

## **Устойчивость морских геосистем глубоководных зон Чёрного моря**

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь  
e-mail: anatoly.pasynkov@yandex.ru

**Аннотация.** Перспективы рационального освоения бассейна в свете проведенного морфоструктурного районирования приобретают особое значение в трех практических аспектах: наращивании минерально-сырьевой базы Украины, установлении степени устойчивости морских геосистем при строительстве подводных и надводных объектов, определении специфических геозкологических характеристик в каждом районе для минимизации негативного воздействия на аквальные экосистемы.

Основными источниками деструктивных явлений и процессов являются гравитационные процессы, нарушение режима перемещения материала по долинно-каньонным системам, проявления аномального газовыделения и грязевого вулканизма, возможные проявления сейсмической активности с максимальными магнитудами до 7 баллов.

**Ключевые слова:** морфоструктуры, устойчивость, риски инженерно-геологического освоения, эндо-и экзогеодинамические процессы, газовыделения, грязевой вулканизм.

### **Введение**

Актуальность темы тесно связана с проведением исследований по комплексному освоению Азово-Черноморского бассейна Украины.

Комплексное освоение предполагает, прежде всего, освоение минеральных ресурсов Азово-Черноморского бассейна, включая месторождения углеводородов, строительных материалов, полиметаллов, агрохимического сырья (сапропелей), источников разгрузки субмаринных вод. Отдельным видом исследований является изучение инженерно-геологических свойств донных отложений, проявлений опасных эндо-и экзогеодинамических процессов и явлений, которые необходимо учитывать при строительстве различных объектов хозяйственного освоения: буровых платформ, коммуникационных сетей, трубопроводов и т.д.

### **Материалы и методы**

В основу статьи положен фактический материал, собранный и систематизированный во время морских экспедиционных исследований в рейсах Отделения Морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины.

Авторами изучены многочисленные фондовые материалы и опубликованные литературные данные, относящиеся к тематике работы, материалы геологических и геоморфологических исследований Азово-черноморского бассейна.

### **Результаты и обсуждение**

Согласно проведенному морфоструктурному районированию глубоководных зон Черного моря в пределах его Украинского сектора [1] выделяются: I - Западно-Черноморская область погребенных палеодолин (район эрозионно-аккумулятивных пологих поверхностей палеодолин Дунай-Днестровского междуречья, район аккумулятивно-эрозионных поверхностей каньона реки палео-Каланчак. II - Крымская область южного продолжение орогенных структур Горного Крыма. (район бронированных крутонаклонных поверхностей Ломоносовского подводного массива, район гравитационных крутонаклонных поверхностей Ласпинско-Меласского выступа, район структурно-денудационных и эрозионно-аккумулятивных крутонаклонных поверхностей Южнобережного сектора, район эрозионных и аккумулятивных пологонаклонных поверхностей Феодосийского сектора), III - Керченского-Таманская область погребенных палеодолин.

Основными источниками деструктивных явлений и процессов на континентальном склоне являются гравитационные процессы, нарушение режима перемещения материала по долинно-каньонным системам, проявления аномального газовыделения и грязевого вулканизма, возможные проявления сейсмической активности с максимальными магнитудами до 7 баллов. Процессы перемещения материала по долинно-каньонной сети характеризуются следующими основными параметрами [2], представленными в таблице 2.

Ниже дается оценка устойчивости и риска инженерно-геологического освоения морского дна в каждом морфоструктурном районе континентального склона Черного моря.

Таблица 2.

### Параметры гравитационных процессов Западно-Черноморской ландшафтной области

Виды движений	Характер склонов	Скорость процесса	Объем пород, м <sup>3</sup>
Ползучесть (крип)	Пологие склоны	2-110 мм/год	10-1010
Мутьевые потоки	Склоны всех типов	0,1-1000 м/ч	10-106
Оползни блоковые	Склоны 6-400	0,001-100 км/ч	103-107

Для района эрозионно-аккумулятивных полого наклонных геосистем палеодолин Дунай - Днестровского междуречья, где углы наклона склона не превышают значений  $2-3^{\circ}$ , потенциально возможными источниками нарушения устойчивости ландшафтов являются мутьевые потоки и криповые перемещения пластичных масс осадков (рис.1). С учетом того, что эти факторы морфогенеза имеют постоянно действующий и не изменяющийся в течение современного времени характер, можно прогнозировать относительно устойчивое развитие ландшафтов этого района.

