

ВОПРОСЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ МОРСКИХ ПОБЕРЕЖИЙ И ШЕЛЬФА



*Материалы научной конференции
памяти Павла Алексеевича Каплина*

**Москва
2–3 февраля 2017 г.**

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова

Географический факультет

**ВОПРОСЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ И
ПАЛЕОГЕОГРАФИИ МОРСКИХ
ПОБЕРЕЖИЙ И ШЕЛЬФА**

Материалы научной конференции
памяти Павла Алексеевича Каплина
Москва, 2–3 февраля 2017 г.

Ответственные редакторы:
доктор географических наук Т.А. Янина,
кандидат географических наук Т.С. Клювиткина

Москва – 2017

УДК 551.41 (210.5)

ББК 26.82

Вопросы геоморфологии и палеогеографии морских побережий и шельфа: Материалы научной конференции памяти Павла Алексеевича Каплина (Москва, 2–3 февраля 2017 г.) / под ред. Т.А. Яниной, Т.С. Ключиткиной. – М.: Географический факультет МГУ, 2017. – 211 с.

Сборник включает материалы научной конференции «Вопросы геоморфологии и палеогеографии морских побережий и шельфа», организованной коллективом НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в память о Павле Алексеевиче Каплине, докторе географических наук, профессоре, заслуженном деятеле науки Российской Федерации, одном из ведущих геоморфологов и палеогеографов России.

Сборник будет интересен широкому кругу специалистов в области наук о Земле: географам, геологам, океанологам, а также лицам, интересующимся историей развития природы Земли.

Рецензенты:

доктор географических наук Е.И. Игнатов
доктор географических наук Л.А. Жиндарев

ISBN 978-5-89118-733-7

© Географический факультет МГУ, 2017

СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА МОРСКОГО КРАЯ ДЕЛЬТЫ КУБАНИ И ДОНА И ЕЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ*

Магрицкий Д.В., Михайлов В.Н., Козюхина А.С.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, географический факультет,
magdima@yandex.ru

Берега Азовского моря, как и других морских водоемов, испытывают непрерывные морфологические переформирования, усилившиеся в XX в. – начале XXI в. в связи с повышением уровня Мирового океана и морей, антропогенным сокращением стока наносов рек, с усилением термоабразивных процессов на участках распространения вечной мерзлоты, и др. Перечисленные факторы, в сочетании с традиционными, способствуют усилению процессов пассивного затопления и разрушения (размыва) морских берегов, их отступанию, сопровождаемому негативными экологическими и социально-экономическими последствиями, что придает изучению этой глобальной проблемы не только научную, но и вполне конкретную практическую значимость. Берега Азовского моря не исключение, но причины и особенности их современной динамики не во всем стандартны, особенно на участках так называемого морского края дельты (МКД) Дона и Кубани – главных впадающих в Азовское море рек.

Вопросами развития берегов Азовского моря занимались многие отечественные морские геоморфологи. Среди них В.П. Зенкович [Зенкович, 1958, 1962], Ю.А. Павлидис (1961), Н.А. Айбулатов (1966), П.А. Каплин, О.К. Леонтьев, Л.Г. Никифоров и Г.А. Сафьянов (1975, 1991, 1999), В.А. Мамыкина и Ю.П. Хрусталева (1978, 1980), В.М. Пешков (2003) и др. Результаты их исследований позволили районировать берега Азовского моря по строению и морфометрическим параметрам, характеру и скорости динамики, скорости неотектонических движений, научно обосновать предложения по защите берегов от волнового разрушения и оценить эффективность применяемых защитных мер, получить ряд других важных выводов. В меньшей степени эти исследования затрагивали берега дельты Дона и Кубани, эволюционирующие под влиянием морских, речных, местных геолого-геоморфологических и биологических факторов, их сочетаний. Значительный вклад в изучение гидролого-морфологических процессов, протекающих в береговой зоне устьев рр. Дона и Кубани внесли исследования кафедры гидрологии суши МГУ совместно с Кубанской и Донской устьевыми гидрометстанциями [Богучарсков, Иванов, 1979; Гидрология..., 2010; Магрицкий, 2014; Магрицкий, Иванов, 2010, Михайлов и др., 2001 и др.], Ростовского государственного университета [Бронфман и др., 1966, 1985; Ивлиева и др., 2009, 2013], ГОИНа [Симонов, 1958, Родионов, 1958, Симонов, 1989] и др.

