

УДК 528.8+551.468.2:913

БЕРЕГОВЫЕ АККУМУЛЯТИВНЫЕ ФОРМЫ ЗАЛИВА СИВАШ

Михайлов В. А.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация;
E-mail: mikhailov_vl@mail.ru*

Изрезанность очертаний и мелководность акватории залива Сиваш (Азовское море) обусловили формирование разнообразных по размерам и происхождению береговых аккумулятивных форм. Выявлены основные классы береговых аккумулятивных форм залива Сиваш (примкнувшие, свободные, замыкающие, окаймляющие, отчлененные), проанализированы особенности их происхождения. Распространения и морфологии.

Ключевые слова: Сиваш, Азовское море, лагуна, берег, аккумулятивная форма, морфология, береговой вал, пляж.

ВВЕДЕНИЕ

Значительная изрезанность и протяженность побережья (более 1000 км) при относительно небольшой площади (2500 км²), небольшие глубины (на большей части до 1 м, местами до 3 м), наличие достаточного количества прибрежно-морских наносов обусловили развитие в Сиваше береговых аккумулятивных форм разнообразных по размерам и происхождению. При этом вследствие динамичности среды, активной деятельности человека эти формы отличаются чрезвычайной изменчивостью. Несмотря на эти интересные особенности, берегам Сиваша вообще и береговых аккумулятивных формам посвящено небольшое число работ [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Это и определило актуальность данного исследования.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Формирование береговых аккумулятивных форм связано с продольным и поперечным перемещением наносов, формирующих элементарные, сложные и полигенетические формы. В образовании большинства аккумулятивных форм принимают участие как продольное, так и поперечное перемещение наносов. В результате, в конкретных географических условиях формируется значительное разнообразие форм. Широко известна морфологическая классификация аккумулятивных форм В. П. Зенковича (1962) которая включает в себя такие классы: примкнувшие, свободные, окаймляющие, замыкающие, отчленённые; каждый из классов включает в себя типы форм. Изучение береговых аккумулятивных форм Сиваша базировалось на этой классификации.

Относимые к данным классам аккумулятивные формы возникли в результате биогенного осадконакопления, которое распространено в пределах Восточного, Южного и в меньшей степени Среднего Сиваша. Это связано с закономерностями распространения нанообразующих моллюсков (преимущественно *Cerastoderma glaucum*, в меньшей степени *Abra ovata* и *Mytilaster lineatus*), которые в наибольшем

количестве встречаются в менее засоленных, связанных с морем, частях залива. До значительного опреснения Сиваша в результате строительства во второй половине прошлого века на прилегающей территории дренажно-коллекторной сети, наносообразующие моллюски отмечались лишь в северной части Восточного Сиваша [7]. Помимо биогенного в Сиваше распространению механическое осадконакопление, которое представлено главным образом наносами неволнового поля, возникшими при размыве суглинистых берегов залива. Эти наносы в условиях сгонно-нагонной циркуляции формируют ветровые осушки различных типов в данной работе не рассматриваются [2, 3].

Изучение береговых аккумулятивных форм основывалось на анализе спутниковых снимков очень высокого пространственного разрешения, полученных из сети Интернет, совместно с полевыми исследованиями. Анализ признаков дешифрирования (структуры изображения, цвета и формы) позволил вывить основные структурные единицы форм – древние и современные береговые валы.

В пределах акватории Сиваша выделены береговые аккумулятивные формы всех классов (примкнувшие, свободные, замыкающие, окаймляющие, отчлененные), а также промежуточные. Наибольшее количество форм отмечается в Восточном Сиваше, что связано как с наибольшим количеством нанософормирующих моллюсков, так и со сложной конфигурацией береговой линии (вогнутости берега, мысы, проливы, острова). Свободные аккумулятивные формы выдвинуты в пределы акватории на расстояние большее, чем ширина его основания, и соединяются с берегом одним концом (корневым). К ним относятся косы (направлены параллельно общей линии берега или изогнуты вглубь заливов и вогнутостей) и стрелки (направлены в сторону открытой акватории). В некоторых случаях свободный (дистальный) конец может быть отделен, и аккумулятивная форма переходит в класс отчлененных.

