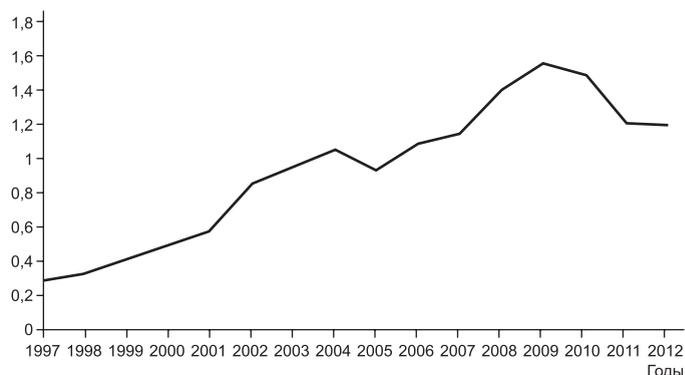


Рис. 1. Удельный вес экологических преступлений в общем числе зарегистрированных преступлений с 1997 по 2012 г.

ставлялось тогда возможностью компенсировать потерянные источники дохода.

Рассматривая общие причины экологической преступности, следует также обратить внимание на пробелы в общественном экологическом сознании: ложное мнение о неисчерпаемости природных ресурсов; ориентация на сомнительные (нередко ложные) цели и приоритеты в сфере взаимодействия человека и природы; несоблюдение норм экологического законодательства.

*Специфические причины* можно разделить на две основные группы. К первой группе относятся причины, приводящие к резкому различию числа регистрируемых преступлений, связанных с незаконной добычей природных ресурсов или браконьерством, и числа преступлений, связанных с загрязнением окружающей природной среды.

Рассмотрим причины первой группы. К наиболее распространенным экологическим преступлениям относятся незаконные добыча (вылов) водных биологических ресурсов, охота, рубка лесных насаждений, т.е. различные виды браконьерства, выявление и расследование которых не вызывает таких затруднений у правоохранительных органов, как расследование загрязнений окружающей среды. Эти преступления составляют свыше 90% от общего числа всех экологических преступлений.

Незаконная добыча водных биоресурсов — одно из наиболее распространенных экологических преступлений. Удельный вес этих преступлений в среднем за 15 лет (1997—2012) составляет 43,5%, за этот период число зарегистрированных преступлений выросло в 4 раза.

В последние годы в водных бассейнах нашей страны произошло резкое сокращение запасов ценных промысловых рыб и других водных животных. Огромный вред состоянию рыбных запасов наносит их незаконный вылов, который в некоторых регионах страны приобрел промышленный размах. Водное браконьерство приобрело массовый организованный характер с элементами незаконного предпринимательства, носит хорошо организованный криминальный характер и справедливо рассматривается в качестве одного из

высокодоходных экологических преступлений. Преступления в рыбной отрасли стали транснациональными.

Другое наиболее распространенное преступление — незаконная рубка лесных насаждений. Удельный вес этих преступлений еще выше и составляет 48%. За 15 лет их число выросло в 9 раз. Лесные массивы становятся объектами преступной деятельности, связанной не только с незаконными рубками и хищениями древесины, но с целью сокрытия незаконных рубок совершаются и другие преступления — умышленные поджоги. Поджоги совершаются и с целью изменения статуса лесного участка для перевода его в другую категорию, а в случае лесного пожара очень редко возбуждаются уголовные дела.

Лес притягивает внимание организованной преступности, которая стремится контролировать лесозаготовки и транспортировку леса, в том числе незаконный экспорт. Ежегодный ущерб, причиняемый экономике страны только криминальными лесозаготовками, исчисляется миллиардами рублей.

О проникновении организованной преступности в сферу охраны природных ресурсов свидетельствуют многочисленные факты незаконного перемещения через таможенную границу России редких видов флоры и фауны. Незаконная торговля объектами растительного и животного мира неизменно связана с развитием международной преступности, мошенничеством, коррупцией.

Экологические преступления, представленные незаконным захватом природных ресурсов, тесно связаны с экономической преступностью. Эта связь определяется общностью интересов получения нелегальных прибылей, особенно когда речь идет о редких и дорогостоящих природных объектах (драгоценные камни и металлы, редкие и исчезающие виды животных и растений, отдельные виды морепродуктов и т.д.).

При анализе экологической преступности в сфере загрязнения окружающей среды отчетливо видно незначительное число уголовных дел, возбужденных по преступлениям, связанным с нарушениями определенных правил и требований, приведших к загрязнению окружающей природной среды. Например, по статьям Уголовного кодекса о загрязнении вод и атмосферного воздуха за последние 6 лет было зарегистрировано 155 и 100 преступлений, а осуждено всего 13 и 8 лиц соответственно.

Это можно объяснить тем, что, во-первых, основная масса выбросов и сбросов загрязняющих веществ приходится на производственные, сельскохозяйственные и коммунально-бытовые предприятия, в отношении которых природоохранная деятельность регламентируется, как правило, с помощью мер экономической ответственности (выплата обязательных платежей за выбросы и сбросы загрязняющих веществ) и административной ответственности, а уголовная ответственность применяется только к физическим лицам; во-вторых, расследование и рассмотрение уголовных дел часто требуют специальных знаний в области экологи-

гии. Проведение в этих случаях экспертиз с привлечением соответствующих специалистов обязательно [5]. По делам о преступных нарушениях правил охраны окружающей среды назначаются следующие судебные экспертизы: судебно-медицинская экспертиза, которая может помочь в обнаружении причины заболевания людей, установлении причин смерти и в решении вопроса об опасности для их здоровья сброса (выброса) вредных веществ; объектами судебно-ветеринарной экспертизы становятся трупы павших животных, загрязненные пастбища, водопой, корма, изделия и продукты животного происхождения; судебно-технологическая экспертиза помогает выявить на действующем промышленном предприятии нарушения технологического процесса, которые могут вызвать загрязнение воздуха и водоемов, установить характер и размер ущерба, причиненного рыбному хозяйству в результате загрязнения водоема, причины и обстоятельства гибели рыбы и планктона (для определения перспектив восстановления кормовых организмов в водоеме результативна ихтиологическая экспертиза); судебно-техническая экспертиза нужна для выяснения причин выхода из строя очистных сооружений, установления технических недостатков в работе канализационных сетей, установок для улавливания вредных веществ, а также для определения круга лиц, ответственных за допущенное нарушение установленных правил. При расследовании уголовных дел об экологических преступлениях нередко возникает необходимость применить специальные познания, относящиеся к нескольким отраслям знаний, тогда назначаются комплексные экспертизы.

В-третьих, чтобы привлечь виновного к уголовной ответственности и определить меру справедливого наказания, необходимо точно установить и указать, какой уголовно-правовой запрет нарушен и состав какого преступления это нарушение содержит. Для этого необходимо квалифицировать преступление, т.е. решить, под какую из действующих уголовно-правовых норм подпадает деяние, каковы признаки преступления, в частности событие преступления (время, место, способ и другие обстоятельства совершения преступления), а также характер и размер вреда, причиненного преступлением.

В-четвертых, в суды передаются дела только об оконченных преступлениях. Особенность экологических преступлений заключается в том, что наличие причинной связи между нарушением определенных правил и наступившим общественно опасным последствием — обязательное условие для привлечения к уголовной ответственности. Доказывание причинно-следственной связи в преступлениях, связанных с загрязнением природы, осложнено тем, что многие природные компоненты (воздух, водные ресурсы) обладают высокой степенью подвижности, а соответственно изменчивости их химического состава. Поэтому сначала необходимо установить взаимосвязь между действиями лица и фактическим загрязнением, а за-

тем доказать, что именно это загрязнение привело к наступлению последствий, предусмотренных соответствующей статьей Уголовного кодекса. Кроме того, последствия загрязнения нередко проявляются не сразу, а по истечении значительного времени (так называемые отдаленные последствия). В этом случае почти невозможно доказать связь между ними и деянием лица, допустившего загрязнение, поскольку со временем концентрация поступившего вещества снижается, значительно рассеивается и частично, а иногда и полностью исчезает. Всем указанным обусловлено малое число возбуждаемых уголовных дел по статьям о загрязнении вод и атмосферы, порче земель, хотя реальное число таких преступлений намного выше. В суды поступает примерно половина дел по экологическим преступлениям. Например, в 2011 г. всего в РФ было возбуждено 29 151 дело по экологическим преступлениям, а в суды поступило лишь 13 238 дел.

Ко второй группе можно отнести причины совершения преступлений должностными лицами и лицами, не занимающими должностного положения.

Рассматривая вторую группу причин, следует определить, насколько влияет должностное положение на совершение противоправных действий; какие именно преступления совершаются должностными лицами, а какие — лицами, не занимающими должностного положения.

Преступления, связанные с загрязнением природной среды при нарушении определенных требований и правил, в основном совершаются юридическими лицами (организациями по добыче полезных ископаемых, строительству и эксплуатации различных сооружений, по переработке сырья и производству продукции, по транспортировке экологически опасных грузов), когда руководители, должностные лица или работники по незнанию или самонадеянно рассчитывают на недостаточные основания наступления вредных последствий или с пренебрежением относятся к требованиям экологического законодательства.

Но так как по российскому законодательству юридические лица (учреждения, организации и т.д.) не могут признаваться субъектами преступления, то руководитель предприятия или организации должен был предвидеть наступление негативных последствий. Важно также отметить, что к уголовной ответственности могут быть привлечены как должностные лица или лица, выполняющие управленческие функции, так и другие работники предприятий и производственных объектов, эксплуатирующих водоочистное, очистное и иное оборудование. При этом установить вину конкретного физического лица сложно, поскольку она обусловлена халатностью, недобросовестностью, незнанием, ошибками и других работников производства или непредусмотрительностью и ошибками проектировщиков оборудования, машин и механизмов, или отсутствием должной отладки технологической цепи производства. Поэтому уголовной ответственности за экологическое преступление должно

подлежать не только конкретное физическое лицо, но и юридическое лицо [3].

В 1978 г. Европейский комитет по проблемам преступности Совета Европы рекомендовал законодателям европейских государств признать уголовную ответственность юридических лиц за экологические преступления, а также встать на путь признания юридических лиц субъектами уголовной ответственности за экологические преступления. Эта рекомендация уже реализована, например, в Нидерландах, Португалии, Финляндии, Дании, Бельгии и других государствах.

Этот опыт было бы полезно изучить и применительно к Российской Федерации (в середине 1990-х гг. при подготовке Уголовного кодекса предусматривалось введение уголовной ответственности юридических лиц за отдельные виды и группы преступлений, в том числе и за экологические преступления). Рассмотрение хозяйствующего субъекта субъектом экологического преступления повысило бы эффективность охраны экологической безопасности России, так как производственная деятельность юридических лиц наносит окружающей среде такой экологический вред, устранение которого требует больших финансовых и материальных затрат. С учетом этого уголовная ответственность юридических лиц по экологическим преступлениям необходима хотя бы потому, что физическое лицо не может возместить столь огромный ущерб, причиняемый окружающей среде.

Уровень экологической преступности заметно различается по территории страны и зависит от природно-ресурсного потенциала и возможности его использования, от уровня социально-экономического развития. Экологическая ситуация, сложившаяся на территории России, оценивается как напряженная, а в отдельных регионах — как острая [4].

Например, кризисное состояние окружающей среды на Урале, в Кузбассе, в заполярных районах европейской части РФ и Восточной Сибири и в других регионах непосредственно связано с тем, что человек в течение достаточно длительного времени занимался хозяйственной деятельностью, игнорируя экологические требования. В таких районах складывается неблагоприятная экологическая и экономическая обстановка, которая ведет к экологическому кризису. Еще в первой половине 1990-х гг. было принято несколько постановлений Правительства о мерах по государственной поддержке социально-экономического развития, оздоровлению окружающей среды и населения городов Нижний Тагил (Свердловская область), Братск (Иркутская область), Череповец (Вологодская область). Были разработаны соответствующие программы неотложных мер по улучшению состояния окружающей среды (например, программа “Экология города Братска”). Но ни одна программа не была полностью реализована. Почти через 20 лет Братск и Нижний Тагил по-прежнему характеризуются очень высоким уровнем загрязнения воздуха, Череповец — высоким [2].

Картографический анализ распространения различных видов преступлений по регионам страны может показать определенную зависимость между определенным видом преступной деятельности и наличием в регионе запасов того или иного природного ресурса, между промышленным освоением и сверхнормативным загрязнением природной среды. Картографирование этих взаимосвязей наглядно проиллюстрирует складывающуюся ситуацию, а на общем фоне числа зарегистрированных экологических преступлений в каждом регионе выделяются преобладающие преступления, создающие угрозу либо истощения природных ресурсов и снижения биоразнообразия, либо загрязнения водных ресурсов, воздуха и земли.

На фрагменте карты «Экологическая преступность в России» (рис. 2) основным фоном показан удельный вес экологических преступлений в каждом регионе. По статистическим данным за ряд лет удалось построить примерную динамику преступлений

по регионам — к сожалению, в значительной степени это рост числа преступлений. Круговыми диаграммами показана структура экологической преступности. На них хорошо видно, что к преобладающим видам преступлений относятся рыбное и лесное браконьерство. Не столь явное распространение преступных загрязнений окружающей среды требует комплексного географического анализа и детального районирования.

#### Выводы:

— изучение экологических отношений, приводящих к преступному загрязнению, с помощью районирования и картографирования представляет большой интерес, как чисто научный, так и практический, а также служит наглядным отображением существующих реалий и основой для принятия решений по снижению негативного воздействия на природную среду, в том числе путем предупреждения противоправных действий.

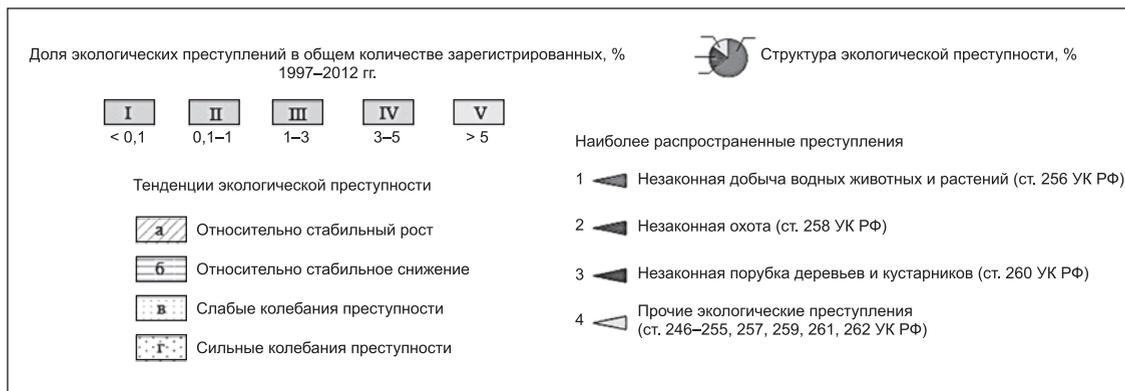
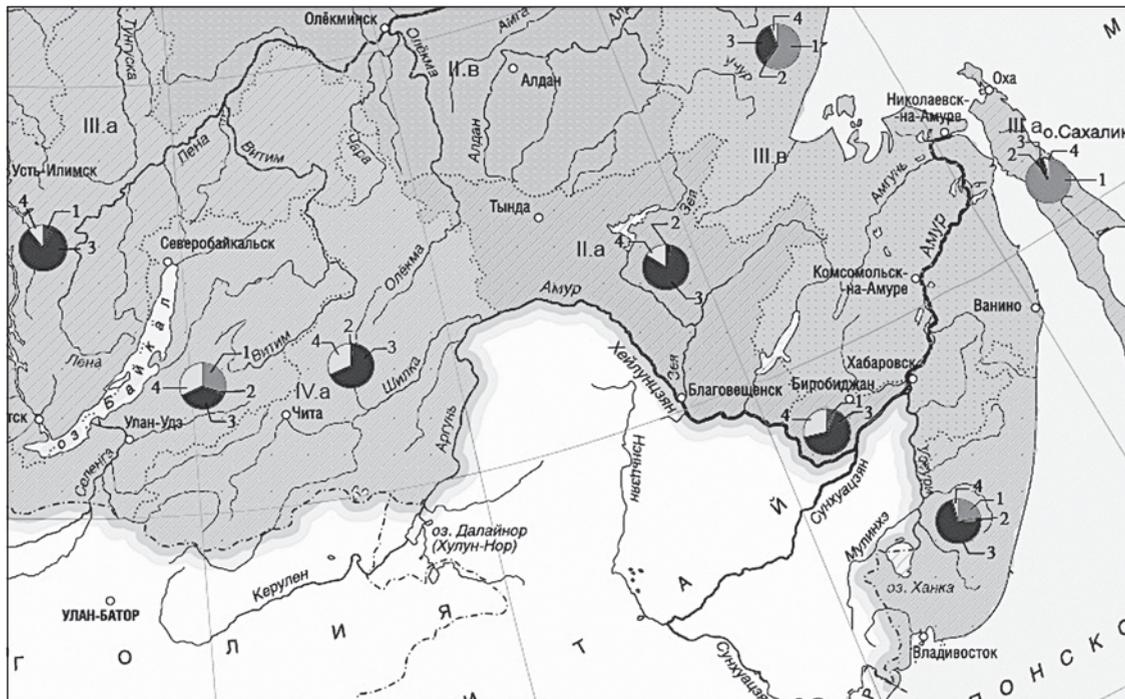


Рис. 2. Фрагмент карты «Экологическая преступность в России»

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2009 году”. URL: [www.mnr.gov.ru/](http://www.mnr.gov.ru/)
2. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2011 году”. URL: [www.mnr.gov.ru/](http://www.mnr.gov.ru/)
3. Жевлаков Э.Н. К вопросу об ответственности юридических лиц за совершение экологических преступлений // Государство и право. 2002. № 1. С. 10—15.
4. Кочуров Б.И., Антипова А.В., Костовска С.К., Лобковский В.А. Районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации // География и природные ресурсы. 2002. № 2. С. 5—11.
5. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 18 октября 2012 № 21 “О применении судами законодательства об ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования” // Бюлл. Верх. суда РФ 2012. № 12.
6. Российская юридическая энциклопедия / Гл. ред. А.Я. Сухарев. М.: Изд. дом ИНФРА-М, 1999. С. 621.
7. Стокгольмская декларация ООН по окружающей среде, 16 июня 1972 года. Принявший орган: Организация Объединенных наций // Государственная Дума Российской Федерации. Аналитический вестник. Вып. 2 Охрана окружающей среды и проблемы устойчивого развития. М., 2002.

Поступила в редакцию  
11.10.2013

**Е.А. Rubina**

**MAPPING OF ENVIRONMENTAL OFFENCES**

The actual situation with environmental offences is discussed including the principal causes of environmental crimes and the risk they pose to the public. Possible application of the cartographic method for studying regional aspects of different environmental crimes is analyzed.

*Key words:* cartographic method, environmental science, offences.

## ГЕОГРАФИЯ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 338(100(075.8))

Д.Н. Самусенко<sup>1</sup>

### ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПРЯМОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ<sup>2</sup>

Рассмотрены основные аспекты глобальной экспансии транснациональных корпораций на современном этапе эволюции мирового хозяйства. Экспансия осуществляется посредством прямых иностранных инвестиций, рост которых в конце XX — начале XXI в. существенно преобразует облик мирового хозяйства. Исследованы сдвиги в географии накопленных прямых капиталовложений по странам и макрорегионам, а также значение отдельных типов инвестиций для мирового хозяйства в целом.

*Ключевые слова:* транснациональные корпорации, прямые иностранные инвестиции, глобализация, международное производство.

**Введение.** Новейший этап в развитии транснационального бизнеса, связанный с процессом социально-экономической глобализации и постиндустриальной трансформации мирового хозяйства под влиянием неолиберальных преобразований, приходится на конец XX — начало XXI в. В этом процессе основной движущей силой выступают транснациональные корпорации (ТНК), производственная и торгово-сбытовая деятельность которых во многом вынесена за пределы национального государства. Они активно используют международное производство и усиливают процессы интернационализации мира, способствующие установлению и развитию новых схем в международном разделении труда, в частности офшоринга, экстернализации, “растекания промышленных технологий”, развитию цепочек добавленной стоимости, появлению новых кластеров и т.д. Один из главных инструментов осуществления глобальной экспансии ТНК — прямые иностранные инвестиции (ПИИ), рост которых преобразует облик современного мирового хозяйства.

**Постановка проблемы.** В условиях глобализации реальностью становится существование целостной системы мирового хозяйства, которое представляет собой не простую совокупность хозяйств отдельных стран, а качественно новый производственный организм, в котором отдельные части находятся в экономической взаимосвязи. Субъектами мирового хозяйства выступают не только национальные экономики, но и транснациональные корпорации (ТНК). “Транснационализация” мировой экономики — составная часть процесса ее глобализации. Движущей силой экономической глобализации в первую очередь служит международное движение капитала, особенно прямых иностранных инвестиций, которые становятся едва ли не первостепенным фактором социально-эко-

номического развития ряда стран и регионов, особенно развивающегося мира.

В отечественной географической и экономической литературе, к сожалению, практически нет работ, посвященных комплексному анализу пространственной дифференциации прямых иностранных инвестиций в рамках современного этапа развития мирового хозяйства. Главная исследовательская задача, которая стоит перед автором, состоит в выявлении изменений, произошедших в географии мирового хозяйства за последние 30 лет под влиянием экспансии транснационального капитала.

**Материалы и методы исследований.** Методологической и теоретической основой выступили работы экономистов и географов, как отечественных, так и зарубежных. Среди них выделяются работы таких авторов, как К. Акамацу (парадигма “клина летящих гусей”), Р. Вернона (теория о цикле международного производства товара), Дж. Даннинга (эклетиическая парадигма и модель инвестиционного развития стран), Ч. Киндлебергера (теория ТНК и несовершенной конкуренции), М. Портера (концепция взаимодействия между стратегиями ТНК и конкурентными преимуществами стран-реципиентов), Э. Хекшера, Б. Олина (неоклассическая теория движения капиталов), Дж. Стиглица, Л.Д. Градобитовой, Т.М. Исаченко, А.Г. Мовсеяна (циклы работ по инвестиционным стратегиям ТНК), Л.М. Синцера (концепция волн глобальной интеграции), Ю.В. Шишкова (понятие о международном разделении производственного процесса и “растекании технологий”), А.В. Кузнецова (работы по инвестиционному сотрудничеству российских и европейских ТНК), С.С. Лачининского (исследование пространственной дифференциации прямых американских инвестиций) и др.

<sup>1</sup> Институт географии РАН, лаборатории географии мирового развития, мл. науч. с.; e-mail: konfederator@mail.ru

<sup>2</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 31 «Роль пространства в модернизации России: природный и социально-экономический потенциал».

**Результаты исследований и их обсуждения.** Современные ТНК стали развиваться с 1960-х гг. Вскоре масштабы их деятельности стали таковы, что в 1974 г. при ООН были созданы Комиссия по транснациональным корпорациям и Центр по ТНК, что свидетельствовало о признании мировым сообществом растущей роли транснациональных корпораций в международной экономике. Однако по-настоящему революционные преобразования в мировом хозяйстве, связанные с деятельностью ТНК и процессом транснационализации, приурочены к трем последним десятилетиям [6].

По экономической мощи современные транснациональные компании сравнимы со странами. Так, сто крупнейших ТНК обеспечили в 2009 г. более 4% мирового ВВП, а первые десять — почти 1% [5, 18]. Международное производство расширяется, что создает рост продаж за рубежом, увеличивается занятость, возрастают активы транснациональных корпораций [12]. Часто встречающиеся в литературе сравнения ВВП государств с объемом продаж ТНК требуют уточнения, поскольку в первом случае речь идет об объеме произведенной добавленной стоимости, а во втором — о валовой выручке, включающей расходы на сырье и промежуточную продукцию. В среднем произведенная добавленная стоимость относится к выручке в пропорции 1:4 [14]. Таким образом, популярные сравнения завышают экономический вес ТНК относительно национальных экономик в 4 раза. Но даже после внесения соответствующих поправок оказывается, например, что по “экономической мощи” в 2010—2011 гг. компания “Уол-Март” была сопоставима с Вьетнамом, “Ройял Датч Шелл” превосходила Марокко, а “ЭкссонМобил” немногим отставала от Словакии [14].

В 2010 г. добавленная стоимость в рамках мирового производства ТНК составила около 16 трлн долл., т.е. около 1/4 глобального ВВП, что сопоставимо с ВВП США [2, 18]. На зарубежные филиалы ТНК приходилось более 10% глобального ВВП и 1/3 мирового экспорта [19]. В условиях рыночной экономики торгуют в основном не страны, а частные компании, многие из которых стали ТНК. Совокупность материнских компаний и их зарубежных филиалов образует так называемую вторую экономику [7].

За последние 20 лет число ТНК в мире выросло с 11 до 82 тыс., а число филиалов — со 104 до 807 тыс. Таким образом, глобальная транснациональная сеть стала примерно в 8 раз более разветвленной. Очевидно, это связано с тем, что увеличивается число филиалов каждой корпорации, что способствует формированию транснациональной производственной сети. Если в 1990 г. на 1 “материнскую” компанию в среднем приходилось 4 зарубежных филиала, то теперь их почти 10. В процессе развития эта сеть охватывает все больше стран, регионов, отраслей, что в свою очередь

способствует международному движению товаров, услуг и капиталовложений [4, 9].

Большинство “материнских” компаний базируется, как и прежде, в развитых странах (США, Канада, Япония, страны Западной Европы, Австралия и Новая Зеландия), хотя за последние 20 лет их доля в мировом хозяйстве упала примерно с 90 до 70%. ТНК, возникшие как форма интернационализации бизнеса в промышленно развитых странах, в начале XXI в. все больше распространяются и в развивающиеся страны. Теперь уже свыше 1/4 общего числа мировых ТНК базируется в развивающихся странах (26% в 2009 г. по сравнению с 11% в 1990 г.), а доля размещенных в них филиалов ТНК перевалила за 1/2 и в отдельные годы вплотную приближается к 60% [10].

Другая особенность сдвигов связана с тем, что в последнее время все большее число “материнских” компаний возникает в странах, недавно включившихся в процессы международного производства. Речь идет о странах с переходным типом экономики (бывшие соцстраны). Рост числа филиалов в развивающихся странах и странах с переходной экономикой свидетельствует о том, что хозяйства этих стран носили закрытый характер и теперь постепенно включаются в процесс международного производства.

Транснациональные корпорации наращивают экспансию посредством прямых иностранных инвестиций. Прямые иностранные инвестиции можно определить как вложение средств предприятия одной страны в предприятие другой страны с целью приобретения определенной степени долгосрочного влияния на него<sup>3</sup>. Существуют два основных типа прямых капиталовложений, открывающих инвестору доступ на зарубежные рынки: 1) слияния и поглощения; 2) “гринфилд”-инвестиции. В первом случае иностранный инвестор приобретает уже действующую компанию (или значительную долю в ней), во втором случае он создает бизнес фактически с нуля. Именно “гринфилд”-инвестиции в начале XXI в. играют ведущую роль: в среднем за 2003—2010 гг. на их долю приходится 68% всего мирового потока прямых иностранных инвестиций.

Известно, что около 75—90% мирового объема ПИИ осуществляется по каналам ТНК, по сути, они представляют собой вложения средств ТНК в свои зарубежные филиалы. Прямые иностранные инвестиции осуществляются по тем же причинам, что и вложения иностранного капитала в экономику других стран. Главная выгода для принимающей страны состоит в получении в свое распоряжение дополнительных ресурсов, включая капитал, технологии, управленческий опыт и квалифицированный труд. ПИИ стимулируют развитие национальной экономики, увеличивают объем производства продукта и до-

<sup>3</sup> Порог участия предприятия-инвестора в уставном капитале инвестируемого предприятия, квалифицируемый как “прямая инвестиция”, может отличаться в разных странах и достигать 25%. Автор статьи базируется на подходе к определению прямых инвестиций, сформулированном в рамках ЮНКТАД, где минимальная доля участия составляет 10%.

ход, ускоряют экономический рост и развитие. Для стран-доноров основная выгода ПИИ состоит в возможности получить максимальную прибыль, в том числе за счет сокращения уровня налогообложения и диверсификации рисков по сравнению с аналогичными внутренними инвестициями.

