

УДК 912.44:528.94

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ АТЛАСОВ ПО РУСЛОВОЙ МОРФОДИНАМИКЕ И ГЕОМОРФОЛОГИИ УСТЬЕВЫХ СИСТЕМ РЕК РОССИИ

В.Н. Коротаев, Е.Р. Чалова

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет*

vlaskor@mail.ru, ekar28@yandex.ru

Поступила в редакцию 27.01.2025

После доработки 06.02.2025

Принята к публикации 21.03.2025

Аннотация. В статье рассматривается методика составления специализированных тематических географических атласов. Необходимость в этом возникла при попытке представления в печати огромного натурального материала экспедиционных работ Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и Лаборатории гидролокации дна Института океанологии РАН имени П.П. Ширшова, проведенных совместно в эстуариях и дельтах рек на побережьях окраинных и внутренних морей России за период 1969–2015 гг. Всего было составлено пять атласов, издано — четыре. При создании атласов были использованы разработки содержательного наполнения, структуры, оформления атласа, построения легенды геоморфологических карт с учетом имеющегося массива натурных данных, современных технических и программных возможностей. В каждом атласе картографическое и специальное иллюстративное содержание было представлено геоморфологическими картами, космическими снимками, схемами горизонтальных деформаций русла, эхолотными профилями и гидролокационными изображениями для выделенных участков. Каждый участок представлял отдельный подраздел, названный «листом», который имел свой порядковый номер и отражался в оглавлении. Геоморфологические картосхемы составлялись на основе крупномасштабных топографических карт с использованием космических снимков, находящихся в открытом доступе. Генезис рельефа традиционно показывался качественным фоном, возраст — геологическими индексами. Все опубликованные и подготовленные к изданию атласы-монографии представляют собой специальные тематические научно-справочные произведения, где в красочной и доступной для широкого круга читателей форме обобщен огромный натурный материал по геологии, геоморфологии, гидрологии и геофизике эстуариев и дельт крупных рек, впадающих в окраинные и внутренние моря России.

Ключевые слова: устье реки, эстуарий, дельта, гидролого-морфологические процессы, русловая морфодинамика, геоморфологическое картографирование, тематический атлас

DOI: 10.71367/3034-4638-2025-2-1-101-107

ВВЕДЕНИЕ

Логическое завершение практически любого географического исследования — представление его результатов в виде специальных карт или тематических атласов, являющихся обобщением значительного объема материалов, полученных, как правило, в ходе многолетних экспедиционных работ. Богатейшие натурные материалы по устьевой гидрологии, геоморфологии дельтовых равнин и русловым процессам в дельтовых рукавах были по-

лучены в Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова при проведении комплексных гидрологических, геоморфологических и русловых исследований устьев и нижних течений крупных рек арктического побережья Сибири (Таз, Пур, Енисей, Лена, Яна, Индигирка, Колыма) с 1969 по 1995 г., а с 1995 по 2015 г. совместно с лабора-

торией гидролокации дна Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН — в результате гидрофизических и географических работ в эстуариях и дельтах рек севера европейской части и на юге России (Мезень, Онега, Северная Двина, Волга, Кубань, Дон). Для наиболее полного и наглядного представления этих материалов форматы научных статей, монографий, диссертаций оказались недостаточными. Тогда возникла идея создания серии узкоспециализированных тематических атласов по низовьям крупных рек России, и не просто атласов, а атласов-монографий, где наряду с картографическими материалами присутствуют полноценные научные тексты (теория и региональные обзоры), дополненные графическими иллюстрациями и фотографиями.

АТЛАСЫ УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

С 2009 г. выпущено четыре атласа устьевых систем рек России, два из которых посвящены Волге (Нижней Волге от Волгограда до Астрахани и дельте), а также рекам Арктического побережья, Юга и Дальнего Востока, подготовлен атлас по устьям рек Чукотки и Корякского нагорья (рис. 1).

