

УДК 551.462

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ТЕЛ НА МАТЕРИКОВОМ СКЛОНЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

© 2009 г. Ю.Д. Евсюков

Южное отделение Института океанологии РАН,
Океанология, г. Геленджик -7,
Краснодарский край, 353467,
adm@sbsio.coast.ru

Southern Branch of Institute of Oceanology RAS,
Okeanologiya, Gelendzhik,
Krasnodar Region, 353467,
adm@sbsio.coast.ru

В северо-восточной части подводной материковой окраины Чёрного моря между п. Дивноморское и Бетта был выполнен эхолотный промер на полигоне. Помимо данных о рельефе дна, на эхолотных лентах зафиксированы структуры, которые с большой долей вероятности интерпретируются как оползневые тела. Подробно рассматриваются вопросы распространения оползневых образований и их влияние на формирование современного рельефа дна.

Ключевые слова: Чёрное море, рельеф дна, оползневые образования, подводная материковая окраина, п. Дивноморское и Бетта.

Echo sounding survey was fulfilled on the polygon in the North-eastern part of submerged continental margin of the Black Sea between settlements Divnomorskoye and Betta. Besides data about the bottom relief structures which with a large probability can be interpreted as landslide bodies were recorded on the echo tape. Problems of distribution of landslide forms and their influence upon the formation of modern bottom relief are considered in details.

Keywords: Black Sea, bottom relief, landslide forms, submerged continental margin, s. Divnomorskoye and Betta.

Оползневые образования имеют широкое распространение как на суше, так и на морском дне. Это природное явление требует крайне детального исследования, так как его динамику необходимо учитывать при строительстве и прокладке подводных коммуникаций: газо- и нефтепроводов, электро- и телеграфных кабелей и т.д. Д.Ю. Шуляков с соавторами указывают, что пространственное развитие оползней и степень их активности определяются постоянными и переменными факторами: структурно-тектоническими, геоморфологическими, литологическими, гидрогеологическими, антропогенными [1]. И хотя эти определения были сделаны при районировании оползневых процессов в Краснодарском крае здесь уместно отметить, что практически все эти факторы характерны для морского дна [2]. Данная статья как раз и посвящена распространению оползневых тел на материковом склоне северо-восточной части Черного моря.

Исследование рельефа дна

На протяжении последних десяти лет геологической и геофизической лабораториями Южного Отделения Института океанологии (ЮО ИО РАН) в Российском секторе Черного моря выполнялись комплексные исследования материковой окраины бассейна. Такие работы, как правило, включали несколько методов: эхолотный промер, непрерывное сейсмопрофилирование (НСП), отбор проб донного грунта дночерпателями и прямоточными трубками, фотографирование дна и др. Таким образом осуществлены исследования на сравнительно обширных площадях (полигонах) в районе Архипо-Осиповка – Джубга [3, 4], в пределах Таманского шельфа [5] и вблизи Ге-

ленджика [6]. Одной из основных задач таких исследований являлось выявление особенностей строения и распространения оползневых тел.

Основным источником получения такой информации являлось НСП. Однако практически было показано, что в записях эхолотного промера, помимо материалов о рельефе дна (в зависимости от конструкции эхолотного самописца), можно получать данные о слоистости верхнечетвертичных (голоценовых ?) отложений [7] и распространении оползневых тел [6].

На фоне хорошо изученных площадей в районах Таманского шельфа, Геленджика и Архипо-Осиповки [4 – 6] участок материковой окраины между поселками Дивноморское–Бетта оставался до настоящего времени слабо изученным. В этой связи в 126-м рейсе НИС «Акванавт» (июль 2007 г.) здесь были выполнены детальные исследования рельефа дна на полигоне с размерами сторон 21 × 33 км.

На основе полученного материала подробно рассмотрена морфология указанного района и данные о строении и характере распространения оползневых тел материкового склона [8].