Гидрологические условия и особенности динамики МКД Кубани. Дельта р. Кубани – малоручкавая, выполнения древней лагуны с выдвиганием за генеральную береговую линию устьевых баров и дельт главных рукавов. Длина и площадь дельты 70 км и 4870 км². Морской край дельты слабо расчлененный, длиной 171 км, включая 32 км его черноморской части. Современный морской край дельты Кубани сформировался не так давно. Еще в XVIII в. рук. Протока, следуя на запад, впадал в лиман, соединявшийся с морем широким гирлом, а рук. Кубань в первой половине XIX в. впадал в Кизилташский лиман Черного моря, во второй половине XIX в. – в Курчанский лиман, и только в 1908–1910 гг., прорвав блокирующую косу, вышел непосредственно к Азовскому морю. Дальнейшее его развитие определили естественные и, главным образом, антропогенные изменения в режиме моря и реки.

При условно-естественном режиме (до 1948 гг.) в дельту поступало 12.7 км³ речных вод в год. В 1949–1972 гг. объем стока уменьшился до 11.6, а в 1973–1986 гг. – до 9.2 км³/год. С 1987 г. наблюдается заметное климатически обусловленное увеличение стока Кубани – до 12.5 км³/год (по состоянию на 2013 г.). Вместе с речными водами в дельту поступают наносы, сток которых постоянно уменьшался, главным образом под влиянием водохозяйственной деятельности. В 1931–1941 гг. он составлял для взвешенных наносов ~8.8 млн т/год, в 1942–1972 – 7.13, а в 1973–2004 гг., т.е. после сооружения Краснодарского водохранилища и до года, когда он последний раз был измерен, всего 1.42 млн т/год. Еще 0.22 млн т/год приходится в настоящее время на сток влекомых наносов. Водный сток р. Кубани в пределах дельты распределяется

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 14-05-00949) и РНФ (№ 14-17-00155)

между рукавами Протока, Кубань и Казачий Ерик и по сложной системе каналов. В 1987–2005 гг. из рукавов в эти каналы изымалось в год $\sim 2.5 \text{ км}^3$ речной воды, а обратно сбрасывалось $\sim 2 \text{ км}^3$ коллекторно-дренажных вод (химически загрязненных, с очень низкой мутностью). До Азовского моря по русловой сети доходит 95% первоначального стока Кубани. Еще $2\text{--}3 \text{ км}^3/\text{год}$ сбрасывают гирла (без учета Пересыпского). Минеральных взвесей во втекающих в море речных водах меньше, чем в вершине дельты, поскольку ок. 38% взвешенных и все влекомые наносы аккумулируются в дельте. В целом в условно-естественный период стока в Азовское море выносилось по рукавам и гирлам около 4.9–5.9 млн. т наносов в год или около 4 млн. м^3 наносов в год. Еще ~ 0.9 млн. т/год органических и минеральных взвесей выносились гирлами. В настоящее время в море поступает лишь ~ 1 млн. т наносов в год, или 700–800 тыс. м^3 . При этом основная их часть поступает с водами рукавов Протока и Кубань, т.е. вынос концентрируется лишь в 2-х точках МКД, особенно после обвалования рукавов. Средняя крупность взвешенных и влекомых наносов по длине дельтовых рукавов также уменьшается. В целом, можно говорить о существенном снижении роли речных наносов в современных морфологических процессах в береговой зоне.