Первым опытом стал изданный в 2009 г. «Атлас русловой морфодинамики Нижней Волги» (Атлас..., 2009). При полевых исследованиях, результаты которых легли в основу составления атласа, использовались новейшие технологии гидрографических и геофизических изысканий, применялось современное оборудование (цифровой эхолот-навигатор, система спутникового позиционирования GPS, гидролокационная и сейсмоакустическая аппаратура, разработанная в Институте океанологии РАН), а также специальные программы сбора и обработки данных. Программа *Vojdenie*, синхронизирующая данные эхолотных промеров с координатами, получаемыми навигационным спутниковым приемником, обеспечила сбор значительного массива данных, обработка которых позволила составить подробные карты крупного масштаба на отдельные участки русла Волги.

Картографическое и специальное иллюстративное содержание атласа, выделенное в особый раздел под названием «Атлас карт, схем и графиков по морфологии дна и динамике русла Нижней Волги», составляют геоморфологические картосхемы участков исследуемых территорий, схемы горизонтальных русловых деформаций за период 1914–2000 гг., космические снимки, выступающие в качестве подложки для геоморфологических карт и схем горизонтальных деформаций русла, эхолот-

ные профили, гидролокационные изображения дна и графики вертикальных деформаций дна за период 1944–1982 гг. для 15 участков русла Нижней Волги от Волгограда до Астрахани. Каждый участок выделен в отдельный подраздел, названный «листом», имеющим свой порядковый номер, отраженный в таком виде в оглавлении. Такие листы содержат от девяти до 23 страниц в зависимости от объема представленного материала.

Для построения графиков вертикальных деформаций дна и схем горизонтальных деформаций русла использовались лоцманские карты 1917–2000 гг. Горизонтальные русловые деформации в пределах каждого участка оценивались за четыре сопоставимых по продолжительности отрезка времени — 1917–1944, 1944–1965, 1965–1982 и 1982–2000 гг., а их интенсивность и направленность определялись путем подсчета площадей размыва коренных берегов, поймы, русловых форм и аккумуляции наносов в виде прирусловых отмелей.

Изображения дна были получены при гидролокационном картировании и сейсмоакустическом зондировании русла Нижней Волги, на основе которых были построены типовые продольные профили русла.

Геоморфологические картосхемы составлены на основе крупномасштабных топографических карт с использованием космических снимков, находящихся в открытом доступе; в морфогенетической легенде генезис рельефа традиционно показан качественным фоном, возраст — геологическими индексами. Для флювиальных форм рельефа была определена зелено-желтая гамма цветов, для морских — сине-фиолетовая, что в целом соответствует легенде геоморфологических карт СССР масштаба 1:50 000–1:25 000. Разновозрастные поймы (от молодой формирующейся Волжской до старой сформировавшейся Волго-Ахтубинской) выделялись на основе данных абсолютного датирования отложений по C_{14} , палеогеоморфологического анализа топографических карт, аэро- и космических снимков и маршрутного полевого геоморфологического картирования.

Опробованные методы разработки содержательного наполнения, структуры, оформления атласа, построения легенды геоморфологических карт были использованы при создании последующих тематических атласов-монографий с учетом имеющегося массива натурных данных, современных технических и программных возможностей.

Более четко структурированными, по сравнению с первым опытом, стали теоретические части атласов. Если в атласе Нижней Волги (Атлас..., 2009) текст был разделен на две части, названные



Рис. 1. Атласы русловой морфодинамики устьевых областей рек России

Fig. 1. Atlases of channel morphodynamics of estuaries of rivers of Russia

«Предисловием», описывающим природные условия Нижней Волги (климат, геологию, геоморфологию, гидрологический режим и руслообразующие наносы), и «Заключением», где детально рассматриваются русловые деформации по 15 типичным морфодинамическим участкам русла Нижней Волги и дается прогноз переформирования русла на начало XXI в., то в атласе дельты Волги (Атлас..., 2015) текст, помимо краткого вводного «Предисловия», подразделяется на два больших раздела, названных «Природные условия дельты Волги» и «Современная динамика дельты Волги» и состоящих, в свою очередь, из нескольких тематически определенных подразделов. Здесь, в частности, рассматривалась история создания единой водной магистрали, объединяющей водные пути бассейна Волги и Каспийского моря в виде грандиозного гидротехнического сооружения — Волго-Каспийского судоходного канала, одного из крупнейших морских каналов, не имеющего аналогов в мировой практике регулирования морских устьев рек.