Последние 30 лет в истории мирового хозяйства — время беспрецедентного роста прямых иностранных инвестиций и развития процессов транснационализации экономики [4]. Этот рост носил неравномерный характер. Соотношение общей суммы накопленных в мире ПИИ и валового мирового продукта увеличилось с 6,2% в 1980 г. до 8,8% в 1990 г. и до 18,6% в 2000 г. По данным ЮНКТАД, на конец 2010 г. суммарный объем прямых иностранных инвестиций в мире достигал примерно 20 трлн долл., а размер валового мирового продукта (ВМП) за тот же год — 63 трлн долл. Таким образом, объем накопленных ПИИ в 2010 г. составил 31% по отношению к ВМП, т.е.

в целом за 1980—2010 гг. величина этого показателя, отражающего роль прямых иностранных инвестиций в мировой экономике, выросла в 5 раз (рис. 1) [9].

В последнее время увеличился объем инвестиционных потоков между развивающимися странами по линии “Юг—Юг”. Суть этого явления заключается в том, что значительная доля ПИИ в развивающиеся страны осуществляется посредством других развивающихся стран. Доля ПИИ из развивающихся стран и стран с переходной экономикой в суммарном объеме накопленных этими странами ПИИ увеличилась с 25% в 1990 г. до 35% в 2010 г.

В целом по мировому хозяйству вывоз ПИИ развивался двумя “волнами”, отражавшими прохождения циклов Жюгляра<sup>4</sup> в рыночной экономике (рис 2). Общая причина циклов Жюгляра — несовпадение производства и потребления в индустриальной рыночной экономике и нарастание структурных и стоимостных диспропорций по мере развертывания циклов, а

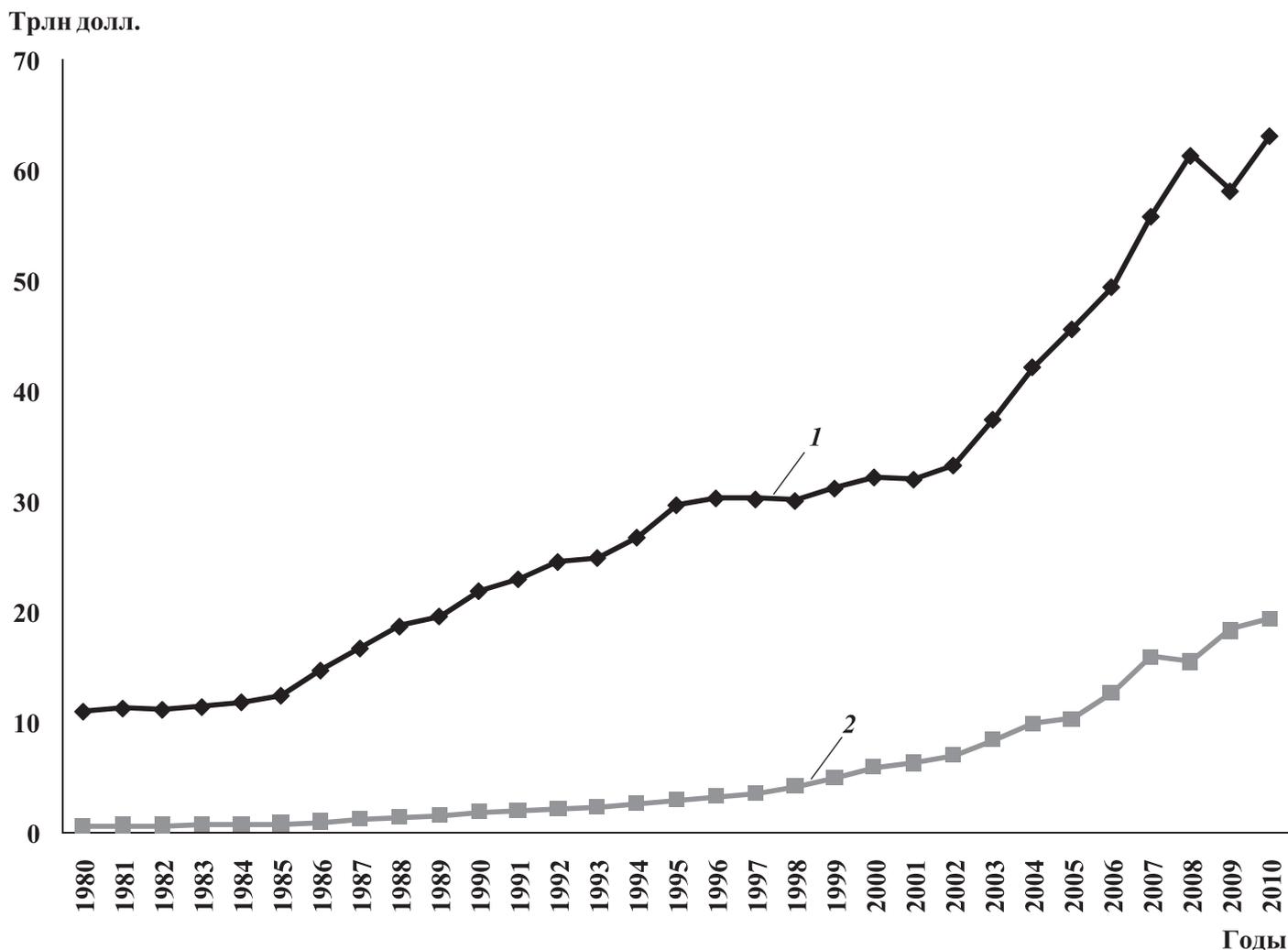


Рис. 1. Динамика роста объемов валового мирового продукта и общемирового объема накопленных ПИИ: 1 — объем валового мирового продукта, 2 — общемировой объем накопленных ПИИ. Составлено автором по [16]

<sup>4</sup> Циклы Жюгляра — среднесрочные экономические циклы с характерным периодом в 7—11 лет. Названы по имени французского экономиста Клемана Жюгляра, который одним из первых описал эти циклы.

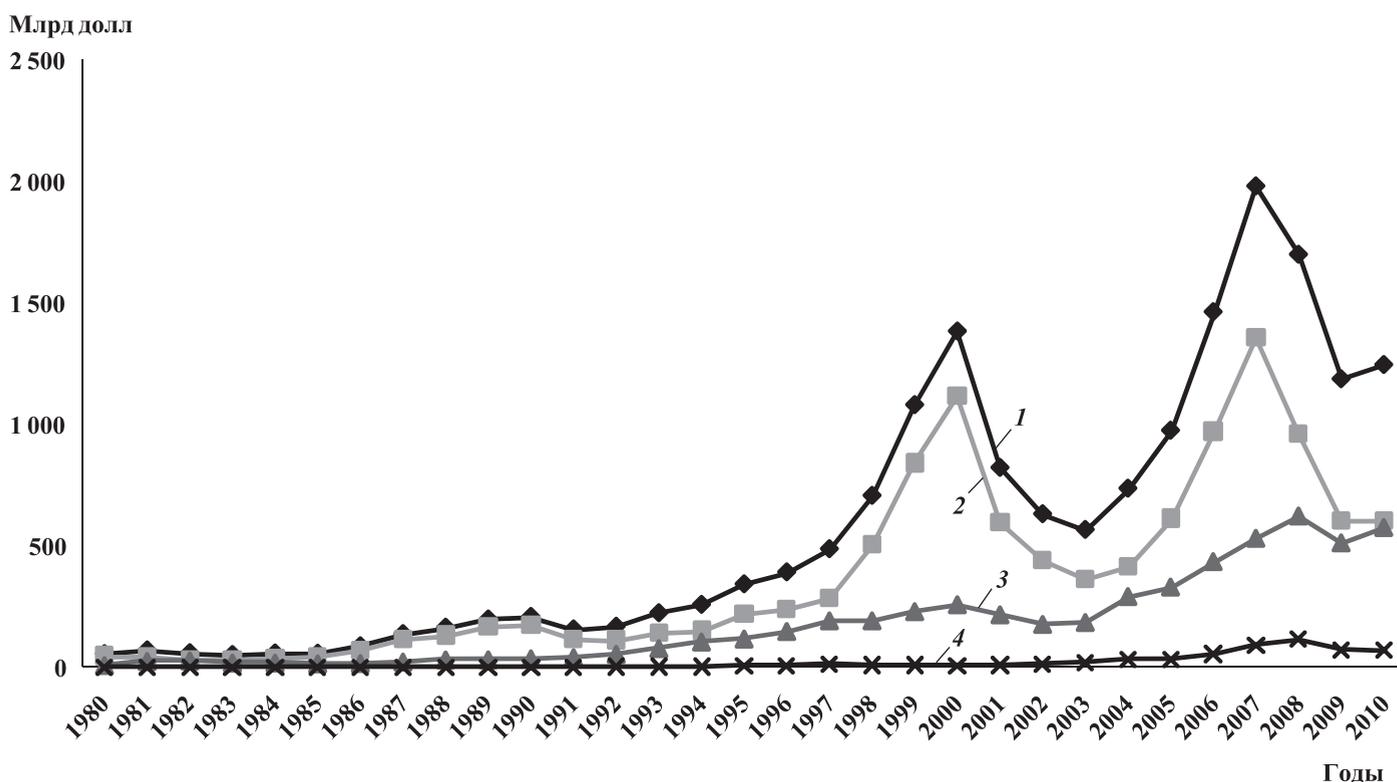


Рис. 2. Глобальный вывоз ПИИ в 1980—2010 гг.: 1 — мир, 2 — развитые страны, 3 — развивающиеся страны, 4 — страны с переходной экономикой. Составлено автором по [16]

также временные задержки между принятием инвестиционных решений и возведением соответствующих производственных мощностей. Поскольку эти процессы в меньшей степени характерны для развивающихся стран и стран с переходной экономикой, волны вывоза ПИИ в них прослеживаются менее отчетливо.

С одной стороны, такой стремительный рост прямых капиталовложений связан с переходом от Бреттон-Вудской валютно-финансовой системы к системе плавающих валютных курсов и отменой прежде действовавших ограничений на международное движение капитала [8]. Как развивающиеся, так и развитые страны не допускают ПИИ в те сферы, которые считаются наиболее чувствительными с точки зрения национальной безопасности. Тем не менее ряд преград в движении ПИИ можно преодолеть путем заключения между странами международных инвестиционных соглашений. Международные инвестиционные соглашения (МИС) — основной инструмент, регулирующий взаимодействие ТНК и государств. За последние 30 лет число МИС выросло более чем в 5 раз: если в 1980 г. в мире было заключено не более 1000 соглашений, то к 2010 г. число таких соглашений составило более 5000 [17]. Международные инвестиционные соглашения существенно влияют на структуру и направленность мировых потоков ПИИ из-за широты географического охвата. Так, до начала 1990-х гг. экономически развитые страны Западной Европы и Северной Америки были основными участниками большинства международных инвестиционных соглашений, в на-

чале 1990-х гг. в связи с появлением на карте мира новых государств после распада СССР, а также в результате бурного развития новых индустриальных стран в Азии большое число таких соглашений заключается с участием стран с переходной экономикой и развивающихся стран.

Рост ПИИ носит неравномерный характер и сопровождается сдвигами в их перераспределении по странам и регионам мира (рис. 3). География прямых иностранных инвестиций существенно расширилась. Перераспределение потоков их вывоза и ввоза отражает процесс глобальной диффузии, сопровождающийся сокращением роли прежних лидеров и вовлечением в него все новых и новых стран. Так, США, первоначально занимавшие едва ли не монопольное положение на международном инвестиционном рынке, на долю которых еще в 1960-е гг. приходилось около 1/2 вывезенных прямых инвестиций в мире, к 1980 г. сократили свою долю до 39%. В 1990 г. доля США уже составляла 24% и продержалась примерно на этой отметке вплоть до 2010 г.; тем не менее США по-прежнему занимают лидирующую строчку среди стран-инвесторов [2, 3].

Если в 1980 г. накопленные за рубежом ПИИ были осуществлены из 70 стран и территорий (причем 1/2 инвестиций приходилась всего на две страны — США и Великобританию), то спустя 30 лет накопленные за рубежом ПИИ были осуществлены из 152 стран и территорий, при этом уже на 5 из них (США, Великобритания, Германия, Франция и Гонконг) приходи-

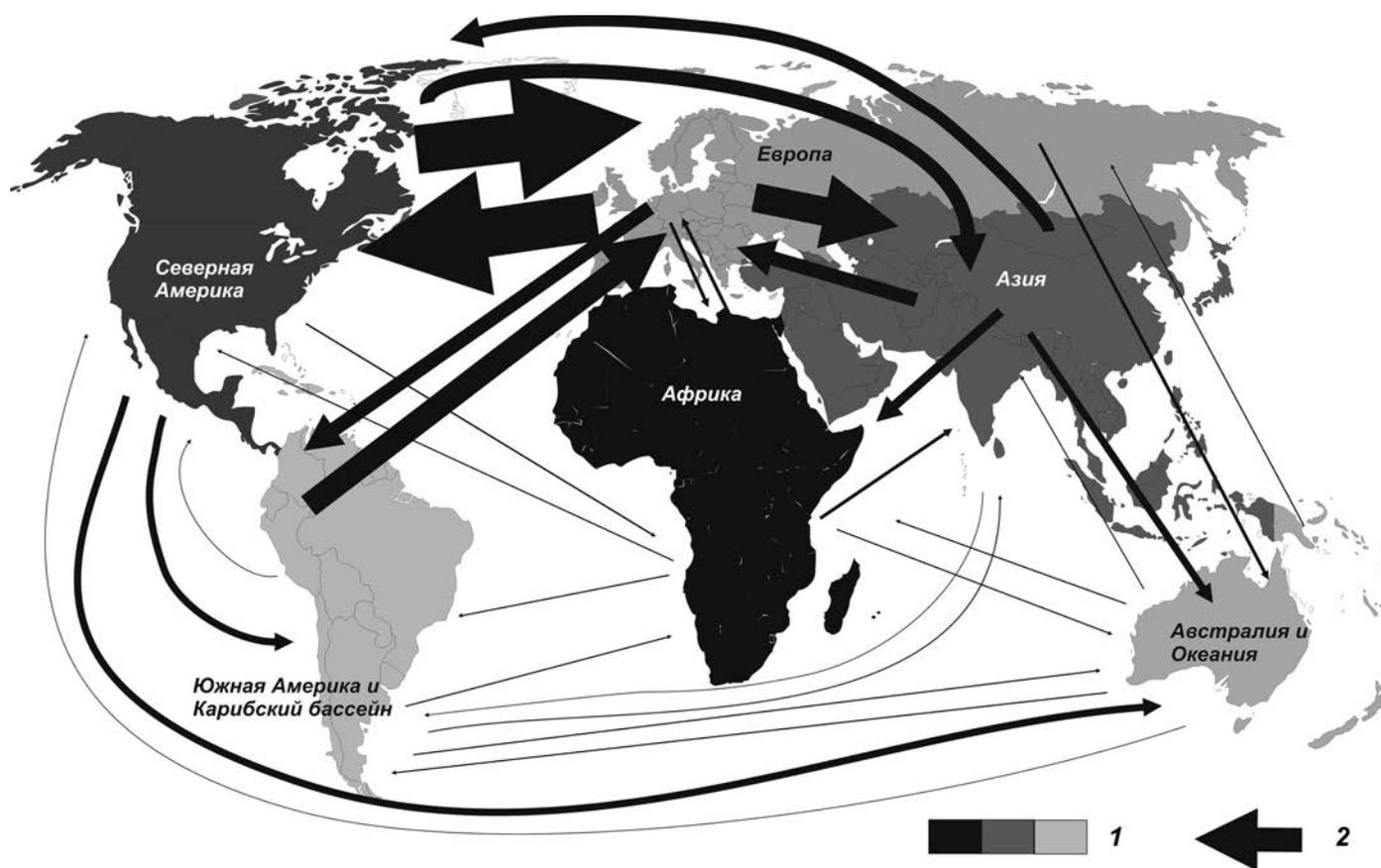


Рис. 3. Совокупные объемы осуществленных ПИИ между макрорегионами мира на конец 2010 г. (без учета внутрирегиональных объемов ПИИ): 1 — макрорегионы, 2 — совокупный объем осуществленных ПИИ на конец 2010 г. Составлено автором по [15]

лась 1/2 мирового объема накопленных за рубежом ПИИ.

География накопленных ввезенных прямых капиталовложений также изменилась. Если в 1980 г. ПИИ разной величины были вложены в экономику 144 стран и территорий, то к 2010 г. их чисто выросло до 202. При этом степень географической концентрации иностранных капиталовложений снизилась в 2 раза за счет расширения круга основных получателей инвестиций. Если в 1980 г. половина накопленных в мире ПИИ была вложена в хозяйства всего 4 стран и территорий (США, Великобритания, Канада, Гонконг), то тридцать лет спустя число этих стран и территорий выросло до 8 (США, Великобритания, Германия, Франция, Нидерланды, Испания, Гонконг и Китай).

Значительное расширение географии ввоза капитала в форме ПИИ связано не только и, возможно, не столько с усилением мозаичности политической карты мира, сколько с вовлечением в инвестиционные процессы все новых и новых стран, прежде из него исключенных. Так, органичной частью глобального инвестиционного поля теперь стали бывшие социалистические страны (КНР, Вьетнам, Монголия, государства бывшего СССР и страны Восточной Европы), на долю которых сегодня приходится 7% ПИИ. На уровне отдельно взятых стран крупнейшим сдвигом в географии привлеченных в экономику ПИИ

стало превращение Китая в одного из крупнейших импортеров капитала. Так, в 1980 г. доля КНР в мировых ввезенных накопленных ПИИ составляла менее 1%, а к 2010 г. стала уже более 3%, что позволило попасть КНР по этому показателю в первую десятку импортеров прямых капиталовложений.

За 1980—1990 гг. абсолютный прирост мировых накопленных ввезенных прямых инвестиций составил 1,2 трлн долл. Более 50% прироста обеспечили страны Западной Европы, около 20% пришлось на США. Развивающиеся страны на этом этапе выглядели достаточно скромно, но в рамках отдельных регионов заметную роль играли Китай, Сингапур, Аргентина, Бразилия и Мексика. За 1990—2000 гг. прирост по этому же показателю составил 3,8 трлн долл., “локомотивами” процесса снова оказались развитые страны Западной Европы и США. Среди развивающихся стран по-прежнему лидерами были Китай, новые индустриальные страны Восточной и Юго-Восточной Азии. Значительный прирост дали также латиноамериканские страны, особенно Мексика, единственная развивающаяся страна, вступившая в региональную интеграционную группировку НАФТА с развитыми странами. За 2000—2010 гг. прирост составил 13,4 трлн долл. при сохранении лидерства развитых стран Западной Европы, США и Японии. Значительную долю прироста (примерно 20%) обеспечили Китай, новые индустри-

альные страны Восточной и Юго-Восточной Азии, а также страны Латинской Америки. Кроме того, на этом этапе значительно возросли объемы накопленных ввезенных ПИИ в Северной Африке и бывших социалистических странах Европы [1].

Как и в случае с накопленными ввезенными ПИИ, за 1980—1990 гг. абсолютный прирост мировых осуществленных прямых инвестиций тоже составил 1,2 трлн долл. В этом случае прирост был обеспечен классической триадой прямых инвесторов — главными странами Западной Европы, Японией и США; из развивающихся стран значительную роль на тот момент сыграли Китай, новые индустриальные страны Восточной и Юго-Восточной Азии, в Латинской Америке на этом этапе основной прирост был обеспечен Венесуэлой и Панамой. За 1990—2000 гг. прирост осуществленных в мире ПИИ составил 4,2 трлн долл. В это десятилетие главными “моторами роста” снова оказались развитые страны Западной Европы и США. Среди развивающихся стран по-прежнему лидировали Китай, новые индустриальные страны Восточной и Юго-Восточной Азии. В этой группе стран появились и новые потенциальные инвесторы, такие как Индия, Мексика, Россия и Чили. Несмотря на то что в это десятилетие их роль в качестве инвесторов была достаточно скромной, они постепенно наращивали свою экспансию, демонстрируя высокий темп роста накопленных за рубежом ПИИ, что позволило им уже в следующем десятилетии играть более заметную роль. В частности, в 2000—2010 гг. при сохранении лидерства развитых стран Западной Европы, США и Японии в приросте осуществленных мировых ПИИ, который составил за этот период 14,3 трлн долл., Мексика и Чили замкнули тройку лидеров (на первом месте — Бразилия) стран-инвесторов в латиноамериканском регионе. Более того, некоторые европейские страны, после краха социалистических режимов перешедшие к рыночным преобразованиям, сами стали играть роль инвесторов. В первую очередь это касается тех стран, которые вошли в состав Европейского союза.

Помимо вышеперечисленных процессов за 1980—2010 гг. существенно выросла роль оффшорных юрисдикций в процессах прямого иностранного инвестирования. Их доля в мировых прямых капиталовложениях выросла с 0,4% в 1980 г. до 14% в 2010 г. Во многом это связано с включением многих растущих эконо-

мик в процессы прямого иностранного инвестирования. У большинства развивающихся стран основными партнерами по ПИИ являются оффшорные юрисдикции. Это свидетельствует о существовании так называемых возвращающихся инвестиций, которые сопровождают развитие многих растущих экономик [11].

Таким образом, за прошедшие 30 лет сложилась новая география ПИИ, которая отражает изменившуюся расстановку сил в мировом хозяйстве и одновременно с этим является одной из главных действующих сил происшедших перемен.

#### **Выводы:**

— последние 30 лет в истории мирового хозяйства — время беспрецедентного роста прямых иностранных инвестиций и развития процессов транснационализации экономики. Этот рост носил неравномерный характер и развивался двумя “волнами”, отражавшими прохождение циклов Жюльера в рыночной экономике;

— рост ПИИ сопровождался сдвигами в их географии по странам и регионам мира. Процесс ввоза и вывоза прямых капиталовложений носит характер глобальной диффузии, когда сокращается роль прежних лидеров и вовлекаются все новые страны, прежде из него исключенные;

— глобальная транснациональная сеть стала примерно в 8 раз разветвленнее. Это связано с тем, что растет число филиалов отдельных корпораций, способствующее развитию международного производства. В процессе развития эта сеть охватывает все большее число стран, регионов, отраслей, что в свою очередь способствует международному движению товаров, услуг и капиталовложений;

— в начале XXI в. “гринфилд”-инвестиции играют важнейшую роль. Так, в среднем за 2003—2010 гг. на их долю приходится 68% всего мирового потока прямых иностранных инвестиций. Осуществляя инвестиции “с нуля”, ТНК расширяют базу международного производства, что создает площадку для их дальнейшей территориальной экспансии;

— за последние 30 лет существенно выросла роль оффшорных юрисдикций в процессах прямого иностранного инвестирования. Во многом это связано с включением многих растущих экономик в процессы прямого иностранного инвестирования. У большинства развивающихся стран основными партнерами по ПИИ являются именно оффшорные юрисдикции.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кузнецов А.В., Четверикова А.С. Восточноевропейские страны ЕС: куда идут их инвестиции // Современная Европа. 2007. № 4. С. 70—85.
2. Лачининский С.С. География прямых инвестиций США за рубежом: закономерности и сдвиги. М.: LAP Lambert, 2010. 180 с.
3. Лачининский С.С. Региональные различия отраслевой структуры прямых американских инвестиций за рубежом // Изв. РГО. 2002. Т. 134, вып. 5. С. 54—60.

4. Мироненко Н.С., Фомичев П.Ю., Гитер Б.А. Транснационализация мирового хозяйства // Пространственные структуры мирового хозяйства М.: Пресс-Соло, 1999. С. 197—224.

5. Потоцкая Т.И., Самусенко Д.Н. Общие и региональные особенности функционирования крупного бизнеса // Региональные исследования. 2009. № 4. С. 82—85.

6. Синцеров Л.М. Волны глобальной интеграции // Изв. РАН. Сер. геогр. 2000. № 1. С. 69—78.

7. Синцеров Л.М. Длинные волны глобальной интеграции // *Мировая экономика и международные отношения*. 2000. № 5. С. 56—64.
8. Синцеров Л.М. Кризис мировых хозяйственных связей в середине XX века // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География*. 2013. № 6. С. 22—27.
9. Самусенко Д.Н. Прямые иностранные инвестиции и транснациональные корпорации в мировой экономике // *Вестн. Орловского государственного университета*. 2011. № 4 (18). С. 427—430.
10. Самусенко Д.Н. Транснациональные корпорации в современной географии мирового хозяйства // *География в школе*. 2012. № 2. С. 48—53.
11. Хейфец Б.А. Офшорные юрисдикции в глобальной и национальной экономике. М.: Экономика, 2008. 335 с.
12. Шишков Ю.В. Интернационализация производства — новый этап развития мировой экономики. М.: ИМЭМО РАН, 2009. 92 с.
13. Шмелев В.В., Хмыз О.В. Глобализация мировых валютно-финансовых рынков. М., 2010. С. 43—44.
14. De Grauwe P., Camerman F. How big are multinational companies? // *Tijdschrift voor economie en management*. 2002. Vol. 47, N 3. P. 311—326.
15. International Monetary Fund. URL: <http://cdis.imf.com>
16. UNCTAD FDI database. URL: <http://www.unctad.org/fdistatistics>
17. UNCTAD Handbook of Statistics. United Nations conference on Trade and Development. URL: <http://stats.unctad.org/handbook/>
18. World Investment Report 2011. N.Y.: United Nations, 2011.
19. World Investment Report 2012. N.Y.: United Nations, 2012.

Поступила в редакцию  
21.05.2013

D.N. Samusenko

#### GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF DIRECT INVESTING PROCESSES IN THE PRESENT-DAY WORLD ECONOMY

Principal aspects of the global expansion of multinational corporations at the modern stage of evolution of the world economy are discussed. The expansion is realized through direct foreign investments which augmented considerably during the end of the XXth — the beginning of the XXI century and profoundly transformed the world economy. Changes in the geography of accumulated direct investments are described by countries and by macroregions; the importance of certain types of investments for the world economy as a whole is discussed.

*Key words:* transnational corporations, foreign direct investments, globalization, international production.

## МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 528.721.28

Ю.Ф. Книжников<sup>1</sup>, Е.А. Балдина<sup>2</sup>ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СТЕРЕОМОДЕЛИ НА ЭКРАНЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА<sup>3</sup>

Особенности наблюдаемой на экране персонального компьютера аэрокосмической стереомодели зависят не только от свойств исходных стереоснимков, но и от зрительной системы человека, и от расположения снимков при их рассматривании. С геометрической точки зрения наблюдаемая дешифровщиком стереоскопическая модель не только уменьшена по сравнению с действительностью, но и ее форма закономерно деформирована, что необходимо учитывать при визуальном дешифрировании.

*Ключевые слова:* аэрокосмические снимки, зрительная система человека, деформация стереоскопической модели местности.

**Введение.** Географы, геологи и другие специалисты, работающие с аэрокосмическими снимками, часто озабочены тем, где сейчас можно приобрести простейший стереоскоп для наблюдений стереоскопических снимков. Однако трудности не только в отсутствии линзово-зеркальных стереоскопов, которые были повсеместно распространены в недавнем прошлом, а скорее в том, что современные аэрокосмические снимки все чаще поступают в цифровом виде. В ближайшем будущем мы будем иметь дело только с цифровыми снимками, которые можно визуализировать и обрабатывать лишь на компьютере.

Как известно, в географии и других науках о Земле наиболее распространены двумерные информационные модели, поскольку горизонтальная протяженность географической оболочки значительно больше вертикальной. Однако с укрупнением масштаба исследований возрастает значение трехмерности окружающего мира. Поэтому географ, использующий аэрокосмические снимки, вынужден обратиться к более информативной пространственной стереоскопической модели.

**Постановка проблемы.** Стереоскопическая модель — субъективная реальность. Она формируется мозгом человека, поэтому особенности наблюдаемой стереоскопической модели зависят не только от свойств исходных стереоснимков, но и от зрительной системы человека и условий рассматривания снимков. Нам редко удается наблюдать ортоскопическую (подобную местности) стереоскопическую модель. С геометрической точки зрения визуально наблюдаемая человеком стереоскопическая модель не только уменьшена по сравнению с действительностью, но и ее форма закономерно изменена. Это влияет (как отрицательно,

так и положительно) на результаты визуального дешифрирования аэрокосмических снимков. Поэтому дешифровщику важно знать основные причины и закономерности искажений визуально воспринимаемой стереоскопической модели.

