

В.И.Мысливец*, В.Н.Коротаев*, А.С.Зверев*,
М.В.Федин**, М.М.Федин**

**Московский государственный университет, г.Москва*

***ООО «Южнобережный центр изысканий», АР Крым*

К ГЕОМОРФОЛОГИИ ДНА СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Геоморфологический анализ батиметрического материала и результаты непрерывного сейсмопрофилирования позволили установить, что в формировании основных черт рельефа большую роль сыграли дизъюнктивные дислокации. Низовья р. Черной заложены по разлому северо-западного направления; очертания Севастопольской бухты определены грабеном с признаками правосторонних сдвиговых деформаций; третье значительное разрывное нарушение предполагается между мысами Херсонес и Коса Северная. Разрывные нарушения предопределили рисунок эрозионно-аккумулятивной сети. Днище ложбины Севастопольской бухты – погребенные и затопленные низовья долины р.Черной – выражено в рельефе дна до глубин 31 – 32 м; мощность её осадочного заполнения, состоящего из двух частей, достигает 20 м. Тальвеги балок – бывших притоков р.Черной – прослеживаются до глубин: Южная и Карантинная 18 – 19 м; Стрелецкая, Камышовая и Казачья 31 – 32 м. Большую роль в оформлении современных очертаний берегов сыграла абразия, признаки воздействия которой особенно значительны на глубинах менее 20 м. В ходе послеледниковой трансгрессии на месте Севастопольской бухты некоторое время существовал лиман, отгороженный пересыпью на входе в бухту. Берег тогда располагался на современных глубинах около 16 м.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *геоморфология, шельф, дизъюнктивные дислокации, эрозионные формы, абразия.*

В настоящее время происходит интенсивное освоение Севастопольской бухты, ее берегов и прибрежной суши. Помимо двух военных флотов, украинского и российского, здесь располагаются пассажирский и торговый порты, рыбный порт в Камышовой бухте; акватория рейда используется как городскими маршрутными катерами, так и прогулочными маломерными судами, яхтами и т.д. Все больше застраиваются берега и усиливается антропогенный пресс. С другой стороны, последние события истории Черноморского бассейна оставили следы на побережьях, в том числе на берегах Юго-Западного Крыма. Этим определяется необходимость геоморфологической характеристики района. Несмотря на высокую степень антропогенной освоенности, подобная характеристика до сих пор отсутствует. В новейшей сводке регионального геоэкологического материала по побережью Западного Крыма о Севастопольской бухте ничего не сказано [1].

Настоящая статья представляет собой первую попытку такого рода. В ее основе лежит геоморфологический анализ батиметрического материала, а также данные впервые проведенного в бухте непрерывного сейсмоакустического профилирования с использованием источника типа «спаркер». Задачи статьи включают морфологическую характеристику современного

© В.И.Мысливец, В.Н.Коротаев, А.С.Зверев, М.В.Федин,
М.М.Федин, 2011

рельефа, а также признаков некоторых рельефообразующих процессов. При этом авторы отдают себе отчет в предварительном характере полученных выводов и необходимости дальнейшего изучения района.

Рельеф побережья к северу и к югу от Севастопольской бухты резко различается: равнинное побережье с отмелым шельфом на севере и холмисто-низкогорный рельеф с приглубым шельфом на юге. Различия в морфологии и наносах береговой зоны определяются характером морфоструктур. На побережье юго-западного Крыма выходит граница высокого ранга – между Крымским мегантиклинорием на юге и Скифской платформой на севере. Гераклеийский п-ов (между Южной и Балаклавской бухтами) и Северная сторона Севастополя заняты северным крылом мегантиклинория и сложены породами сармата, лежащими в районе мысов Лермонтова и Фиолент на вулканитах средней юры. Южнее преобладают обращенные морфоструктуры: наиболее высокая часть Крымских гор с м.Айя, сложенным известняками верхней юры, соответствует синклинорию Яйлы, а Южный берег с м.Сарыч, где выходит таврическая серия верхнего триаса – нижней юры – Южнобережному антиклинорию. В пределах Скифской платформы морфоструктуры прямые: вогнутость берега, занятая Каламитским заливом, соответствует Альминской впадине, где мощность осадочных отложений с мела до четвертичных превышает 1 км.