Картографический раздел, название которого, «Атлас космических снимков, карт, схем и графиков по геоморфологии и русловой морфодинамике», говорит о его содержании, состоит, как и в первом атласе, из многостраничных листов, названных по имени рассматриваемого речного рукава. Но

в отличие от первого атласа, «космические снимки» вынесены в заглавие разделов. Каждый лист не только открывается большим космическим снимком, демонстрирующим всю означенную территорию, но и содержит более крупномасштабные снимки на отдельные, представленные более подробно ее участки. Для лучшего ориентирования на снимках подписаны названия основных географических объектов (рек, населенных пунктов).

Использование космических снимков, несомненно, стало положительным моментом содержания для всего произведения. Помимо этого, описание каждого участка опиралось на геоморфологическую картосхему, графики морфологии и динамики дна, гидролокационные изображения рельефа дна, видовые фотоснимки.

Независимо от мощной картографической составляющей атласа-монографии, представляющей исследуемую территорию по геоморфологически выделенным участкам, теоретические разделы, рассматривающие всю территорию целиком, включают необходимые графические материалы — обзорные космические снимки и карты, разнообразные схемы, графики, видовые фотографии, не служащие простыми оживляющими текст иллюстрациями, а выполняющие важную смысловую функцию, являясь основой теоретических заключений.

После двух атласов, посвященных одной реке, стало возможным и вполне реальным представить подобным образом гидрологические, гидрографические и геолого-геоморфологические данные, полученные в течение многолетних экспедиций в дельтах рек арктического побережья, Юга и Дальнего Востока России. Понятие «Арктическое побережье» включает весьма разнообразные по природным условиям и истории развития области прибрежной суши и шельфов окраинных морей Северного Ледовитого океана от Кольского полуострова до Чукотского — Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского. Однако, несмотря на разнообразие, вся эта территория имеет ряд общих черт, позволяющих рассматривать арктическое побережье России как единое целое. Во-первых, северная окраина евразийского материка расположена в одной арктической климатической зоне; во-вторых, крупные реки, дренирующие эту территорию, принадлежат одному бассейну — Северного Ледовитого океана; в-третьих, все побережье находится под воздействием таких мощных рельефообразующих факторов, как эвстатические колебания уровня Мирового океана, неоген-четвертичные тектонические движения и наличие криолитозоны. Это позволило объединить в единое произведение «Морфодинамика устьевых систем крупных рек арктического побережья России» (Атлас, 2017) дельты Онеги, Северной Двины, Мезени, Печоры, Оби, Таза и Пура, Енисея, Пясины, Хатанги, Анабара, Оленёка, Лены, Яны, Индигирки, Колымы. Под «устьевой геоморфологической и осадочной системой реки» понимается устьевой конус выноса, сформированный рекой за последние 5–7 тыс. лет в период стабилизации постледниковой трансгрессии Мирового океана, когда большинство речных долин в их низовьях были превращены в ингрессионные заливы. За это время здесь сформировался комплекс субаэральных и субаквальных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских аккумулятивных и эрозийных форм рельефа, слагающих их отложений и система взаимосвязанных водотоков (Коротаев, 1991, 2012). Верхней границей устьевой системы считается вершина позднеголоценового ингрессионного залива (эстуария, лимана или устьевой лагуны). За нижнюю границу устьевой системы принимается подводное окончание устьевого конуса выноса (авандельты), обычно совпадающее с морским склоном внешнего устьевого бара или зоной современного морского барообразования.

В устьях крупных рек, впадающих в окраинные моря арктического побережья России, были сформированы различные морфогенетические

типы устьевых систем: эстуарные (Онега, Мезень, Кулой), эстуарно-дельтовые (Печора, Обь, Енисей, Хатанга, Анабар, Колыма), лагунно-дельтовые (Северная Двина, Яна, Индигирка) и дельтовые (Оленёк, Лена), отличающиеся как геоморфологическим и геолого-литологическим строением, так и особенностями процессов дельтообразования. Для атласа были составлены геоморфологические карты устьевых систем 15 наиболее крупных рек арктического побережья России от Онеги до Колымы по единой генетико-возрастной легенде, разработанной при участии профессора Г.И. Рычагова. Картографической основой для геоморфологических карт служили топографические карты масштабов 1:100 000 и 1:200 000 и фрагменты космических снимков Landsat-7 и снимков с сайта Google Планета Земля. Абсолютный возраст аллювиально-дельтовых отложений определялся по радиоуглеродной методике C_{14} , генезис отложений — при помощи спорово-пыльцевого и палинологического анализа; литология дельтовой поймы исследовалась во время полевых маршрутных геоморфологических работ. В итоге характеристика каждой устьевой системы сложилась из краткого текстового комментария, содержащего общие физико-географические сведения о территории и самом объекте исследования, и ряда графических материалов, основным из которых является геоморфологическая картосхема устьевой системы, а также обзорный космический снимок в натуральной цветопередаче, картосхемы грунтов, русловых наносов, горизонтальных деформаций русел, графики морфологии и динамики рельефа дна, видовые фотографии.