Методика и объем работ

Основные задачи указанного рейса включали выполнение эхолотного промера, получение данных о строении рельефа, оползней и в конечном итоге – составление новых карт: батиметрической, геоморфологической и распространения оползневых образований.

Для получения данных о рельефе дна использовался судовой эхолот «F – 840», фирмы Japan Marina S., Ltd, с точностью определения глубин 0,5 %. Прибор обеспечен 5 скоростями протяжки эхолотной лен-

ты и набором диапазонов от 0,5 до 0–1600 м (всего 9), что представляет широкие возможности для подробного исследования малоамплитудных форм рельефа на малых глубинах. Определение координат судна выполнялось с помощью спутниковой навигационной системы GPS-120 XL, фирмы GARMIN. Точность определения координат $\pm 10\text{--}15$ м.

Детальная эхолотная съемка в указанном районе выполнена по системе взаимно пересекающихся галсов (рис. 1). Длина продольных (относительно берега) профилей – 31–33, поперечных – 20–21, а межгалсовые расстояния – от 0,5–1,0 до 2 км. Протяженность съемки для этого района, включая попутные промеры на переходах между Геленджиком и Джубгой, составила немногим более 1 100 км.

Информация об обзорных профилях рельефа дна, на которых выявлены оползневые тела, ранее получалась при использовании метода НСП. Однако по материалам нескольких экспедиций было показано, что в записях эхолотного промера, помимо материалов о рельефе дна, можно успешно получать данные о слоистости новейших отложений [7] и распространении

оползневых тел [6, 8]. Для этого необходимо использовать технические возможности судовой аппаратуры и некоторые благоприятные условия: следить за четкой работой эхолота, особенно самописца, т.е. постоянно регулировать уровень эхо-сигнала и контрастность записи, учитывать характер дна (выровненные или расчлененные его поверхности), волнение моря и т.д.

Таким образом, помимо решения основных задач по изучению морфологии исследуемого района, была получена дополнительная и важная информация о распространении оползневых образований исследованного участка материкового склона.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследованный участок акватории примыкает к Западно-Кавказской горно-складчатой области. Она является составной частью мегантиклинория Большого Кавказа, который отличается неотектонической активностью с разными знаками движения земной коры [9]. Здесь прослеживаются субширотные и мелкие субмеридиональные горные гряды и хребты. Образование последних, по-видимому, обусловлено системой разломов