Граница между мегантиклинорием и платформой имеет характер глубинного разлома, который на поверхности трассируют по-разному. На космических снимках он хорошо виден вдоль понижения в рельефе между третьей и второй грядами Крымских гор, в котором лежит Бахчисарай. На побережье это понижение выходит в устье Бельбека, а на сейсмопрофиле разлом виден на шельфе в 6 км к западу от м.Херсонес [2]. В то же время самая выразительная форма берега здесь – это Севастопольская бухта. Долина р.Черной, затопленными низовьями которой является бухта, на суше заложена по разлому диагонального северо-западного простирания. Его продолжает субшироко ориентированный грабен, выраженный в рельефе в виде понижения Севастопольской бухты. Судя по тому, что один из разломов грабена смещает верхнечетвертичные суглинки, это весьма активное тектоническое нарушение [3]. Эрозионная деятельность р. Черной, одной из наиболее многоводных в Крыму, также способствовала морфологической выраженности бухты.

Многочисленные бухты Гераклеийского п-ова, представляющие собой затопленные низовья балок – притоков р.Черной, имеют субмеридиональное простирание и также, по мнению В.И.Лебединского, заложены по сети тектонических трещин.

В рельефе дна Севастопольская бухта выражена в виде корытообразной ложбины длиной около 7 км, ширина которой изменяется от 1300 м на западе до 700 – 800 м в восточной, кутовой части. Большая часть выровненного дна бухты оконтуривается глубинами около 16 м. Северный борт ложбины в общем вытянут с запада на восток и может быть подразделен на три участка. Восточный участок, от Нефтяной гавани до бухты Голландия, длиной около 2 км, имеет относительную высоту от 6 м на востоке до 12 м на западе; крутизна его также возрастает к западу. Средний участок расположен между бухта-

ми Голландия и Северной; расстояние по прямой между ними составляет 2,3 км. Относительно предыдущего участка он смещен к северу примерно на 300 м. Линия смещения вытянута в северо-северо-восточном направлении и соединяет бухту Голландия с расположенной на южном берегу Килен-бухтой. Северный борт ложбины в районе бухты Голландия довольно пологий, если не считать отдельных уступов (на глубине 10 м – высотой около 3 м). К западу он становится более крутым; здесь, в районе бухт Северная и Инженерная, находится самый крутой, высокий (около 16 м в подводной части) и протяженный, около 1 км, отрезок северного борта ложбины.

Западный участок, от бухты Северная до м.Константиновского, также смещен к северу относительно предыдущего на 300 м, причем на линии смещения находится самая крупная бухта южного берега – Южная, длиной более 2 км. Это смещение, как и в районе бухты Голландия, очень напоминает выраженный в очертаниях берега правосторонний сдвиг. Глубины в пределах этого участка полого нарастают к основанию борта ложбины, лежащему на глубине около 16 м.

Затопленные низовья балок подверглись абразии, вырезавшей бухты северного берега – Константиновскую, Матюшенко, Старо-Северную, Северную, Инженерную, Голландию и разделяющие их мысы. Глубины в бухтах достигают 10 м и более; но глубина в 15 м очерчивает северный борт ложбины, не заходя в бухты. Создается впечатление, что на современной глубине 15 м располагался когда-то базис эрозии балок северного склона Севастопольской бухты.

Южный борт ложбины Севастопольской бухты также делится на три участка. Первый, восточнее Килен-бухты, протягивается до устья р. Черной, в районе которого он имеет наиболее выположенный характер и глубины до 5 м. К западу глубины основания возрастают до 12 – 13 м, а ширина борта составляет около 50 м. Второй участок расположен между Килен-бухтой и бухтой Южной и, так же, как на северном борту, наиболее крутой: при ширине около 100 м глубины основания составляют 16 м. Третий, западнее Южной бухты, изрезан бухтами Мартынова, Александровской, Артиллерийской – широкими и так же, как и на северном склоне, неглубоко вдающимися в сушу. Глубины в бухтах до 15 – 16 м. Наиболее глубока Южная бухта. Она имеет выраженный в рельефе тальвег с глубинами 16 – 17 м.

В пределах днища ложбины Севастопольской бухты глубины меняются очень незначительно, от 18 – 19 м на входе до 10 м в кутовой части. Тальвег подводного продолжения р. Черной в рельефе почти не выражен; более выразительны тальвеги подводных продолжений балок в бухтах, особенно в Южной, тальвег которой прослеживается до глубины 18 м.