**Материалы и методы исследований.** Среди методов получения аэрокосмических стереоснимков выделим два основных — плановую аэросъемку, выполняемую кадровым аэрофотоаппаратом с высоты несколько километров, и космическую сканерную съемку, ведущуюся с высоты в несколько сотен километров по одному из вариантов схемы “вперед — в нади — назад”. При аэрофотосъемке стереоснимки получают в центральной проекции с продольным перекрытием в 60% аэрокамерой, снабженной нормальным или широкоугольным объективом, имеющим фокусное расстояние 200, 100 или 70 мм. При космической съемке цифровые стереоснимки получают в параллельно-центральной проекции [2] сканером, снабженным узкоугольным телеобъективом, имеющим фокусное расстояние 10—20 м, при отклонении направления съемки от надира до 30°.

Для наблюдения на экране персонального компьютера оцифрованных аэрофотоснимков или цифровых космических снимков используют 5 способов — оптико-бинокулярный, анаглифический, светозатворный, поляризационный и безочковый, которые были предложены еще в XIX в. Сейчас при их практической реализации применяют более десяти различных вариантов сепарации стереопарных снимков, т.е. обеспечиваются условия раздельного восприятия левого и правого снимков стереопары. На форму и положение воспринимаемой на экране персонального компью-

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики, гл. науч. с., докт. геогр. н.; e-mail: lakmmgu@yandex.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики, вед. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: baldina@geogr.msu.ru

<sup>3</sup> Выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-05-0057).

тера стереоскопической модели влияют такие факторы, как длина съемочного базиса  $B$  (или его значение  $b_c$  в масштабе снимка), фокусное расстояние съемочной системы  $f_c$ , высота съемки  $H$ , угол наклона снимков  $\alpha$ , глазной базис  $b_r$ , расстояние  $S$  между наблюдаемыми стереоснимками, расстояние  $d$  до наблюдаемой стереомодели<sup>4</sup> и др. Вариации каждого фактора приводят (правда, в разной степени) к изменениям геометрической формы и пространственного положения наблюдаемой стереомодели. Принято считать, что главной является вертикальная деформация стереоскопической модели. Здесь следует отметить, что наблюдаемые изменения формы и пространственного положения стереоскопической модели пока не удается достоверно представить в геометрическом и аналитическом виде, как это принято в фотограмметрии. Это объясняется тем, что стереоскопическая модель формируется зрительной системой человека, об особенностях работы которой пока имеется больше гипотез и догадок, чем достоверных знаний. К сожалению, на этот факт не обращают внимание в научной, а главное в учебной литературе, но его следует всегда иметь в виду, рассматривая формирование стереоскопической модели.

В традиционной стереофотограмметрии [4] для нормального случая плановой аэрофотосъемки вертикальную деформацию стереомодели  $\Delta$  принято представлять в виде

$$\Delta = \frac{1}{M_B} + \frac{1}{M_r} = \frac{db_c}{Hb_r} + \frac{f_c}{H} = \frac{db_c}{f_c b_r},$$

где  $1/M_B$  — вертикальный масштаб стереоскопической модели,  $1/M_r$  — масштаб модели в плоскости снимка (в плане).

Полагая  $b_c \approx b_r$ , получим простое соотношение

$$\Delta \approx \frac{d}{f_c}.$$

Отметим, что приводимое соотношение в прошлом веке служило дополнительным обоснованием целесообразности использования аэрофотоаппаратов с широкоугольными короткофокусными объективами конструкции М.М. Русинова для аэрофотосъемок равнинных территорий нашей страны, поскольку получаемая в результате стереомодель позволяла выявить микроформы рельефа.

Еще при аэрофотосъемке была установлена прямолинейная экспериментальная зависимость между вертикальной деформацией стереомодели  $\Delta$  и показателем съемки  $K = B/H$ , характеризующим угол заделки проектирующих лучей. Эту зависимость можно представить в виде

$$\Delta = CK,$$

где  $C$  — постоянный коэффициент. Специально поставленные эксперименты с аэрофотоснимками показали, что значениям  $K$ , равным 0,11; 0,22; 0,30 и 0,44, соответствуют деформации стереомодели  $\Delta$ , равные 0,7; 1,5; 2,0 и 2,9 [3]. Следовательно, для этих случаев значение постоянного коэффициента  $C$  получается равны 6,5; 7,0; 6,8 и 6,6. При космической сканерной стереосъемке сверхвысокого разрешения минимальное значение показателя съемки можно принять близким к единице, т.е.  $B \approx H$ . В этом случае, экстраполируя с определенной осторожностью зависимость между деформациями модели  $\Delta$  и показателем  $K$ , получим

$$\Delta \approx C.$$

Следовательно, для рассмотренного варианта космической сканерной стереомодели сверхвысокого разрешения минимальное преувеличение масштаба по вертикали составит не менее 6—7 раз, что не противоречит фактическим наблюдениям стереопар космических снимков сверхвысокого разрешения на равнинные и горные территории.

Итак, всегда можно ожидать, что вертикальная деформация космической сканерной стереомодели сверхвысокого разрешения окажется не меньше, чем у стереомодели, сформированной по аэрофотоснимкам, полученным камерой с широкоугольным объективом.

**Результаты исследований и их обсуждение.** На качественном уровне в общей деформации аэрокосмической стереомодели, сформированной на персональном компьютере, можно выделить три ее вида:

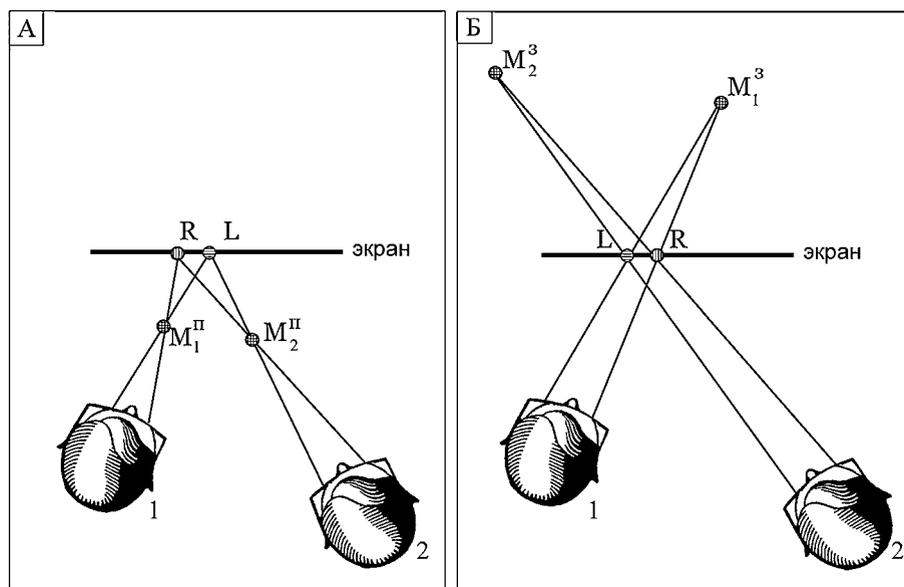
1) вертикальная деформация  $\Delta$  — утрирование или преуменьшение форм рельефа местности на наблюдаемой стереомодели, которое характеризуется различием ее горизонтального и вертикального масштабов;

2) расположение всей воспринимаемой стереомодели в заэкранном или предэкранном пространстве при изменении расстояния между рассматриваемыми снимками;

3) изменение формы и крутизны склонов долин, хребтов, степени выраженности уступов и т.д. на стереомодели при перемещении глаз наблюдателя относительно экрана персонального компьютера. В таких случаях говорят, что при перемещении наблюдателя рельеф стереомодели двигается за ним или в противоположном направлении (рисунок).

Практика показывает, что стереоскопическую модель на экране персонального компьютера человек может наблюдать при конвергентных, параллельных и даже слегка дивергентных зрительных осях. На приведенном рисунке мы применили геометрические построения для пояснения стереоскопических наблюдений при конвергентных зрительных осях. Но человек воспринимает стереоскопическую модель на конечном расстоянии и при параллельных и даже дивергентных зрительных осях, что не удается проиллюстрировать геометрическими построениями. Для объяснения этих фактов требуется привлечь сведения из психофизиоло-

<sup>4</sup> В ряде публикаций за величину  $d$  принимают расстояние от глаз наблюдателя до рассматриваемых снимков, а не до стереомодели.



Деформация стереомодели в предэкранном (А) и заэкранном (Б) пространстве при перемещении наблюдателя: L и R — изображение одной и той же точки (объекта) на левом и правом снимках стереоскопической пары, воспроизводимых на экране компьютера;  $M_1^П$ ,  $M_2^П$ ,  $M_1^3$ ,  $M_2^3$  — пространственное расположение стереомодели этой точки (объекта) при разных (1 и 2) положениях наблюдателя

гии зрения. Способность воспринимать стереоскопическую модель на конечном расстоянии от наблюдателя при параллельных зрительных осях можно трактовать как вынужденный компромисс для устранения возникающего при стереоскопических наблюдениях снимков противоречия в подсознательно согласованном взаимодействии зрительной конвергенции и аккомодации [3]. Восприятие же стереомодели при дивергировании зрительных осей объясняется разнонаправленным поворотом глазных яблок, удерживающим наблюдаемый объект в фовеальных (находящихся в центре сетчатки) зонах обоих глаз, которые, как известно, являются корреспондирующими точками сетчаток [1].

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Валюс Н.А.* Стереоскопия. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 379 с.  
 2. *Книжников Ю.Ф.* Основы стереоскопического гео-моделирования. М.: Научный мир, 2013. 196 с.

**Выводы:**  
 — стереоскопическую модель можно формировать по космическим снимкам сверхвысокого разрешения на экране персонального компьютера традиционными способами — оптико-бинокулярным, анаглифическим, светозатворным, поляризационным и безочковым, наблюдая ее при конвергентных, параллельных и дивергентных зрительных осях;  
 — равномерно деформированная по высоте космическая стереомодель местности, которую можно располагать в заэкранном или предэкранном пространстве, при перемещении наблюдателя “движется” за ним или в противоположном направлении, изменяясь в некоторых пределах.

3. *Миллер В., Миллер К.* Аэрофотогеология. М.: Мир, 1964. 292 с.  
 4. *Скиридов А.С.* Стереофотограмметрия. М.: Геодизидат, 1959. 540 с.

Поступила в редакцию  
 21.05.2013

**Yu.F. Knizhnikov, E.A. Baldina**

**SPECIFIC FEATURES OF THE AEROSPACE STEREO MODEL PERCEPTION AT THE PC MONITOR**

Particular features of a stereo model observed at the PC monitor depend both on the properties of original stereo images and the human vision system and the position of images in the process of viewing. From the geometrical point of view the stereo model observed by an interpreter is lesser than the reality and its shape is regularly deformed. Both aspects should be taken into account during visual interpretation process.

*Key words:* aerospace images, human vision system, deformation of a stereo model of the territory.

УДК 912.43:502.72

Н.А. Алексеенко<sup>1</sup>

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ<sup>2</sup>

Комплексное системное картографическое обеспечение деятельности ООПТ представлено как особое функциональное направление тематического картографирования. Изложено его теоретическая концепция, определены функции, предложено принципиальная схема картографического обеспечения деятельности особо охраняемых природных территорий (ООПТ), на основе которой разработана классификация картографических материалов, необходимых для ООПТ разного ранга, обоснованы способы представления материала для различных видов деятельности и категорий пользователей ООПТ.

*Ключевые слова:* картографическое обеспечение, типы картографических произведений, особо охраняемые природные территории.

**Введение.** К стратегическим целям государственной политики РФ в сфере охраны окружающей среды относится поддержание жизнеобеспечивающих функций природных систем, необходимых для устойчивого развития общества и обеспечения экологической безопасности страны. Этой цели служит и система особо охраняемых природных территорий (ООПТ), возникшая в результате многолетней природоохранной деятельности ученых, общественности и власти и включающая более 15,5 тыс. единиц (различных категорий, режима охраны, уровня управления), общая площадь которых составляет более 11% площади России.

Рассмотрим теоретические аспекты картографического обеспечения деятельности ООПТ; структуру и содержание базовых картографических блоков, поддерживающих различные стороны деятельности ООПТ; обоснование способов представления материала для различных видов деятельности и категорий пользователей ООПТ.

**Постановка проблемы.** Вопросы системного картографирования, теория и практика природного, социально-экономического, экологического, природоохранного и иных направлений географической картографии широко и глубоко рассмотрены в научной и методической литературе. Методология и методика создания и использования карт в различных аспектах деятельности системы разрозненных территорий с особым статусом охраны, имеющих разнообразное физико-географическое положение и отличающихся по поставленным задачам, напротив, практически не развиты.

Анализ роли карт, картографических баз данных, геоинформационных систем в деятельности особо охраняемых территорий России показывает, что отдельная ООПТ и вся система в целом имеют довольно разнородную картографическую обеспеченность, скорее не отвечающую требованиям современного уровня развития науки и технологий. Некоторые ООПТ испол-

зуют в работе только топографические карты, карты земле- и лесоустройства. Такая ситуация сложилась, например, в Башкирском государственном природном заповеднике, национальном парке Югд-Ва, включенном в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО, и многих других; причин этому несколько: время создания ООПТ; статус территории; местоположение; организация, выполнявшая картографические работы. Рассмотрим их подробнее:

*время создания* — когда существовала социалистическая собственность (практически все заповедники и малая часть национальных парков), когда не требовалось научное обоснование для вывода земель из пользования, ООПТ изначально не располагали картографическим материалом. Работы по обоснованию создания охраняемой территории для тех ООПТ, которые создавались во времена частной собственности, могут содержать от 2 до 10 карт разного качества. В то же время чем дольше существовала охраняемая территория при социализме, тем больше вероятность проведения на ней фундаментальных исследований с созданием картографических материалов (заповедники Большой Кавказский, Приокско-Тerrasный);

*статус ООПТ* во многом обуславливает набор картографических произведений, используемых в ее работе. Для заповедников чаще всего важнее научно-мониторинговая составляющая карт, для национальных парков приоритетна туристское и эколого-просветительское содержание картографических материалов, заказники, если они не переданы в управление заповедникам, практически не располагают ими;

*местоположение* — это не только удаленность и труднодоступность (например, заповедник Остров Врангеля), но и уникальность, вызывающая повышенный интерес (Кроноцкий заповедник), оно определяет не только численность ученых и организаций, заинтере-

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

<sup>2</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 13 05 00904, 13 05 12047, 13 05 41094).

сованных в работе на охраняемой территории, но и постоянный состав сотрудников;

*организация, выполнявшая картографические работы*, — выиграть тендер на выполнение работ “может любое юридическое лицо независимо от организационно-правовой формы, формы собственности, места нахождения и места происхождения капитала или любое физическое лицо, в том числе индивидуальный предприниматель” [10]. На сегодняшний день ни в одном законодательном документе по проектированию ООПТ не прописан унифицированный набор картографических материалов, необходимых для обоснования организации охраняемой территории.

Последний фактор можно проиллюстрировать на примере работ по обоснованию организации НП Бузулукский бор (РАН, УрО, Институт степи). НП помимо карт местоположения территории и схемы территории с данными о категориях земель, формах собственности, землевладельцах и арендаторах земельных участков, располагал еще картами-схемами природного и культурного наследия, месторождений нефти и состояния скважинного фонда, а НП Угра (10 научно-исследовательских организаций, в том числе МГУ имени М.В. Ломоносова) — картами ландшафтной, геолого-экологической, ценных ботанических объектов, культурно-ландшафтного районирования, использования памятников истории и культуры [5, 9].

Анализ картографических материалов ООПТ России показал, что они плохо сопоставимы, а часто и вообще разнятся по тематике и принципу составления, немногие из них отвечают классическим канонам картографии, современные средства визуализации используются мало. Наиболее положительная ситуация сложилась, например, в НП Лосиный остров, который обладает большим объемом картографических материалов и является одним из самых передовых парков России в этом плане. Полный перечень его картографического обеспечения представлен пятью тематическими блоками: *деление территории, лесостроительство, природа, экология, констатационные* (местоположение памятников архитектуры, археологии, промышленных предприятий, экскурсионных маршрутов, лесных пробных площадей, лесопатологических пробных площадей и др.). Безусловно, даже этот набор картографических материалов нельзя назвать полноценным ни по содержанию, ни по назначению [7].

Поскольку возможности программного обеспечения, геоинформационных технологий, средств коммуникации, высокоточных систем позиционирования в последние годы быстро прогрессируют, остро стоит вопрос их внедрения в деятельность природоохранных учреждений. В связи с этим необходимо отметить отсутствие централизованного руководства для решения проблемы — российские ООПТ не объединены картографически и геоинформационно в единую систему. На рынке программных продуктов наблюдается борьба за захват этого сектора потребителей (ESRI, ОАО «НПК “РЕКОД”», ООО “NextGIS” и др.), что пока реализуется в создании геоинформационных продуктов отдельно взятых ООПТ на различных

технологических платформах (ArcGIS, Панорама, Open Street Map и др.).

На основе проведенных в течение последних 14 лет научных исследований на охраняемых территориях предлагается ряд теоретически обоснованных предложений по разработке системы их картографического обеспечения.

Во-первых, многоцелевое разноуровневое картографирование ООПТ следует рассматривать как *особое направление тематического картографирования*, имеющее целью создание научно обоснованной системы картографических произведений для обеспечения эффективного управления территориями с особым статусом охраны, проведения на них научных исследований, развития экологически ориентированного туризма и экопросвещения.

Во-вторых, все единицы системы ООПТ России должны иметь *базовый набор картографического обеспечения*, состав которого зависит от их иерархического уровня. Расширенный список карт зависит от особенностей охраняемой территории. В-третьих, для поддержания картографического обеспечения ООПТ в актуальном состоянии следует *создавать объектно-ориентированные базы данных*, которые помимо возможности постоянного обновления способствовали бы быстрому составлению новых картографических и иллюстрационных материалов, а также давали вариативное представление информации, ориентированной на конкретного пользователя.

Основная задача разрабатываемой системы — соединение картографического метода исследования с практической деятельностью в области охраны природы, что поможет создать высокоэффективное информационное пространство для решения проблем ООПТ по выполнению их функций в целях обеспечения устойчивого развития.

**Материалы и методы исследований.** Основные материалы для исследования получены во время экспедиционных работ в 15 российских ООПТ высшего иерархического уровня — государственные природные заповедники и национальные парки и в более 20 ООПТ низшего уровня. В ходе работ были изучены картографические материалы, научные отчеты и “Летописи природы”, выявлены проблемы и потребности в соответствии с особенностями конкретной ООПТ, определены источники информации, которые могли бы быть использованы в дальнейшей работе, созданы картографические произведения.

Анализ состояния проблемы позволяет в методическом плане рассматривать многоцелевое разноуровневое картографирование ООПТ как:

— направление географической картографии прикладного характера, которое развивается в интеграции с современными направлениями тематической картографии и геоинформатики, базируется на аэрокосмических, полевых и картографических исследованиях;

— особый метод, способствующий созданию базиса для проведения природоохранных мероприятий путем построения системы информационно-картографического обеспечения. Картографическое обеспе-

чение включает создание отдельных карт, серий карт, атласов, информационно-картографических систем, баз данных, мультимедийных проектов, которые разрабатываются по единой программе, что предполагает системную характеристику территорий, унификацию структуры, содержания и оформления картографо-геоинформационного обеспечения деятельности ООПТ России.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Принципиальный вопрос при разработке картографического обеспечения — определение его назначения и особенностей использования, уточнение предполагаемого круга пользователей. Это должно во многом служить основой для принятия решений при формировании структуры и содержания обеспечения. Опираясь на разработки ученых, занимающихся проблемами системного картографирования ресурсов [4, 8], выделены следующие функции, возлагаемые на картографическое обеспечение деятельности ООПТ:

— инвентаризационная — обеспечение инвентаризации объектов, явлений и процессов, которые функционируют в конкретной ООПТ в качестве основы для природопользования;

— мониторинговая — контроль за реализацией природоохранных программ;

— научно-исследовательская — создание основ для разработки и выбора конкретных природоохранных программ;

— учебно-просветительская — обеспечение широких масс населения доступной, лаконичной, эстетичной картографической информацией об экологических проблемах и природоохранной деятельности, ее эффективности на местах проживания или пребывания;

— координационная — создание основы для координации и утверждения решений при управлении территорией и для ее финансирования субъектами власти.

Предлагаемая принципиальная схема картографического обеспечения деятельности отдельной ООПТ состоит из двух основных разделов: картографического обоснования проектировочных документов, необходимых для организации ООПТ, и картографических материалов, обеспечивающих поддержку различных направлений деятельности охраняемых территорий: *научной, охранной, туристской, эколого-просветительской*.

Многолетние работы в ООПТ показали необходимость создания карты конфликтов природопользования. Роль подобной карты — фиксация местоположения, описание различных конфликтов природопользования и их характеристика (участники, затрагиваемые ресурсы, причины и пр.), определение интенсивности. Такая карта особенно важна на проектировочном этапе, так как в это время еще можно урегулировать конфликтные ситуации между природопользователями, включить (или не включить) спорные площади в охраняемые. Разработанная методика отображения конфликтов природопользования на картах территориального планирования опробована на разных масштабных уровнях и для ООПТ разного иерархического уровня [1].

Результатом деятельности различных отделов каждой ООПТ, а также сторонних организаций слугит огромный массив разнородной информации. Проблема заключается в отсутствии единой организованной системы сбора данных, в их пространственно-временной разрозненности, в различной позиционной точности. Отсутствие специализированного оборудования, программного обеспечения, достаточной численности опытных научных сотрудников ухудшает ситуацию. При этом как отдельно взятая ООПТ и система в целом, так и федеральные органы страны крайне заинтересованы в получении самой разнообразной картографической продукции об охраняемых территориях.

Тематики и типы картографических материалов, необходимых в работе различных отделов охраняемых территорий, с одной стороны, в большой степени зависят от целей и задач подразделения, а с другой — все они составляющие единого целого, поэтому наиболее логичным было бы создание объектно-ориентированной базы данных (БД).

В ходе исследований была разработана ориентировочная структура БД для национальных парков и заповедников. Единообразная для каждой иерархической ступени системы структура БД могла бы способствовать созданию единой интегрируемой информационной системы ООПТ страны. Таким образом, частично могли бы быть решены вопросы типизации и каталогизации собираемой информации, определения направлений научной работы для сбора недостающей информации, а также получения новых данных и знаний на основе уже имеющейся информации. Наполнение БД отдельной ООПТ будет зависеть от ее территориальных особенностей, целей и задач [3].

Актуальна в настоящее время и проблема создания площадки для взаимовыгодного обмена данными и знаниями об ООПТ России, основанной на комплексировании современных технологий и географической информации, использование которой позволит перейти на качественно иную ступень внедрения науки в охрану природы, а также увеличить их обуюдную практическую востребованность. Выход из сложившейся ситуации видится в создании картографических веб-сервисов (геосервисов, геопорталов), которые сегодня стали такими же привычными формами передачи пространственной информации, как карты, атласы и базы данных ГИС.

Для практики важно, чтобы картографические произведения подавались потребителю в форме, удобной для обозрения, анализа и обработки. Картографические материалы, создаваемые для отдела охраны природы, должны отвечать в первую очередь требованиям точности локализации, для отдела экологического просвещения — доступности, наглядности, полноты информации, для отдела туризма — точности, наглядности, полноты. Требования к картографическим материалам, создаваемым для научного отдела, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к научно-справочным атласам, т.е. включать глубокое, многостороннее и взаимосвязанное территориальное

изучение природных условий и естественных ресурсов, использование научных подходов, достоверность информации.

В составе федеральной системы ООПТ функционирует 139 научных отделов, где трудятся более 1000 штатных научных сотрудников, среди них 372 кандидата и 42 доктора наук. К сожалению, квалифицированные специалисты с ученой степенью часто работают на полставки, совмещая работу в заповеднике и других учреждениях, причем иногда далеко от ООПТ.

Планированием научной работы и научно-методическим руководством в заповедниках в СССР занималась специальная комиссия Академии наук. Современные научные темы часто не взаимосвязаны, в большинстве случаев их выбор зависит не от потребностей ООПТ, а от интересов сотрудников, принятых на работу [6].

В связи с этим очень остро стоит проблема разработки содержания картографического обеспечения работы именно научных отделов, что позволит сохранить преемственность и методическую сопряженность исследований. В рамках поставленной задачи необходимо прежде всего определиться с базовой картой. В случае с исследованиями, проводимыми на ООПТ, ее не может заменить топографическая карта, некорректно и нецелесообразно привязывать информацию об экосистеме к отдельно взятой точке, или, например, к изолинии (изотерме, изогипсе и пр.). Экосистемы организованы полигонально, в основе полигонов лежат природные выделы. Автор полагает, что ландшафтная карта — вершина природного картографирования и изученности территории — была бы идеальной в рассматриваемом случае. К сожалению, не каждый заповедник (а тем более национальные парки и заказники) России имеет такую степень тематической изученности. Поэтому необходимо создать базовую карту природных границ, которая должна играть организующую роль в системе сбора, привязки, отображения и моделирования информации.

Известно, что наибольшую согласованность имеют рельеф (геоморфология), почвы и растительность, карты этих элементов вполне могут служить базовыми.

Дальнейшие рекомендации носят только ориентировочный характер в силу двух основных причин — особенностей территории и возможностей кадрового состава. Для научного отдела заповедника в рекомендуемом списке должны быть карты физико-географической тематики, отражающие различные характеристики и показа-

тели биосферы, гидросферы, атмосферы, педосферы, а также отражающие динамику их составляющих и влияние на них человека (если таковое имеется). Картографическое обеспечение научных отделов национальных парков должно включать и социально-экономическую составляющую (население, землепользование, историко-культурное наследие), в которой помимо поэлементных карт будут карты, которые должны отражать взаимодействие двух систем — “природа” и “общество”. Для заказников наиболее актуальны карты тех природных компонентов, которые находятся под охраной, а также тесно связанные с ними.

В ходе исследований выявлены особенности создания картографических материалов для использования их различными группами пользователей, среди которых выделены: администраторы всех уровней (федерального, регионального, местного); сотрудники ООПТ; научные сотрудники сторонних организаций, проводящие исследования на территории; местные жители (природопользователи, заинтересованные в ресурсах территории, и школьники, обязанные программой обучения изучать территорию), посетители (представители познавательного туризма разного возраста, образовательного уровня и физических возможностей), туристы, использующие территорию только как место отдыха, при этом один и тот же человек может выступать в разной роли. Картографические материалы, создаваемые для различных категорий пользователей, должны отличаться по содержанию, особенностям выполнения, способам визуализации и уровню подачи информации (рисунок).

При создании картографических произведений, ориентированных на разные образовательные категории пользователей, были показаны возможности применения различных способов визуализации (добавление динамики явления, процессы и др. во времени и в пространстве, звука, фото- и видеоинформации,



Картографические материалы, необходимые разным категориям пользователей

## Состояние картографического обеспечения некоторых российских ООПТ на сентябрь 2013 г.

ООПТ	Карты	
	в фондах	созданы с участием автора
Башкирский заповедник		<i>ПТК</i> , экотропа “Арадый”
Заповедник Белогорье	<i>Почвенная*</i> , функциональное зонирование, районные карты землепользователей	<i>Растительности</i> , общегеографическая
Заповедник Денежкин камень		Топонимическая, историко-культурного наследия, результаты зимних маршрутных учетов, высотная поясность, пособия для прохождения с образовательными целями маршрута “Пятиклашка” и “с. Всеволодо-Благодатское — оз. Дикое”, учебная топографическая карта и топографические пазлы, методическое пособие “Картография для экологической школы заповедника Денежкин камень”
Кавказский заповедник	Инфраструктура, растительность, схема геоботанического районирования, <i>геологическая</i>	На окрестности кордона “Умпырь” созданы карты: активность крупных млекопитающих; опасные природные явления, влияющие на жизнь крупных млекопитающих; динамика численности копытных; зимние местообитания зубра; схемы подходов животных к солонцам; для всего заповедника обновлена карта растительности, обновлена и дополнена карта инфраструктуры, создана карта доступности сотовой и радиосвязи
Лазовский заповедник		<i>Растительность</i> , <i>ПТК</i> , топонимическая, планы кордонов, антропогенные изменения вблизи пос. Преображение, паспорта маршрутов с геоботаническими профилями, лежбища ларги, ареалы произрастания кедра, туристская
Лапландский заповедник	Растительность	Общегеографическая, буклеты 2-х экотроп, топонимическая, ООПТ Мурманской области
Природный парк Вулканы Камчатки	Функциональное зонирование	Растительность, топонимическая, план с. Эссо, буклет экотропы Вулкашики
НП Русский Север	Функциональное зонирование, эстетическая оценка территории	Топонимическая, православие на территории НП Русский Север, анимационные карты “Затопление Шекснинского водохранилища”, “Оледенения а территории НП Русский Север”, “Экотропа Гора Маура”, мультимедийная картографическая игра “Познай Русский Север”
НП Смоленское Поозерье	Функциональное зонирование, <i>буклет экотропы</i>	<i>ПТК</i> , буклет экотропы “Озеро Баклановское”
НП Угра	Функциональное зонирование, ландшафтная, геолого-экологическая, ценные ботанические объекты, культурно-ландшафтное районирование, использование памятников истории и культуры, почвы, современное использование территории, комплексная оценка территории, сельское хозяйство, буклеты экотроп	Карты для атласа: физическая, инфраструктуры, ландшафтная, почвенная, геологическая, четвертичных отложений, историко-культурного наследия, археологическая, военно-историческая, климатическая, водных ресурсов, животный мир, растительный мир, ценных природных объектов, ценных ботанических объектов, экологических троп, экологического просвещения, туристская, функциональное зонирование, биосферный резерват, ООПТ Калужской области, карта конфликтов природопользования, карта типов конфликтов природопользования, мультимедийный обучающий проект “НП Угра”, анимационные карты видимого облика ландшафта парка и суточные изменения видимого ландшафта парка
Хвалынский НП	Функциональное зонирование, инфраструктура, <i>буклет экотропы</i>	Фотокарта, буклет экотропы “Гора Беленькая”, мультимедийный образовательный проект “Хвалынский НП”, мультимедийное пособие по изучению космических снимков хвалынскими школьниками, интернет-проект с двухсторонней связью посетитель — национальный парк
НП Югд-Ва		<i>ПТК</i> , <i>туристских маршрутов, дорог</i> , буклет туристической тропы “Санавож — г. Народная”, мультимедийный проект “Кожим — река заповедная”

\* Курсив — карты, имеющиеся/созданные не на всю территорию ООПТ.