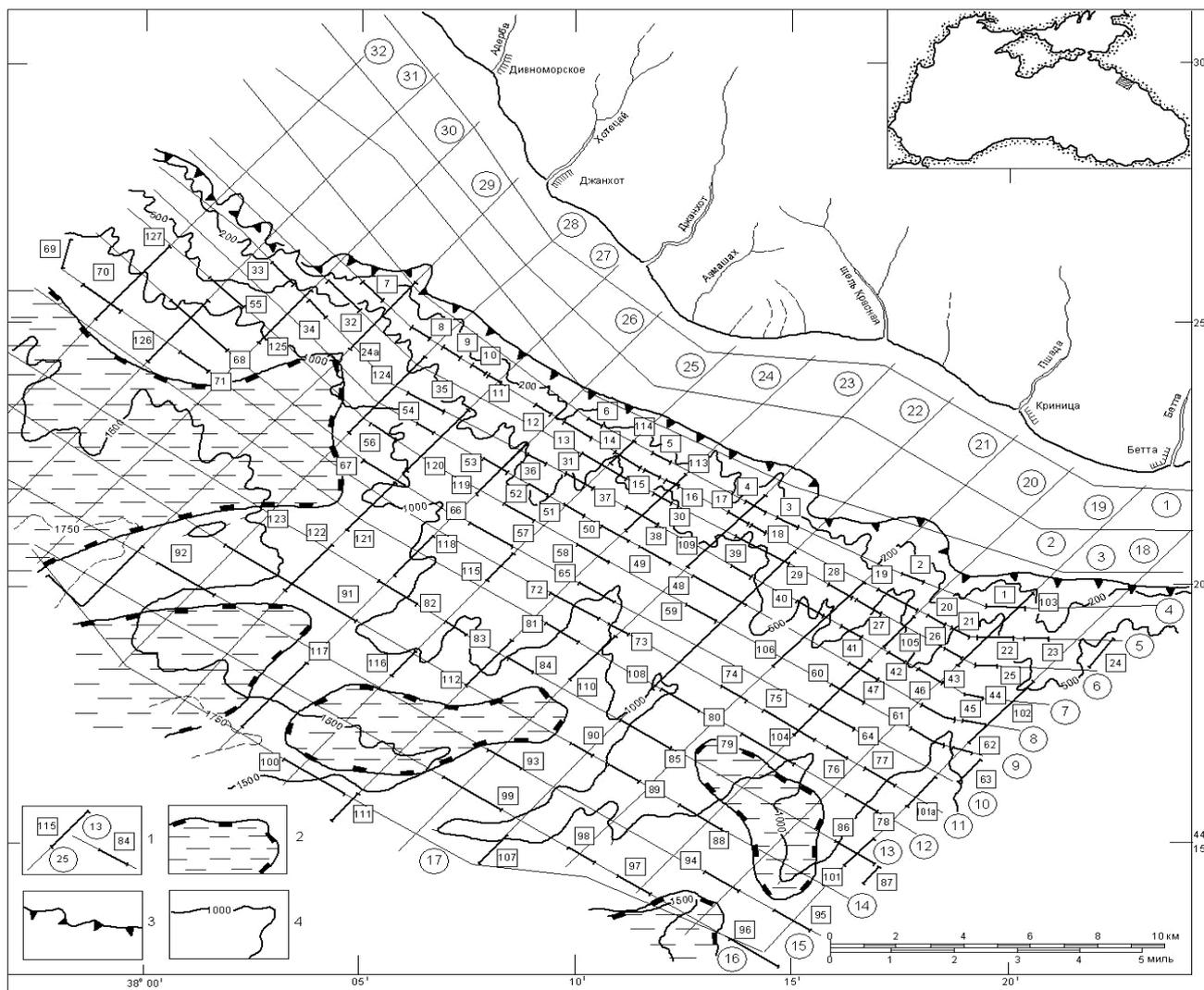


Рис. 1. Карта расположения профилей эхолотного промера и распространения оползневых тел на материковом склоне между п. Дивноморское – Бетта: 1 – эхолотные профили (цифры в кружочках) и положение оползневых тел (цифры в квадратах); 2 – граница полного отсутствия оползневых тел; 3 – бровка шельфа; 4 – изобаты; в правом верхнем углу – положение района исследований

ССВ-ЮЮЗ направленности, которые, вероятно, и определили заложение речных долин и ущелий. Предполагается, что большинство из последних находят свое продолжение на материковом склоне Черного моря в виде подводных долин и каньонов [4, 5, 8].

Резкая контрастность рельефа суши подчеркивается густой сетью рек сравнительно небольшой протяженности, между которыми располагаются мелкие горы (холмы?) с отметками вершин 370 – 420 м. Большинство из них находятся от берега на расстоянии 1 км.

Берег, приуроченный к исследуемой акватории, обрывается к морю крутыми уступами. Их высота местами достигает 60–70 м, а крутизна – до 50°. Как в зоне крутого берега, так и на склонах субмеридиональных гряд, сопряженных с руслами рек, во множестве встречаются оползни.

Подводные оползни материкового склона

Проблема образования оползней занимает исследователей давно. Еще в 1930 г. А.Л. Архангельским [10] при изучении материкового склона Черного моря процессы подводного оползания исследованы наиболее полно. Было определено, что углы наклона дна в 2–2,5° вполне достаточны для того, чтобы толща накопившегося осадка пришла в движение и начала сползать вниз по склону. По мере накопления рыхлых отложений сила тяжести может превысить силы внутреннего сцепления, действующие между частицами грунта. В таких случаях происходит отрыв и оползание больших масс осадков. Последние, в силу инерции, могут достичь не только подножия материкового склона, но и проникнуть в пределы субабиссальной части бассейна. Обнаженность верхней части материкового склона также связывается авторами исследования с подводными оползаниями. Последние обуславливают формирование серии террас на склонах подводных долин и каньонов [10, 11].