На входе в Севастопольскую бухту, непосредственно западнее входных молов, в рельефе дна отмечается небольшое, относительной высотой около 1 – 2 м, вытянутое с севера на юг валообразное возвышение, образующее что-то вроде порога на входе в бухту. Непосредственно с востока к нему примыкает понижение относительной глубиной 2 м, шириной около 200 м и длиной до 800 м. Сочетание возвышения и понижения больше всего напоминает пересыпь на входе в бухту и отгороженный ею лиман, наиболее глубокая часть которого примыкала к пересыпи. В пользу этого предположе-

ния говорит наличие осадочного заполнения понижения мощностью до 3 м, вскрытого сейсмопрофилированием. Судя по глубинам, пересыпь образовалась при положении берега на современных отметках около 16 м. Эстуарий реки Черной представлял тогда собой лиман, подобный широко распространенным ныне на северо-западном побережье Черного моря.

В настоящее время между входными молами образуются течения, направленные в бухту и обратно; они могут эродировать дно, углубляя его. Эти течения были специально исследованы [4]. Было обнаружено, что в верхнем 10 м слое преобладает стоковое течение из бухты, связанное с приносом вод р. Черной. Весной и во время дождей на водосборе бухты и реки оно может охватить слой от поверхности до глубины 12 – 13 м. Ниже существует течение восточного направления – в бухту; его стрежень расположен на глубинах 15 – 16 м. После сильных и устойчивых сгонных ветров с востока течение, направленное в бухту, охватывает всю толщу воды. Скорости течений у входа в Севастопольскую бухту составляют 10 – 15 см/с [4]. К сожалению, это не придонные скорости, и вопрос о воздействии на дно течений остается открытым.

В Севастопольской бухте было выполнено сейсмопрофилирование с использованием источника сейсмических волн типа «спаркер». Оно показало, что сейсмогеологические условия разреза в самой бухте крайне неблагоприятны; информативную запись удалось получить в районе входа в бухту. Помимо уже упомянутого заполнения лимана, на глубине воды 20 м был получен разрез строения затопленного продолжения р.Черной. Её долина заполнена осадочной толщей мощностью около 20 м. Толща делится на два горизонта примерно равной мощности – по 10 м каждый.

Под выраженным в рельефе затопленным тальвегом Карантинной балки, прослеживающимся до глубин 19 м, сейсмопрофилирование вскрыло погребенный V-образный врез относительной глубиной 20 м, заполненный осадочной толщей без признаков стратификации.

От м.Константиновский берег поворачивает на север, к устью р.Бельбек и дальше. Подводный склон отмель, изобата 15 м лежит на расстоянии километра и более от берега. Здесь начинается морфоструктурная область Альминской впадины; побережье неоднократно описано в литературе [1].

К западу от предполагаемой пересыпи ложбина Севастопольской бухты продолжается, постепенно поворачивая на запад-юго-запад, по крайней мере на 1,5 км, достигая на траверсе Песочной бухты глубин 23 – 24 м. Ширина её днища здесь такая же, как между входными молами и Южной бухтой, и достигает 700 – 800 м. На меридиане Стрелецкой бухты, на глубинах 31 – 32 м, днище ложбины сливается с равниной шельфа.

С севера ложбина ограничена подводной возвышенностью – продолжением в море выступа побережья в районе м.Коса Северная. Общее простираение её – на запад – юго-запад, параллельно общему направлению берега западнее Карантинной бухты. Длина возвышенности 2,5 км; глубины над гребневой частью увеличиваются с 5 м в 600 м от м.Коса Северная до 20 – 21 м к северу от бухты Песочной. В этом месте её превышение над днищем ложбины составляет 4 – 5 м; южный склон возвышенности расчленен пологими и неглубокими, до 2 м, понижениями. Северный склон опускается до

глубин 25 – 30 м, где начинается аккумулятивная равнина шельфа.

Южный берег к западу от входа в бухту также меняет свой характер и общее направление. Он поворачивает на запад-юго-запад; подводный склон на участке Стрелецкая бухта – м.Херсонес состоит из двух частей. Нижняя имеет ширину 200 – 300 м и ограничена сверху глубинами около 20 м. Подножие склона располагается на глубинах от 30 м на востоке до 40 – 50 м в районе м. Херсонес, где эта часть склона образует довольно крутой уступ. Плановые очертания нижней части прямолинейны (за исключением Двойной бухты и ложбины Севастопольской бухты) и продолжаются направлением северного склона подводной возвышенности к западу от м.Коса Северная.