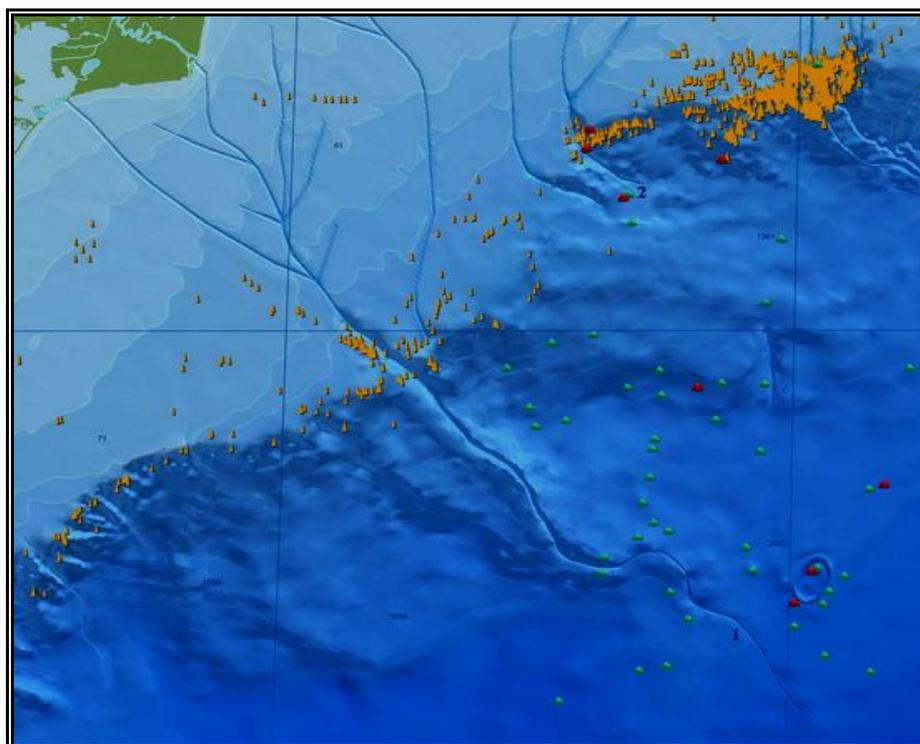


Рис. 1. Карта рельефа морского дна Западно-Черноморской морфоструктурной области [5].

Общая площадь района, без учета выдвинутых и плащеобразно покрывающих поверхность глубоководного ложа аккумулятивных накоплений, составляет около  $3200 \text{ км}^2$ , из которых приблизительно  $500 \text{ км}^2$  занимают пространства долинно-каньонных систем. Коэффициент пораженности его поверхности подводно-эрозионными процессами.  $K_q$  будет равен 0,15. Это означает, что выделенного района, относится к III (средней) категории интенсивности проявления процессов, а состояние устойчивости ландшафтов оценивается как «умеренное».

Большая подвижность пород связана с потерей их сопротивляемости сдвигу и резким снижением угла внутреннего трения в условиях полной обводненности осадков. В соответствии с [3] ниже приведены расчетные показатели основных разновидностей глинистых грунтов (таблица 2.).

Комплекс голоценовых отложений представлен глинистыми, суглинистыми, терригенными, с примесью ракуши и детрита материалом, сопоставимым по своим свойствам с приведенными в таблице разновидностями грунтов. Показатели натуральных измерений дают значения сопротивления сдвигу в  $0,02-0,049, 0,098 \text{ кг/см}^2$  (данные ПГО «Крымгеология»), что позволяет отнести их к текучим, текучепластичным и, отчасти, к мягкопластичным грунтам.

Процессы перемещения материала мутьевых потоков по долинно-каньонной сети захватывают территорию района площадью около 500 кв. км.

Таблица 2.