Следующим стал атлас «Геоморфология устьевых систем крупных и малых рек Юга и Дальнего Востока России» (Атлас..., 2020), открывающийся, по традиции, научным обзором природных условий южных и восточных побережий России, включающим описание геологического строения и рельефа побережий, историю формирования устьевых систем, гидрологический режим крупных рек рассматриваемых регионов. Картографическая часть отличается компоновкой от предшествующих изданий. Здесь представленные устьевые системы объединены в разделы по бассейнам Азовского, Каспийского (рис. 2), Охотского морей и озера Байкал. Эти разделы отделяются друг от друга шмуцтитулами с названием раздела и видовой фотографией названного побережья. Информационную основу раздела составляют гидрологические, гидрофизические, геофизические, геолого-геоморфологические данные и материалы многолетних полевых работ

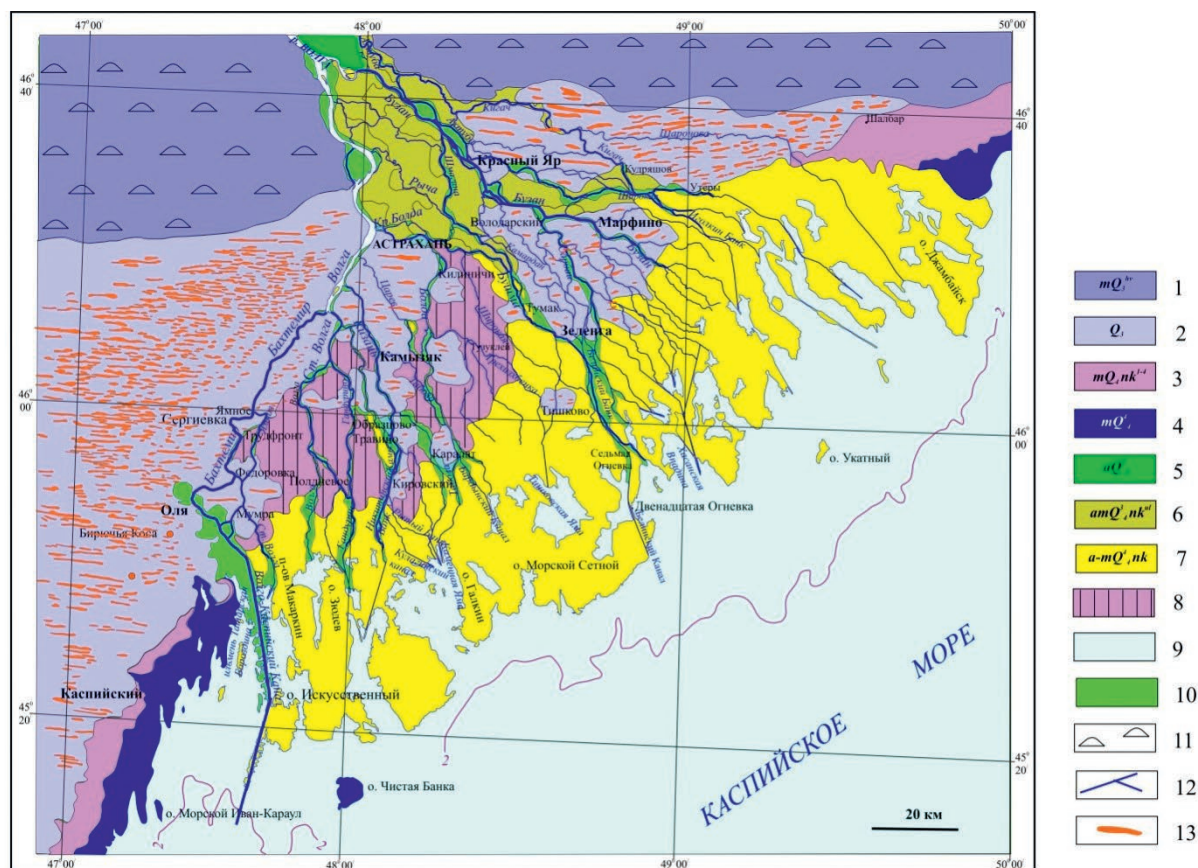


Рис. 2. Образец геоморфологической карты — геоморфологическая карта дельтовой системы Волги (Атлас, 2020): 1 — позднехвалынская морская равнина; 2 — новокаспийская морская равнина в зоне Бэровских бугров; 3 — новокаспийская морская абразивная терраса; 4 — современная морская терраса (после 1929 г.); 5 — Волго-Ахтубинская пойма; 6 — Уллучайская дельтовая равнина; 7 — современная дельта (не более 200 лет); 8 — участки цокольной дельтовой равнины; 9 — водные объекты; 10 — современная речная пойма; 11 — бугристые пески; 12 — гидрографическая сеть и каналы; 13 — Бэровские бугры

Fig. 2. Sample geomorphological map — geomorphological map of the Volga delta system (Atlas, 2020): 1 — the Late Khvalyn sea plain; 2 — the New Caspian sea plain in the zone of the Barovsky hills; 3 — the New Caspian sea abrasive terrace; 4 — the modern sea terrace (after 1929); 5 — the Volga-Akhtuba floodplain; 6 — Ulluchai delta plain; 7 — modern delta (no more than 200 years old); 8 — sections of the basement delta plain; 9 — water bodies; 10 — modern river floodplain; 11 — bumpy sands; 12 — hydrographic network and channels; 13 — Barovsky hills

в устьях крупных рек, разновременные картографические и космические источники. Методы составления карт базируются на применении апробированных приемов геоморфологического картографирования и палеогеоморфологического анализа дельтовых равнин, а также современных геоинформационных технологий.