Эти береговые формы являются наиболее динамичными, все время подпитываясь вдольбереговыми потоками наносов. Для акватории Сиваша можно указать несколько типов таких форм, типичные условия образования которых давно описаны в литературе [8]. Длина свободных форм всех типов не превышает 4 км. Примеры некоторых свободных форм показаны на рисунке 1 (в основе лежит спутниковый снимок Landsat)

Наиболее распространенные формы образуются у изгиба коренной суши, от которой форма может быть вытянута более-менее прямолинейно или дуговидно изогнута, в общем, простираясь более-менее вдоль берега (рис. 1А). Такие формы состоят из серии параллельных береговых валов, обычно загнутых в дистальной части косы. Внутреннее пространство, образованное дугой косы, занято отдельными старыми, расположенными кулисообразно валами и ветровой осушкой («засухой»), постепенно переходящей в залив.

На сивашском побережье Арабатской стрелки, в ее южной части и Шакалинском сужении, образуется серия кос, вытянутых в целом вдоль побережья, а их образование не связано с какими-то особыми изгибами суши. Косы имеют длину до 3,5 км и расположены на расстоянии 10–15 км друг от друга и направлены

от центра лагуны на юг. Для кос в Южном Сиваше характерны более вытянутые, загнутые на вершине, дистальные концы.

На отчетливых выступах коренной суши могут образовываться формы двухстороннего питания («стрелки»), которые имеют различную конфигурацию (чаще треугольную), различную ширину отдельных сторон (в соответствии с мощностью потоков наносов), сходящихся обычно под острым углом (рис. 1В).

В работе определялось направление простирания свободных аккумулятивных кос. Для расчетов, выполненных с помощью программного комплекса ArcGIS 10.0, внешняя сторона кос разбивалась на приблизительно одинаковые отрезки, для которых определялся азимут простирания. Как показывает построенная в результате расчетов диаграмма, простирания основной части кос совпадает с направлением основной части берегов, и направлением господствующих ветров (северо-восточные).

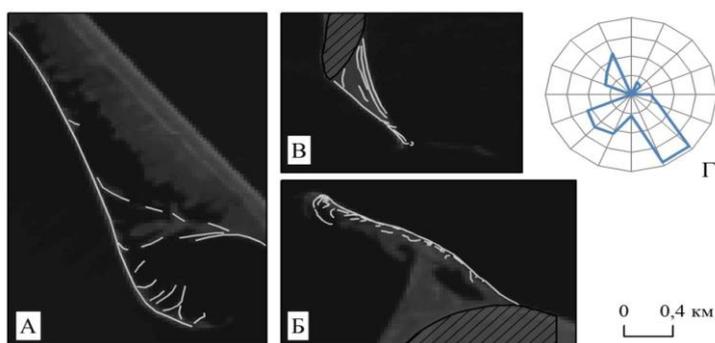


Рис. 1. Свободные аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша
 А – у прямолинейного участка берега, Б – на изгибе берега, В – стрелки, Д – диаграмма направлений простирания свободных аккумулятивных.

Примкнувшие аккумулятивные формы соединены с коренным берегом на большом протяжении своей внутренней стороной. В пределах побережья Сиваша они встречаются преимущественно в вогнутостях берега (рис. 2А), реже на прямолинейных участках побережья (рис. 2Б). В их строении выделяется серия невысоких береговых валов параллельных береговой линии, или расположенных под углом к ней.

Достаточно специфическими для этого класса являются формы типа «входящий угол» (рис. 2В), образованные у основания перегораживающих акваторию Сиваша дамб (железнодорожной, Биюк-Найманской и Кугаранской); наиболее крупные такие формы образованы с восточной стороны дамб, у их южных оконечностей. В строении береговых валов таких форм выделяется несколько генераций, срезающих друг друга; часто отдельные серии валов разделены значительными понижениями, часто затопленными.