**Ориентировочные нормативные показатели сопротивляемости сдвигу (С, кГ/см<sup>2</sup>) и угла внутреннего трения (φ, град) глинистых грунтов [2].**

Состояние породы (консистенция)	Глина φ, град	Глина С, кГ/см <sup>2</sup>	Суглинок φ, град	Суглинок С, кГ/см <sup>2</sup>	Супесь φ, град	Супесь С, кГ/см <sup>2</sup>
Твердая	22	1,00	25	0,60	28	0,20
Полутвердая	20	0,60	23	0,40	26	0,15
Тугопластичная	18	0,40	21	0,25	24	0,10
Мягкопластичная	14	0,20	17	0,15	20	0,05
Текучепластичная	8	0,10	13	0,10	18	0,02
Текучая	6	0,05	10	0,05	14	0,00

Морфометрические характеристики рельефа составляют следующие значения: количество каньонов-17; углы наклона поверхности-2-30; средняя протяженность каньонов по склону-20 км, средняя ширина-1,3 км; средняя мощность голоценовых отложений, заполняющих каньонные системы - 3м; объем потенциально готовых к перемещению и, частично, перемещающихся донных осадков составляет около 1,3 куб. км. Показатель деформационных свойств (сопротивление сдвигу) донных осадков, относящихся к текучим и текучепластичным грунтам, составляет значения от 0,00 до 0,02 кГ/см<sup>2</sup>. За расчетные значения скорости перемещения масс мутьевых предлагается принимать данные Шепарда [4], оцениваемые в 10 см/сек.

На площади района выделено более тысячи газовых факелов, охватывающих территорию перегиба склона и его среднюю часть до отметок 400 м. Координаты полей, в пределах которых можно ожидать резко пониженное значение коэффициента устойчивости поверхности склона [6]. Общая площадь аномального газовыделения простирается на 60 км при ширине 25 км, охватывая 1500 кв км поверхности склона. Устойчивость донных осадков, в местах активного газовыделения, определяется своеобразным гидродинамическим эффектом восходящих потоков газовой-водной смеси из глубинных горизонтов. Гидродинамический эффект проявляется в давлении на массы грунта, вызываемом фильтрующей через него водой и газами и оказывающий на осадки взвешивающее воздействие. В таких условиях происходит резкое понижение сопротивляемости донных осадков, расчетное сопротивление которых изменяется от 0 до значения «менее 0,01 МПа». По степени благоприятности условий размещения техногенных объектов район обладает «особо неблагоприятными» и «неблагоприятными условиями». Предельно допустимые значения удельной нагрузки на грунты - менее 0,1 МПа.

Геосистемы района аккумулятивно - эрозионных ландшафтов каньона Палео-Каланчак. Основными видами воздействий на устойчивость геосистем являются процессы подводной эрозии, возникающие при перемещении мутьевых потоков и гравитационные процессы. Особые нагрузки на геологическую среду испытывают участки проявления газогидратов и аномальных газовыделений.

Общая площадь поверхности района составляет около 1800 кв км, площадь эродированных склонов около 1000 км, коэффициент общей подводно-эрозионной пораженности (К<sub>э</sub>) поверхности: 0,55. Приведенные значения позволяют отнести район к IV (сильной) категории по степени интенсивности проявления подводно-эрозионных процессов, а состояние устойчивости ландшафтов оценивается как «неблагоприятное»

Относительная оценка степени оползневого поражения склона может быть сопоставима с криповыми перемещениями склоновой поверхности в участках развития долинно-каньонных систем, площадь которых составляет более 50% от общей площади района. При таких параметрах коэффициент общей пораженности оползневыми процессами достигает значения 0,55, а выделенный район относится к IV (сильной) категории интенсивности проявления процессов. Состояние устойчивости ландшафтной среды оценивается как «неблагоприятное».

Процессы перемещения материала мутьевыми потоками по долинно-каньонной сети наиболее характерны для ландшафтов этого района. Общий объем масс, вовлеченных в медленные движения или потенциально готовых к перемещению, можно оценить в пределах 3,2 куб км (при средней мощности покровных голоценовых отложений 3м, общей средней протяженности 18 эрозионных врезов системы палео-Каланчака 40 км и средней ширины долин 1,5 км). Показатели деформационных свойств отложений: сопротивление сдвигу соответствует текучим и текучепластичным грунтам, а коэффициент деформации варьирует в пределах от 0,00 до 0,02 кГ/см<sup>2</sup>.

Для участков развития аномального газовыделения и проявления грязевого вулканизма безусловное влияние оказывают факторы загазованности и «разжижения» илистых осадков покровных горизонтов.

Устойчивость геозкологической системы Крымской области южного продолжения орогенных структур Горного Крыма обусловлена значительной дифференциацией геоструктурных, геоморфологических, сейсмогеологических, инженерно-геологических и других особенностей (рис.2).



Рис. 2. Карта рельефа морского дна морфоструктурной области южного продолжения структур Горного Крыма [5]. Условные обозначения см. на рис. 1.