Верхняя часть, на глубинах менее 20 м, имеет ширину от 200 до 500 м и изрезана глубокими бухтами – Стрелецкой, Круглой, Камышовой, Казачьей – и целым рядом более мелких бухт, разделенных многочисленными мысами. Преобладают абразионные берега, а на мелководье часты выходы коренных пород. Генетически большая его часть представляет собой бенч. Типичны подводные продолжения мысов, оставшиеся на месте надводной части, разрушенной абразией. Помимо уже упоминавшегося продолжения м.Коса Северная, подобное продолжение имеют другие мысы. Так, подводную часть длиной 700 – 800 м имеет мыс, ограничивающий с запада Карантинную бухту. В рельефе дна она прослеживается до глубин 18 – 18,5 м, а погребенное продолжение зафиксировано на одном из сейсмопрофилей. Воздействие абразии на городище древнего Херсонеса наглядно видно на примере Уваровской базилики, часть которой срезана клифом. Маловероятно, что этот храм в свое время строили близко к краю обрыва – скорее, отступали от него; тем не менее за прошедшие 1500 лет абразия уничтожила значительную полосу берега. Скорость её была не менее 1 – 1,5 м в столетие.

Подводное продолжение м.Херсонес прослеживается к западу на 3,5 км, где на глубинах 80 – 85 м теряет морфологическое выражение. У этого мыса и дальше на юго-восток к м.Фиолент берег абразионный, со скалистыми бенчем и небольшими примкнувшими «карманными» пляжами. На шельфе преобладают глубины в 70 – 90 м и он имеет в целом приглубый характер. Здесь начинается другая морфоструктурная область – Крымского мегантиклинория.

Большая проблема – происхождение шельфа в этом районе. Его профиль свидетельствует об интенсивных погружениях и перекрытии складчатого основания неогеновыми и четвертичными отложениями [2]. Абразия, хоть и играла значительную роль, все же была процессом вторичным в оформлении этого участка побережья.

Тальвеги наиболее крупных балок – Стрелецкой, Камышовой с Казачьей (низовья которых, сливаясь, образуют Двойную бухту) – прослеживаются до глубин 31 – 32 м. Такой глубокий врез объясняется значительной площадью водосбора в прошлом. В настоящее время верхние, а у двух последних балок и средние части бассейнов уничтожены в результате абразии берега и отступления бровки клифа между мысами Херсонес и Фиолент.

Особенности морфологии подводного склона позволяют предположить, что берег восточнее м.Херсонес заложен по крупному тектоническому нарушению, которое протягивалось до северного склона возвышенности западнее м.Коса Северная. У входа в Севастопольскую бухту это нарушение

сочленялось с грабеном бухты, образуя сложный тектонический узел. Тектоническая трещиноватость менее крупных размеров проявилась в очертаниях бухт, вытянутых в меридиональном направлении, а также в извилистых очертаниях Карантинной бухты и её подводного продолжения. В контурах этой бухты прослеживаются две системы нарушений – северо-западная и северо-восточная.

Когда в ходе послеледникового подъёма уровня 7 – 8 тыс. лет назад море достигло современных отметок 19 – 20 м [5], скорость трансгрессии замедлилась и началась интенсивная абразия берегов, которая продолжается на фоне последующих осцилляций уровня до настоящего времени. Был выработан бенч, окаймляющий сейчас практически все открытые участки побережья. Во время одного из положений уровня на глубинах 16 – 17 м, видимо, была сформирована пересыпь на входе в Севастопольскую бухту. Продолжавшийся подъём уровня привёл к затоплению около 6 тыс. л. назад низовьев р. Черной, устьев её притоков и образованию современного контура берега. С этого времени происходили осцилляции уровня, в частности, его понижения до 5 – 10 м, неизменно сменявшиеся его возвращением к современному положению.

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы.

1. В формировании основных черт рельефа большую роль сыграли дизъюнктивные дислокации. Низовья р.Черной заложены по разлому северо-западного направления; очертания Севастопольской бухты определены грабеном с признаками правосторонних сдвиговых деформаций; третье значительное разрывное нарушение предполагается между мысами Херсонес и Коса Северная.