гиперссылок с увеличивающейся информационной нагрузкой и др.). В процессе исследований разработана и апробирована методика создания интерактивных картографических произведений, использующих интернет и служащих для связи разных категорий населения с сотрудниками ООПТ. Определено наполнение этих произведений для применения в разнообразных целях (охрана природы, урегулирование спорных вопросов, планирование территории, повышение уровня экологического сознания и пр.) [2] (таблица).

Должное картографическое обеспечение координационно-консультативной поддержки работ по инвентаризации и мониторингу ООПТ способствовало бы развитию перспективных научно-практических направлений, связанных с определением емкости среды и допустимой нагрузки, оценкой здоровья среды, развитием щадящих методов исследований, формированием региональных экологических сетей.

Согласование направления научно-исследовательской работы ООПТ с потребностями Министерства природных ресурсов России в получении информации о состоянии естественных экологических систем, природных ресурсов для оценки качества среды в целях ее использования может помочь в осуществлении государственного экологического контроля, экологи-

ческого мониторинга, в области изучения объектов флоры и фауны, при использовании в рамках программы “Оценка воздействия на окружающую среду” и при проведении государственных экологических экспертиз в регионах.

#### **Выводы:**

— разработка теоретических и методических основ формирования единого многофункционального картографического обеспечения деятельности ООПТ обеспечит решение широкого спектра задач по выполнению экологической доктрины РФ;

— следование методическим разработкам концепции картографического обеспечения деятельности особо охраняемых природных территорий России, создание необходимого, а лучше расширенного набора рекомендуемых картографических произведений, могло бы способствовать: 1) управлению конкретной ООПТ; 2) управлению всей системой ООПТ; 3) обеспечению сопоставимости данных, получаемых ООПТ; 4) мониторингу состояния различных элементов природы конкретной территории и всей системы в целом; 5) организации экологического туризма в ООПТ на научной основе; 6) развитию системы экологического просвещения в регионах на базе изучения природы конкретной территории.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Алексеевко Н.А., Дроздов А.В.* Опыт среднемасштабного картографирования конфликтов в природопользовании (на примере Национального парка Угра) // Изв. РАН. Сер. геогр. 2005. № 6. С. 77—85.
2. *Алексеевко Н.А., Медведев А.А.* Опыт разработки картографической интерактивной системы для обеспечения деятельности особо охраняемых природных территорий // Геодезия и картография. 2010. № 12. С. 31—35.
3. *Алексеевко Н.А., Шахова А.А.* Перспективы применения геоинформационных технологий в национальных парках России (на примере НП “Угра”) // Геодезия и картография. 2013. № 7. С. 41—46.
4. *Донцов А.В.* Современные тенденции землеустроительного картографирования // Геодезия и картография. 1997. № 12. С. 45—46.

5. *Ковтун С.Ю.* Геоэкологический анализ территории Бузулукского бора в связи с организацией национального парка: Автореф. канд. дисс. Астрахань, 2009.

6. Особо охраняемые природные территории. URL: <http://oort.info/> (дата обращения: 07.08.2013).

7. Официальный сайт Национального парка Лосиный остров. URL: <http://elkisland.ru/> (дата обращения: 07.08.2013).

8. *Пересадыко В.А.* Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи, ХНУ імені В.Н. Каразіна. Харків, 2009. 215 с.

9. Приложение к “Схеме организации и развития национального природно-исторического парка “Угра” с участием на р. Жиздра” (Росгипролес). М., 1993. 10 с.

10. Служба внешней разведки Российской Федерации. URL: <http://svr.gov.ru> (дата обращения: 07.08.2013).

Поступила в редакцию  
18.04.2013

**N.A. Alexeenko**

#### **SPECIFIC METHODOLOGICAL FEATURES OF CARTOGRAPHIC SUPPORT OF THE ACTIVITIES OF NATURE PROTECTION AREAS IN RUSSIA**

Complex system of cartographic support of the activities of nature protection areas (NPA) is discussed as a particular functional line of thematic mapping which represents applied aspects and regularities of relations in the nature-society system by techniques of cartographic imaging and modeling. The theoretical concept is stated, a principal scheme of the cartographic support of NPA activities is suggested which is a basis for the classification of cartographic materials necessary for different categories of NPA. The structure and content of principal cartographic blocks supporting different types of NPA activities are described; the techniques of presenting materials for different types of activities and categories of NPA users are demonstrated.

*Key words:* cartographic support, NPA, functional line.

УДК 528.9

Е.А. Прохорова<sup>1</sup>, М.Н. Уколова<sup>2</sup>**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Рассмотрены возможности картографирования морского транспорта на новом методическом уровне и в новых экономических условиях. Показана методика сбора информационных ресурсов и интегрирования различной информации при проектировании и создании базы статистических данных. Изложены принципы разработки и создания серии карт с использованием картографического и математического методов, включая метод многомерного статистического анализа. Подчеркнута целесообразность переложения на язык геоинформационных технологий приемов не только статистического, но и синтетического картографирования.

*Ключевые слова:* морская инфраструктура, базы данных, классификация данных, информационные ресурсы, картографирование морского транспорта.

**Введение.** Перемены, которые произошли в мире на рубеже XX и XXI вв., не только изменили структуру современного мира и внесли существенные изменения в развитие российской экономики, но и способствовали перестановке акцентов в ее отраслях. Новые реалии экономической жизни заставляют по-новому посмотреть на работу всех видов транспорта, в том числе и наиболее универсального — водного, рациональнее подойти к планированию его деятельности. Морские перевозки до 50% дешевле железнодорожных и в 12—14 раз дешевле автомобильных, в связи с этим они существенно влияют на экономику Российской Федерации.

Для того чтобы найти ответы на вопрос, сможет ли транспортная инфраструктура в целом и морские порты в частности справиться с увеличивающимся объемом грузовых перевозок и растущим спросом на эффективные, надежные и экологически сбалансированные транспортные решения, требуются различные методы научных исследований, такие как сравнительный анализ, ряд методов прогнозирования, статистико-экономический, экономическое и финансовое моделирование, в том числе полезно будет использовать возможности картографического решения проблемы.

В Российской Федерации ликвидирована ведомственная система управления морскими портами, изменилось само понятие “морской порт”. Появились рейдовые перегрузочные мощности, переваливающие нефть и нефтепродукты, началось акционирование портов различными компаниями и их учет, особенно стивидорных, которые лидируют по перевалке грузов в морских портах. Показать работу портовых комплексов в приморских районах, погрузочно-разгрузочные операции, или, например, организацию системы контейнерных перевозок не только при специальном навигационном картографировании, но и на тематической карте — важная задача: такие карты,

будучи новыми по содержанию, станут основой для последующего развития тематического картографирования транспорта.

Подобные карты можно будет использовать и в качестве исходного материала при изучении пространственных изменений в экономике транспорта, при постановке и решении конкретных исследовательских и хозяйственно-управленческих задач, для математической обработки данных, полученных на следующей стадии изысканий.

**Постановка проблемы.** Трудно переоценить важность вопроса о прикладном значении географии морского транспорта. Специалистам и экспертам в сфере логистики и развития транспорта, науки и образования необходима достоверная и комплексная, картографически представленная информация, содержащаяся в тематических базах данных и метаданных, позволяющих интегрировать и визуализировать эту информацию, формировать серии карт, которые отражают современное состояние и перспективы развития морской инфраструктуры России.

В связи с этим все более востребованы методические работы по картографированию морского транспорта и разработке структуры и содержания баз данных, которые могут способствовать ускорению развития инфраструктуры, операционной деятельности и принятию необходимых решений в системе управления на транспорте.

Картографирование морского транспорта включает ряд основных аспектов. Прежде всего для оценки возможностей и особенностей функционирования транспорта необходим учет множества факторов, от которых зависит работа морского транспорта: это и климатические условия — особенности ледового и температурного режима, характер осадков, и социально-экономические, связанные с размещением производства и населения, степенью их концентрации, а также с интенсивностью экономических связей.

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

<sup>2</sup> Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, факультет социологии, магистр; *e-mail:* ou\_marina90@mail.ru

Другие характеристики морского транспорта отображают его работу — грузо- и пассажирооборот портов, грузо- и пассажиронапряженность транспортных путей за определенный промежуток времени [4]. Еще одна характеристика связана с результатами работы транспорта как экономического или социального связующего звена на разных территориальных уровнях — местном, внутрирегиональном, межрегиональном, глобальном.

В отечественной картографии характеристика морского транспорта дается в основном на картах транспортных сетей. Как правило, это локализация на карте морского порта и морских путей с указанием расстояний в километрах. В советских атласах второй половины XX в. на картах можно видеть районы тяготения к морским бассейнам (Тихоокеанскому, Азово-Черноморскому, Балтийскому, Северному), грузооборот и грузопотоки морского транспорта (карта “Развитие морского транспорта. Морской транспорт СССР”, 1:40 000 000); иногда пути сообщения на Севере СССР были показаны вкуче с пунктами обрабатывающей и добывающей промышленности (карта “Освоение Советского Севера”, 1:25 000 000 в атласе “Развитие хозяйства и культуры СССР”, 1967).

Специальные логистические карты (их немного) показывают речные и морские порты, а также мультимодальные транспортные комплексы в соответствии со стратегией развития транспортной системы Российской Федерации до 2030 г., при этом ко всем крупным транспортным узлам даны текстовые пояснения и статистические таблицы.

В настоящее время очевидна необходимость разработки картографического обеспечения отрасли морского транспорта, которое бы всесторонне показало состояние, возможности и перспективы его развития и стало бы источником получения актуальной информации для организации грузоперевозок и оценки эффективности развития морской инфраструктуры России. Изучение современных работ в области картографии позволило сделать вывод о том, что таких специализированных комплексных картографических проектов в настоящее время нет.

Цель работы — на основе систематизации накопленных данных и опыта показать возможности картографирования водного транспорта на новом методическом уровне, представить новые средства сбора информации для проектирования картографических баз данных, а также визуализацию этих данных в свете современных задач науки и практики.

Для привлечения внимания к вопросам картографирования морской инфраструктуры актуально создание серии карт морского транспорта на основе как старых, давно опробованных, так и новых, ранее не картографируемых показателей. Эти данные позволят отобразить на картах новое содержание, имеющее значение в современных экономических условиях, в частности, в связи с очередным ростом внимания к неравномерности развития транспортной инфраструктуры в стране; кроме того, карты в свою очередь становятся инструментом для проведения анализа и со-

ответственно принятия решений по дальнейшему развитию этой отрасли.

**Материалы и методы исследований.** Создание серии карт и проектирование базы данных выполнено с привлечением большого количества разнообразных материалов. Сбор, анализ, оценка и использование различной информации составили весьма существенную часть картографо-географического исследования.

В работе использованы общегеографические и тематические карты разного масштаба: это карты из атласов, например “Грузовые и пассажирские перевозки морским и речным транспортом” (1:10 000 000, 1:22 000 000, Национальный атлас России, т. 3, 2007), специальные карты “Внутренние водные пути Российской Федерации” (1:4 000 000, Государственная служба речного флота, 2002), тематические карты из фондов Российской государственной библиотеки (РГБ), Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ), Института географии РАН и пр.

Однако основной источник информации — официальная статистика, являющаяся частью государственных информационных ресурсов и дающая представление о текущем положении отрасли. Статистические методы входят в методический арсенал картографирования и на этапе обработки исходных данных, и в процессе составления карт. Ведомственная отчетность обычно шире рамок государственной статистики, и в нашем случае она дала много дополнительного и уточняющего материала для создания баз данных [5].

Статистические данные о технических характеристиках морских портов Российской Федерации были предоставлены Федеральным агентством морского и речного транспорта, на сайте которого опубликован “Реестр морских портов Российской Федерации”, содержащий список всех морских портов России в соответствии с их принадлежностью к определенному бассейну: Азово-Черноморскому, Арктическому, Балтийскому, Дальневосточному и Каспийскому. Вся статистическая информация приведена к единому виду — проведены унификация единиц измерения и стандартизация изучаемых показателей.

Часть статистических данных получена благодаря доступу к распределенным сетевым ресурсам пространственных данных и сервисов, например посредством такого информационного ресурса, как портал Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО). Это специализированный информационный центр в области морского транспорта, основная задача которого — интеграция отраслевых информационных ресурсов в единое информационное пространство ЕСИМО.

Для картографирования морской инфраструктуры России были использованы следующие показатели из базы данных ГИС-сервера ЕСИМО: объем перевозки и перевалки грузов морским транспортом, динамика объемов перевалки внешнеторговых и каботажных грузов России, информация о транспортных коридорах, о перевозках грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, о морских портах

(местоположение; связь с железной дорогой; расстояние до аэропорта, до ближайшего населенного пункта; период навигации в морском порту).

В работе задействованы также литературные источники: материалы “Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года”, ФЦП (Федеральная целевая программа) “Мировой океан”, а также Стратегия развития морской портовой инфраструктуры до 2030 года [6].

При проектировании и создании базы статистических данных, составлении карт использованы общенаучные, картографические и математические методы; при выделении типов морских портов использован метод многомерного статистического анализа.

Созданная база данных ориентирована на тематику водного транспорта. При ее формировании прежде всего выделены основные сущности базы данных (*каждая сущность соответствует значимому объекту предметной области*). Путем абстрагирования для каждого объекта определено то число атрибутов, которое необходимо для описания объектов в рамках поставленной задачи. Таким образом, вся полученная в ходе исследования информация была разбита на классы и интегрирована в базу данных.

Для решения проблемы интеграции данных использована та же система кодов, что и в Реестре морских портов Российской Федерации. Для субъектов РФ в качестве кодов использованы коды общероссийского классификатора объектов административно-территориального деления (ОКАТО). Использование одних и тех же кодов регионов в статистической базе данных и базе пространственных данных позволяет объединить позиционную и атрибутивную составляющие при построении карты.

При выявлении групп показателей и разработке таблиц показатели, характеризующие морской транспорт и инфраструктуру, были сгруппированы в 5 соответствующих тематических групп, каждая из которых содержит сходные характеристики. К ним относятся *общие показатели*, куда входят название бассейна, его местоположение, административный статус территорий; *технические показатели* — характеристики порта и акватории (площадь, число причалов, тип порта, глубина якорной стоянки и пр.); *проектные показатели* — теоретическая пропускная способность; *экономические показатели* — специализация порта, объем перевалки грузов и т.д., а также показатели *инфраструктурной обеспеченности* — наличие связи с железной дорогой, аэропорта и расстояние до него.

На последнем этапе в целях повышения эффективности выполнена нормализация схемы базы данных — процедура, производимая над базой данных с целью устранения избыточности и неоднозначности.

Для цифрового представления пространственных данных на концептуальном уровне проектирования выбрана векторная модель. В качестве атрибутивной оставляющей пространственных данных выступают их идентификаторы и данные, отражающие основные характеристики самих объектов. Прочая атрибутивная информация, необходимая для создания темати-

ческих карт, поступает из базы статистических данных, для чего выполнялась операция *связывания* (соединения) внешней базы данных с атрибутивной таблицей того или иного пространственного объекта по общему полю (рис. 1).

При разработке способов картографической визуализации частных показателей, характеризующих морские порты России, в качестве базового тематического слоя использован точечный слой с морскими портами России. К атрибутивной таблице этого слоя выполнено присоединение по одинаковым кодам портов массива статистических показателей из внешней специализированной базы статистических данных. На основе результирующей таблицы созданы разные классификации портов по их атрибутам. Подобная методика обеспечивает, с одной стороны, возможность раздельного хранения пространственных данных и специализированных атрибутивных данных, с другой — их взаимное использование для картографической визуализации данных и мониторинга.

Использование математических методов и математико-картографического моделирования позволяет сформировать представление о том, как изобразить структуру и процессы функционирования морского транспорта на современном этапе его развития. Процесс моделирования включал несколько этапов: постановку задачи, обработку модели, интерпретацию результатов и отображение их на карте.

Для классификации морских портов использован кластерный анализ, методологические особенности которого сводятся к выявлению единой меры, охватывающей ряд исследуемых признаков. Содержательная постановка задачи заключалась в следующем. Имелась некоторая совокупность объектов (портов), которые характеризуются рядом признаков, их было необходимо разбить на несколько кластеров (классов) таким образом, чтобы объекты одного класса были сходны по характеризующим их признакам. Число кластеров определялось в ходе разбиения объема совокупности.

При кластерном анализе показатели не должны коррелировать между собой и быть безразмерными, выборка должна быть однородной, не содержать экстремальных значений. Обеспечение этих требований выполняется за счет того, что кластерному анализу предшествует факторный.

Для выделения факторов, наиболее влияющих на функционирование и развитие морских портов, использован инструмент “факторный анализ” программного пакета STATISTICA. С его помощью выделена группа переменных, определяющих корреляционную взаимосвязь между признаками, таких как административный статус и численность населения; число причалов; наличие связи с железной дорогой и аэропортом; объем перевалки грузов; специализация грузооборота и др.

Все взаимосвязанные линейно-зависимые показатели были отброшены, а оставшиеся дали возможность составить различные комбинации параметров, влияющих на грузооборот и экономическое значение

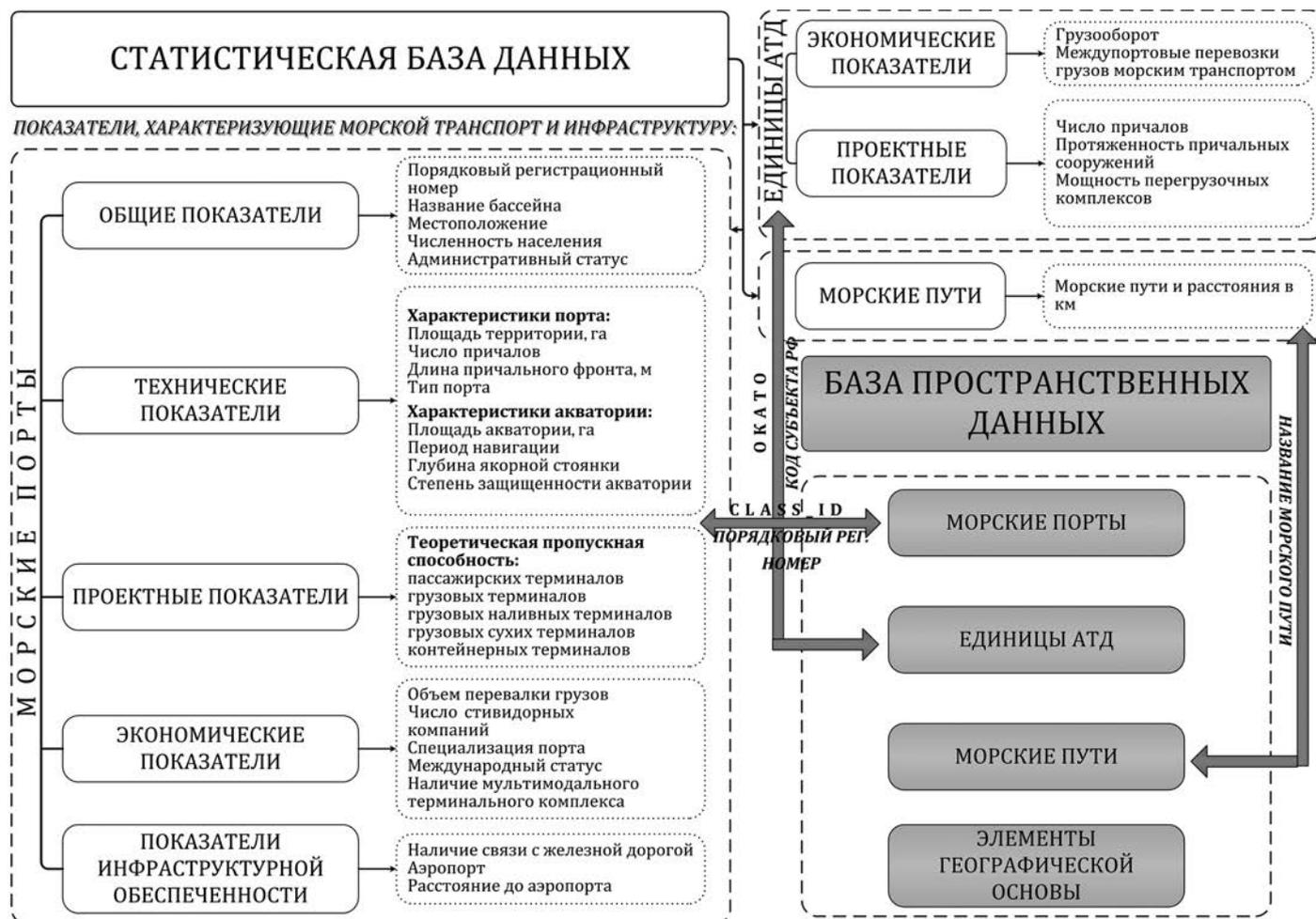


Рис. 1. Структура баз данных

портов. По этим комбинациям и проведена кластеризация. Учитывались также природные факторы, влияющие на производственную деятельность порта: его естественная защищенность от ветра и волнения, значения глубины на подходах к нему и в портовой акватории, круглогодичная или сезонная навигация и др. На карте типы морских портов показаны геометрическими значками разных размера и формы.

**Результаты исследований и их обсуждение.** По результатам исследования создана серия из 14 карт на территорию России, демонстрирующая состояние и работу водного транспорта страны.

Карта "Морские порты Российской Федерации" представляет современную систему морского транспорта России. Она дает визуальное представление о действующих в Российской Федерации морских портах и морских путях, показывает районы тяготения к морским бассейнам (Балтийскому, Арктическому, Тихоокеанскому, Азовскому, Черноморскому, Каспийскому).

Несмотря на то что до сих пор не существует единого значения термина "хинтерланд" и районы тяготения портов можно рассматривать с различных позиций, была предпринята попытка показать зоны тяготения к морским портам на основании анализа

картографической информации, опираясь на опыт классификации хинтерландов морских торгово-промышленных комплексов, выполненных в работах зарубежных ученых [8, 9] и учитывая главные факторы, влияющие на определение их границ, такие как характер груза (контейнерный или насыпной), структура наземной транспортной сети, связывающей порт и его рынок, инфраструктура порта, природные особенности и некоторые другие.

На карте показана также средняя граница распространения плавучих льдов, составленная по многолетним наблюдениям. Разный масштаб — 1:30 000 000 для основной карты, 1:8 000 000 для карты-врезки на Балтийский бассейн и 1:10 000 000 для Черноморского бассейна — дает возможность полнее раскрыть тему морского транспорта и конкретизировать наиболее значимые участки территории.

Карты на отдельные морские бассейны "Портовая инфраструктура" показывают разнообразие портовой инфраструктуры России и выполнены для отдельных морских бассейнов в диапазоне масштаба от 1:2 500 000 до 1:5 000 000. Легенда к картам (рис. 2) единая и представляет характеристики морских портов, многие из которых определяют возможность порта принимать суда определенных типа и размера,



Рис. 2. Легенда к картам портовой инфраструктуры морских бассейнов

увеличивать объем перевалок грузов и функционировать без ледокольного обеспечения.

На карте “Наличие портовых комплексов на морском транспорте” показана пропускная способность грузовых морских терминалов. Отдельно выделены порты с нефтеналивными терминалами. По пропускной способности морские порты разделены на 5 групп (>50 000, 20 000—50 000, 20 000—10 000, 10 000—1000, <1000 тыс. т грузов). Изображение на карте именно технически возможной пропускной способности необходимо для оценки транспортного потенциала морского порта, а также для включения его в состав транспортных коридоров и потоков.

Карта “Использование портовых комплексов на морском транспорте” показывает реальный объем перевалки грузов в морских портах. При сравнении двух карт видно, что реальные и проектные показатели работы портов находятся на одном уровне — это означает практически полную реализацию ресурсов портовой инфраструктуры и потребность в их увеличении; представлена также обеспеченность причальными сооружениями субъектов РФ.

Изображение на картах реальных и “теоретических” (проектных) показателей позволяет сравнивать использование мощностей в регионах России, принимать решения относительно их увеличения/уменьшения, принципиального изменения структуры переваливаемых грузов.

Карта “Погрузочно-разгрузочная деятельность на морском транспорте” характеризует один из основных видов деятельности, осуществляемых в морском порту — погрузочно-разгрузочную. В зависимости от вида переваливаемых грузов морские порты подразделяются на универсальные (порты общего назначения) и специализированные (порты, перегружающие определенный вид грузов). К подобному разделению по качественным характеристикам был добавлен количественный показатель в виде величины грузооборота. Таким образом, среди морских портов Российской Федерации выделено 4 типа универсальных и 3 типа специализированных портов.

Ряд карт позволил дать общую характеристику транспортной системы Российского Севера. Созданы общая карта “Транспортная система Российского Севера”, карта “Внутренние водные пути Российского Севера”, где судоходные участки рек показаны в границах 11 государственных бассейновых управлений, поддерживающих на них необходимые условия для регулярного судоходства; одновременно отображена и обеспеченность водными путями сообщения по субъектам РФ. Карта “Морской транспорт Российского Севера” показывает транспортное обслуживание труднодоступных районов Крайнего Севера и Дальнего Востока, где водные пути сообщения являются практически единственными для перевозки крупных партий грузов, что обеспечивает жизнедеятельность малых народов и освоение природных богатств обширных регионов страны.

Работа речного транспорта представлена на картах “Грузооборот внутреннего водного транспорта Российского Севера” и “Грузовые перевозки речным транспортом”. Информация на карте позволяет проанализировать количество отправленных и принятых грузов для каждого субъекта Российской Федерации, оценить роль водного транспорта в товарообороте региона. Основные направления грузоперевозок в Арктическом бассейне (Дудинская линия, Северный завоз, внутриарктический каботаж) вместе с показанной структурой грузооборота портов Северного морского пути достаточно полно характеризуют деятельность морского транспорта на Российском Севере.

Выделенные на картах особенности климатического и географического положения портов, неразвитость логистической припортовой инфраструктуры и железнодорожных подходов к портам, повышенная нагрузка на окружающую среду характеризуют неразвитость морских портов России. Слабое развитие морского транспорта в стране объясняется тем, что основные экономические центры страны удалены от морских побережий; кроме того, большая часть морей, окружающих территорию страны, — замерзающие, что удорожает использование морского транспорта. В целом на территории России имеется всего 11 крупных морских портов, чего недостаточно для такой огромной страны.