Устойчивость геосистем Ломоносовского подводного массива определяется их приуроченностью к определенным ландшафтными зонам. Общая пораженность поверхности склона этого района подводно-эрозионными процессами ( $K_q$ ) при площади 950 кв. км и площади расчлененного рельефа в 366 кв. км составляет 0,385.

Таким образом, категория интенсивности проявления гравитационных процессов района относится к IV категории (сильная), а общая оценка состояния ландшафтной сферы как «неблагоприятная». Оценка устойчивости выполнялась с учетом выделенных ландшафтных зон.

Устойчивость ландшафтов верхней части склона практически сопоставима с районом Дунай-Днестровского междуречья, что позволяет отнести эту зону к территориям III (средней) категории по интенсивности проявления процессов, а состояние устойчивости оценивается как «умеренное».

Устойчивость геосистем, связанных с поверхностями, развитыми на коренных породах в средней и нижней частях склона, определяется несколькими факторами. Процессы морфогенеза сопровождаются здесь интенсивным проявлением неотектонических процессов и сейсмической активностью района. Для гравитационных процессов этой зоны наиболее характерны блоковые оползни и обвалы, развивающиеся на склонах крутизной 6-400, 500 и более. При таких процессах объемы перемещающихся пород могут достигать значений от 10–106 до 103-107 м<sup>3</sup>. Необходимо отметить, что наиболее вероятными объектами смещений являются массы рыхлых осадков, постепенно накапливающиеся на участках неравновесного профиля склона (выступы, карнизы, гряды и т.д.). Расчеты устойчивости грунтов склоновых поверхностей необходимо выполнять дифференцированно, с учетом параметров каждого отдельного оползневого блока. Высокая вероятность проявления сейсмической активности с вероятными максимальными магнитудами землетрясений 8 баллов и развитие крутых склонов представляется основанием отнести эту зону к территориям с IV (сильной) категорией интенсивности проявления обвальных явлений и «неблагоприятной» оценкой состояния ландшафтной сферы.

Ландшафты долинно-каньонных систем, развитых на осадочных четвертичных отложениях, характеризуются различными скоростями перемещения осадков, в связи с неравномерной крутизной склоновых поверхностей. В верхних участках каньонов происходит медленное стекание осадков, а нижележащие уровни вовлечены в движение потоков качения или скольжения. На выступах, с углами наклона поверхности свыше 25-300, происходит отрыв и постепенное сползание крупных, накопившихся к моменту отрыва, осадочных массивов со скоростями от 11 до 20 м/сек. Сопrotивляемость сдвигу текучепластичных и текучих осадков, заполняющих долинно-каньонные системы, составляет 0,05-0,1 для глинистых разностей и 0,02-для песчаных. Площадь развития мутьевых потоков составляет, ориентировочно, 366 кв. км, а расчетный объем осадков, потенциально перемещающихся по каньонным системам, может достигать 0,95-1 куб.км.

Выявленные на глубинах около 1500-1800 м гидроакустические аномалии, сопровождающиеся изменением теплового потока от 18 до 150 мВт/м<sup>2</sup>, приурочены к разжиженным и текучим илам в зоне подводной долины. На этих участках следует ожидать резкое снижение несущей способности грунтов в условиях «особо неблагоприятных» показателей устойчивости ландшафтов.

Геосистемы района гравитационно-тектонических крутосклонных ландшафтов Форосского выступа входят в состав трех субширотно ориентированных ландшафтных зон, общая площадь которых составляет 3975 кв. км. Площадь подводно-эрозионного расчленения поверхности склона подводными каньонами, представляющими собой узкие, но протяженные долины, заложенные по выходам коренных пород или по илистым осадкам, составляет около 2544 кв. км. Коэффициент подводного расчленения склона равен 0,64, что позволяет отнести площадь склона к территориям с «очень сильной» степенью интенсивности расчленения ее поверхности. Вместе с тем, для оценки общей устойчивости необходимо учитывать сейсмическую обстановку (приуроченность к Севастопольскому сейсмоактивному району), литологический состав донных осадков и структуру рельефа в каждой из выделенных ландшафтных зон.

Верхнюю часть склона составляют слабохолмистые ландшафты для которых не характерны процессы оползневых и криповых перемещений. В связи с этим интегральная оценка состояния устойчивости по интенсивности гравитационных процессов здесь может быть оценено как «умеренное».