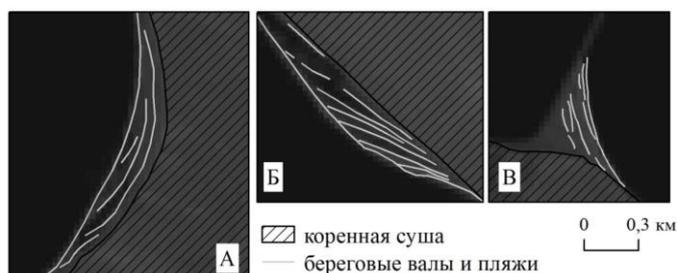


Рис. 2. Примкнувшие аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша
 А – у изгиба берега, Б – вдоль прямолинейного участка берега, В – формы типа «входящий угол» у основания дамб.

Замыкающие береговые формы соединяет один или несколько участков суши, перегораживая залив (пересыпи), отделяя акваторию (бары) или разделяя ее (переймы). Пересыпи обычно отделяют небольшие озера и имеют длину до 2–5 км. Морфология сивашских пересыпей различна. Самые простые имеют ширину до нескольких десятков метров и состоят из серии параллельных береговых валов, размытых и частично заросших. Некоторые пересыпи имеют двойное строение, причем внутренняя пересыпь обычно фрагментарна, имеет вид отдельных изолированных вытянутых островов (рис. 3А).

В строении отдельных пересыпей отчетливо видно происхождение, связанное с косами, дистальный конец которых причленился к противоположному берегу залива, а коренной конец был размыт и смещен (рис. 3Б). Береговые валы в таких пересыпях расположены кулисообразно под острым углом к современной береговой линии, и вытянуты в направлении противоположном от источника поступления наносов. Такие пересыпи самые широкие (до 800 м), имеют в своем строении ветровые осушки, небольшие водоёмы и иногда по ширине превосходят отделяемые вторичные лагуны-озера (рис. 3В).

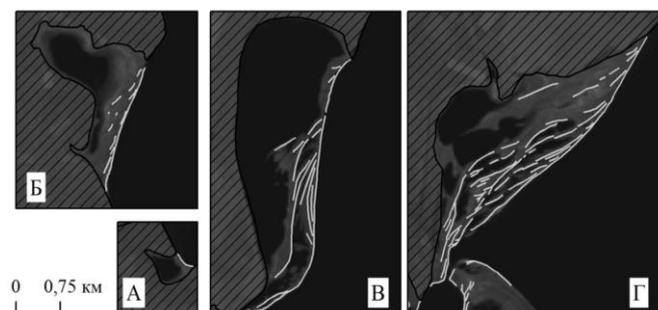


Рис. 3. Замыкающие аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша
 А – простая одинарная пересыпь, Б – двойная пересыпь, В, Г – полигенетические пересыпи, возникшие в результате развития кос.

В целом, образование замыкающих береговых аккумулятивных форм способствует спрямлению достаточно извилистого ингрессионного побережья Сиваша.

Окаймляющие аккумулятивные формы имеют сложные, выпуклые в сторону акватории очертания в плане, отгораживая от моря внутреннюю лагуну; формы могут протягиваться непрерывно или прерываться узкой прораной. В пределах сивашского побережья они распространены незначительно, но достаточно разнообразны в зависимости от очертаний исходного коренного побережья, а их развитие связано с эволюцией одной или нескольких свободных аккумулятивных форм (кос). Самые простые окаймляющие формы развиваются при причленении к берегу дистального конца кос, протягивающихся вдоль береговой линии (рис. 4А); в таком случае, отделенная косой лагуна будет иметь вытянутые очертания, а само аккумулятивное тело различную ширину, связанную с несколькими генерациями береговых валов.