Со стороны моря также произошли серьезные изменения. Во-первых, произошла смена тенденций в многолетнем ходе среднего уровня Азовского моря, который до 1930-х гг. понижался, а после – начал расти. За весь период наблюдений интенсивность повышения уровня Азовского моря оценивается на постах Темрюк-порт, Приморско-Ахтарск, Таганрог и Ейск в 4.2 (1916–2006 гг.), 2.4 (1916–2005 гг.), 1.0 (1882–1998 гг.) и 1.9 мм/год (1915–1998 гг.). Причем во второй пол. XX в., скорость подъема уровня моря явно увеличилась. Различие в ее значениях на разных постах и участках побережья объясняется разным (по величине и знаку) вкладом неотектонических движений и просадки грунта [Гидрология..., 2010; Мамыкина, 1978; Михайлов и др., 2001]. Само же эвстатическое повышение уровня моря оценивается в 1.5–2 мм/год. Во-вторых, штормовая активность меняется мало. Согласно В.С. Архипкину, с 1980-х гг. отмечается снижение количества штормов с высотой волн $>2 \text{ м}$. В-третьих, изменился вклад биологического фактора, поскольку морские берега дельты в некоторых местах на 60–80% состоят из битой ракушки – остатков створок раковин морских моллюсков (у пляжей Таганрогского зал. этот показатель в 1980-е гг., согласно О.В. Ивлиевой, достигал 30%). До крупномасштабных антропогенных воздействий ежегодный прирост ракушки составлял в среднем 400 т, а в отдельные годы даже 800 т на 1 км^2 [Зенкович, 1958, 1962]. В результате в зоне влияния р.Кубани ежегодно прибавлялось до 600 тыс. т раковинного материала. Этого хватало на формирование берегового вала длиной 100 км и средним сечением 6 м. Но в дальнейшем продуктивность ракушки начала снижаться. К этому привело загрязнение речных и морских вод, увеличение солености морских вод, расселение в Азовском море хищных интродуцированных видов.

В результате действия упомянутых и других факторов в динамике МКД Кубани в течение XX в. произошли существенные и поэтапные изменения. До 1930-х гг. МКД на значительном своем протяжении выдвигался в море, но по-разному на отдельных участках. Выдвижению способствовали: падение уровня моря до 1920–1930-х гг., большой сток речных наносов и поступление в море по многочисленным гирлам органических и минеральных взвесей, высокая продуктивность ракушки. Были и абразионные участки, например, в районе г.Приморско-Ахтарска, где скорость размыва берега достигала в 1926–1931 гг. 3 м/год и более [Марков, 1927, Губкин, 1971]. В 1920–1930-х гг. снижение уровня моря прекратилось; сток наносов Кубани немного уменьшился [Гидрология..., 2010]; было проведено обвалование дельтовых рукавов; прекратили существование некоторые ерики и морские гирла. Эти и др. события привели к замедлению процесса выдвижения МКД на тех участках, где оно еще продолжалось, и к увеличению суммарной длины стабильных и размываемых берегов. МКД в этот период был стабилен на протяжении 80–100 км; на участке Зозулиевского гирла протяженностью около 20 км наблюдалось выдвижение берега, в основном, вследствие отложения продуктов размыва на Сладковском участке [Симонов, 1958]. Скорость же выдвижения дельт рукавов Протока и Кубань, наоборот, увеличилась до 72 и 45 м/год. В 1911–1934 гг. у Протоки она была 39 м/год.

С 1950-х гг. по 1972 г. в истории развития МКД наступает новый этап, характеризующийся дальнейшим замедлением темпов его выдвижения на аккумулятивных участках и увеличением суммарной длины стабильных и, в особенности, абразионных берегов. Причины – интенсивный рост уровня моря, начиная с 1950-х гг.; существенное антропогенное уменьшение водности ре-

ки и особенно стока наносов; антропогенное загрязнение речных и морских вод, приведшее к снижению продуктивности ракушки и ее неумеренный вывоз с берегов. Возможно, уже в этот период размыв начал доминировать на МКД Кубани. Интенсивность размыва отдельных участков аккумулятивного берега от косы Вербяной до мыса Ачуевского оценивалось величиной приблизительно 5–6 м [Губкин, Галанов, 1974].