Для ландшафтов, развитых на коренных отложениях с углами наклона поверхности 5,5-7,50 при ширине 4-5 км, характерно сочетание постоянно взаимодействующих аккумулятивных и эрозионных процессов, практически не оказывающих воздействия на эволюционный характер развития ландшафтов склона. В соответствии с этим состояние их устойчивости, в совокупности с высокими прочностными свойствами коренных пород, также можно определить как «умеренное».

Наиболее круто наклонная поверхность континентального склона с углами наклона от 7,5 до 21,50, представлена ландшафтами, развитых на разнообразных морских илах и коренных осадочно-вулканогенных породах. Для этой зоны устойчивость определяется потенциально повышенной интенсивностью расчленения рельефа, проявления блоково-оползневых и обвальных процессов в связи с высокими градиентами углов наклона поверхности склона. Эта ландшафтная зона отнесена к площадям с «весьма неблагоприятной» оценкой состояния среды.

Подводные осадки ландшафтов подножья склона, ограниченные глубоководным желобом, испытывают медленные криповые перемещения как по направлению от верхних участков склона к его подножью, так и по направлению «стока» подводной долины с запада на восток. При определении показателей их устойчивости необходимо учитывать также процессы перемещения материала по долинно-каньонным системам под воздействием донных течений. Для этих процессов характерны следующие параметры: скорость процесса составляет от 2 до 110 мм/год (криповые перемещения) и от 0,1 до 1000 м/час (мутьевые потоки); объемы пород, вовлеченные в перемещения составляют от 10 до 1010 м куб. (крип) и от 10 до 106 м куб. (мутьевые потоки). Устойчивость этой ландшафтной зоны находится в эволюционном состоянии (если не учитывать фактор сейсмичности). Балльность сейсмических событий здесь может достигать 8 баллов с периодичностью в 20, 50, и 100 лет, что вызывает на поверхности эффект силой в 8-9 баллов, т.е. превышающий пороговую для функционирования ландшафтов, сейсмическую активность.

Таким образом, интегральная оценка устойчивости для всего района не может быть оценена однозначно. Без учета сейсмичности, его можно оценить, в целом, как «умеренное» для верхних зон континентального склона и как «весьма неблагоприятное» для круто наклонной средней части. В случае проявления сейсмической активности, состояние ландшафтов будет характеризоваться как «весьма неблагоприятное» и даже «опасное» для всей поверхности склона этого района.

Геосистемы района структурно-денудационных и эрозионно-аккумулятивных крутосклонных ландшафтов Южнобережного сектора. Устойчивость геосистем определяется их приуроченностью к определенным морфоструктурам и морфоскульптурам, развитием долинно-каньонных систем. Коэффициент общей дислоцированности рельефа составляет для этого района значение 0,79 (при общей площади района - 4450 кв. км, площадь эрозионного расчленения составляет 3515 кв. км). Высокий показатель интенсивности подводной эрозии в сочетании с высокой вероятностью возникновения подводных оползневых и обвально-оползневых явлений позволяет отнести зоны развития подводных долинно-каньонных систем этого района к VI (весьма сильной) категории интенсивности проявления экзогенных процессов, а интегральная оценка состояния ландшафтной среды определяется как «опасная».

К верхней прибрежной части склона, осложненной крутосклонными тектоническими уступами и грядами, приурочены ландшафты, развитые на глубинах от 90 до 470-490 м. Поверхность имеет уклоны от 5,5 до 17-300 и отличается развитием активных субширотных сбросов. В таких условиях устойчивость ландшафтов нарушается в связи с образованием блоковых оползней и интенсивным перемещением мутьевых потоков в верховьях эрозионных амфитеатров и по тальвегам каньонов. Наиболее подвержены таким процессам зоны резких изменений простираний верхнего уступа континентального склона (Ялтинский и Алуштинский эрозионно-гравитационные мегацирки). Особого внимания заслуживает ландшафтная структура Ялтинского выступа - карниза, находящегося в потенциально неравновесном состоянии [7]. Общая площадь выступа охватывает более 65 кв. км, а мощность рыхлых осадков антропогена, которые могут быть вовлечены в обрушение, достигает в нижней части склона 400 м. Таким образом, масштабы возможного смещения могут иметь катастрофические последствия, так как объемы нестабильных осадков оцениваются в десятки куб. км [8].