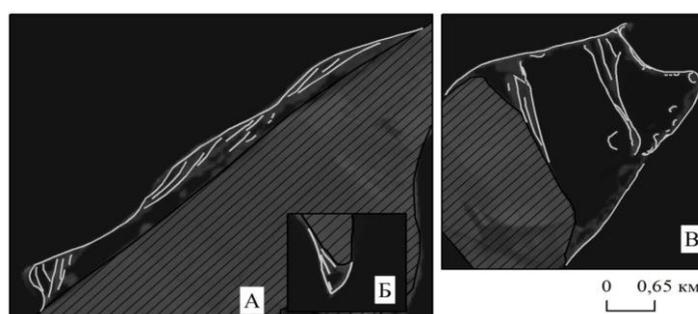


Рис. 4. Окаймляющие аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша А – возникшие при причленении косы к коренному берегу, Б – простые формы у оконечностей мысов, В – сложные формы у оконечностей мысов.

На продолжении мысов и полуостровов, вдоль двух сторон которых происходит перемещение наносов, при слиянии двух кос могут образовываться окаймляющие формы двухстороннего питания (рис. 4В). Они имеют отчетливо выраженный, растущий дистальный конец, а заключенная внутри лагуна будет иметь округлые очертания. Самое сложное строение имеют формы, которые развиваются на оконечности полуостровов, выдвинутых в «свободную» акваторию, подверженных воздействию волнения и течений с большой изменчивостью направлений. Самые крупные формы подобного типа расположены у оконечностей полуостровов Тюп-Тархан, Тюп-Джанкой, Семеновский кут. Отдельные части этих форм представляют собой косы прямолинейных или дугообразных очертаний; более ранние генерации кос могут находиться внутри аккумулятивной формы, разделяя внутреннюю лагуну на отдельные части.

Отчлененные (островные) береговые формы возникают обычно на поздней стадии развития свободных или окаймляющих форм. В пределах акватории Сиваша

они получили достаточно широкое распространение, имея самые разнообразные очертания и размеры (от нескольких десятков метров до нескольких километров).

Самые распространенные отчлененные формы возникли при отделении дистального конца кос, поэтому имеют вытянутые очертания и состоят из серии вытянутых параллельно или расположенных кулисообразно береговых валов (рис. 5А). Самой крупной подобной формой является остров Камыши, вытянутый к югу от острова Папанин (Коянлы) в Восточном Сиваше, и отделенный от него цепочкой более мелких островов; длина острова составляет более 6 км, ширина от 60 до 600 м. Южная оконечность острова примыкает к проливу Протоки, отделяющему Коянловское и Чокракское расширения, поэтому сначала дугообразно изогнута и затем загнута в обратном направлении. Кроме того, более мелкие отчлененные формы могут образовываться при размыве средних частей кос (рис. 5Б, В).

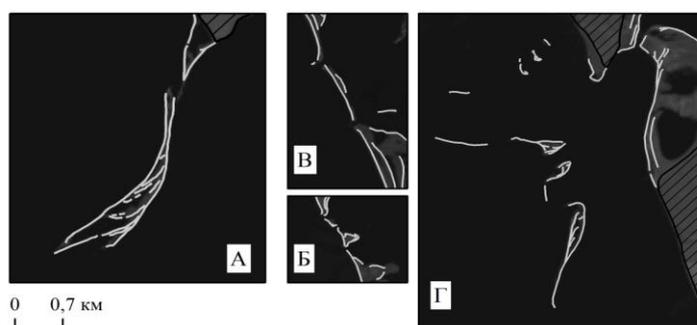


Рис. 5. Отчлененные аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша
А – формы, возникшие при отчленении дистального конца косы, Б, В – формы, возникшие при размыве средних частей кос, Г – острова проливной дельты.

Особую группу класса отчлененных форм образуют острова проливных дельт, возникшие при совместном действии стоковых и нагонных течений. Самая крупная проливно-дельтовая дельта Сиваша возникла в северной части Арабатской стрелки: ее размеры достигают 4–5 км, в восточной части с Азовским морем соединяется два главных рукава (проливы Тонкий и Промоина, шириной до 200–300 м), от которых в центральной части дельты отделяются более мелкие. Возникшие при этом острова, в т.ч. два крупных – Крячинный и Верблюжий, низменные, с изменчивой береговой линией и небольшими озерами. Вторая по размерам проливно-дельтовая дельта существует с западной стороны Чонгарского пролива: она состоит из трех крупных (длиной до 1.8 км) и нескольких мелких островов, имеющих вид кос, радиально расходящихся от пролива (рис. 5Г). Остров, аналогичного происхождения, существуют и к востоку от проливов Протоки (между полуостровом Тюп-Тархан и островом Камышевый) и Переправа (между полуостровов Семеновский кут и островом Папанин (Коянлы)). Вероятно, внутренняя, островная часть, сложно построенной пересыпи Сунакского залива (к западу от с. Соленое озеро) также возникла на месте проливной дельты в узком, входном проливе.