Резкое уменьшение поступления речного аллювия на устьевое взморье с 1973 г. создало уже явный дефицит наносов в береговой зоне дельты и на смежных участках побережья (вплоть до оконечности косы Чушка в Керченском проливе), куда они переносились с вдольбереговым потоком. Негативным фоном упомянутому дефициту были продолжающийся рост уровня моря и уплотнение рыхлых дельтовых отложений, снижение роли морских гирл в динамике МКД, ухудшение качества речных и морских вод и др. В результате стабильные берега от Пересыпского гирла до порта Темрюк после 1978 г. стали абразионными, а темпы размыва восточнее устья этого рукава (от Вербино до Куликовского гирла) усилились. Также, согласно ежегодным съемкам на 20–24 постоянно закрепленных профилях, усилились размывы берега южнее (мыс Сладковский) и севернее (Талгирское гирло) устья рук. Протока. Исключение из общей тенденции составили лишь два участка с чисто морскими факторами воздействия на МКД (один в зоне Кушей, второй у дистальной части Ачуевской косы) и два в местах выхода в море рукавов Кубань и Протока. В итоге суммарная протяженность современной зоны размыва составляет, согласно А.А. Иванову (прежнему рук. КУС), 61.6% общей длины азовской части МКД и прилегающих морских берегов, намыва – 34%, стабильных берегов – 4.4%. Величина отступления берегов достигает 1–4 м/год, выдвигание происходит со средней скоростью 1–9 м/год. Сильного и опасного выдвигания (>10 м/год), как и отступления морских берегов, в дельте Кубани в настоящее время не наблюдается.

Гидрологические условия и особенности динамики МКД Дона. Дельта р. Дона много-рукавная, выполнения Таганрогского залива. Длина и площадь дельты 42 км и 600 км². Морской край сильно расчлененный, с равномерно разнесенными устьями дельтовых рукавов, протяженностью ~30 км, значительно заросший тростником. Взморье существенно более отменное.

Режим и величина поступающего в устье Дона стока воды и наносов существенно изменились после пуска в 1952 г. Цимлянского гидроузла, сооружения нижерасположенных низконапорных плотин, с увеличением масштабов водопотребления в бассейне реки. До 1952 г. объем стока воды реки у ст. Раздорской достигал 27.9 км³/год. В 1952–2013 гг. он уменьшился до 21.1 км³/год. Сток наносов реки, как и у р. Кубани, испытывал постоянное антропогенное снижение. В вершине устьевых участков Дона (у ст. Раздорской) сток взвешенных наносов в 1932–1951 гг. достигала 4.77 млн т/год. Влекомые наносы обычно оцениваются в 5–10% стока взвешенных наносов. К МКД масса взвешенных наносов уменьшалась примерно на 7–12% [Бронфман, Хлебников, 1985], т.е. до 4.22–4.4 млн т/год. В зарегулированных условиях снижение стока взвешенных наносов происходило поэтапно: в 1952–1971 (2.87 млн т/год), 1972–1981 (1.04), 1982–1995 (0.54) 1996–2013 гг. (0.18 млн т/год). При отсутствии антропогенного воздействия количество взвесей было бы на порядок больше. От ст. Раздорская до средней части дельты Дона, согласно данным специальных исследований ДУС, проводившимся в 1960-х гг., осаждался ~40% массы взвешенных наносов, а к Таганрогскому заливу – еще 14% [Симов, 1989]. Согласно данным полевых изысканий авторов в 2006 г., мутность речных вод и соответственно сток наносов снижаются от вершины дельты к заливу в межень почти в 1.5 раза. То есть современное поступление речных взвесей к МКД меньше 0.1 млн т/год, или более чем в 40 раз меньше величины условно-естественного периода. Русловая сеть дельты больших изменений не претерпела, поэтому вынос наносов на взморье остался таким же рассредоточенным, как и раньше. Об изменении морских факторов сказано выше.

По результатам анализа разновременным картографическим материалам, конфигурация дельты Дона и ее морской края сложилась давно и за период после 1700 г. претерпела незначительные изменения. Основные переформирования установлены для устьев крупных рукавов, в которых менялись размеры и водоносность подчиненных рукавов и протоков, количество, размеры и конфигурация приморских островов и, в целом, гидролого-морфометрические параметры самого главного рукава. В XIX в. площадь приморских островов варьировала в диапазоне 16–20 км², в настоящее время она ок. 25 км². В XVIII–XIX вв. главным судоходным рукавом был рук. Переволока, что способствовало активному развитию средней и северной частей

МКД. После проведения в начале XX в. дноуглубительных работ в рук. Песчаный произошло перераспределение стока воды и наносов в пользу системы рук. Старый Дон. Следствием этого стало активное развитие к 1950-м гг., выдвигание в залив и усиление изрезанности уже южной части МКД и, наоборот, относительное выравнивание под влиянием морских факторов остальных частей МКД. Во второй половине XX в. интенсивность морфологических процессов на МКД снизилась.