Одно из замечательных свойств карт, которое выделено А.М. Берлянтом, — наглядность, позволяющая использовать карту в качестве инструмента научного познания мира. Созданные карты — это пример одновременного представления множества различных статистических данных, никогда ранее не использовавшихся в таком сочетании на картах подобной тематической направленности. Например, одна только карта “Наличие и использование портовых комплексов” позволяет увидеть следующие закономерности: 1) специализация морских портов зависит от характерных особенностей грузовой работы; рост грузооборота порта тесно связан с пропускной способностью портовой инфраструктуры, включающей причалы, перегрузочные терминалы, технику, подкрановые пути и другое специальное оборудование; 2) развитие мор-

ского портового комплекса региона в условиях внешней среды зависит от наличия долгосрочных связей с заказчиками и перевозчиками, затрат на осуществление грузоперевалочных работ, финансирования модернизации производственной базы; 3) комбинированные морские порты, как правило, наиболее крупные из всех типов торговых портов. У них есть причалы общего назначения и специализированные причалы (переработка товарно-штучных и массовых грузов).

#### Выводы:

— Российская Федерация стремится к более активному внедрению в морскую деятельность передовых достижений научно-технического прогресса, обеспечивающих устойчивое развитие и использование водных путей России в системе международных транспортных коридоров. Совместное использование средств и подходов традиционного и геоинформационного картографирования наиболее удобно и целесообразно для представления информации, отражающей современное состояние и перспективы развития морской инфраструктуры России;

— исследованы современные возможности ГИС-технологий для сбора, хранения и пространственного анализа данных. На основе анализа спроектирована и подготовлена специализированная база статистических данных “Морской транспорт” и база данных “Водный транспорт Российского Севера”. Эти разработки позволят обеспечить интерактивный поиск и визуализацию

данных и станут составной частью информационного сервиса “Водный транспорт России”;

— использование разнообразных источников информации, средств геоинформационного картографирования (многовариантность создания карт, представление новых средств анализа данных, интерактивность картографирования), а также интеграция пространственных и статистических данных позволили получить разные варианты карт водного транспорта. Созданные карты предлагают новые аспекты картографирования морского транспорта РФ и дают новое представление о морской инфраструктуре, происходящих процессах и явлениях. Они позволяют выделить зоны преимущественного обслуживания по видам транспорта, оценить роль водного транспорта в хозяйственном освоении и обустройстве территорий Севера России, основные направления морских грузоперевозок, оценить состояние портовой инфраструктуры и возможность внедрения морского транспорта в основные транспортные коридоры;

— научные результаты, полученные в ходе исследований, имеют прикладной характер и могут быть востребованы различными организациями, занимающимися вопросами морского транспорта (Морской коллегией при Правительстве Российской Федерации), заинтересованными федеральными и региональными органами исполнительной власти, связанными с разработкой и реализацией водной политики России.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александрова Т.Е.* Морская инфраструктура России: теория, основные этапы развития, проблемы: монография. СПб.: Аврора-дизайн, 2010. 352 с.
2. *Краснова Н.В.* Водный транспорт России в развитии международных транспортных коридоров. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2003.
3. *Понятовский В.В.* Морские порты и транспорт: (эволюция). М.: РКонсульт, 2006. 429 с.
4. *Прохорова Е.А.* Социально-экономические карты. М.: Изд-во КДУ, 2010. 424 с.
5. *Прохорова Е.А., Семин В.Н.* Картографические базы данных для социально-экономических карт // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 3. С. 33—39.
6. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 г. М.: Российская академия народного

хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 2012.

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

8. *Pizzolato N., Scavarda L., Paiva R.* Conception and Methodologies to Delimitate Hinterlands and an Application in a Container Terminal. URL: [http://litis.univ-lehavre.fr/-pigne/ICCSA\\_2009.pdf](http://litis.univ-lehavre.fr/-pigne/ICCSA_2009.pdf)

9. *Robinson R.* The Hinterland-Foreland continuum: Concept and methodology // *The Professional Geographer*. 1970. Vol. 22, Iss. 6. P. 307—310.

Поступила в редакцию  
23.07.2012

**Е.А. Prokhorova, M.N. Ukolova**

#### MAPPING OF MARINE TRANSPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION

New methods of mapping marine and river transport under current economic situation and increased awareness of uneven transportation infrastructure in Russia are discussed. Procedures of information collection and integration are described, as well as the designing and compilation of a statistical database. Principles of producing a series of maps using cartographic and mathematical methods (including the multidimensional statistical analysis) are suggested. It seems reasonable to apply geoinformation technologies for both statistical and synthetic mapping techniques.

*Key words:* marine infrastructure, databases, classification of data, informational resources, mapping of marine and river transport.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 581.33.551.794

Н.С. Болиховская<sup>1</sup>, А.В. Поротов<sup>2</sup>, М.Д. Кайтамба<sup>3</sup>, С.С. Фаустов<sup>4</sup>РАЗВИТИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕРНОМОРСКОЙ ДЕЛЬТЫ КУБАНИ В ПОСЛЕДНИЕ 7 ТЫСЯЧ ЛЕТ<sup>5</sup>

Детальные реконструкции изменений растительности, климата и условий седиментогенеза, происшедших в причерноморском секторе Таманского полуострова на протяжении последних 7 тыс. лет, выполнены по результатам геолого-геоморфологического, литолого-фациального, палинологического изучения и радиоуглеродного (<sup>14</sup>C) датирования лиманных, аллювиальных, озерных, болотных и субаэральных отложений, вскрытых скважинами в разных частях черноморской дельты Кубани.

*Ключевые слова:* средний и поздний голоцен, черноморская дельта р. Кубань, фации седиментогенеза, палинологический анализ, радиоуглеродные датировки, реконструкции растительного покрова и климата.

**Введение.** Расположенный в пределах степной зоны Таманский п-ов, в естественном растительном покрове которого в настоящее время доминируют разнотравно-злаковые и злаковые (типчакково-ковыльные) степные сообщества, относится к самым южным семиаридным районам России. Репрезентативные палинологические и геохронологические материалы, позволяющие выполнить детальное климатостратиграфическое расчленение голоценовых отложений и реконструкции изменений природной среды степных районов юга Европейской России и сопредельных территорий за последние 10 тыс. лет, до сих пор весьма малочисленны по сравнению с таковыми для гумидных областей [2, 8, 9, 15, 17, 18, 19]. Отсутствие или недостаточное количество абсолютных датировок затрудняет применение палинологических данных для детальных палеоклиматических и фитоценологических построений, а также для межрегиональных корреляций. Так, по результатам подробного спорово-пыльцевого анализа донных осадков Азовского и Черного морей [4, 5] и более 30 разрезов в Восточном Приазовье [11, 12, 16] удалось получить лишь обобщенные характеристики четырех крупных этапов в истории растительности и климата побережий этих морей — древнего, раннего, среднего и позднего голоцена.

Результаты наших предшествующих исследований опубликованы в сборниках ряда научных конференций и посвящены реконструкциям изменений растительности, климата и уровня моря на протяжении послед-

них 6 тыс. лет в районах черноморского побережья Таманского п-ова [3, 13, 17]. Недостаточность геохронологических данных и неполнота изученных позднеголоценовых толщ препятствовали воссозданию палеоклиматической летописи последних 2500 лет. Материалы, полученные в последние годы, позволяют детализировать этапы развития ландшафтно-климатических условий в голоцене, а также уточнить возрастные границы некоторых климатических фаз.

В статье рассмотрены новые результаты изучения региональных особенностей климаторитмики современной межледниковой эпохи и их влияния на динамику ландшафтно-геоморфологических условий голоцена на побережье северо-восточного Причерноморья.

**Материалы и методы исследований.** Для изучения литолого-фациального строения и геохронологии голоценовых отложений черноморской дельты Кубани и Анапской пересыпи пробурены скважины глубиной 10—14 м, материал из которых наряду с макроскопическим описанием использован для гранулометрического, малакофаунистического и палинологического анализа. Геохронологическая привязка литофациальных комплексов проводилась на основе <sup>14</sup>C-датирования терригенного органического материала. Определения выполнены в лаборатории геохронологии СПбГУ. Калибровка радиоуглеродных дат сделана на основе программы IntCal09 [20]. Для коррекции радиоуглеродных дат осуществлялось определение изотопно-геохимического состава углерода ( $\delta^{13}C_{PDB}$ ).

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

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

<sup>3</sup> Абхазский государственный университет, биолого-географический факультет, кафедра географии, зав. кафедрой, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: lanak@mail.ru

<sup>4</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, ст. науч. с., канд. геол.-минерал. н.; e-mail: faustovs@rambler.ru

<sup>5</sup> Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-05-01052).

Совместно с данными палинологического анализа и радиоуглеродного ( $^{14}\text{C}$ ) датирования к настоящему времени охарактеризованы отложения, вскрытые 6 скважинами, пробуренными в разных частях черноморской дельты Кубани (рис. 1). Они представлены комплексом лиманных, аллювиальных, озерно-болотных и субэзаральных осадков, сформировавшихся в ходе развития дельтовой зоны.

**Результаты палеогеографических реконструкций. Литостратиграфия и хронология дельтовых отложений.** В черноморской дельте Кубани толща голоцено-

вых отложений по данным бурения имеет мощность до 20 м и представлена ритмично переслаивающимися аллювиальными песками и суглинками, лиманными илами и алевритами, а также озерно-пойменными торфами. Подобное строение характеризует чередование аллювиальных и лиманных комплексов фаций и отражает неоднократную смену условий осадконакопления, обусловленную миграцией внешнего края дельты Кубани под влиянием изменения климатических условий и неравномерного подъема уровня Черного моря. В трансгрессивные фазы подъем уровня

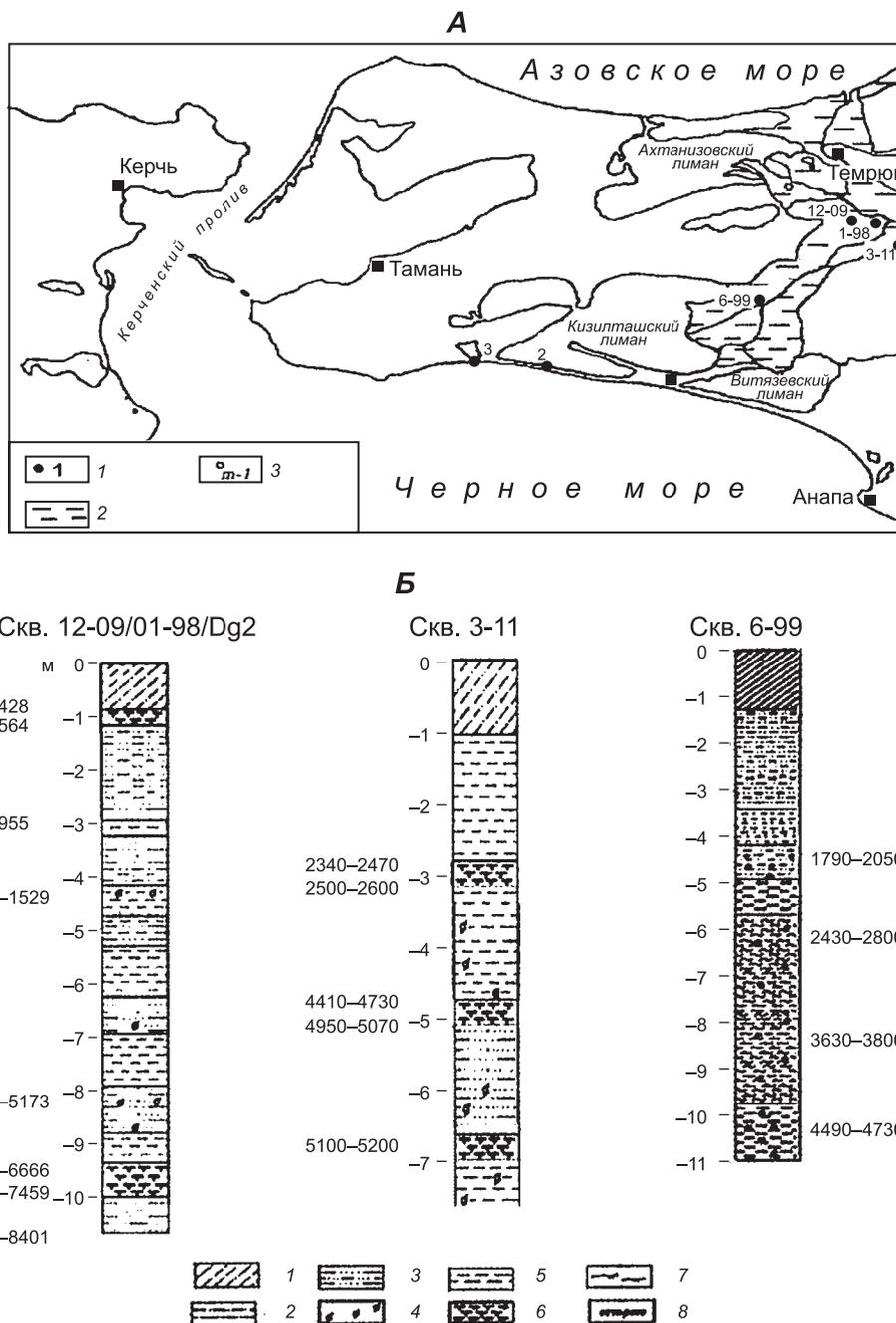


Рис. 1. Схема положения изученных голоценовых разрезов на Таманском п-ове (А), и литологические колонки и  $^{14}\text{C}$ -датировки изученных голоценовых разрезов, вскрытых скважинами в районе черноморской дельты Кубани (Б)  
 А: 1 — местоположение и номер скважины; 2 — черноморская дельта Кубани; Б: 1 — аллювиальные суглинки; 2 — лиманные алевриты; 3 — лиманные алевритовые пески; 4 — раковинный материал; 5 — лиманные илы; 6 — озерно-дельтовые оторфованные илы; 7 — радиоуглеродный возраст

моря сопровождался подтоплением низовьев речной долины и образованием обширного лимана, границы которого распространялись на десятки километров вверх по долине Кубани. О существовании условий осолоненного лимана свидетельствует присутствие в илистых горизонтах раковин *Cerastoderma glaucum*, которые существуют при солености не ниже 6‰ [7]. Наряду с этим палеоботанический анализ торфяников, вскрытых бурением в краевых частях долины, показал, что их накопление происходило в условиях мелководных пресноводных озер, характерных для заболоченных участков дельты. Формирование старичных озер характерно для периодов замедления или относительного понижения уровня моря, вызывавших осушение внутренних частей лиманов и превращение их в заболоченные низины и остаточные озера.

Радиоуглеродное датирование последовательно погребенных торфяников показало, что их формирование относится к интервалам 7152—6887, 6410—6208, 5307—5050, 4409—3998, 2347—2115 л.н. Для последних 2 тыс. лет следы торфонакопления установлены для периодов 400—590 и 1400—1700 гг. н.э. Парное датирование кровли и основания прослоев погребенных торфяников позволило не только детализировать реконструкцию изменений относительного уровня моря для черноморской дельты Кубани, но и оценить продолжительность эпизодов замедления или относительного понижения уровня моря, в течение которых происходило накопление “регрессивных торфяников”. Период формирования нижнего прослоя, залегающего на глубине 10—12 м ниже уровня моря, охватывает около 700 лет. Для более молодых торфяников он не превышает 350—400 лет, что позволяет предварительно оценить продолжительность периодов замедления скорости подъема уровня моря, во время которых происходило торфонакопление в мелководных озерно-дельтовых водоемах.

**Реконструкции растительности и климата. Особенности палинотафономии.** Во всех проанализированных образцах, кроме проб из торфяных прослоев, обнаружено значительное количество переотложенных пыльцевых и спорных зерен, принадлежащих неогеновым (преобладают) и меловым формам. Среди аллохтонных палиноморф чаще всего встречаются споры *Polypodiaceae* и пыльца *Coniferae*, *Pinaceae*, *Picea*, *Pinus*, *Tsuga* (реже других), *Juglans*, *Carya*, *Pterocarya*, *Platycarya*, *Ericales*, *Zelkova*, *Ulmus*, *Liquidambar*, *Ephedra*, *Araliaceae*, *Sequoia*, *Metasequoia*, *Betulaceae*, *Fagaceae* и др. В спорово-пыльцевых спектрах всех изученных образцов присутствуют также микроостатки растений, принесенные рекой и по воздуху издалека, из разных районов бассейна Кубани. В связи с этим для корректной палеофитоценотической интерпретации автохтонных палиноспектров голоценовых осадков разного генезиса привлечены собственные и литературные материалы по субректным спектрам разнофациальных современных отложений Восточного Причерноморья и Северного Предкавказья [1, 6, 10]. Вкупе с резуль-

татами <sup>14</sup>C-датирования и литолого-фациального анализом изученных горизонтов [14] они позволили выявить зональные, локальные и фациально-генетические особенности голоценовых палиноспектров Таманского п-ова и способствовали получению методически обоснованных реконструкций изученных этапов развития климата и растительности в среднем и позднем голоцене.

**Этапы развития растительности и климата.** Основу реконструированной летописи палеоклиматических событий составляют палинологические данные, полученные для отложений, вскрытых скважиной 1 (рис. 2), заложенной во внутренней части дельты вблизи разветвления азовского и черноморского русел Кубани и охватывающей 12-метровую толщу с горизонтом торфа в основании, который имеет возраст не моложе 7 тыс. лет (5940±50 лет; cal. 6908—6640 лет). Они позволили подробно охарактеризовать 14 этапов развития растительности и климата в интервале от ~7 тыс. до 1000—800 л.н. [3]. Эти реконструкции подтверждены результатами палинологического анализа осадков из скважин 6 и 2 [6]. Скважина 6, расположенная вблизи восточного края Кизилташского лимана, имеет глубину около 11 м и представляет разрез близкой по возрасту и литолого-фациальному составу голоценовой серии центральной части дельты. Для отложений средней части этого разреза получены радиоуглеродные датировки в интервале 4330±90—2300±100 лет. В скважине 2, пробуренной на Бугазской пересыпи, проанализированы отложения мористой части дельты — базальные илы перекрыты грубозернистыми песчано-ракушечными отложениями, слагающими собственно пересыпь. Спорово-пыльцевыми данными охарактеризованы вскрытые здесь древние лагунные отложения, накапливавшиеся в интервале от 3 до 1,5 тыс. л.н.

Вся сумма аналитических материалов позволила составить схему динамики ландшафтно-климатических перестроек, происходивших в интервале от ~7 тыс. до 800 л.н. (рис. 3) [3]. Рассмотрим особенности 14 фаз в развитии растительности и климата черноморского побережья Таманского п-ова, реконструированных для этого интервала среднего и позднего голоцена (рис. 2, 3).

К первой реконструированной фазе относится накопление горизонта торфа, вскрытого на глубине 11,5—12,0 м в скважине 1, которое происходило в конце раннеатлантического субпериода голоцена. Зональным типом растительного покрова на исследуемой территории в эту фазу болотного седиментогенеза были разнотравно-злаковые степи. В наиболее благоприятных местах обитания долины нижней Пра-Кубани встречались грабово-дубовые древостои (из *Carpinus betulus* и *Quercus robur*) с примесью бука, липы, вяза, тополя, ольхи и др. Лишенные почвенного покрова поверхности были ареной расселения марево-попынных группировок. В интразональных гидроморфных палеоландшафтах в составе лесной растительности

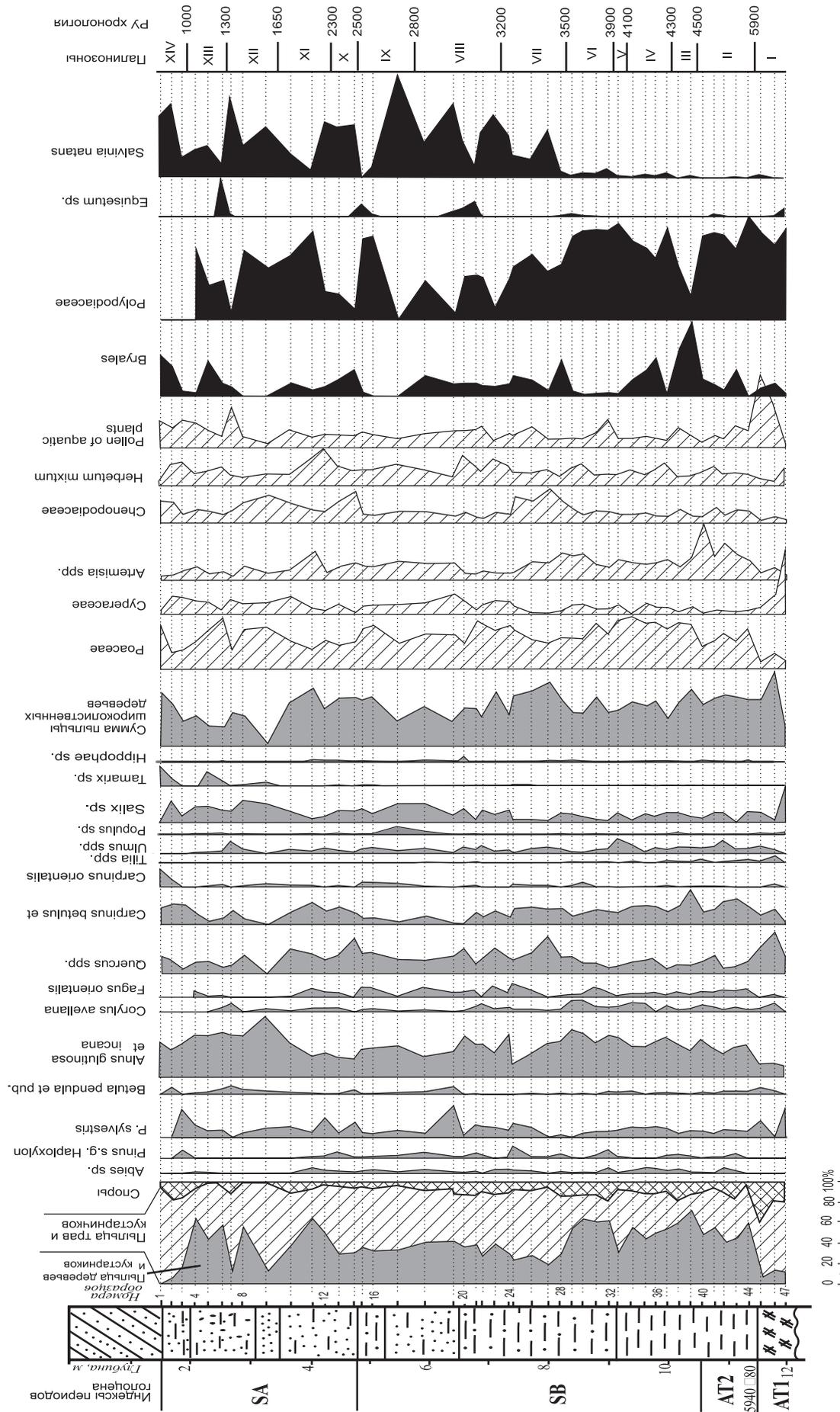


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма голоценовых отложений, вскрытых скважиной I

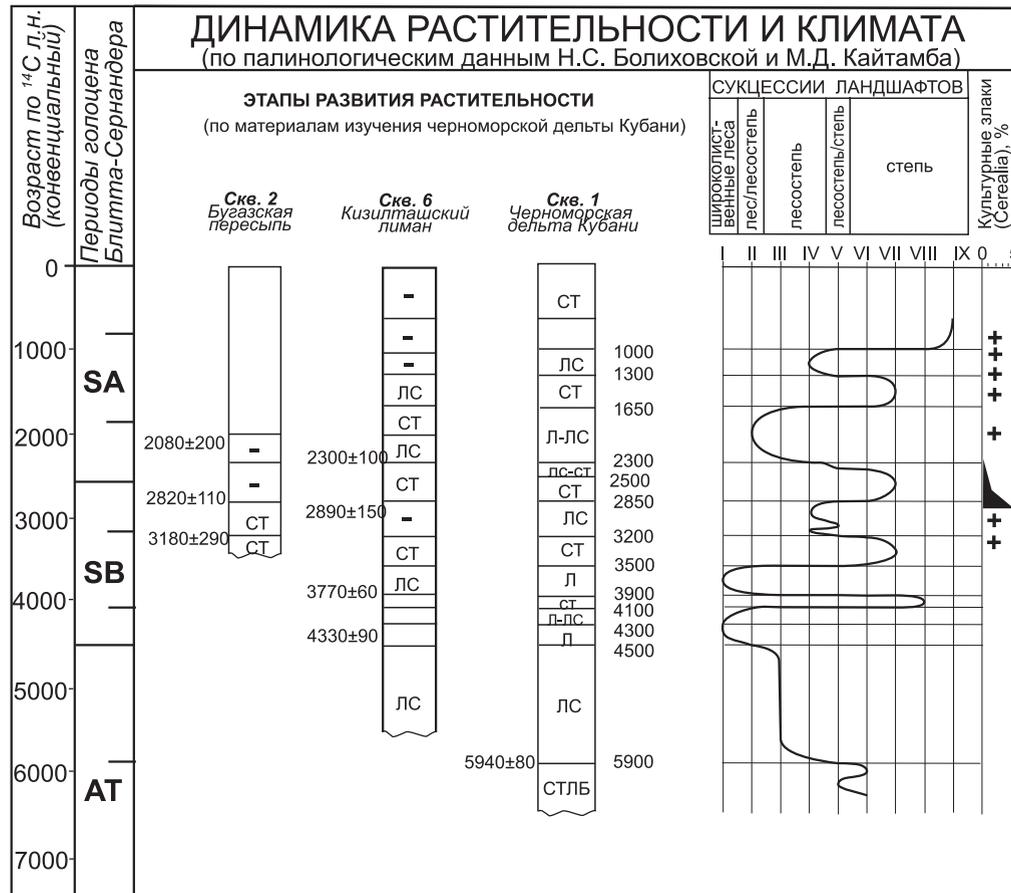


Рис. 3. Развитие ландшафтов причерноморского сектора Таманского п-ова в голоцене

Типы растительности: Л — широколиственные леса; Л—ЛС — сочетание лесных и лесостепных сообществ; ЛС — лесостепи; ЛС—СТ — сочетание лесостепных и степных сообществ; СТ — степи; СТЛБ — степи с лугово-болотными сообществами

Сукцессии ландшафтов: I — широколиственные (преимущественно буково-дубово-грабовые) леса; II — ландшафты, переходные от леса к лесостепи, с участками буково-дубово-грабовых и буково-вязово-дубово-грабовых лесов; III — лесостепи с участками буково-дубово-грабовых лесов; IV — лесостепи с участками буково-грабово-дубовых лесов; V — ландшафты, переходные от лесостепи (с участками грабово-дубовых лесов) к степи; VI — разнотравно-злаковые степи с лугово-болотными экотопами и пойменными грабово-дубовыми лесами; VII — разнотравно-злаковые и полынно-маревые степи с участием в пойменных лесах буково-грабово-дубовых древостоев; VIII — злаковые, разнотравно-злаковые и полынно-маревые степи с участием в пойменных лесах дубово-грабово-вязовых древостоев; IX — злаковые и полынно-маревые степи

преобладали ивовые рощи, а на открытых участках — лугово-болотные ценозы, в которых доминирующую роль играли осоки.

Следующая фаза в развитии растительности и климата характеризует продолжительный *позднеатлантический субпериод*, длившийся примерно от 6000 до 4500 л.н. В целом в это время на исследуемой территории господствовали лесостепные ландшафты в условиях нарастающей гумидности климата и сокращения площади степных участков, усиления лесобразующей роли граба, бука и ольхи, а также увеличения флористического разнообразия древесных пород и кустарников.

Среди лесных формаций автоморфных ландшафтов преобладали буково-дубово-грабовые сообщества (*Carpinus betulus*, *C. caucasica*, *C. orientalis*, *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Fagus orientalis*) с примесью вяза (*Ulmus laevis*, *U. suberosa*), каштана (*Castanea* sp.), липы (*Tilia cordata*, *T. caucasica*), ясеня (*Fraxinus* sp.), клена (*Acer* sp.), медвежьего орешника (*Corylus colurna*), хмелегра-

ба (*Ostrya* sp.) и других широколиственных деревьев. В кустарниковом ярусе произрастали *Cornus*, *Eleagnus*, *Rhamnus*, *Euonymus*, *Grossulariaceae* и др. В лесных участках низких гипсометрических уровней доминировали ольховые (преимущественно из *Alnus glutinosa*) и ивовые рощи с участием тополя (*Populus*), облепихи (*Hippophaë*) и гребенщика (*Tamarix*). Открытые пространства занимали разнотравно-злаковые и марево-полынные степи.