2. Разрывные нарушения предопределили рисунок эрозионно-аккумулятивной сети. Днище ложбины Севастопольской бухты – погребенные и затопленные низовья долины р.Черной – выражено в рельефе дна до глубин 31 – 32 м; мощность её осадочного заполнения, состоящего из двух частей, достигает 20 м. Тальвеги балок – бывших притоков р.Черной – прослеживаются до глубин: Южная и Карантинная 18 – 19 м; Стрелецкая, Камышовая и Казачья 31 – 32 м.

3. Большую роль в оформлении современных очертаний берегов сыграла абразия, признаки воздействия которой особенно значительны на глубинах менее 20 м. Об этом свидетельствуют подводные продолжения почти всех мысов, оставшиеся на месте отступающих в результате абразии участков берега, срезанные верховья балок Гераклеяского п-ова, значительное распространение бенчей и клифов.

4. В ходе послеледниковой трансгрессии на месте Севастопольской бухты некоторое время существовал лиман, отгороженный пересыпью на входе в бухту. Берег тогда располагался на современных глубинах около 16 м.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 10-05-00193.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов В.А., Ястреб В.П., Горячкин Ю.Н. и др.* Природопользование на Черноморском побережье Западного Крыма: современное состояние и перспективы развития.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006.– 324 с.

2. *История геологического развития континентальной окраины западной части Черного моря / Под ред. П.Н. Куприна.*– М.: Изд-во МГУ, 1988.– 312 с.
3. *Борисенко Л.С.* Разрывные нарушения Горного Крыма // *Геологический журнал.*– 1983.– 2.– С.126-129.
4. *Немировский М.С., Еремин И.Ю.* Динамика вод рейда Севастополя // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.– вып.9.– С.59-66.
5. *Балабанов И.П.* Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас Черноморского побережья Кавказа.– Владивосток: Дальнаука, 2009.– 352 с.

Материал поступил в редакцию 10.11.2011 г.

АНОТАЦІЯ. Геоморфологічний аналіз батиметричного матеріалу і результати безперервного сейсмопрофілювання дозволили встановити, що у формуванні основних меж рельєфу велику роль зіграли диз'юнктивні дислокації. Пониззя р. Чорною закладені по розлому північно-західного напрямку; контури Севастопольської бухти визначені грабеном з ознаками правосторонніх сдвігових деформацій; третє значне розривне порушення передбачається між мисами Херсонес і Коса Північна. Розривні порушення зумовили малюнок ерозійно-аккумулятивної мережі. Днище улоговини Севастопольської бухти – похоронені і затоплені пониззя долини р. Чорною – виражено в рельєфі дна до глибин 31 – 32 м; потужність її осадового заповнення, що складається з двох частин, досягає 20 м. Тальвеги балок – колишніх припливів р. Чорною – просліджуються до глибин: Південна і Карантинна 18 – 19 м; Стрілецька, Очеретяна і Козача 31 – 32 м. Велику роль в оформленні сучасних контурів берегів зіграла абразія, ознаки дії якої особливо значима на глибинах менше 20 м. В ході післяльодовикової трансгресії на місці Севастопольської бухти деякий час існував лиман, відгороджений пересипом на вході в бухту. Беріг тоді розташовувався на сучасних глибинах близько 16 м.

ABSTRACT. The geomorphological analysis of bathymetry and results of continuous seismic profiling allowed revealing that during forming of basic parameters of relief the disjunctive dislocations are of great concern. The lower Chernaya River fills along fault of north-western direction; the outlines of the Sevastopol bay are defined by graben with the signs of right-side shift deformations; the third considerable break violation is assumed between capes Khersones and The Bar Severnaya. The break violations predetermined the picture of erosive and accumulative network. The bottom of the Sevastopol Bay (buried and flooded lower Chernaya River) is shown in bottom relief upto 31 – 32 m depth; power of sedimentary filling, being composed of two pieces, arrives at 20 m. The ravine talwegs, the former influxes of the Chernaya River, are traced to the depths: for the Yujnaya and Karantinnaya Bays 18 – 19 m; the Streletckaya, Kamyshovaya and Kazachya Bays 31 – 32 m. The large role in formation of modern coast outline was played by an abrasion, signs of it influence is rather considerable on 20 m depth and less. During a postglacial transgression there was an estuary in place of the Sevastopol Bay for some time, the Bay was enclosed by bar. The coast was disposed on modern depths about 16 m.