Представленные в данной статье результаты с определенной долей уверенности можно идентифицировать с результатами комплексных геолого-геофизических исследований выполненных на участке Бетта – Джубга. В этом районе на сейсмических разрезах крупные оползневые блоки осадочных образований, оторвавшиеся от своих оснований и переместившиеся на небольшие расстояния, как правило, сохраняют свою внутреннюю слоистую структуру. Однако оползневые блоки, достигающие подножия материкового склона, при своем движении дробятся на части, и многие их фрагменты разворачиваются произвольным образом. При этом в записях НСП невозможно определить слоистую структуру отдельных его частей. В таком случае оползневое образование становится сейсмически однородным телом. Подножия материкового склона достигают в основном оползни, раздробленные на отдельные фрагменты и перемешанные с турбидитовыми отложениями.

А.В. Ильин, детально исследовавший оползни в морях и океанах, отмечает, что 70 % донных осадков Черного моря имеют оползневую природу, а осадочная толща представляет нагромождение крупных оползней различного геологического возраста. Размеры, объемы и формы оползневых блоков характери-

зуются большим разнообразием [12].

Внедрение в практику непрерывного сейсмопрофилирования [13] позволило изучать оползневые образования Черного моря в региональном плане [14], на сравнительно небольших площадях (полигонах) [2] или выполнять изучение небольших по размеру оползней [3].

Показанный в данной статье материал представляет собой продолжение ранее начатых исследований оползневых образований. Важность данной работы в том, что, во-первых, изучение этих процессов рассмотрено в пределах слабо изученной площади; во-вторых, выявленные оползневые тела зафиксированы в записях эхолотного промера.

Материковый склон исследованной акватории и прилегающее побережье Черного моря относятся к шестибалльной сейсмической зоне. Сложно построенный, обрывистый, резко расчлененный рельеф материкового склона осложнен многими долинами и каньонами, которые О.К. Леонтьев относит к отдельному Черноморскому типу [15]. Практически повсеместно борта последних отмечены оползневые тела. На рис. 2 эти образования фрагментами эхолотных записей показаны в несколько увеличенном виде. Практика интерпретации оползней в записях эхолотных лент была опробована ранее при изучении детального строения рельефа дна на полигонах вблизи Геленджика [6] и Таманском шельфе [5].

Обнаруженное разнообразие и неоднородность оползневых образований можно рассматривать в рамках нескольких условных групп, например, оползни склоновые и подножий, русловые и структурные. В работе анализируются продольные (относительно берега) и поперечные профили рельефа дна. Основными элементами их морфологии являются субмеридиональные гряды, которые своими подножиями сопряжены с руслами (талвегами) долин и каньонов.

Рассмотрим основные особенности подводных оползней по выделенным группам.

Оползни склоновые наиболее распространены в пределах рассматриваемой площади. Их верхние и нижние кромки располагаются в диапазоне глубин от 170–300 до 500–700 м (рис. 2 а, фрагменты 1–6, 33, 41 47 и др.). Обращает на себя внимание то, что западные склоны гряд перекрыты оползнями на существенно большем (по высоте склона) расстоянии (фр. 2, 4, 6), чем восточные (фр. 1, 3, 5). Вероятно, здесь существенную роль могут играть течения, которые в данном районе имеют основное направление вдоль берега с востока на запад. Предполагается, что эти образования сложены рыхлыми осадками, а их мощность не превышает 15–20 м. По всей вероятности, это самые молодые оползневые тела, сход которых к подножиям склонов может быть спровоцирован даже незначительными сейсмотектоническими процессами.