На Таманском п-ове, как и в большинстве районов Восточно-Европейской равнины, динамичность палеоландшафтных смен в последующие периоды — суббореальный и субатлантический — была значительно выше, чем в предшествующий отрезок голоцена.

В *суббореальном периоде* зафиксировано 7 климато-фитоценологических фаз. Начавшееся в позднеатлантическое время увеличение влажности климата достигло максимального выражения в начальную фазу этого периода голоцена. В это время (~4500—4300 л.н.) исследуемую территорию занимали преимущественно

широколиственные леса, в которых преобладали буково-дубово-грабовые и дубово-буково-вязово-грабовые ассоциации. Широкое развитие имели смешанные хвойно-широколиственные древостои, ольшаники и ивняки. В палиноспектрах отложений этого интервала в группе хвойных деревьев преобладает пыльца пихты, сосны кедровидной и сосны обыкновенной.

Впоследствии в фазу, датируемую ~4300—4100 л.н., площадь лесов значительно сократилась и для территории Таманского п-ова были характерны ландшафты переходного (от леса к лесостепи) типа. Однако состав эдификаторов в доминирующих сообществах оставался прежним. Заметной стала роль лещины (*Corylus avellana*). Сравнительный анализ палиноспектров изученных разрезов показал, что вниз по долине Пра-Кубани степень сокращения лесных ценозов возрастала.

Максимального выражения деградация лесной растительности достигла в следующую фазу, характеризующуюся относительно кратковременным (по интерполяционным расчетам ~4100—3950 л.н.), но почти повсеместным господством открытых степных ландшафтов. Степная и прибрежная растительность была представлена злаковыми, разнотравно-злаковыми, марево-полынными и полынно-маревыми группировками. В интразональных лесах долины нижней Кубани наряду с ольховыми и ивовыми древостоями участвовали дубово-грабово-вязовые сообщества. В наиболее благоприятных местообитаниях встречались буково-грабово-дубовые леса с примесью липы, ясеня, клена, каштана и др.

В следующую фазу развития растительности Таманского п-ова (~3950—3500 л.н.) новая волна гумидизации и, возможно, похолодания климата способствовала восстановлению лесных экотопов. В составе автоморфных ландшафтов преобладали дубово-буково-грабовые, буково-грабово-дубовые (с примесью вяза, липы, ясеня) и хвойно-широколиственные формации. В долинах наряду с указанными широколиственными лесами заметной была роль ольшаников (*Alnus glutinosa*, *A. incana*) и ивняков. Доминирующими компонентами травяно-кустарничкового покрова были злаки (Poaceae), разнотравье (Polygonaceae, Apiaceae, Lamiaceae, Plantaginaceae, Caryophyllaceae, Brassicaceae, Solanaceae, Rubiaceae, Urticaceae, Valerianaceae, Iridaceae, Scrophulariaceae, Asteraceae и др.) и папоротники. Среди последних преобладали представители семейства Polypodiaceae (*Athyrium filix-femina*, *Dryopteris* sp. и др.). Присутствовали также папоротники семейства уховниковых (*Ophyoglossum vilgatum*, *Botrychium* sp. и др.), хвощи и другие споровые растения. Места с нарушенным почвенным покровом заселяли полыни, маревые, конопля (*Cannabis*), дурнишник (*Xanthium*) и др.

В дальнейшем лесные ландшафты на территории Таманского п-ова никогда больше не имели зонального значения. Начиная с рубежа, определяемого серединой суббореального периода (~3500 л.н.), все изменения в растительном покрове рассматриваемой территории были выражены последовательной сменой степей и лесостепей.

Следующая фаза, датируемая по интерполяционным расчетам ~3500—3200 л.н., отвечает новому значительному остепнению. Зафиксированное ранее в разрезе скважины 1 по палиноспектрам осадков на глубине 7,5—8,0 м, оно отражено и в аналитических данных для других изученных разрезов. Преобладающую роль в травяно-кустарничковом покрове открытых ландшафтов этой фазы суббореального периода играли злаковые, полынно-маревые и разнотравно-злаковые (с участием представителей семейств Fabaceae, Ranunculaceae, Apiaceae, Lamiaceae, Plantaginaceae, Caryophyllaceae, Brassicaceae, Solanaceae, Rubiaceae, Linaceae, Liliaceae, Urticaceae, Valerianaceae, Iridaceae, Scrophulariaceae, Plumbaginaceae, Cichoriaceae, Asteraceae и др.) группировки. К этому интервалу принадлежат наиболее древние находки (в образце на глубине 7,6—7,5 м в скважине 1) пыльцы хлебных злаков (*Cerealia*) (рис. 3). Новые <sup>14</sup>C-данные позволили уточнить высказанное ранее предположение о начале антропогенного воздействия на природную среду Таманского п-ова, по-видимому, оно наступило не ранее второй половины бронзового века.

Отличительной чертой лесостепей, развитых на исследуемой территории в интервале 3200—2800 л.н., было господство разнотравно-злаковых сообществ в составе преобладавшей степной и лугово-степной растительности. В ограниченно распространенных буково-грабово-дубовых лесах автоморфных ландшафтов эдификаторами выступали дуб черешчатый (*Quercus robur*) и граб кавказский (*Carpinus caucasica*). В древостое слабодренлируемых участков по-прежнему преобладали ольха и ива. Как и ранее, значительное распространение имели марево-полынные и полынно-маревые группировки. В рассматриваемую фазу эти сообщества, как свидетельствуют палиноспектры отложений из пробуренной на Бугазской пересыпи скважины 2, заселяли преимущественно приморскую зону южной части полуострова.

Климато-фитоценотические особенности следующей степной фазы, датируемой интервалом 2800—2500 л.н. и соотносимой авторами с так называемой фанагорийской регрессией Черноморского бассейна, представляют спорово-пыльцевые данные всех изученных разрезов (рис. 3). Согласно материалам, полученным по разрезам скважин 1 и 6, зональные типы фанагорийских палеофитоценозов по флористическому составу лесообразующих пород и степных сообществ были близки лесостепным и степным сообществам предшествующего периода. Облик травяно-кустарничкового покрова степей, приобретших в рассматриваемый интервал времени зональное значение, оставался прежним — господствовали разнотравно-злаковые и полынно-маревые группировки. Наиболее благоприятные для лесной растительности местообитания как водораздельных пространств, так и прибрежной зоны моря и долины Пра-Кубани занимали леса из дуба (*Quercus robur*, *Q. petraea*), граба (*Carpinus betulus*, *C. orientalis*), бука (*Fagus orientalis*), вяза (*Ulmus carpiniifolia*),

ясеня (*Fraxinus* sp.), липы (*Tilia cordata*) и др. Преобладали буково-грабово-дубовые сообщества.

Флоро-фитоценотическая специфика этих лесных участков подчеркнута значительной ролью подлеска и кустарниковых зарослей, представленных лещиной (*Corylus avellana*), тамариском (*Tamarix*), облепихой (*Hippophae*), бересклетом (*Euonymus*), жасмином (*Jasminum*), жимолостью (*Lonicera*), крушиной (*Rhamnus*), можжевельником (*Juniperus*), представителями семейства крыжовниковых (Grossulariaceae), а также винограда (*Vitis sylvestris*), плюща (*Humulus lupulus*) и других лиан. В составе пойменных лесов господствовали ольха (*Alnus glutinosa*, *A. incana*), тополевые (Populaceae) и ивы (*Salix*). Не только флористическая, но и, по-видимому, эдафическая специфика рассматриваемой фазы заключается в том, что представляющие ее палиноспектры содержат самое большое за рассматриваемый отрезок голоцена количество пыльцы культурных злаков (*Cerealia*). Можно предположить, что эти максимумы *Cerealia* отражают интенсификацию процессов черноземообразования на территории Таманского п-ова в то время.

Заключительная фаза суббореального периода ~2500—2300 л.н. представляла растительность ландшафтов переходного (от степей к лесостепям) типа.

*Субатлантический период.* Последнее наиболее значительное увлажнение климата, фитоценотически выраженное развитием растительности переходного типа от леса к лесостепи, регистрируется аналитическими данными для первой фазы субатлантического периода, датируемой интервалом ~2300—1650 л.н. Скорее всего, эта фаза отвечает нимфейской трансгрессии Черноморского бассейна. Реконструируемые лесостепные и лесные ценозы характеризуются палиноспектрами с весьма разнообразным составом древесно-кустарниковых и травяно-кустарничковых таксонов. Так, во время максимума гумидизации, отражающего, вероятно, и максимум трансгрессии, доминировали буково-дубово-грабовые леса (*Carpinus betulus*, *C. caucasica*, *C. orientalis*, *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Fagus orientalis*) с примесью вяза (*Ulmus* sp.), клена (*Acer*), медвежьего ореха (*Corylus colurna*) и ольшаники (*Alnus glutinosa*, *A. incana*). В травяно-кустарничковом покрове ограниченно распространенных степных участков преобладали злаки (Poaceae) и многочисленное разнотравье (Brassicaceae, Rubiaceae, Ranunculaceae, Fabaceae, Boraginaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Papaveraceae, Plantaginaceae, Liliaceae, Dipsacaceae, Polygonaceae, Iridaceae, Solanaceae, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Urticaceae, Plumbaginaceae, Asteraceae, Cichoriaceae и др.).

В интервале ~1650—1300 л.н. на исследуемой территории господствовали разнотравно-злаковые и полынно-маревые степи. Широкое распространение имела луговая растительность. Резко сократилась площадь лесных экотопов. В приречных и окружающих водоемы рощах основная роль принадлежала ольхе (*Alnus glutinosa*, *A. incana*) и иве. Самые благоприятные для произрастания широколиственных лесов площади

бассейна нижней Кубани занимали грабово-дубовые древостои с примесью вяза (*Ulmus* cf. *suberosa*, *U.* cf. *foliacea*).

Палиноспектры отложений, накопление которых происходило ~1300—1000 л.н., отражают новую, но менее значительную, чем прежние, фазу увлажнения климата. В районах, прилегавших к внутренней части современной дельты Кубани, преобладали лесостепи. Среди лесных сообществ, произраставших на плакорах, склонах и наиболее благоприятных для произрастания широколиственных пород участках долины нижней Кубани, доминировали буково-грабово-дубовые формации. Степная и луговая растительность, представленная преимущественно злаковыми, разнотравно-злаковыми, осоковыми и полынно-маревыми группировками, имела более ограниченное распространение, чем в предшествующую фазу. В лесных древостоях гидроморфных ландшафтов эдификаторами по-прежнему выступали ольха и ива.

Фаза, датируемая интервалом ~1000—900/800 л.н., отличалась самой значительной аридизацией климата за весь охарактеризованный выше период голоцена. Резкое потепление и иссушение климата привели к почти полному исчезновению лесных экотопов и господству в исследуемом районе злаковых и полынно-маревых степей. Так, процентное содержание пыльцы древесных пород и кустарников составляет в палиноспектрах менее 1%. В составе прибрежно-водной и водной растительности преобладали ежеголовник, розоз, рдест и сальвиния плавающая.

В последние годы получены палинологические и геохронологические материалы по разрезам 3 новых скважин (3, 4 и 12 на рис. 1). Наиболее значимую палеогеографическую информацию представляют палиноспектры и радиоуглеродные датировки разрезов скважин 3 и 12. В скважине 3 палинологическими данными охарактеризован интервал примерно от 5 до 2 тыс. л.н. (рис. 4). Эти материалы не противоречат реконструкциям, предложенным выше. В частности, на спорово-пыльцевой диаграмме осадков разреза скважины 3 ярко отражена фаза гумидизации и господства широколиственных лесов в интервале ~4500—4300 л.н., а также зафиксированная палинологическими записями всех изученных разрезов фаза развития степей, датируемая интервалом ~2800—2500 л.н.

Палиноспектры из верхней части отложений, пробуренных скважиной 12, дают возможность реконструировать более поздние фазы развития растительности и климата субатлантического периода голоцена в интервале примерно от 800 до 400 л.н. (рис. 5). Как видно на диаграмме, палинозона 1-12, отражающая состав пыльцы и спор торфяного прослоя с датировкой 900—1000 л.н., соответствует палинозоне XIV скважины 1, представляющей рассмотренную выше 14-ю фазу, характеризовавшуюся аридизацией климата и господством степей в интервале ~1000—900/800 л.н. Ее сменил примерно 300-летний период повышения влагообеспеченности и доминирующей роли лесостепных ландшафтов (палинозона 2-12). Отличительная

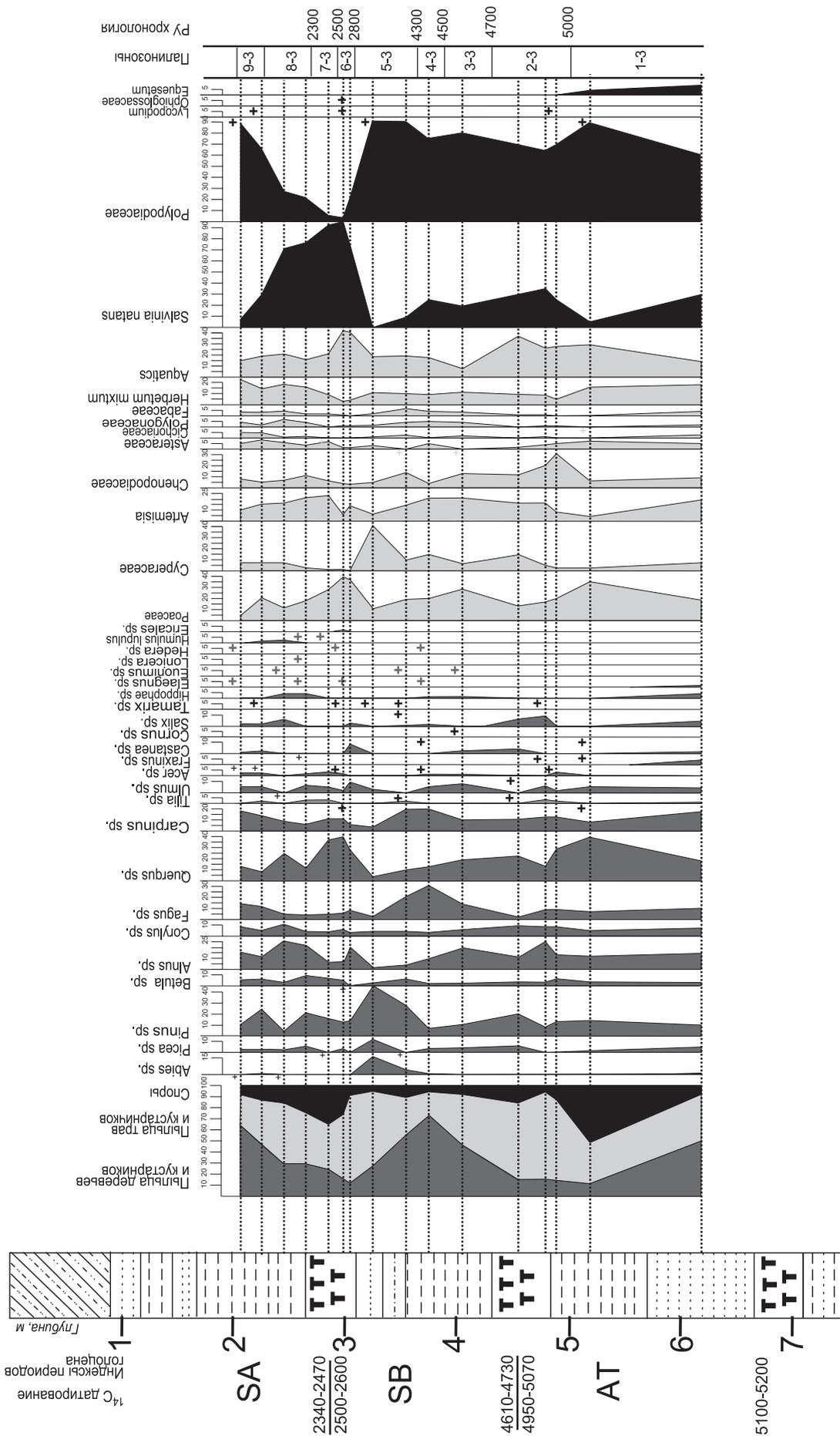


Рис. 4. Спорно-пыльцевая диаграмма голоценовых отложений, вскрытых скважиной 3

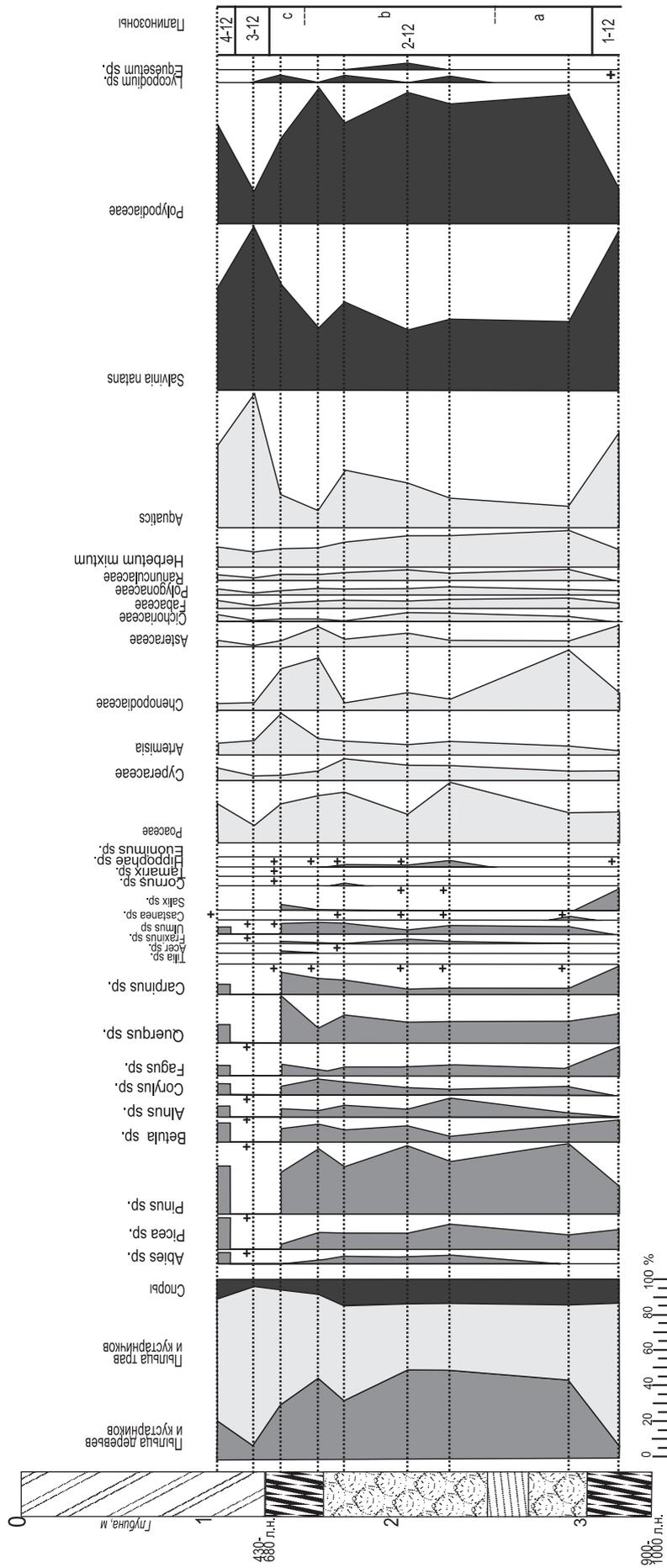


Рис. 5. Спорово-пыльцевая диаграмма голоценовых отложений, вскрытых скважиной 12

черта преобладавших в составе растительного покрова смешанных хвойно-широколиственных лесов этой фазы (~800—500 л.н.) — значительное участие в них хвойных пород, преимущественно сосны обыкновенной и ели. Спектры из разреза верхней части скважины 12 свидетельствуют о начавшемся затем расширении открытых незалесенных пространств (палинозоны 3-12 и 4-12), в которых участки разнотравно-злаковых степей соседствовали с широко развитыми лугами и сообществами прибрежно-водной растительности, состоявшими из рогаза, ежеголовника и др.

#### Выводы:

— результаты исследований позволили впервые получить схему динамики ландшафтно-климатических условий черноморского побережья Таманского п-ова, отражающую общеклиматические тенденции в среднем и позднем голоцене на фоне локальных ландшафтно-геоморфологических условий, испытывавших существенные изменения под влиянием колебаний уровня моря;

— на территории южной половины Таманского п-ова и, возможно, прилегающего района нижней Кубани на протяжении большей части реконструированного периода голоцена (от 6000 до 800 л.н.) были развиты степные и лесостепные ландшафты. Наиболее теплыми и сухими условиями характеризовались фазы

с господством злаковых, разнотравно-злаковых и марево-полынных степей в интервалах 4100—3950, 3500—3300/3200, 2800—2400, 1650—1300 и 1000—900/800 л.н. Максимумам увлажненности за изученный период отвечают интервалы 4500—4300 и 3950—3500 л.н., во время которых на исследуемой территории доминировали широколиственные (преимущественно букво-дубово-грабовые) леса;

— степень динамичности климато-фитоценологических сукцессий существенно (почти в 3 раза) возросла в последние 4500 лет. Позднеатлантический субпериод голоцена (6000—4500 л.н.) характеризовался весьма длительным господством лесостепных ландшафтов, тогда как на протяжении последующих ~4 тыс. лет произошло более 10 смен зональных и переходных типов растительности (широколиственных лесов, лесостепей и степей). Так, в течение интервала от 2500 до 1500 л.н. (V в. до н.э. — V в. н.э.) развитие господствовавших в начале и в конце этого тысячелетия на территории Таманского п-ова разнотравно-злаковых и полынно-маревых степей прерывалось фазами более влажного климата, вызвавшего здесь сначала расширение площади лесостепной растительности, а затем весьма широкое распространение широколиственных лесов в доминировавших лесостепных ландшафтах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Болховская Н.С.* Перигляциальные и межледниковые ландшафты плейстоцена Восточно-Предкавказской лессовой области. М.: ВИНТИ, 1995. № 52-В95. 125 с.
2. *Болховская Н.С.* Эволюция климата и ландшафтов Нижнего Поволжья в голоцене // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 2. С. 13—27.
3. *Болховская Н.С., Горлов Ю.В., Кайтамба М.Д.* и др. Изменения ландшафтно-климатических условий Таманского полуострова на протяжении последних 6 тысяч лет // Проблемы истории, филологии, культуры. М.; Магнитогорск: ИА РАН, 2002. Вып. 12. С. 257—271.
4. *Вронский В.А.* Маринопалинология южных морей. Ростов-на-Дону: изд. РГУ, 1976. 200 с.
5. *Вронский В.А.* Палеоклиматы южных морей СССР в голоцене (по палинологическим данным) // Палеоклиматы голоцена европейской территории СССР. М.: изд. ИГ АН СССР, 1988. С. 150—157.
6. *Кайтамба М.Д.* Изменение растительности Восточного Причерноморья в позднем неоплейстоцене и голоцене: Автореф. канд. дисс. М., 2005. 27 с.
7. *Каплин П.А., Поротов А.В., Янина Т.А.* и др. Возраст и условия формирования Бугазской пересыпи // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2001. № 2. С. 51—57.
8. *Красноуцкая К.В., Новенко Е.Ю.* Ландшафтно-климатические реконструкции Приазовья в позднем голоцене на основе палинологических данных отложений Азовского моря // Проблемы современной палинологии: Мат-лы XIII Российской палинологической конференции (Сыктывкар, 5—8 сентября 2011 г.). Сыктывкар: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2011. Т. 2. С. 119—123.
9. *Кременецкий К.В.* Палеоэкология древнейших земледельцев и скотоводов Русской равнины. М.: Изд. ИГ РАН, 1991. 193 с.
10. *Мищенко А.А.* Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры донных отложений некоторых лиманов Восточного Приазовья // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1977. Т. 52, вып. 4. С. 154—155.
11. *Мищенко А.А.* Палеогеография голоцена низовой р. Кубани // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1991. Т. 66, вып. 2. С. 135—136.
12. *Мищенко А.А.* Палеогеография Восточного Приазовья в голоцене (по палинологическим данным): Автореф. канд. дисс. Ростов-на-Дону, 2002. 23 с.
13. *Поротов А.В., Горлов Ю.В., Балабанов И.П.* и др. К палеогеографии Восточного Причерноморья в античную эпоху // Проблемы истории, филологии и культуры. М.; Магнитогорск, 2003. Вып. 13. С. 197—207.
14. *Поротов А.В.* Изменение уровня Черного моря на основе геоархеологических индикаторов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 1. С. 76—82.
15. *Спиридонова Е.А.* Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене—голоцене. М.: Наука, 1991. 221 с.
16. *Чебанов М.С., Мищенко А.А., Швидченко О.И.* История дельтовых озер Кубани // История озер Восточно-Европейской равнины. Гл. 10. СПб.: Наука, 1992. С. 204—211.
17. *Bolikhovskaya N., Kaitamba M., Porotov A., Fouache E.* Chapter 17. Environmental changes of the Northeastern Black Sea's coastal region during the Middle and Late Holocene // Impact of the Environment on Human Migration in Eurasia. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. P. 209—223.

18. *Bolikhovskaya N.S., Kasimov N.S.* The evolution of climate and landscapes of the Lower Volga Region during the Holocene // *Geography, Environment, Sustainability*. 2010. Vol. 3, N 2. P. 78—97.

19. *Gerasimenko N.* Holocene landscape and climate changes in Southeastern Ukraine // *Climate and environment*

changes of East Europe during Holocene and Late-Middle Pleistocene. Materials for IGU conference “Global changes and geography”. Moscow, August 14—18, 1995. М., 1995. P. 38—48.

20. *Reimer P.J., Baillie M.G.L., Bard E.* et al. IntCal06 radiocarbon age calibration // *Radiocarbon*. 2009. Vol. 51. P. 1111—1150.

Поступила в редакцию  
23.05.2013

**N.S. Bolikhovskaya, A.V. Porotov, M.D. Kaitamba, S.S. Faustov**

**RECONSTRUCTION OF THE CHANGES OF SEDIMENTATION ENVIRONMENTS,  
VEGETATION AND CLIMATE WITHIN THE BLACK SEA PART OF THE KUBAN  
RIVER DELTA AREA FOR THE LAST 7000 YEARS**

Changes of sedimentation environments, vegetation and climate within the southern part of the Taman Peninsula for the last 7000 years were reconstructed using the results of geological-geomorphologic, lithological and palynological investigations as well as  $^{14}\text{C}$  dating of lagoon, alluvial, lacustrine, marsh and subaerial deposits exposed by boreholes in different parts of the Kuban Deltaic Plain.

*Key words:* Middle and Late Holocene, Black Sea part of the Kuban River delta, phases of sediment genesis, pollen analysis, radiocarbon dating, reconstruction of vegetation and climate.

УДК 556.535

Е.В. Борщенко<sup>1</sup>, Р.С. Чалов<sup>2</sup>**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ГИДРОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУСЕЛ РЕК БАСЕЙНА АМУРА<sup>3</sup>**

Рассмотрены закономерные пространственные изменения (с запада на восток) факторов русловых процессов, условий формирования русел и как следствие распространение морфодинамических типов русел в российской части бассейна Амура. Выявлены обусловленные водным режимом и стоком наносов региональные различия в прохождении руслоформирующих расходов воды и роль мощности потока в формировании русел разных морфодинамических типов, а также влияние рельефа и смены врезания рек направленной аккумуляцией наносов в равнинных частях бассейна и на большей части нижнего Приамурья.

*Ключевые слова:* русловые процессы, морфодинамика русел рек, руслоформирующие расходы воды, российская часть бассейна Амура.

**Введение.** Для территории России изменения стока воды и наносов как ведущих факторов русловых процессов проявляются с запада на восток, и последовательно в этом же направлении усиливается роль паводков, что особенно наглядно сказывается сначала в появлении второй (наряду с половодьем) многоводной фазы водного режима (восточносибирский тип), а затем — в переходе к дальневосточному типу режима с его мощным летним паводочным периодом, связанным с продолжительными и обильными муссонными дождями. В наибольшей мере это характерно для бассейна Амура, вытянутого с запада на восток более чем на 1000 км. Бассейны других рек Дальнего Востока из-за на порядок меньших размеров находятся в однородных гидроклиматических условиях, которые определяются их положением на побережье Тихого океана.