В 2021 г. было завершено составление последнего в серии атласа-монографии «Геоморфология морских берегов и устьевых систем рек Чукотки и Корякского нагорья» и подготовлен в электронном виде его издательский макет. Как и предыдущие произведения, атлас состоит из тек-

стовый и картографической частей. В тексте дается подробная характеристика природных условий побережий Чукотки и Корякского нагорья (геологическое строение и рельеф, мерзлотные условия, гидрологический режим рек, моря и типы берегов), описываются природные особенности формирования побережий Чукотки и Корякского нагорья. В атласе помещен также материал по строению рельефа берегов. Картографическая составляющая атласа, знакомящая с 32 наиболее характерными участками побережья, представляет их с помощью космического снимка из системы Google Earth и геоморфологической карты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все опубликованные и подготовленные к изданию атласы-монографии представляют собой специальные тематические научно-справочные произведения, где в красочной и доступной для широкого круга читателей форме обобщен огромный натурный материал по геологии, геоморфологии, гидрологии и геофизике эстуариев и дельт крупных рек, впадающих в окраинные и внутренние моря России.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выполнено по планам НИР (ГЗ) Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ имени М.В. Ломоносова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас русловой морфодинамики Нижней Волги (Волгоград–Астрахань) / Под ред. В.Н. Коротаева, Д.Б. Бабица, Р.С. Чалова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2009. 232 с.

Атлас дельты Волги: геоморфология, русловая и береговая морфодинамика / Отв. ред.: В.Н. Коротаев, Г.И. Рычагов, Н.А. Римский-Корсаков. М.: АПР, 2015. 128 с.

Атлас: морфодинамика устьевых систем крупных рек арктического побережья России / Отв. ред.: В.Н. Коротаев, Г.И. Рычагов, Н.А. Римский-Корсаков. М.: АПР, 2017. 148 с.

Атлас: геоморфология устьевых систем крупных и малых рек Юга и Дальнего Востока России / Отв. ред.: В.Н. Коротаев, Г.И. Рычагов, Н.А. Римский-Корсаков. М.: ИД Академии им. Жуковского. 2020. 152 с.