В. П. Зенкович (1962) к отчлененным формам относил бары (т.е. формы, возникшие при поперечном к простиранию берега перемещении наносов), причем как островные, так и прижатые к выступам берега. Аккумулятивные формы подобного типа Е. И. Игнатов, С. А. Лукьянова, В. И. Мысливец (1996) выделяли на западном побережье Шакалинского сужения и Южного Сиваша. Такие формы прекрасно выражены к северу и к югу от устья Салгира, а самая крупная (длина 8.5 км) – отделяет залив Алексеевскую засуху, причленена к суше южным краем и имеют постоянную прорану в северной.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в пределах акватории залива Сиваш представлено большое разнообразие береговых аккумулятивных форм, сложенных наносами волнового поля. Они относятся к классам примкнувших, свободных, замыкающих, окаймляющих и отчлененных. Происхождение форм каждого из классов связано с рядом факторов: конфигурацией побережья, особенностями гидродинамики и направлением господствующих ветров, наличием наносов. Их развитие способствовало одновременному упрощению и усложнению конфигурации берегов Сиваша.

Работа выполнена по результатам реализации проекта Программы развития ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» «Сеть академической мобильности «ГИС-Ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов» в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Список литературы

1. Шустов Б.С. Восточный Сиваш и его берега // Ученые записки МГУ. 1938. Вып. 19. География. Т. II. Берега. С. 103–114.
2. Леонтьев В. К., Леонтьев О. К. Основные черты геоморфологии Сивашской лагуны // Вестник МГУ. Серия «География». 1956. № 2. С. 185–194.
3. Давидов О. В. Фізико-географічна характеристика вітроприсушних берегів затоки Сиваш (в межах західного, центрального та східного регіонів) // Вісник Одеського національного університету. 2007. Т.12. Вип. 8. С. 62–70.
4. Михайлов В. А. О характере берегов Сиваша // Ученые записки Таврического Национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «География». 2007. Т. 20 (59). № 2. С. 322–332.
5. Михайлов В. А. Свободные и отчлененные береговые аккумулятивные формы залива Сиваш // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «География». Т. 27 (66). № 2. 2014. С. 65–74.
6. Игнатов Е. И., Лукьянова С. А., Мысливец В. И. Береговые аккумулятивные формы Сивашской лагуны, Крым // Теория и методы современной геоморфологии: Материалы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН, Симферополь, 3–8 октября 2016 г. Симферополь, 2016. Том 1. С. 251–255.
7. Антоновський О. Г., Крутікова О. О. Динаміка макрозообентосу Східного Сиваша в умовах гідроекологічних змін // Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки, 2012, № 3, С. 96–103.
8. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.

COASTAL ACCUMULATIVE FORMS OF SIVASH BAY

Mykhailov V. A.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: mikhailov_vl@mail.ru*

The unevenness configuration and shallow water area of Sivash Bay (Sea of Azov) led to the formation of coastal accumulative forms of various sizes and genesis. The main classes of coastal accumulative forms of Sivash Bay (according to the classification of V. P. Zenkovich (1962): joined, free, closing, bordering, detached) are identified, the features of their distribution, morphology and genesis are analyzed. These landforms are formed as a result of biogenic sedimentation and are distributed in the Eastern, Southern and partly Middle Sivash.

The joined accumulative forms are connected to the natural ground land for a long distance by their inner side. Within the Sivash coast, they are represented by accumulative terraces and are found mainly in concave and less often in straight sections of the coast.

