

Пасынкова Л.А.

ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАНДШАФТНЫХ ГЕОСИСТЕМ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА ЧЕРНОГО МОРЯ

Под устойчивостью ландшафтных геосистем континентального склона, в данной работе, понимается способность геосистем сохранять свойственную им структуру и свойства в условиях активного природного (эндо - и экзогеодинамического) и антропогенного воздействия. Разнообразие природных факторов, определяющих их функционирование и саморегуляцию в сочетании с особенностями компонентного состава, обусловило неравномерное развитие во времени и пространстве отдельных природно-территориальных комплексов континентального склона, соотносимых с выделенными ландшафтными районами.

Структура глубоководных ландшафтов динамична, однако изменения ее во времени носят особый характер. Для геосистем континентального склона динамические изменения периодичны и связаны преимущественно с глобальными процессами: эпохами регрессий и трансгрессий, периодически повторяющимися землетрясениями. Циклические изменения связаны с эвстатическими колебаниями уровня моря, циклонической и апвеллинговой циркуляцией морских вод, биогеохимическими и гидрохимическими процессами, определяющими общий круговорот вещества в геосистемах. Доминирующими во временном диапазоне являются ритмические изменения, вызывающие повторение качественных состояний «переменных составляющих» геосистем континентального склона через разные промежутки времени. Периоды их релаксации зависят от состояния компонентов системы, ее структуры, масштабы развития природных процессов и общей устойчивости.

Устойчивость геосистем континентального склона Черного моря полностью определяется геоструктурными особенностями региона, гидрогеодеформационными свойствами основных компонентов рельефа и литогенной основы, взаимодействующих с гидросферным окружением.

Антропогенная нагрузка на глубоководные геосистемы континентального склона в настоящее время не является доминирующей, однако уже в ближайшем будущем возможен резкий качественный и количественный рост народнохозяйственного освоения глубоководных зон в связи с эксплуатацией месторождений полезных ископаемых (в основном углеводородного сырья) и проложением транспортных систем.

Абиогенный характер глубоководной среды континентального склона позволяет сократить число показателей устойчивости геосистем, выделив, прежде всего, ее абиотическую составляющую.

Ведущая роль в природном воздействии на компоненты ландшафта принадлежит эндо - и экзогеодинамическим факторам, так как именно с ними связано изменение рельефа морского дна, условий осадконакопления, геохимическое и диагенетическое преобразования осадков.

Эндогенные факторы проявляются в неотектонических, новейших и современных тектонических

движениях; сейсмической активности, процессах грязевого вулканизма и аномального газовыделения. Экзогенные факторы определяют характер денудации, седиментации и аккумуляции морских осадков, развитие аккумулятивных, оползневых, эрозионных и других форм рельефа.

Основным результатом эндо - и экзогенного воздействия являются преобразования, связанные с изменением динамических профилей равновесия континентального склона и его рельефа. Нарушения как динамической, так и статической устойчивости геосистем могут быть постепенными или катастрофическими, в зависимости от принадлежности их к одной из четырех выделенных групп ландшафтов: условно постоянных (устойчивые геосистемы), условно равновесных (условно устойчивые геосистемы), динамически пассивно развивающихся (сукцессионные геосистемы), динамически активно развивающихся (деструктивные геосистемы) (Пасынкова Л.А., 1999). Полное нарушение устойчивости, возникающее как при локальных перестройках структуры ландшафтов, так и при стихийных бедствиях-катастрофах, связано, прежде всего, с гравитационным перемещением масс донных осадков. Масштабность процесса определяется, с одной стороны, его скоростью, направлением движения, объемами перемещающихся горных масс, а с другой стороны -- геоструктурным положением района, инженерно - геологическими свойствами отложений и морфометрическими характеристиками рельефа морского дна.

Таким образом, представляется возможным оценить степень устойчивости ландшафтных геосистем континентального склона на основе определенных критериев, разработанных с учетом нормативных документов.

Общие критерии геодинамической устойчивости ландшафтных геосистем

В инженерной геологии для оценки и прогноза устойчивости склонов в прибрежных и шельфовых зонах Украины применяется методика И.П. Зелинского (1993), базирующаяся на сопоставлении полей напряжений и прочности пород, связанных коэффициентом устойчивости. Коэффициент устойчивости представляет собой отношение прочности грунта к максимальному касательному напряжению и определяется по формуле.

$$K = \frac{P \times \cos \alpha \times \operatorname{tg} \varphi + C \times l}{P \times \sin \alpha + P \times B}, \quad (1)$$

Где K - коэффициент устойчивости склона;

P - вес расчетного блока склона;

α - крутизна склона;

C - сцепление грунта;

l - длина плоскости скольжения;

φ - угол внутреннего трения грунтов;

β - коэффициент сотрясения от землетрясений (учитывается при оценке сейсмической устойчивости склонов).