Полого наклонные ландшафты зоны спокойной аккумуляции алевро - пелитовых осадков, развитые в интервале глубин от 350 до 600 м, включают в себя также отдельные подводно-грядовые ступени рельефа. Относительно невысокие углы наклона поверхностей способствуют преобладанию процессов аккумуляции и, таким образом, устойчивость ландшафтов этой зоны может нарушаться только при явлениях криповых перемещений осадков в условиях нарушения динамического профиля равновесия. Приведенные данные позволяют оценивать интенсивность проявления гравитационных процессов этой зоны как «среднюю», а состояние ландшафтной среды как «умеренное».

Ландшафты на субгоризонтальных или слабонаклонных поверхностях подножья склона расположены в интервалах глубин от 600 до 2000 м. На их устойчивость в значительной мере могут оказывать влияние сейсмоактивные процессы, так как они расположены в области Ялтинско-Алуштинского сейсмогенного участка. Эта зона может быть отнесена к участкам с пороговой для ландшафтов балльностью землетрясений в 7 - 8 баллов.

Зоны сноса и транзита осадков по подводным долинно-каньонным системам являются наименее устойчивыми для этого района. В верхней части каньонов преобладает медленное «стекание» рыхлых осадков, превращающееся в относительно быстрое смещение отдельных горизонтов на участках с углами наклона 25-300 в виде оползней, оседаний и сползаний. В средней и нижней частях склона преобладают процессы движения суспензионных потоков под воздействием сил гравитации и донных течений. Для таких ландшафтов характерен также эффект денудации и боковой эрозии и тальвегов. В зонах подножья континентального склона возможно развитие процессов оплывания осадков. Перечисленные факторы свидетельствуют о нестабильном состоянии устойчивости ландшафтов, что позволяет отнести их к участкам с «очень сильной» и «весьма сильной» интенсивностью проявления экзогенных геологических процессов, т.е. с «весьма неблагоприятной» и «опасной» оценкой состояния ландшафтной среды.

Устойчивость геосистем района эрозионных и аккумулятивных полого наклонных ландшафтов Феодосийской сектора определяется доминирующей ролью экзогеодинамических процессов, создающих современный морфоструктурный и морфоскульптурный облик подводных орогенных систем и подводных аккумулятивных равнин. Коэффициент интенсивности подводно-эрозионного расчленения района составляет 0,6 при общей площади 6050 кв.км и дислоцированной поверхности в 3630 кв. км, что позволяет отнести этот район к площадям с «сильной» (IV категория) степенью проявления подводной эрозии, а, учитывая возможность развития подводно - оползневых и денудационных процессов в отдельных зонах, состояние устойчивости отдельных ландшафтов может быть оценено как «неблагоприятное».

В соответствии с выделенными ландшафтными зонами оценка устойчивости ландшафтов может быть рассмотрена следующим образом.

Устойчивость ландшафтов крутой верхней части западного фланга района здесь определяется потенциальной возможностью проявления блоковых оползней и опусканий, которые имели место в этом районе на рубеже новозэксина. Для этой зоны состояние устойчивости оценивается как «неблагоприятное». Для восточного фланга, где динамический профиль склона уже восстановлен и в обозримом будущем не будет претерпевать каких либо кардинальных изменений, состояние ландшафтной среды может быть оценено как «умеренное».

Ландшафты поверхностей, развитых в средней и нижней зонах склона, в значительно меньшей степени подвержены деструктивным процессам, в силу их однообразного литологического состава и выровненного рельефа. В этой связи устойчивость склона связана в основном с углублением или боковой эрозией уже созданных ранее подводных долин и их притоков. Таким образом, состояние ландшафтной среды для этой зоны также сопоставимо с оценкой «умеренное».

Ландшафты поверхностей днищ и склонов подводных долин и каньонов не имеют здесь резко выраженных граней и уступов рельефа, что свидетельствует об отсутствии активных неотектонических и современных движений, которые могут оказывать существенное влияние на устойчивость. Состояние устойчивости ландшафтов этой зоны можно оценить как «умеренное» в «водораздельных» участках, примыкающих к долинно-каньонным системам, и только в самих долинах как «неблагоприятное».

Устойчивость геоэкологической системы Керченско-Таманской области погребенных палеоделът. Геосистемы этой области древних аллювиально-пролювиальных погребенных отложений палеоделът сформировались и продолжают формироваться в виде единого слившегося комплекса пролювиальных шлейфов и конусов выноса (рис.3).