Free accumulative forms are extended to the limits of the bay water area and are represented by spits. They are formed at the bends of the natural ground land and are stretched straight or arcuately curved, their length reaches 4 km. On the Sivash coast of the central and southern part of the Arabat Spit a series of spits are formed, extending along the coast as a whole and not connected with land bends ("Azov-type spits"). The main part of the spits is extended in accordance with the strike of the coast and the direction of the prevailing winds (northeast).

Closing coastal forms connects one or more land sites, blocking the bay (bay bars), separating the water area (bars) or separating it (tombolo). The genesis of some bay bars associated with the spit Their length is 2–5 km, width - a few tens of meters; some bay bars have a double structure. Some bay bars have a more complex structure (width up to 800 m, there are small lakes), their origin is associated with braids.

The bordering accumulative forms have complex, convex outlines in the direction of the water area in plan, fencing off the inner lagoon from the sea; they can form can be pulled continuously or interrupted. Within the Sivash coast, these forms are not widely distributed, but have a diverse morphology. Their genesis is connected with the evolution of one or several free accumulative forms of various outlines (spits) put forward into the "free" water area.

Detached (island) coastal forms usually occur at a late stage of development of free or bordering forms. Within the Sivash water area, they were widely spread and having a variety of outlines and sizes (from several tens of meters to several kilometers). A special group of the class of detached forms is formed by the islands of straits deltas that arose during the joint action of discharge and wind-drift currents (for example, in the northern part of the Arabat Spit, in the Chongar Strait).

In general, the development of various class coastal accumulative forms contributed to the simultaneous simplification and complication of the Sivash coast configuration.

References

1. Shustov B. S. Vostochnyy Sivash i yego berega (East Sivash and its coast). Sc. Not. of MSU, 1938, No. 9, Vol. II (19), pp. 103–114. (in Russian).
2. Leontiev V. K., Leontiev A. K. Osnovnyye cherty geomorfologii Sivashskoy laguny (Main features of geomorphology of Sivash lagoon). Vestnik MSU, 1956, Ser. of "Geogr.", no. 2, pp. 185–194. (in Russian).
3. Davidov O. D. Fizyko-geohrafichna kharakterystyka vitroprysushnykh berehiv zatoky Syvash (v mezhakh zakhidnoho, tsentral'noho ta skhidnoho rehioniv) (Physical-geography characteristics of windy flat coast in Sivash bay (within the western, central and eastern sites)). Odesa Nat. Univ. Herald, 2007, Vol. 12 (8), no.62, pp. 62–70. (in Ukrainian).
4. Mikhailov V. A. O kharaktere beregov Sivasha (About character of coast of the Sivash). Sc. Not. of Taurida Nat. V. I. Vernadsky Univ. Ser. Geogr., 2007, Vol. 20 (59), no. 2, pp. 322–332. (in Russian).
5. Mikhailov V. A. Svobodnyye i otchlenennyye beregovyye akkumulyativnyye formy zaliva Sivash (Free and detached coastal accumulative forms of Sivash bay), 2014. Sc. Not. of Taurida Nat. V. I. Vernadsky Univ. Ser. Geogr., Vol. 20 (59), no. 2, pp. 65–74. (in Russian).
6. Ignatov Ye. I., Luk'yanova S. A., Myslivets V. I. Coastal accumulative forms of the Sivash Lagoon, Crimea (Theory and Methods of Modern Geomorphology). Proceedings of XXXV Plenary Meeting of RAS Geomorphological Committee. Simferopol, 2016. pp. 251–255.
7. Antonovsky O. G. Dynamika makrozoobentosu Skhidnoho Syvasha v umovakh hidroekologichnykh zmin (Dynamics of macrozoobenthos in Eastern Sivash under hydroecological change). Visnyk of Zaporizh. Nat. Univ. Biol. sc., 2012, no. 33, pp. 96. (in Ukrainian).
8. Zenkovich V. P. Osnovy ucheniya o razvitii morskikh beregov (The Fundamentals of the theory of the development of coasts). Moskow: USSR Academy of Sciences (Publ.), 1962, 710 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 10.03.2019