Оползни подножий. В эту группу включены оползни, которые были смещены вниз по склону гряд и нижними кромками достигли тальвегов долин и каньонов (рис. 2 а, фр. 8–12). По характеру записи на эхолотных лентах можно предположить, что оползни этой группы сформированы как рыхлыми, так и уплотненными осадочными образованиями. Эти оползни, как правило, отмечены поверхностями

скольжения. На приведенных рисунках это пунктирная линия у основания оползней (рис. 2 а, б, фр.13, 19, 22, 26, 33, 35 м и др.). Мощности таких образований могут достигать 35 – 40 м.

онных или сейсмотектонических процессов оползневые тела достигают подножий гряд. Последние, как было показано выше, сопряжены с тальвегами долин и каньонов. В таких случаях в руслах долин форми-

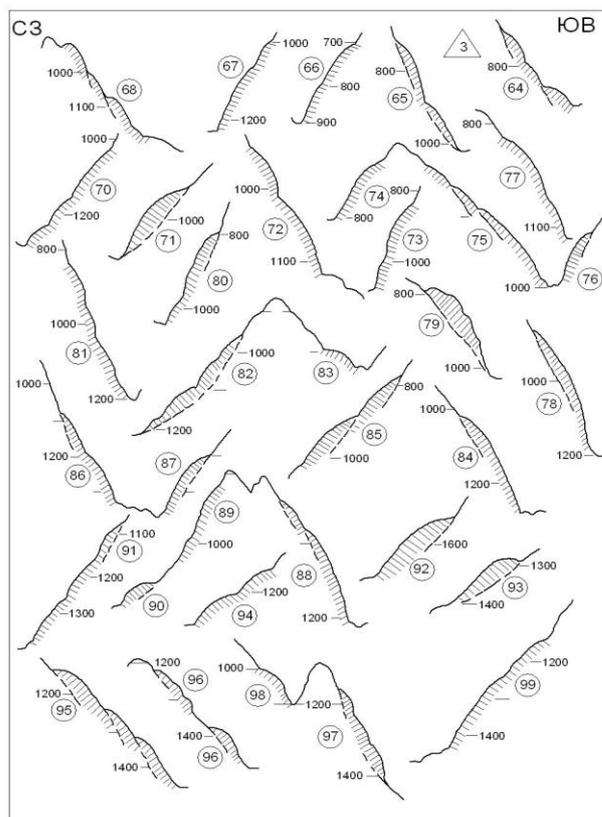
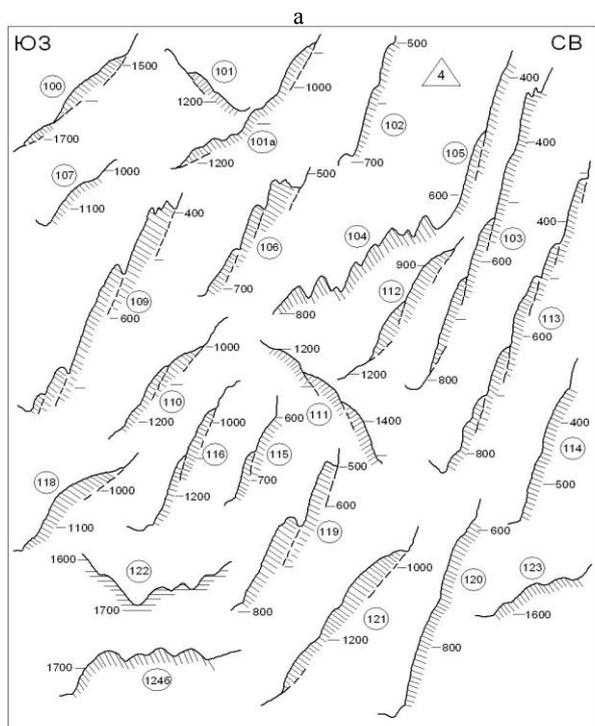
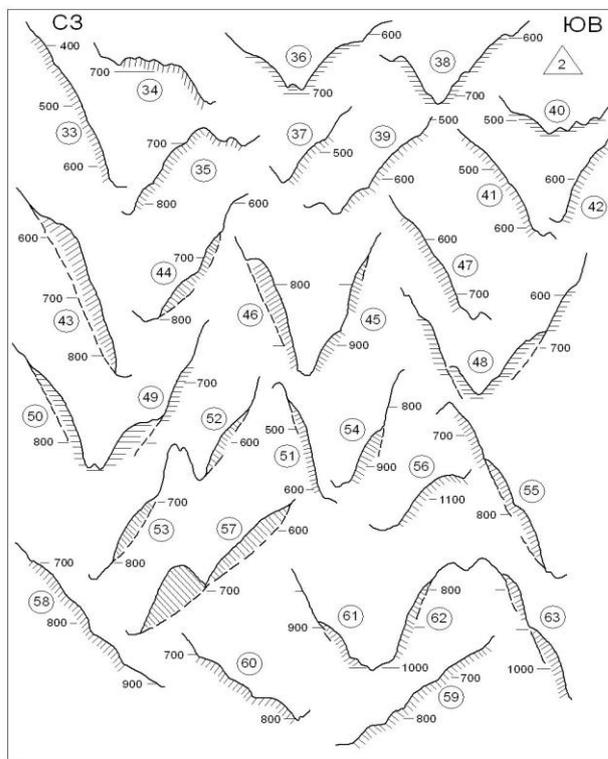
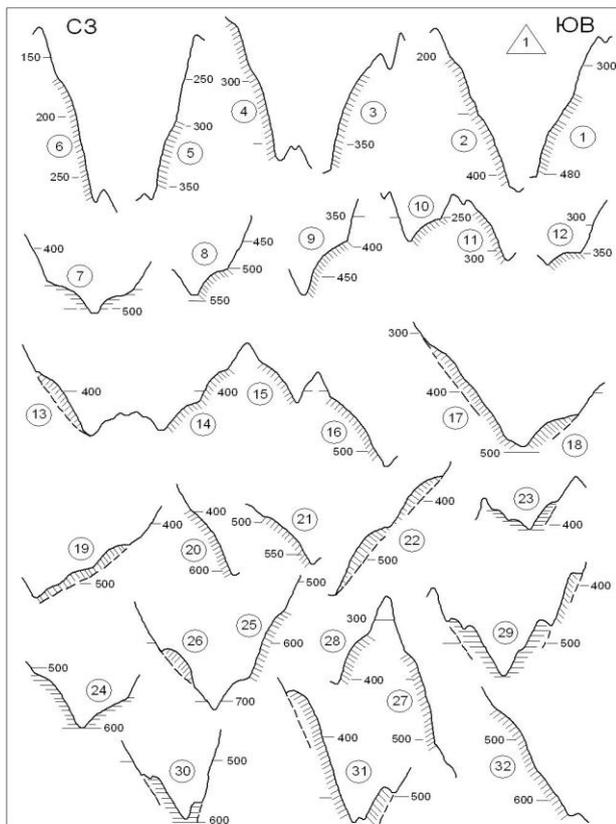