**Рис. 3.** Карта рельефа морского дна Керченско-Таманской морфоструктурной области конусов выноса палеорек Приазовского палеобассейна

Устойчивость ландшафтов этой области практически полностью определяется масштабами медленных криповых и оползневых перемещений как площадного, так и линейного характера и объемами материала, сносимого в виде твердого стока по подводным долинно-каньонным системам к подножью континентального склона. По оценкам Е.Ф. Шнюкова [9], скорость осадконакопления в Керченском проливе составляет 5,9 мм/год, что значительно превышает темпы аккумуляции на шельфе южнобережной зоны Крыма (0,4-0,6 мм/год). В общем балансе вещества, сносимого на поверхность континентального склона, участвуют продукты разрушения берегов пролива, терригенный аллювиальный материал палеорек Северного Приазовья, а также отмершие продукты жизнедеятельности лиманно-морских организмов. Безусловно, скорости седиментогенеза в области континентального склона и глубоководной впадины отличаются от таковых в зоне Керченского пролива, тем не менее, согласно [2], темпы осадконакопления позднечетвертичных отложений (в периоды регрессий Черного моря) могли достигать здесь значений 1,5-2 мм/год. Общая мощность антропогенных дельтовых накоплений древних конусов выноса палео - рек Керченско - Таманского сектора континентального склона составляет 2,5 км.

При общей площади территории, составляющей 5960 кв. км, коэффициент подводного расчленения достигает значения 0,74. Согласно таблице 2., интенсивность проявления процессов подводной эрозии может быть оценена как «весьма сильная», а в сочетании с проявлениями оползневых и криповых процессов, состояние ландшафтной среды представляется как «опасное» (VI категория интенсивности проявления гравитационных процессов на континентальном склоне). Эти показатели обусловлены также и «некомпетентностью» мягкопластичных и текучепластичных пород, слагающих континентальный склон. Для ландшафтов, где углы наклона склона относительно невысокие, скорости криповых перемещений, как источников нарушения его устойчивости, могут достигать значений 2-110 мм/год, а объемы перемещающихся пород-10-1010 м<sup>3</sup>. Ориентировочные нормативные показатели значений сопротивления сдвигу - основного показателя консистенции донных осадков составляют 0,02 - 0,049, 0,098 кГ/см<sup>2</sup>. Дополнительным фактором, обуславливающим нестабильность донных осадков и их низкую сопротивляемость к сдвигу, служит непрерывность движения подводных суспензионных потоков, действующих из акватории Керченского пролива. Процессы перемещения мутьевых потоков и, как следствие этих процессов, накопление, огромных по своим масштабам, слившихся конусов выноса материалов твердого стока.

Последними исследованиями в пределах области установлено широкое развитие грязевых вулканов и проявлений аномального газовыделения. Наличие этих объектов обязательно должно учитываться при проектировании и строительстве ответственных объектов.

Потенциальным источником нарушения устойчивости ландшафтов является сейсмичность территории. В акватории Керченского пролива существовали исторические землетрясения с магнитудой в 9 баллов [69]. Этот фактор нельзя не учитывать при общей оценке устойчивости ландшафтов.

На основании приведенных фактов, общую оценку устойчивости ландшафтов Керченско-Таманской ландшафтной области следует признать как «весьма неблагоприятную», а на участках развития долинно - каньонной сети, особенно в районе Кубанского палеоканьона как «опасную», что не позволяет рекомендовать размещение ответственных народнохозяйственных объектов.

## **Выводы**

В связи с бурным развитием освоения шельфа и глубоководных зон Черного моря, строительством гидротехнических сооружений, установкой опор буровых платформ и бурением скважин, прокладкой нефтегазопроводов и линий кабельной связи все большую актуальность приобретает проблема устойчивости морских геосистем, инженерно-геологических условий их формирования и физико-механических характеристик литогенной основы морфоструктур.

Устойчивость морских геосистем определяется свойствами осадков, слагающих эрозионно-аккумулятивные, аккумулятивно-эрозионные, структурно-денудационные, гравитационные поверхности рельефа континентального склона, активизацией современных тектонических движений и проявлениями сейсмичности, процессов донной эрозии, оползнеобразования, каньонобразования. Отдельным видом негативных процессов является газовый и грязевой вулканизм, который вызывает разжижение и загазованность донных осадков, нарушения их гидродинамической устойчивости.

Эти особенности общей устойчивости геосистем нельзя не учитывать при проектировании и размещении ответственных сооружений, в т.ч. гигантских трубопроводов с углеводородным сырьем, потенциально опасных в геологическом отношении.