Различия в водном режиме и стоке наносов сказываются на особенностях формирования русел. В работах [19, 24] дана их оценка в целом для всей страны: разработаны схемы районирования по количеству и обеспеченности руслоформирующих расходов воды, по стоку и составу наносов, геолого-геоморфологическим условиям развития русловых деформаций, устойчивости русел, распространению русел рек с разным морфодинамическим типом, а также по русловому режиму рек. На этом общем фоне комплексный внутрибассейновый анализ условий формирования русел и их руслового режима практически отсутствует. Известны лишь работы по бассейнам Волги [15, 20, 26], Северной Двины [17], верхней Оби [20], лишь в последнее время появились исследования бассейна Амура [4–6], но в них рассмотрены или отдельные аспекты условий формирования и их проявлений в морфоло-

гии и динамике русел (Амур), или их бассейны характеризуются более или менее однородными гидроклиматическими условиями. Вместе с тем в последнее время интерес к проблемам гидрологии и руслового режима Амура и рек его бассейна существенно возрос [12, 21] вследствие современных тенденций в экономическом развитии региона.

**Постановка проблемы.** Цель исследований — выявление закономерностей руслового режима рек и гидролого-морфологических соотношений в развитии речных русел бассейна Амура, связанных с последовательной сменой с запада на восток резкоконтинентального климата муссонным, сравнительно небольшого весеннего половодья — мощным летне-осенним паводочным периодом, горного обрамления бассейна — тектонически погружающимися впадинами вдоль его осевой части и в низовьях и соответственно с переходом от горных рек к равнинным, а врезания рек — направленной аккумуляцией наносов и т.д.

**Материалы и методы исследований.** В основу работы положены литературные данные, крупномасштабные карты, в том числе лоцманские для судоходных рек разных лет издания, аэроснимки 1960 г. и современные космические снимки, данные сетевых наблюдений на постах Росгидромета (102 поста с периодом наблюдений от 6 до 108 лет) и материалы собственных полевых исследований. При этом применялся географический подход и методологические приемы изучения русловых процессов, разработанные в МГУ [13, 22–24] и апробированные на многих объектах [15, 17, 20, 26].

**Результаты исследований и их обсуждение.** *Природные условия развития русловых процессов.* Амур — одна из наиболее крупных рек России, занимающая

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, аспирант; *e-mail:* ev\_borshchenko@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, профессор, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева, зав. лабораторией; *e-mail:* rschalov@mail.ru

<sup>3</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12-05-00348), программы Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (проект НШ -79.2012.5), по государственному контракту с РосНИИВХ и по договорам с ОАО “Ленгипроречтранс”.

среди них 3-е место по длине (4440 м от истока Аргуня до впадения в Амурский лиман) и 4-е по площади бассейна (1855 тыс. км<sup>2</sup>, из них 53% — на территории России). Самые крупные левые притоки Амура — Зея, Буряя, Амугнь, правые — Сунгари, протекающая на территории КНР, и Уссури. Среднегодовой расход Амура возрастает от 756 м<sup>3</sup>/с в районе слияния рек Шилка и Аргунь (пост п. Кумара) до 10 900 м<sup>3</sup>/с (гидропост г. Хабаровск); среднемаксимальный расход, приходящийся на летне-осенний паводочный период, а также связанный с муссонными дождями — 1920 и 24628 м<sup>3</sup>/с соответственно. Обширная территория бассейна и его вытянутость с запада на восток, почти от Байкала до Тихого океана, определяют разнообразие физико-географических условий, гидрологического и руслового режимов рек, пространственные закономерности их изменений [4, 9, 12]. Особенности формирования стока воды — ведущего фактора русловых процессов — обусловлены его положением на востоке Азии, постепенной сменой резкоконтинентального климата в западной (верхней) части бассейна муссонным в восточной (нижней — по течению главной реки), сложным рельефом его поверхности, создающим различные орографические условия, также меняющиеся с запада на восток.

Водный режим рек бассейна определяется преобладанием летне-осеннего паводочного периода в стоке. Однако в верхней (западной) части бассейна (бассейны Шилки, Ингоды, Онона) благодаря хорошо выраженному, хотя и невысокому, половодью выделяются две многоводные фазы. На востоке бассейна весеннее половодье незначительное, большая часть стока реки (от 89 до 98%) приходится на летний период дождевых паводков, продолжающийся до 5–6 месяцев. Модуль стока воды увеличивается при этом от 1–5 до 15 л/с·км<sup>2</sup>.

В геоморфологическом отношении бассейн представляет собой чередование горных складчато-глыбовых хребтов и цепей, ориентированных в основном в северо-восточном направлении, и межгорных впадин, разделяющих эти хребты (Забайкалье) или представляющих самостоятельные крупные морфоструктуры (Амура-Зейская, Зейско-Буреинская равнины, Среднеамурская низменность) [16] и испытывающих тектоническое погружение. Все это определяет большое разнообразие условий формирования русел рек бассейна, неоднократную смену свободного развития русловых деформаций с преимущественным распространением широкопойменных русел с преобладанием врезанных русел.

*Сток наносов* — фактор русловых процессов и в то же время их важнейшая составляющая — вслед за стоком воды в бассейне Амура обнаруживает закономерное изменение с запада на восток, что проявляется в уменьшении доли стока влекомых наносов. Наибольшая величина последней (свыше 90%) характерна в основном для высокогорных районов, для рек с преимущественно врезанным или адаптированным рус-

лом. На этих реках руслообразующие наносы, как правило, галечно-валунные, их транспортировка происходит только в многоводные фазы водного режима. Количество взвешенных наносов на этих реках невелико вследствие высокой устойчивости к размыву горных пород, слагающих дно и берега, и преимущественно физического выветривания пород. Взвешенные наносы преобладают в общем стоке наносов на реках равнинных областей (до 90% — р. Амур, гидропост Хабаровск), чему способствует направленная аккумуляция наносов, в первую очередь влекомых, как это происходит на значительной части среднего и нижнего Амура и его притоках.

*Руслоформирующий расход воды ( $Q_{\phi}$ )* на реках бассейна проходит в один, два или три интервала [5]. Верхний наблюдается при уровнях, соответствующих наибольшему разливу воды по пойме. Средний и нижний интервалы  $Q_{\phi}$  наблюдаются в пределах пойменных бровок, причем это могут быть оба или только средний интервал, соответствующий уровням непосредственно ниже бровок поймы и затопления побочной, или только нижний — при уровнях межени, когда обсыхают побочни и русловые деформации сосредоточены в пределах седловин перекатов.

На реках с галечно-валунными наносами в горных районах руслоформирующее значение иногда приобретает экстремально высокий расход воды, который в бассейне Амура связан с наиболее мощными летне-осенними дождевыми паводками. В зависимости от особенностей гидрологического режима, распространения широкопойменных, врезанных, адаптированных русел можно выделить три основных сочетания условий прохождения  $Q_{\phi}$ : 1)  $Q_{\phi}$  при затопленной пойме и один  $Q_{\phi}$  до выхода на пойму; 2)  $Q_{\phi}$  при затопленной пойме и два  $Q_{\phi}$  в бровках поймы; 3)  $Q_{\phi}$ , проходящий только до выхода воды на пойму. По этим признакам бассейн Амура разделен на зоны, области и районы (рис. 1). На схеме принята следующая индексация: буквами — обозначены зоны, римскими цифрами — области, арабскими цифрами — районы. Обозначения зон Б и В и их названия (Центральная и Южная) приняты в соответствии со схемой районирования территории СССР по условиям прохождения  $Q_{\phi}$  [19]. Зоны выделяются по прохождению  $Q_{\phi}$  при затопленной пойме или отсутствию верхнего интервала  $Q_{\phi}$ , области — по числу  $Q_{\phi}$  в бровках поймы, районы — по обеспеченности  $Q_{\phi}$ .

Анализ схемы районирования и данные по обеспеченности интервалов  $Q_{\phi}$  [5] отчетливо выявляют связь условий их прохождения с водным режимом [8] и особенностями рельефа бассейна. На основной территории российской части бассейна (90%) отмечен верхний интервал  $Q_{\phi}$ , который проходит при затопленной пойме, он характеризуется общей тенденцией к увеличению обеспеченности — от первых нескольких процентов и даже <1% в западных областях до 5–7,5% в восточных. Число и обеспеченность интерва-

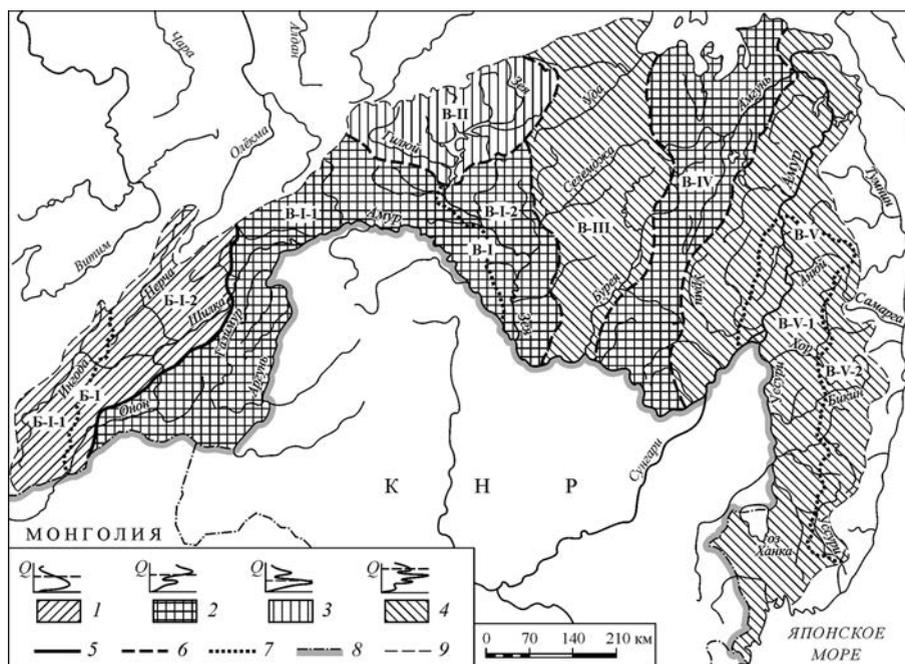


Рис. 1. Районирование бассейна Амура по условиям прохождения руслоформирующих расходов воды на реках. Индексы: Б, В — зоны; I—V — области; 1—2 — районы. Области и соответствующие им эпюры для определения  $Q_{\phi}$ : 1 — с одним интервалом  $Q_{\phi}$  до выхода воды на пойму; 2 — с двумя интервалами  $Q_{\phi}$ : верхним — при затопленной пойме и средним — в бровках поймы; 3 — то же, но с нижним интервалом  $Q_{\phi}$  в пределах перекатов; 4 — с тремя интервалами  $Q_{\phi}$ : верхний — при затопленной пойме, средний — в бровках поймы, нижний — в пределах перекатов. Границы: 5 — зон; 6 — областей; 7 — районов; 8 — государственная граница РФ; 9 — российская часть бассейна

лов  $Q_{\phi}$  отражается в характере русел рек, особенностях деформаций и распространении морфодинамических типов (табл. 1). При этом сложность переформирования русел возрастает с запада на восток по мере увеличения обеспеченности  $Q_{\phi}$  верхнего и среднего интервалов ( $Q_{\phi}$  нижнего интервала в развитии форм русла непосредственно не проявляется, сказывается лишь в интенсивности переформирования аккумулятивных форм руслового рельефа), а через них — на развитие излучин и разветвлений. Особенно ярко это проявляется на реках Приморья (область В-V), где благодаря высокой обеспеченности  $Q_{\phi}$  нижнего интервала, обусловленной продолжительными дождевыми паводками, происходит формирование прирусловых отмелей, кос и т.д. [8].

**Районирование бассейна по условиям формирования русел и развитию русловых деформаций.** Четкой связи между условиями прохождения  $Q_{\phi}$  и распространением русел разных морфодинамических типов нет, она прослеживается лишь в виде общей тенденции. Это связано с многофакторностью русловых процессов, силой воздействия прочих (кроме стока воды и наносов) факторов, свободными или ограниченными условиями развития русловых деформаций, а также с направленностью и темпом вертикальных русловых деформаций [6, 10, 11, 14], в которых также прослеживается закономерное изменение с запада на восток и от гор к равнинам и низменностям. В пределах горных территорий или плато реки врезаются со скоростью не менее 0,5 см/год. Врезание характерно для верхнего Амура.

Аккумуляция наносов проявляется на участках рек при выходе их в предгорья, в межгорных котловинах, на низменностях, соответствующих погружающимся морфоструктурам (Аргунь, Зeya, Селемджа, Бурей, Амгунь, Уссури и ее притоки), усиливалась в восточном направлении. На Амуре она начинает проявляться уже в среднем течении (ниже слияния с Зеей) и охватывает все нижнее течение, в том числе при пересечении рекой отрогов Сихотэ-Алиня. Направленная аккумуляция способствует развитию русловых разветвлений, пойменной многорукавности, прорванных излучин и прирусловых озер (разливов) на притоках Амура (кроме больших притоков — Сунгари, Уссури).

По всей совокупности факторов и условий, распространению морфодинамических типов русел, интенсивности и направленности русловых деформаций выделяются 8 районов: I — Южнозabayкальский, II — Восточнозabayкальский, III — Амуро-Верхнезейский, IV — Зейско-Буреинский, V — Буреинский, VI — Амуро-Амгуньский, VII — Нижнеамурский, VIII — Сихотэ-Алинский (рис. 2), последовательность расположения которых отражает общую тенденцию к усложнению морфологии, режима и интенсивности русловых деформаций. Поэтому здесь есть определенное сходство с районированием по условиям прохождения  $Q_{\phi}$ , а различия связаны главным образом с особенностями рельефа, свободными или ограниченными условиями развития русловых деформаций, наледными явлениями, островной мерзлотой, со знаком направ-

Таблица 1

Распределение морфодинамических типов русел в % от общей длины рек (слева от черты) и длины рек с широкопойменным руслом (справа от черты) в российской части бассейна Амура по зонам, областям и районам, выделенным по условиям прохождения руслоформирующих расходов воды  $Q_{\Phi}$  (рис. 1)

Тип русла	Бассейн	Б	Б-1	Б-2	В	В-1	В-1-1	В-1-2	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	В-10	В-11	В-12	В-13	В-14	
<b>Горные</b>																						
1	5,0	—	—	—	6,1	2,1	—	2,1	8,2	3,9	2,8	4,1	4,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	11,9	9,2	9,5	—	13,2	4,7	4,7	4,7	14,3	16,1	22,8	14,7	15,7	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Полугорные и равнинные</b>																						
<i>Врезанные</i>																						
3	15,4	20,1	20,9	2,8	18,7	25,1	26,1	7,4	6,6	9,4	4,2	12,7	6,7	13,6	—	—	—	—	—	—	—	—
4	18,4	19	19,3	2	20,1	17,4	18	16,8	34,8	14,1	11,9	5,1	5,3	4,1	—	—	—	—	—	—	—	—
5	2,4	—	—	—	2,5	4,6	4,2	5,7	1,7	2,2	0,9	2,9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Равнинные широкопойменные и адаптированные</i>																						
6	5,1/12,2	4/13	4,1/9,5	0,8/14,2	6,1/11,3	8,9/14,7	9,1/25	5,3/14,4	2,6/9,1	3,4/9,2	3/5,4	11/4,7	11,4/6,9	6/16,1	—	—	—	—	—	—	—	—
7	14,5/30,7	23/42,5	23,6/57,4	4/20,3	9,3/17,2	7,5/14	7,9/14,8	6,2/13,8	5/17,3	14,1/38,5	6,3/10,7	11,9/10,1	12,21,1	1,2/8,1	—	—	—	—	—	—	—	—
8	12/21,5	14,3/20,1	14,6/6,8	1,1/32,4	11,2/23,1	18/21	18,4/34,2	6,9/14,4	20,6/51,8	19,6/6,9	6,3/11,2	15,9/12,3	16,4/27,2	28,3/26,2	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1,1/2,2	—	—	—	1,3/4,7	5,2/11,9	6,2/12,8	0,8/-	0,8/2,7	1/2,7	—	2,4/5,7	2,7/1,9	2/3,9	—	—	—	—	—	—	—	—
10	4,1/10,8	5,1/9,7	5,2/11,5	1,2/4,5	3,2/12	2,8/6,7	2,7/5,8	3,1/11,2	2,7/7,7	9,2/23,9	6,7/12	12/12,9	12,4/11,9	5,3/16,4	—	—	—	—	—	—	—	—
11	2,2/6,6	—	—	—	2,7/14	8,5/5,9	1,9/4,3	9,1/7,5	2,6/9,1	3,8/10,4	18,8/31,8	6,4/17,6	6,7/14,2	5,3/14,9	—	—	—	—	—	—	—	—
12	2,4/6,3	2,1/4,8	1,9/4,7	0,6/4,7	3,9/8	3,9/12,6	0,7/3,2	4,9/23,9	—	—	10,7/19	10,5/9,3	0,4/17,4	11/12,6	—	—	—	—	—	—	—	—
13	2,4/1	—	—	—	2,8/2,1	2,1/2,3	—	1,9/3,2	-/1,4	—	—	9,4/18,5	0,9/8,5	10,6/6,3	—	—	—	—	—	—	—	—
14	3,1/9,1	3,2/10,2	3,9/10,1	1,3/10,1	4,2/7,9	1,1/11,1	—	1,2/11,8	-/0,9	3,1/8,5	5,6/9,9	10,7/9,2	2/10,8	11,2/7,7	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания. Типы русел: 1 — врезанные, 2 — широкопойменные; 3—5 — равнинные врезанные (3 — прямолнейные, 4 — излучины, 5 — разветвления); 6—14 — равнинные широкопойменные (6 — относительно прямолнейные, неразветвленные, 7 — вынужденные излучины, 8 — круглые сегментные и петлеобразные излучины, 9 — омеговидные излучины, 10 — прорванные и заваленные излучины, 11 — разветвленно-извилистое русло, 12 — одиночные и односторонние разветвления, 13 — сопряженные и сложные разветвления, 14 — пойменно-русловые разветвления).

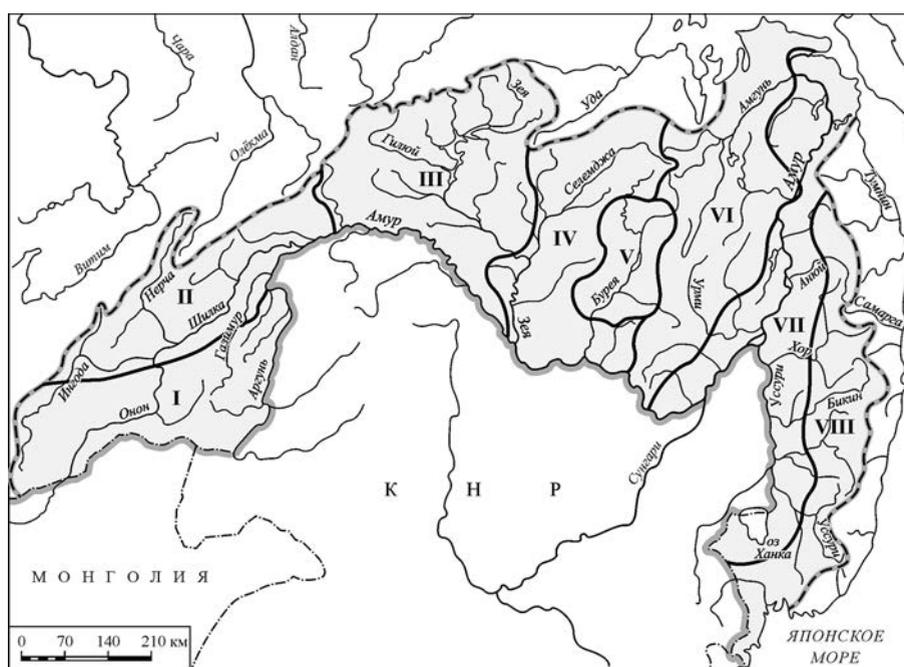


Рис. 2. Районирование российской части бассейна Амура по условиям формирования русел, распространению морфодинамических типов и русловых деформаций. Районы: I — Южнозабайкальский, II — Восточнозабайкальский, III — Амуро-Верхнезейский, IV — Зейско-Буреинский, V — Буреинский, VI — Амуро-Амгунский, VII — Нижнеамурский, VIII — Сихотэ-Алинский

ленности вертикальных деформаций (врезание или аккумуляция наносов).

На реках I района преобладают разветвленные русла: одиночные, односторонние, пойменно-русловые разветвления, разветвлено-извилистые русла, в межгорных долинах — вынужденные и свободные излучины, сегментные крутые и синусоидальные; широко распространена пойменная многорукавность; на р. Аргунь — раздвоенное русло с меандрирующими рукавами. Район II характеризуется развитием врезанных русел, преимущественно относительно прямолинейных и врезанных излучин. Район III отличает чередование врезанных и широкопойменных русел; на крупных реках преобладают врезанные излучины и прямолинейное русло, реже — разветвления (Зeya); русла горных рек широкопойменные, в верховьях — врезанные; выше Зейского водохранилища — довольно большая территория со свободными условиями развития русловых деформаций. В районе IV (Зейско-Буреинская низменность) доминируют широкопойменные русла: пологие и крутые сегментные излучины, реже относительно прямолинейное русло и одиночные разветвления. Большинство рек района V имеет врезанные русла (излучины и прямолинейное). В районе VI характерно чередование широкопойменных и врезанных русел при явном преобладании широкопойменных — разветвленных и разветвленно-извилистых. Район VII совпадает со Среднеамурской низменностью: здесь Амур широкопойменный, с богатым спектром разветвлений, в том числе пойменно-русловых; его левые притоки свободно меандрируют, на правых — распространены одиночные и сопряженные разветвления, разветвленно-извилистое русло. В райо-

не VIII — сложное чередование врезанных и широкопойменных русел; среди последних, расположенных в долинах-грабенах, преобладают крутые и пологие сегментные свободные и вынужденные излучины, часто с пойменной многорукавностью, реже встречаются относительно прямолинейные русла с одиночными разветвлениями.

Обобщение полученных данных показало, что каждый район характеризуется своим набором морфодинамических типов русел. С запада на восток увеличивается доля разветвленных русел в связи с увеличением продолжительности и интенсивности многоводного периода; на востоке бассейна (нижнее Приамурье и реки бассейна Уссури) преобладают разветвления даже на горных и полугорных руслах; западные районы бассейна характеризуются формированием излучин (в том числе в рукавах раздвоенного русла на Амгуни) и прямолинейного неразветвленного.

**Оценка условий формирования русел разных типов** выполнена на основе метода *QI*-диаграмм, заключающегося в анализе расположения точек, соответствующих тому или иному типу русла в зависимости от мощности потока, определяемой водоносностью реки и ее уклоном. На координатных осях таких диаграмм нанесены значения расхода воды и уклона (русла или дна долины). Этот подход, впервые примененный Л. Леопольдом и М. Вольманом [27], развит отечественными учеными [1, 2, 18, 23]. На рис. 3, А представлена *QI*-диаграмма для рек российской части бассейна Амура, отражающая региональный характер условий формирования того или иного морфодинамического типа русла.

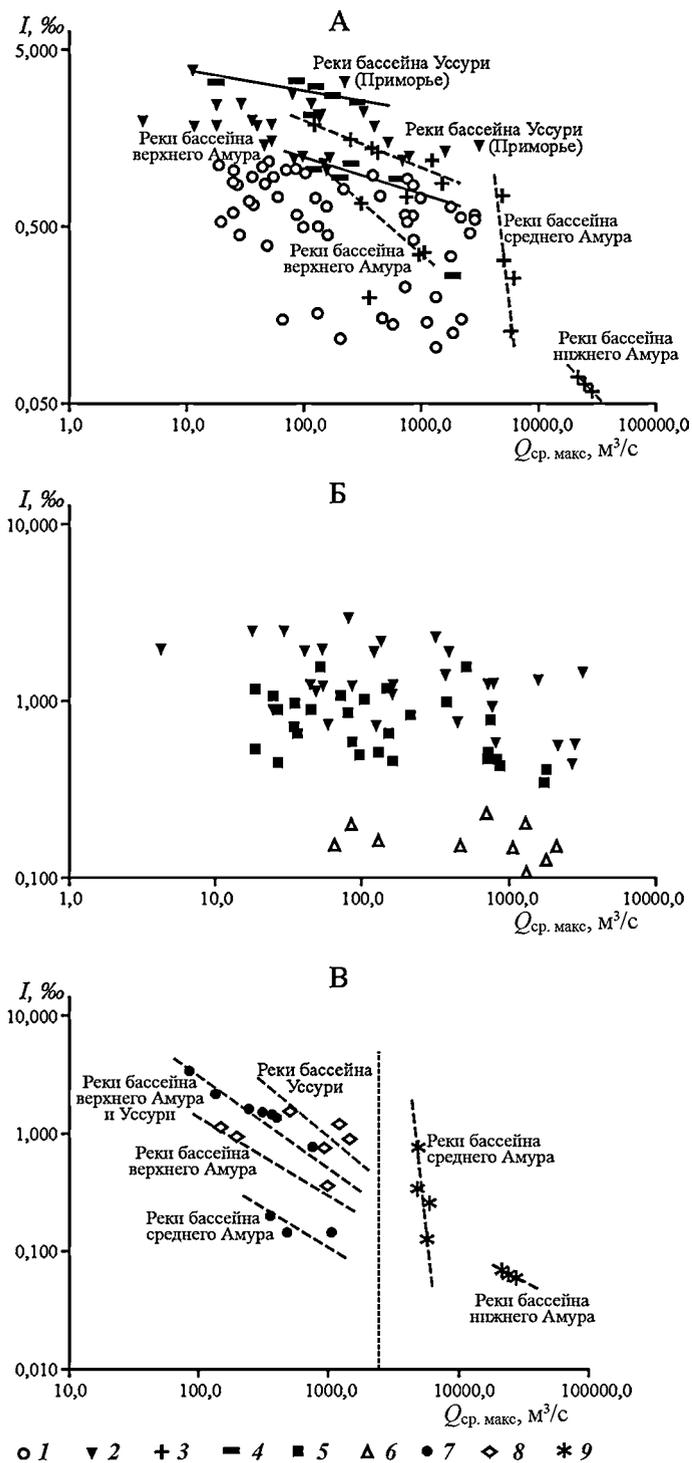


Рис. 3.  $QI$ -диаграммы для русел рек бассейна Амура: А — общая для русел всех морфодинамических типов; Б — для меандрирующих русел; В — для разветвленных русел

1 — свободные излучины (все типы); 2 — врезанные и адаптированные излучины; 3 — разветвленное русло (все типы); 4 — прямолинейное русло; 5—6 — излучины: 5 — сегментные и омегавидные, 6 — прорванные и заваленные; 7—8 — разветвления: 7 — пойменные ответвления меандрирующих и прямолинейных русел, 8 — одиночные и односторонние разветвления; 9 — сложные разновидности

Относительно прямолинейные неразветвленные и разветвленные русла рек бассейна Уссури (Приморье) занимают самое верхнее положение в поле графика.

Их формирование определяется большим уклоном дна долины: гидropосты на этих реках в основном расположены в верхнем течении притоков Уссури, берущих начало на склонах Сихотэ-Алиня, а также в верхнем и среднем течении р. Уссури. Ниже на диаграмме расположены точки, соответствующие участкам рек бассейна верхнего Амура; они характеризуются достаточно высокими значениями уклона (до 1,2‰); среднемаксимальный расход воды не превышает 1500 м<sup>3</sup>/с. Точки, относящиеся к разветвленным участкам рек бассейна среднего Амура, занимают правую часть графика. Это крупные реки региона — Зея, Буряя, Селемджа в их среднем и нижнем течении, среднемаксимальный расход воды здесь большой (7000 м<sup>3</sup>/с). Как следует из анализа диаграммы, здесь большее влияние на образование морфодинамического типа русла (в данном случае — разветвленного на рукава) оказывает именно водность реки, а не уклон.

Особое место в поле диаграммы занимают точки, соответствующие разветвленному руслу в нижнем течении Амура (гидropосты Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, Богородское). Их положение вместе с точками разветвленных русел Приморья, бассейна среднего и верхнего Амура отвечает общим закономерностям, установленным ранее [2, 18, 23, 24]. На больших реках решающую роль в формировании морфодинамического типа русла играет значительный расход воды (>15 000 м<sup>3</sup>/с) или большой уклон дна долины, что обуславливает развитие сложных разветвлений — разбросанных, сопряженных, пойменно-русловых, часто сопровождающихся пойменной многорукавностью; реки с меньшей водоносностью свободно меандрируют (соответствующие им точки расположены в левой нижней части диаграммы).