В современных условиях динамику МКД Дона определяет миграция морских наносов на устьевое взморье с участков Таганрогского залива, омывающих размываемые обрывистые берега [Мамыкина, 1978]. С учетом этого, а также на фоне очень малых морских глубин вблизи МКД (0.5–2 м в зоне шириной ~6 км) и защищенности берегов, МКД Дона сравнительно стабилен, несмотря на значительное сокращение стока речных наносов, особенно, дельтоформирующих. До 1983 г. в средней и южной частях МКД преобладали процессы абразии со средней скоростью ~1.3 м/год [Ивлиева, 2009], что согласуется и с оценками авторов. В северной части, наоборот, продолжалось выдвигание с похожей скоростью, поскольку здесь сходятся вдольбереговые потоки наносов с юга и запада [Бронфман, Хлебников, 1985]. С 1980-х гг. интенсивность морфологических процессов в береговой зоне снизилась. Выдвигание продолжилось в северной части МКД (со средней скоростью 0.4 м/год [Ивлиева, 2009]). Остальные части МКД, по сути, стабильны. Хотя, по [Ивлиева, 2009], южная часть МКД продолжает подвергаться разрушению со средней скоростью 0.6–0.7 м/год в 1983–2007 гг. Тогда как, согласно оценкам авторов, в устье рук. Старый Дон выдвигание достигает ~10 м/год. Устья малых, отмирающих дельтовых водотоков склонны к занесению. В условно-естественных условиях прирост дельты был выше: по [Бронфман, 1966] он в среднем был равен 6 м/год в 1927–1959 гг., по [Ивлиева, 2009] – 3–7 м/год, а по нашим оценкам и оценкам других специалистов [Родионов, 1958] – 10–20 м/год и больше, но в других хронологических границах.

Литература:

- Бронфман А.М. Седиментационные процессы на взморье и динамика морского края дельты р. Дон // Диссертация на соиск. ученой степени к.г.н. Ростов-на-Дону, 1966. 361 с.
- Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 270 с.
- Гидрология дельты и устьевого взморья Кубани / под ред. В.Н. Михайлова, Д.В. Магрицкого, А.А. Иванова. М.: ГЕОС, 2010. 728 с.
- Губкин Н.М. Размыв береговых обрывов в районе города Приморско-Ахтарска // Материалы научной конференции по вопросам географии Кубани. Краснодар, 1971. С.22–24.
- Губкин Н.М., Галанов Л.Г. Некоторые вопросы динамики восточных берегов Азовского моря // Вопросы изучения и освоения Азовского моря и его побережий. Краткие тезисы совещания, октябрь 1973 г. Краснодар, 1974. С.30–31.
- Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. М.: Географгиз, 1958. 270 с.
- Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
- Ивлиева О.В. Динамика твердого стока Дона и морского края дельты с 1927 по 2007 год // Материалы XVIII Международной научной конференции по морской геологии. Том III. М.: ГЕОС, 2009. С.39–41.
- Магрицкий Д.В. Изменения режима и строения дельт рек Азовского моря / Труды VIII Международной научно-практической конференции "Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей". Том 2. М.: Российский университет дружбы народов, 2014. С. 263–276.
- Магрицкий Д.В., Иванов А.А. Динамика морского края дельты р.Кубани // Материалы XIII Международной конференции «Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности». СПб.: Изд-во РГГМУ, 2010. С.230–232.
- Мамыкина В.А. Интенсивность современных процессов в береговой зоне Азовского моря // Изв. ВГО. 1978. Том 110. Вып. 4. С.351–355.
- Марков А.Н. Наблюдения над размывом морского берега у ст.Приморско-Ахтарской // Декадные бюллетени погоды и состояния моря по Черноморско-Азовскому побережью. 1927. С.10.
- Михайлов В.Н., Повалишников Е.С., Зудилина С.В., Тигунцев Л.А. Многолетние изменения уровней воды в восточной части Азовского моря и на устьевом участке Дона // Водные ресурсы. 2001. Том 28. №6. С.645–654.

Родионов Н.А. Гидрология устьевой области Дона. М.: Гидрометеониздат, 1958. 98 с.
Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря. М.: Гидрометеониздат, 1989. 327 с.
Симонов А.И. Гидрология устьевой области Кубани. М.: Гидрометеониздат, 1958. 140 с.