## **Литература**

1. Карта рельефа дна Черного и Азовского морей м-ба 1:1250000 / Н. В. Багров, Е. Ф. Шнюков, Н. А. Маслаков и др. – ГНУ «Отделение морской геологии и осадочного рудообразования» НАН Украины, Таврический

- національний університет МОН України, НИЦ «Технології устойчивого розвитку» ТНУ, Симферополь, 2012
2. Пасынков А. А. Морфоструктурне районування Азово-Чорноморського басейну України та перспективи його освоєння. Автореферат на здобуття наукового ступеню доктора геологічних наук / А. А. Пасынков. – К. : ІГН НАН України. 2013.- 42 с.
  3. Современные геологические процессы на Черноморском побережье СССР / [под ред. А. И. Шеко]. М. : Недра, 1976. - 184 с.
  4. Процессы накопления и состав глинистых осадков шельфа северо-западной части Черного моря / П. Н. Куприн, Ф. А. Щербаков, З. П. Бурмистрова, А. Я. Шевченко– Комплекс. исслед. природы океана. 1973, вып. 4. - С. 48-56
  5. Шепард Ф. Подводные морские каньоны / Ф. Шепард, Р. Дилл – Л. : Гидрометеиздат, 1972. - 343 с.
  6. Карта рельефа дна Черного и Азовского морей м-ба 1:1250000 / Н. В. Багров, Е. Ф. Шнюков, Н. А. Маслако и др. – ГНУ «Отделение морской геологии и осадочного рудообразования» НАН Украины, Таврический национальный университет МОН Украины, НИЦ «Технологии устойчивого развития» ТНУ, Симферополь, 2012
  7. Геоэкология Украинского сектора глубоководной зоны Черного моря / А. В. Емельянов, А. А. Пасынков, Л. А. Пасынкова, О. В. Прохорова. – Киев изд-во «Академперіодика»2013. – 350 с..
  8. Пасынкова Л. А. Некоторые особенности проявления новейших тектонических процессов на Крымском континентальном склоне Черного моря / Л. А. Пасынкова, О. Г. Сиденко // Материалы Международной региональной конференции “Проблемы экологии и рекреации Азово – Черноморского бассейна”. – Симферополь: Изд-во СГУ, 1994. - С.146-149
  9. Шейдеггер А. Е. Физические аспекты природных катастроф / Шейдеггер А. Е. – М. : Недра. 1981. 232 с. Пер. изд. Нидерланды, 1975
  10. Геология шельфа УССР. Керченский пролив. Наук. думка, - Киев – 1981. - 158 с.

**Анотація** А. А. Пасынков, Л. А. Пасынкова **Стійкість морських геосистем глибоководних зон Чорного моря. Перспективи раціонального освоєння басейну в світлі морфоструктурного районування набувають особливого значення в трьох практичних аспектах: нарощуванні мінерально-сировинної бази України, встановленні ступеня сталості морських геосистем при будівництві підводних і надводних об'єктів, визначенні специфічних геоecологічних характеристик у кожному районі для мінімізації негативного впливу на аквальні екосистеми.**

*Основними джерелами деструктивних явищ і процесів є гравітаційні процеси, порушення режиму переміщення матеріалу по долинно-каньйоним системам, прояви аномального газовиділення і грязьового вулканізму, можливі прояви сейсмічної активності з максимальними магнітудами до 7 балів.*

**Ключові слова:** морфоструктури, стійкість, ризики інженерно-геологічного освоєння, ендо-та екзогеодинамічні процеси, газовиділення, грязьовий вулканізм.

**Abstract.** A. Pasyнков, L. Pasynkova **Stability of Marine Geosystems deep zones of the Black Sea. The perspectives of the basin explorations and of the rational developing of the sea bottom, from the standpoint the morphostructural differentiation of the region takes on special significance in three practical aspects: steady raising of the mineral-raw material base of Ukraine, determination of the stability rating of the marine geosystems for building underwater and over water objects, determination of the specific geo-ecological characteristics in every region for minimization of the negative influence on the aquatic ecosystem.**

*The main sources of destructive phenomena and processes are gravitational processes, violation of material moving through the valley canyon systems, abnormal manifestations of gas and mud volcanism, possible manifestations of seismic activity with maximum magnitudes up to 7 points.*

**Keywords:** morphological structure, stability, risks of geotechnical exploration, endo-and exogeodynamic processes of gas, mud volcanism.

Поступила в редакцію 17.02.2014 г.