Для более детального анализа условий формирования разновидностей разветвленных и извилистых русел построены  $QI$ -диаграммы для разных частей бассейна, отличающихся по природным условиям и водному режиму (рис. 3, Б). Излучины образуются при всех диапазонах уклона и среднемаксимального расхода воды. При этом точки, соответствующие вынужденным и адаптированным излучинам, занимают верхнюю часть диаграммы — эти излучины формируются на горных и полугорных реках (Ингода, Шилка, верхнее течение Уссури, Хор, Бикин). Ниже в поле  $QI$ -диаграммы расположены точки, относящиеся к свободным излучинам, характеризующимся меньшим уклоном дна долины при таких же величинах среднемаксимального расхода воды. При этом дифференциация разновидностей свободных излучин в поле диаграммы не проявляется, так как они представляют собой стадии развития излучин, а не самостоятельный тип излучин, и, следовательно, не связаны с мощностью потока. Прорванные и заваленные излучины формируются при самых малых значениях уклона дна долины и большом диапазоне среднемаксимального расхода воды. Прорванные излучины встречаются на реках, для которых характерны паводки, соответствующие

ющие прохождению  $Q_{\phi}$  верхнего интервала (при затопленной пойме).

Разветвленные русла образуют вторую по распространенности группу рек. Неоднократно [1, 7, 13, 22—24] показано, что для разветвленных русел характерна самая большая удельная мощность потока. На реках бассейна Амура (рис. 3, В) разветвленные русла объединены в три большие группы — одиночные и односторонние, сложные (включающие сопряженные, разбросанные, параллельно-рукавные, раздвоенные и др.) и участки неразветвленных русел, но осложненные ответвлениями, которые расчлениют пойму на отдельные массивы (пойменная многорукавность). На  $QI$ -диаграмме прослеживается четкая дифференциация разветвлений по степени сложности — левую ее часть занимают точки, соответствующие простым (одиночным и односторонним) разветвлениям и участкам, которые осложнены пойменной многорукавностью; правая часть поля графика занята точками, соответствующими сложным разветвлениям (наибольшая мощность потока).

$QI$ -диаграмма, кроме того, позволяет выявить региональность условий формирования морфодинамического типа. Малые и средние реки бассейна Уссури характеризуются наличием одиночных и односторонних разветвлений — точки расположены в верхней части диаграммы. Одиночные и односторонние разветвления на реках бассейна верхнего Амура в поле диаграммы расположены ниже. Точки, соответствующие участкам меандрирующих и прямолинейных русел с пойменными ответвлениями, на реках бассейна Среднего Амура находятся в нижней левой части поля  $QI$ -диаграммы. Это равнинные реки с малым уклоном дна долины и большим среднемаксимальным расходом воды (до 1500 м<sup>3</sup>/с); для рек характерен  $Q_{\phi}$ , проходящий при затопленной пойме.

Правую часть диаграммы занимают точки, соответствующие сложным разветвлениям на Амуре и его больших притоках. Их положение полностью отвечает утверждению о соответствии таких типов русла самым большим значениям мощности потока [7, 13, 23]. Сложные разветвления формируются на крупных и крупнейших реках региона — Зее, Бурее, Тунгуске, Селемдже, Уссури, Амуре, в основном в нижнем их течении и в узлах слияния с притоками. Максимальные величины мощности потока достигаются почти исключительно за счет больших значений среднемаксимального расхода воды — от 5000 до 28 000 м<sup>3</sup>/с.

*Гидролого-морфологические зависимости*, связывающие параметры форм русла со среднемаксимальным расходом воды  $Q_{\text{макс}}$ , также имеют ярко выраженный региональный характер. Зависимости, построенные для извилистых русел, имеют вид  $x = f(Q_{\text{макс}})$ , где  $x$  — радиус кривизны ( $r$ ) либо шаг излучины ( $L$ ). Коэффициенты в уравнениях связи отражают особенности гидрологического режима рек. Один из факторов, влияющих на характер зависимости, — внутригодовое распределение стока. Поэтому его значение закономерно растет по направлению с запада на восток

по мере увеличения доли летнего паводочного периода и мощности летних паводков в общей доле максимального стока (табл. 2). Аналогичные соотношения получены для суммарной (с островами) ширины русла в разветвлениях  $b_p$  и безразмерного параметра  $v_o/v_p$  ( $v_o$  — ширина острова).

Таблица 2

Значения коэффициентов в уравнениях регрессии зависимости  $r = f(Q_{\text{макс}})$

Регион	Тип излучин	$R = aQ_{\text{макс}} + c$		
		коэффициент корреляции	$a$	$c$
Бассейн р. Уссури	1	0,76	0,003	0,153
	2	0,98	0,002	0,059
	3	0,99	0,001	0,004
Среднее и Нижнее Приамурье	1	0,95	0,0009	0,009
	2	0,83	0,0007	0,032
	3	0,99	0,0006	0,209
Верхнее Приамурье	1	0,96	0,0006	0,106

Примечания. Типы излучин: 1 — сегментные, 2 — омеговидные, 3 — прорванные, заваленные.

**Выводы:**

— результаты исследования факторов и условий формирования русел рек бассейна Амура отчетливо выявляют закономерное изменение их на территории бассейна, вытянутого вдоль магистральной реки Амур в направлении с запада на восток;

— смена резкоконтинентального климата муссонным обуславливает изменение стока наносов, руслоформирующих расходов воды и как следствие — особенности развития русел различных морфодинамических типов, в частности преобладание в восточной части бассейна разветвленных русел и вне зависимости от типа русла — пойменных ответвлений, на меандрирующих реках — прорванных излучин. На это накладывает влияние рельефа, осложняющего картину распределения в бассейне типов русел и смену врезания рек направленной аккумуляцией наносов на равнинной части бассейна и на большей части нижнего Приамурья;

— отмеченные пространственные закономерности подтверждаются изменениями  $QI$ -диаграмм, построенных для разных частей бассейна с запада на восток — по мере увеличения продолжительности и интенсивности многоводного периода увеличивается число разветвлений и усложняются разветвленные типы русел, а также многообразие меандрирующих русел;

— выявленные закономерности следует учитывать при водохозяйственном, транспортном и других видах использования рек, прокладке через реки коммуникаций и т.д.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алабян А.М. Типы русел равнинных рек и факторы их формирования // Геоморфология. 1992. № 4. С. 37—42.
2. Антроповский В.И. Связь типов руслового процесса с определяющими факторами // Тр. ГГИ. 1970. Вып. 183. С. 70—80.
3. Борщенко Е.В. Вертикальные русловые деформации на реках бассейна Амура // Эрозия почв, овражная эрозия, русловые процессы: теоретические и прикладные вопросы. М., 2011. С. 61—68.
4. Борщенко Е.В., Завадский А.С., Иванов В.В. и др. Условия формирования русел рек бассейна Амура и их морфодинамические типы // Эрозия почв и русловые процессы. 2010. № 17. С. 129—150.
5. Борщенко Е.В., Чалов Р.С. Руслоформирующие расходы воды и морфодинамика русел рек бассейна Амура // География и природные ресурсы. 2010. № 2. С. 90—99.
6. Борщенко Е.В., Чалов Р.С. Региональный анализ условий формирования русел разных морфодинамических типов (на примере рек российской части бассейна Амура) // Геоморфология. 2011. № 1. С. 30—37.
7. Великанов М.А. Русловой процесс. М.: Госфизматиздат, 1958. 395 с.
8. Водный режим рек России и сопредельных стран территорий. Карта масштаба 1:8 000 000. Новосибирск: Роскартография, 2001. 2 л.
9. Гарцман Б.И. Дождевые наводнения на реках юга Дальнего Востока: методы расчетов, прогнозов, оценка рисков. Владивосток: Дальнаука, 2008. 223 с.
10. Гусев М.Н. Морфодинамика днища долины верхнего Амура. Владивосток: Дальнаука, 2002. 232 с.
11. Иванов В.В., Махинов А.Н., Чалов Р.С., Чернов А.В. Вертикальные русловые деформации на Среднем Амуре // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2000. № 5. С. 32—37.
12. Косицкий А.Г., Носань В.В. Пространственные закономерности изменения стока рек в российской части бассейна Амура // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 3. С. 64—68.
13. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 347 с.
14. Махинов А.Н., Чалов Р.С., Чернов А.В. Направленная аккумуляция наносов и морфология русел нижнего Амура // Геоморфология. 1987. № 2. С. 12—20.
15. Некос С.В., Чалов Р.С. Сток наносов и условия формирования русел на реках бассейна Дона // Геоморфология. 1997. № 2. С. 60—71.
16. Никольская В.В. Морфоскульптура бассейна Амура. М.: Наука, 1972. 296 с.
17. Резников П.Н., Чалов Р.С. Сток наносов и условия формирования русел на реках бассейна Северной Двины // Геоморфология. 2005. № 2. С. 73—85.
18. Ромашин В.В. Типы руслового процесса в связи с определяющими факторами // Тр. ГГИ. 1968. Вып. 155. С. 56—83.
19. Русловой режим рек Северной Евразии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. 336 с.
20. Русловые процессы на реках Алтайского региона. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 244 с.
21. Христофоров А.В., Юмина Н.М., Белякова П.А., Носань В.В. Оценка водного стока рек бассейна Амура // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 5. С. 63—69.
22. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1979. 232 с.
23. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 608 с.
24. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел. М.: КРАССАНД, 2011. 960 с.
25. Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В. Речные излучины. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2004. 371 с.
26. Чалов Р.С., Штанкова Н.Н. Сток наносов, доля стока влекомых наносов в нем и их отражение в формах проявления русловых процессов на реках бассейна Волги // Тр. АВН. 2003. Вып. 9. С. 195—205.
27. Leopold L.B., Wolman M.G. River-channel patterns: braided, meandering and straight // U.S. Geol. Surv. Prof. Paper. 1957. N 282-B. P. 1—85.

Поступила в редакцию  
???

E.V. Borshchenko, R.S. Chalov

**SPECIFIC FEATURES OF FORMATION AND THE HYDROLOGICAL DESCRIPTION  
OF RIVER CHANNELS IN THE AMUR RIVER BASIN**

Regular spatial changes of river channel factors, conditions of channel formation and consequent distribution of different morphodynamic types of river channel in the Russian part of the Amur River basin are analyzed (in the eastward direction). Regional differences in channel-forming water discharge governed by water regime and sediment flow are revealed. The role of flow power in the formation of channels of different morphodynamic types is discussed, as well as the influence of topography and the shift from river incision to sediment accumulation in the plain areas of the basin and the most of the Lower Amur River area.

*Key words:* channel processes, morphodynamics of river channels, channel-forming water discharge, Russian part of the Amur River basin.

## ИСТОРИЯ НАУКИ

### К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Г.И. ЛАЗУКОВА

9 января 2014 г. исполняется 90 лет со дня рождения профессора Григория Ивановича Лазукова, выдающегося ученого и талантливого педагога, заслуженного деятеля науки СССР, лауреата Ломоносовской и Анучинской премий, ветерана Великой Отечественной войны, кавалера орденов Славы (III степени), Великой Отечественной войны и многочисленных медалей. Г.И. Лазуков вел большую научно-педагогическую работу — читал лекции в Московском и Ленинградском университетах, в Ленинградском горном институте, в Саранске, в Белградском (Югославия) и Познаньском (Польша) университетах. Многие годы он руководил методологическим семинаром географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, был членом редколлегии журнала Вестник Московского университета (серия География).

Поражают широта научных интересов Григория Ивановича и глубокие познания в различных областях наук о Земле: в геоморфологии и археологии, палеогеографии и стратиграфии. Значительные успехи достигнуты им в геоморфологическом районировании Западной Сибири, стратиграфии четвертичных отложений Сибири и центра Русской равнины, концепции синхронности и метахронности оледенений и трансгрессий, роли гляциоизостазии, исследованиях природной среды обитания древнего человека, использовании археологических данных и фауны млекопитающих, а также в теории и методологии науки (проблема пространства—времени в палеогеографии) и совершенствовании высшего географического образования. Ценные соображения и выводы изложены в его многочисленных публикациях, им опубликовано более 500 работ. Среди них выделяются крупные монографии “Четвертичный период” (1965, соавторы К.К. Марков, А.А. Величко, В.А. Николаев), “Антропоген северной половины Западной Сибири (стратиграфия и палеогеография)” (1967), “Природа и древний человек” (1981), “Плейстоцен территории СССР” (1989). Эти и другие труды заслуженно стали классикой палеогеографического анализа и синтеза. Обширна территория исследований Г.И. Лазукова, она охватывает “Параллели и меридианы” от южных широт Донского региона до Заполярья и Северных морей Сибири.

Научная деятельность Г.И. Лазукова началась на территории известного археологического памятника Костенки на Дону (Воронежская область), где он работал в составе экспедиции Ленинградского института археологии АН СССР под руководством А.Н. Рогачева. Здесь он изучал условия жизни древнего человека и особенности развития флоры, фауны и климата четвертичного периода. Для этого он применял новейшие методы исследования (спорово-пыльцевой и

карпологический, фаунистический и радиоуглеродный). Результаты работ изложены в кандидатской диссертации “Основные этапы развития флоры, фауны и человека в четвертичном периоде” (1954). Основные материалы опубликованы в учебном пособии-альбоме с массой рисунков, таблиц. К.К. Марков отозвался об этой работе как о выдающейся сводке о природе и человеке четвертичного периода. Эта работа известна у нас и за рубежом. Она отличается широтой охвата различных явлений и процессов, критическим подходом ко всем аспектам научного поиска. Для нее характерно новаторское применение геолого-географического метода при археологических исследованиях. По словам А.Н. Рогачева (1957), проведенные исследования оказали большое влияние на решение проблем палеолита и на уточнение возраста знаменитых палеолитических стоянок в Костенках. Полученные материалы, имеющие важное палеогеографическое значение, использованы в экспозиции археологического музея в Костенках и музее Землеведения МГУ, а также в учебных курсах.

Среди научных достижений Григория Ивановича исключительно большое место (может быть, главное) занимают исследования Западной Сибири — территории, на которой начиная с середины XX в. сосредоточились главные споры по четвертичной истории Севера России. Известен “вековой” спор между так называемыми маринистами и гляциалистами. Григорий Иванович занимал маринистскую позицию и был одним из немногих ее зачинателей. Он считал, что в среднем плейстоцене в эпоху максимального оледенения в пределах Западно-Сибирской низменности имело место не покровное оледенение, а максимальная трансгрессия, синхронная оледенению Арктического бассейна.

Н.Г. Чочиа в своих трудах назвал А.И. Попова и Г.И. Лазукова первыми исследователями, которые решительно отвергли ледниковый генезис покровной толщи и относили эти осадки к ледово-морским отложениям, приводя веские доказательства в пользу высказываемых ими представлений. Убедительные аргументы Григория Ивановича были приняты на Новосибирской конференции в середине 1960-х гг. и была утверждена новая стратиграфическая схема. По свидетельству В.Т. Трофимова (2009), эту схему Г.И. Лазукова до сих пор используют инженер-геологи при разработке и освоении новых нефтегазовых месторождений на севере Западной Сибири.

Григорий Иванович был одновременно и геоморфологом, и геологом в области четвертичной геологии. Благодаря комплексному анализу рельефа и формирующих его четвертичных отложений он максимально

точно оценил палеогеографическую обстановку разных эпох плейстоцена. Основные достижения Г.И. Лазукова изложены в его монографиях (1970, 1972) и отражены на картах Западной Сибири в Атласе Тюменской области (1971) и сводятся к следующим:

— выделение области морских трансгрессий Полярного бассейна;

— детальное изучение литологических особенностей отложений, дополненное палеонтологическими и палеоботаническими исследованиями, подтвердившими морской генезис отложений и послужившими основой для проведения границ морского бассейна в разные эпохи и границ оледенения;

— распространение ледников позднеплейстоценового (зырянского) времени, ограничивалось приуральскими и приенисейскими районами.

В настоящее время в связи с развитием новых методов исследования (например, геохимических) и появлением новых фактических материалов (например, о подземных льдах региона) многие исследователи считают, что на севере Западно-Сибирской низменности ни в среднем, ни в позднем плейстоцене не было покровного оледенения, а существовал морской бассейн, который сохранялся в краевых частях севера Западно-Сибирской равнины вплоть до сартанского времени.

Большой вклад Григорий Иванович внес в решение спорных проблем палеогеографии и стратиграфии Центрального региона России. Прежде всего он обратился к анализу материалов по Подмосквовью, Верхневолжью, Клинско-Дмитровской возвышенности, несмотря на относительно хорошую комплексную изученность которых, остаются дискуссионные моменты, касающиеся расчленения и корреляции маркирующих поздне-среднеплейстоценовых горизонтов, что приводит к нестыковке региональных стратиграфических схем.

На примере изучения опорных разрезов Московского региона (Строгино, Лыткарино, Котельники) Григорию Ивановичу удалось уточнить ледниковую ритмику среднего неоплейстоцена. Убедительные до-

казательства наличия калининской морены поверх микулинских отложений, полученные при детальном обследовании Клинско-Дмитровских разрезов в процессе подготовки экскурсии к XI Международному конгрессу ИНКВА, утверждены благодаря авторитетной фашиально-генетической экспертизе, проведенной им. С конца 1970-х гг. Г.И. Лазуков осуществлял научное руководство проектом по договору с институтом Гидропроект. На территории Вазузского гидроузла (Ржевское Поволжье) была надежно диагностирована калининская морена. Обосновано строение плейстоценового разреза на территории строящейся Загорской ГАЭС при изучении уникального сводного разреза-панорамы (70 м × 2 км). В известной полемике по поводу происхождения лёссовидных суглинков в Ярославском Поволжье полностью подтвердилось водное осадконакопление разновозрастных генераций лёссовых пород.

Авторитетное заключение Г.И. Лазукова по актуальным вопросам стратиграфии и палеогеографии Центрального района сыграло решающую роль в становлении концепции самостоятельности днепровского и московского оледенений и признания масштабы калининского оледенения. Таким образом, получены дополнительные основания для корректировки региональной стратиграфической схемы среднего и позднего неоплейстоцена.

В заключение отметим, что в решении сложных, подчас остродискуссионных вопросов Г.И. Лазуков проявлял твердую принципиальность и неизменную бескомпромиссность, а отличительной его чертой всегда оставались доброжелательность и глубокое знание предмета в сочетании с обстоятельным анализом приводимых доказательств.

Богатое научное наследие Григория Ивановича служит образцом беззаветного служения науке. Соратники, последователи и ученики бережно хранят светлую память об истинном ученом, талантливом педагоге и прекрасном человеке.

*Г.Г. Лазукова, Н.Г. Судакова,  
А.А. Свиточ, Н.А. Шполянская*

## ХРОНИКА

## О НОВОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЕ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СИСТЕМЫ

Вопрос о стратиграфической шкале четвертичного периода всегда был спорным. Дискуссия активизировалась в последние годы, когда после долгой стагнации стала активно совершенствоваться Международная стратиграфическая (хроностратиграфическая) шкала. Усилиями Международной комиссии по стратиграфии (МКС) и ее рабочих групп представлена обновленная шкала. Исполнительный комитет Международного союза геологических наук (МСГН) ратифицировал предложение МКС относительно определения нижней границы четвертичной системы и верхней границы неогеновой системы: нижняя граница четвертичной системы определяется точкой глобального стратотипа границы Монте Сан Никола (Сицилия, Италия), она же определяет основание яруса гелазия. Нижняя граница плейстоценового отдела понижается до включения в него яруса гелазий и совпадает с основанием четвертичной системы. Ярус гелазий перемещен из плиоценового отдела в плейстоцен (рисунок, А). Понижение границы четвертичного периода до ~2,6 млн лет объясняется ходом глобальных климатических событий — именно с начала гелазия проявилась тенденция к глобальному похолоданию (рисунок, Д). Уточнен возраст нижних границ ярусов (млн лет): гелазий — 2,588; калабрий — 1,806; ионий — 0,781; тарантий — 0,126; голоцен — 0,011784.

Межрегиональный стратиграфический комитет России в 2011 г. принял решение об изменении принятой ранее в Общей стратиграфической шкале России границы неогена и квартера путем понижения ее до подошвы гелазия. Однако одновременно не был решен вопрос о структуре соответствующей части шкалы, возникшая неопределенность вызвала сложности в работе и дискуссии. Стратиграфическая шкала России (рисунок, Б) находится в противоречии с Международной стратиграфической шкалой не только присутствием местных, российских, названий, но и отсутствием в ней расчленения на ярусы. Вместе с тем для осуществления международного сотрудничества чрезвычайно важно, чтобы различия между стратиграфической шкалой России и Международной стратиграфической шкалой либо отсутствовали, либо были минимальными.

Летом 2013 г. состоялись три научные конференции разного уровня, на которых активно обсуждался вопрос о современном состоянии стратиграфической шкалы четвертичной системы (периода). Всероссийская конференция «Общая стратиграфическая шкала

России: состояние и перспективы обустройства» прошла в Москве 23—25 мая в Геологическом институте РАН. В преддверии этого форума руководители научных коллективов Москвы, занимающихся вопросами геологии и палеогеографии четвертичного периода, А.А. Величко (Институт географии РАН), Ю.А. Лаврушин (Четвертичная комиссия РАН), А.С. Тесаков (Геологический институт РАН), С.М. Шик (Межведомственная стратиграфическая комиссия) и Т.А. Янина (географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова), а также представитель России в Международном стратиграфическом комитете Ю.Б. Гладенков (Геологический институт РАН) провели ряд консультационных совещаний, на которых выработали единое предложение о новой стратиграфической шкале четвертичного периода России (рисунок, В), сопоставимой с международной стратиграфической схемой. Новая шкала была представлена на всероссийском стратиграфическом совещании в Москве, где получила широкий резонанс.

Нами предложено привести стратиграфическую шкалу России в соответствие с международной стратиграфической шкалой, не нарушая ее стабильности. Это предложено сделать путем включения в нее международных ярусов с сохранением подразделений, принятых в России (эоплейстоцен, неоплейстоцен). В связи с понижением границы квартера нами выделено новое подразделение в ранге подотдела — палеоплейстоцен, подотдел эоплейстоцен оставлен в ранее принятом объеме. Авторы выступили за деление четвертичной системы, как и любой другой, на ярусы. Тем более это целесообразно после включения в нее яруса гелазия и ратификации МСГН калабрия в качестве второго яруса (отвечает эоплейстоцену российской стратиграфической шкалы). В рамках среднего и верхнего подотделов четвертичной системы (неоплейстоцен российской шкалы) МСГН обсуждается выделение двух ярусов — иония и тарантия. Эти два яруса пока официально не утверждены, так как окончательно не установлены международные стратотипы их границ («золотых гвоздей»): стратотипы нижней границы иония, предложенные учеными Италии и Японии, и стратотип нижней границы тарантия, предложенный геологами Нидерландов, находятся в стадии рассмотрения. Нами предложен один верхний ярус четвертичного периода — италий.

Составленная авторским коллективом стратиграфическая шкала получила дальнейшее обсуждение на



Всероссийском совещании по изучению четвертичного периода, прошедшем в июне на базе Южного научного центра РАН (г. Ростов-на-Дону). В июле она была представлена мировому научному сообществу на Всемирном стратиграфическом конгрессе в Лиссабоне (Португалия).

В настоящее время дискуссия по стратиграфической шкале четвертичной системы России продолжается. Участвуя в ней, авторы новой шкалы (А.А. Величко, Ю.Б. Гладенков, Ю.А. Лаврушин, А.С. Тесаков, С.М. Шик, Т.А. Янина) настаивают на ее принятии.

*Т.А. Янина*

**ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ  
“ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 5. ГЕОГРАФИЯ”**

Для публикации в журнале принимаются статьи со- трудников, аспирантов и студентов МГУ (в том числе в со- авторстве с представителями других организаций). Текст сопровождается выпиской из протокола заседания кафедры, сведениями об авторах: фамилия, имя и отчество (полно- стью), кафедра, телефон домашний и рабочий, мобильный, *e-mail* каждого автора. Статьи принимаются на географи- ческом факультете МГУ, комн. 2108а.

**Требования к оформлению статьи  
и краткого сообщения**

1. Суммарный объем статьи (включая рисунки и спи- сок литературы) не должен превышать 14 страниц. Необхо- димо стандартизировать структуру статьи, используя под- заголовки: **введение, постановка проблемы, материалы и методы исследований, результаты исследований и их обсу- ждение, выводы (по пунктам)**.

2. К статье на отдельной странице прилагаются аннота- ция (6—8 строк) и ключевые слова (6—8) на русском языке. Внизу первой страницы текста статьи в сноске необходимо указать название кафедры (место работы), должность, зва- ние и адрес электронной почты для каждого автора.

3. Перед заголовком работы необходимо проставить УДК.

4. Текст должен быть подготовлен в редакторе Word с использованием шрифта Times Roman 12. Имя файла мо- жет содержать до 8 символов и иметь расширения .doc или .txt. Текст должен быть распечатан через 2 интервала, поля со всех сторон по 2,5 см. Текст представляют на отдельном носителе (компакт-диске) и в 2 экз. распечатки. Страницы следует пронумеровать.

5. Рисунки, фотографии, таблицы, подрисуночные подписи прилагаются отдельно в 2 экз. в конце статьи. Каждая таблица должна быть напечатана на отдельной странице тем же шрифтом, через 2 интервала, иметь тема- тический заголовок и не дублировать текст. Таблицы нуме- руются арабскими цифрами по порядку их упоминания в тексте. Все графы в таблицах должны иметь заголовки и быть разделены вертикальными линиями. Сокращения слов в таблицах не допускаются. Материал по строкам дол- жен быть разделен горизонтальными линиями.

6. Формулы, математические и химические знаки должны иметь четкое написание. Трудноразличимые (ла- тинские и греческие) буквы и знаки нужно пояснять ка- рандашом на полях (“лат.” или “греч.”).

7. Размерность всех физических величин должна соот- ветствовать Международной системе единиц (СИ).

8. Список литературы должен содержать в алфавитном порядке все цитируемые и упоминаемые в тексте работы

(не более 20), иностранная литература помещается после отечественной тоже по алфавиту. При ссылке на изобре- тение необходимо указать год, номер и страницу “Бюллете- ня изобретений”. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются (возможны ссылки на устное сообщение и ав- тореферат кандидатской или докторской диссертации). Библиографическое описание дается в следующем поряд- ке: фамилии и инициалы авторов, название статьи, полное название работы, место издания, издательство, год издания (для неперидических изданий), для периодических — фами- лии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год выпуска, том, номер, страницы. Ссылка на литерату- рный источник в тексте приводится так: “В работе [5] указа- но, что...”. В конце статьи приводится ее объем в знаках.

9. Никакие сокращения слов, имен, названий, как пра- вило, не допускаются. Разрешаются лишь общепринятые сокращения названий мер, физических, химических и ма- тематических величин и терминов и т.д. Все аббревиатуры, относящиеся к понятиям, методам, аналитическим и обра- ботки данных, а также к приборам, при первом употребле- нии в тексте должны быть расшифрованы.

10. Каждый рисунок должен быть выполнен на белой бумаге в виде компьютерной распечатки на лазерном принтере. Для тоновых рисунков использовать формат TIFF с разрешением 600 dpi; рисунки должны быть записа- ны на отдельном диске в формате программы, в которой они сделаны; для фотографий использовать формат TIFF с разрешением не менее 300 dpi. Рисунки и фотографии должны быть черно-белыми, четко выполнены и пред- ставлены в 2 экз. Компьютерный вариант должен иметь расширение .tif или .cdr (Corel Draw), он предоставляется на отдельном носителе (компакт-диске). Рисунки записы- вать в той программе, в которой они созданы. На обороте всех иллюстраций указывают их номер, фамилию автора и название статьи. **Обращаем ваше внимание на то, что текст и рисунки предоставляются на отдельных дисках.**

11. Подрисуночные подписи прилагаются на отдель- ной странице и оформляются согласно требованиям, изло- женным в п. 4.

12. Статьи, не отвечающие перечисленным требова- ниям, не принимаются.

13. Дополнения в корректуру не вносятся.

14. Редакция журнала оставляет за собой право произво- дить сокращения и редакционные изменения текста статей.

Рукописи не возвращаются.

**Плата за публикацию не взимается.**

*Благодарим вас за соблюдение наших правил  
и рекомендаций!*