Рис. 2. Фрагменты профилей рельефа дна с записями оползневых тел (показаны штриховкой).

в

Положение фрагментов см. на рис. 1

г

Оползни русловые. Под воздействием гравитаци-

руются своеобразные «плотины», которые сдержива-

ют проникновение суспензионных потоков к подножию материкового склона. Однако эти потоки являются практически постоянно действующими. Со временем они прорезают тела «плотин», образуя узкие врезы, глубина которых может достигать 15–20 м и более (рис. 2 а–в, фр. 18, 23, 30, 31, 48, 62, 75, 76 и др.). Русловые оползни в большинстве своем отмечены плоскостями скольжения. Мощности таких образований могут достигать 50–60 м и более. Оползни этой группы у подножий грядовых склонов образуют уступы и ступени (рис. 2 а, б, фр. 29, 30, 31, 48 и др.).

Оползни структурные. Эта разновидность оползней встречается на различных батиметрических уровнях материкового склона (рис. 2, фр. 34, 104, 105, 108, 109, 112). Их образование, по-видимому, обусловлено молодыми сбросами [14]. Под воздействием последних в верхней части материкового склона (ниже бровки шельфа) сформировались крутые уступы (высота 100–150 м) и расчлененные ступени (ширина до 300 м). По ряду морфоструктурных признаков есть основание предполагать, что эта разновидность оползней может быть отнесена к олистостромам [14].

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

– использованный в данных исследованиях эхолот по праву может считаться универсальным прибором, с помощью которого получены данные не только по рельефу дна, но и оползневым образованиям;

– показано большое разнообразие и неоднородность оползней, которые, вероятно, играют важную роль (возможно, наравне с тектоникой) в формировании современного морфоструктурного плана рассматриваемой области;

– метод, используемый в исследованиях, может рассматриваться как самостоятельный и предшествовать дальнейшему, более детальному исследованию конкретных площадей (или отдельных структур) методом НСП с последующим геологическим опробованием морского дна трубками и дночерпателями.

Литература

1. Шуляков Д.Ю., Николайчук А.В., Ефремов Ю.В. Районирование оползневых процессов в Краснодарском крае // Южн.-Рос. вестн. геологии, географии и глобальной энергии. 2007. № 2. С. 14–18.

2. Москаленко В.Н., Шимкус К.М. Оползневые образования и отложения турбидитовых потоков на кавказском материковом склоне Черного моря // Бюл. МОИП. Отд. геологич. 2005. Т. 80, № 6. С. 33–38.

3. Оползневые процессы на кавказском материковом склоне Черного моря / В.Н. Москаленко [и др.] // Литология и полезные ископаемые. 2006. № 2. С. 208–213.

4. О роли неотектоники, оползневых и эрозионно-аккумулятивных процессов в формировании Прикавказской материковой окраины / К.М. Шимкус [и др.] // Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря. М., 2002. С. 402–406.

5. Евсюков Ю.Д. Геоморфологическая характеристика и история развития Притаманской материковой окраины // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2007. № 2. С. 86–97.

6. Евсюков Ю.Д. Геоморфология материковой окраины северо-востока Черного моря // Изв. РАН. Сер. география. 2005. № 5. С. 84–90.

7. Евсюков Ю.Д. Новые данные о рельефе дна и отложениях на шельфе и континентальном склоне западной части Черного моря, полученные в записях эхолотного промера // Геоморфология. 2007. № 1. С. 51–63.

8. Евсюков Ю.Д. Подводные оползни верхней части материкового склона Черного моря (между поселками Дивноморское – Бетта) // Наука Кубани. 2008. Краснодар. № 3. С. 52–56.

9. Благоволит Н.С. Современные вертикальные движения земной коры // Земная кора и история развития Черноморской впадины. М., 1975. С. 35–45.

10. Архангельский А.Д. Оползание осадков на дне Черного моря и геологическое значение этого явления // Бюл. МОИП. Отд. геологич. 1930. Т. 8, № 1, 2. С. 3–14.

11. Леонтьев О.К. Краткий курс морской геологии. М., 1963. 464 с.

12. Ильин А.В. О геоморфологическом аспекте захоронения радиоактивных отходов на дне океана (Ст. 2. Основы новой технологии захоронения РАО // Геоморфология. 2008. № 1. С. 3–15.

13. Сейсмическое профилирование дна Черного моря / А.М. Сагалевиц [и др.] // Вестн. АН СССР. 1969. № 3. С. 36–39.

14. Москаленко В.Н., Шимкус К.М. О роли крупных оползневых образований олистострим и олистостром в позднекойнозойском осадконакоплении Черного моря // Океанология. 1976. Т. 16, № 4. С. 655–660.

15. Леонтьев О.К. Типы подводных долин // Геоморфология. 1974. № 4. С. 3–15.