Коротаев В.Н. Геоморфология речных дельт. М.: Московский университет, 1991. 212 с.

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

ОБ АВТОРАХ

Коротаев Владислав Николаевич — ведущий научный сотрудник НИЛ эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, доктор географических наук, доцент, г. Москва, vlaskor@mail.ru

Чалова Екатерина Романовна — ведущий инженер Лаборатории аэрокосмических исследований географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, кандидат географических наук, г. Москва, ekar28@yandex.ru

METHODOLOGY FOR PREPARING SPECIAL GEOGRAPHICAL ATLASES ON CHANNEL MORPHODYNAMICS AND GEOMORPHOLOGY OF ESTUARINE RIVER SYSTEMS IN RUSSIA

V.N. Korotaev, E.R. Chalova

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography

vlaskor@mail.ru, ekar28@yandex.ru

Annotation. The article discusses the methodology of compiling highly specialized thematic geographical atlases. The need for this arose when trying to present in print a huge field material of the expeditionary work of the N.I. Makkaveev Scientific Research Laboratory of Soil Erosion and River Channel Processes of the Lomonosov Moscow State University Faculty of Geography and the Laboratory of Bottom Sonar of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, conducted jointly in estuaries and river deltas on the coasts of marginal and inland seas of Russia during the period 1969–2015. In total, five atlases were compiled, and four were published. When creating the atlases, developments in the content, structure, design of the atlas, and the construction of a legend of geomorphological maps were used, taking into account the available array of field data, modern technical and software capabilities. In each atlas, cartographic and special illustrative content was represented by geomorphological maps, satellite images, diagrams of horizontal channel deformations, echo-sounder profiles and sonar images for selected areas. Each section represented a separate subsection, called a "sheet", which had its own serial number and was reflected in the table of contents. Geomorphological cartographs were compiled

on the basis of large-scale topographic maps using satellite images that are publicly available. The genesis of the relief has traditionally been shown by a qualitative background, and the age by geological indexes. All monograph atlases published and prepared for publication are special thematic scientific reference works, which summarize in a colorful and accessible form the vast natural material on geology, geomorphology, hydrology and geophysics of estuaries and deltas of large rivers flowing into the marginal and inland seas of Russia.

Keywords: mouth, estuary, delta, hydrological and morphological processes, channel morphodynamics, geomorphological mapping, thematic atlas

ACKNOWLEDGMENTS

It was carried out according to the plans of the Scientific Research Laboratory of Soil Erosion and Riverbed Processes named after N.I. Makkaveev of Lomonosov Moscow State University.

REFERENCES

Atlas of riverbed morphodynamics of the Lower Volga (Volgograd-Astrakhan) / Edited by V.N. Korotaev, D.B. Babich, R.S. Chalov. Moscow: Publishing House of Moscow University, 2009. 232 p.

Atlas of the Volga Delta: geomorphology, riverbed and coastal morphodynamics / Edited by V.N. Korotaev, G.I. Rychagov, N.A. Rimsky-Korsakov. Moscow: APR, 2015. 128 p.

Atlas: morphodynamics of estuarine systems of large rivers of the Arctic coast of Russia / Ed. by V.N. Korotaev, G.I. Rychagov, N.A. Rimsky-Korsakov. Moscow: APR, 2017. 148 p.

Atlas: geomorphology of estuarine systems of large and small rivers in the South and Far East of

Russia / Editors: V.N. Korotaev, G.I. Rychagov, N.A. Rimsky-Korsakov. Moscow: Publishing House of the Zhukovsky Academy. 2020. 152 p.

Korotaev V.N. Geomorphology of river deltas. Moscow: Moscow University, 1991. 212 p.

Korotaev V.N. Essays on the geomorphology of estuarine and coastal systems (Selected works). Moscow: Geographical Faculty of Moscow State University, 2012. 540 p.

ABOUT THE AUTHORS

Korotaev Vladislav Nikolaevich — leading researcher of the Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and River Channel Processes of Lomonosov Moscow State University, DSc (doctor of science in Geography), Moscow, vlaskor@mail.ru

Chalova Ekaterina Romanovna — leading engineer of the Aerospace Research Laboratory of Lomonosov Moscow State University, Candidate of Geographical Sciences, Moscow, ekar28@yandex.ru