Этот показатель является основным критерием устойчивости поверхностей континентального склона. Вместе с тем, для определенных процессов и явлений необходимо учитывать специфические особенности преобразования рельефа местности и его литогенной основы, как основных компонентов ландшафтных геосистем и связывать коэффициент устойчивости с показателями активности проявления этих процессов, которые могут произойти в определенных ландшафтных районах континентального склона.

Динамические изменения структуры ландшафтов связаны, в первую очередь, с эндогеодинамическими и экзогеодинамическими факторами функционирования геосистем., основными из которых являются следующие.

Гравитационные процессы

Движения масс горных пород на континентальном склоне характеризуется скоростью движения, которая изменяется от весьма медленных до быстрых и катастрофических смещений огромных объемов донных осадков. Эти процессы определяют степень денудации, участвуют в транспортировке и транзите пород, смещениях их на низший уровень. В связи с современной тектонической активностью отдельных участков континентального склона и наличием постоянно-действующих мутьевых потоков здесь происходят подводно-оползневые и обвально-оползневые разрушения ландшафтов.

Показателями активности гравитационных процессов служат: скорость движения (мм/год) и объем пород, вовлеченных в движение (м³), зависящие от видов движений и характера склона (углов наклона поверхности). Эти характеристики связаны между собой в соотношениях, представленных в таблице 1.

Характеристика гравитационных процессов континентального склона (Шеко А.И., 1976)

Таблица 1

Виды движений	Характер крутизны склонов	Скорость процесса	Объем пород, м ³
Ползучесть (крип)	Пологие	2-110 мм/год	10-10 ¹⁰
Мутьевые потоки	Все типы	0,1-1000 м/ч	10-10 ⁶
Оползни блоковые	6-40°	0,001-100 км/ч	10 ³ -10 ⁷
Обвалы	более 50°	0,001-300 км/ч	10-10 ⁶
Осыпи	более 50°	0,001-100 км/ч	10-10 ⁴
Провалы	Все типы	1-10 м/ч	10-10 ⁴
Опускание поверхности	Все типы	0,2-30 мм/год	10 ⁷ -10 ¹⁰
Сдвигание поверхности	Все типы	0,2-500 мм/год	10 ⁴ -10 ⁸

Общая пораженность территории гравитационными процессами определяется коэффициентом, рассчитываемым по формуле (Шеко А.И., 1976):

$$K_q = F_q / F \quad (2)$$

где K_q-коэффициент обвально - оползневой пораженности;

F_q- площадь поражения оползнями и обвалами;

F - общая площадь района.

Этот коэффициент может принимать значения

от 0 до 1. Интенсивность проявления гравитационных процессов на континентальном склоне может быть оценена на основании следующих критериев, разработанных на основе «Таблицы классификации проявления процессов по их интенсивности», (ВСЕГИНГЕО, 1968) (Таблица 2).

Изменение динамического профиля равновесия поверхности континентального склона.

Изменение профиля склона связано с взаимообусловленными процессами аккумуляции и денудации. Разрушение подводного рельефа ведет к образованию отрицательных форм, но последующий перенос и переотложение материала приводит к появлению аккумулятивных тел. Таким образом, природные рельефообразующие факторы компенсируют взаимно противоположные по знаку процессы и вновь приводят геосистему к равновесному состоянию. В случае катастрофических событий последствия нарушения равновесного состояния носят необратимый характер. По В.П. Зенковичу (1946), равновесное состояние склона не связано со строго фиксированными формами его поверхности, так как с течением времени они постоянно изменяются. В процессе развития ландшафта достигается некоторое соответствие между уклонами склона, интенсивностью денудации и аккумуляции. Это состояние эволюционирует в качестве профиля достигнутого равновесия, изменяющего свою форму от крутого до отлогого. Таким образом, равновесный профиль не является постоянным, а существующее равновесие является динамическим в течение действия каких либо определенных факторов. Полная динамическая стабилизация поверхности склона зависит также и от равновесного чертания продольных зональных границ континентального склона, к которым относятся: бровка верхнего уступа, региональные уступы выделенных морфогенетических поверхностей, бровки затопленных или сброшенных древних береговых уступов. Их стабилизация зависит как от вдоль-склоновых литодинамических процессов в верхней части склона, так и от процессов денудации и аккумуляции в средней и нижней частях. Как и для современных береговых линий, такие очертания представляют собой сочетание равновесных (уже денудированных) дуг, вогнутых в сторону берега, и выступающих блок - массивов, находящихся в статичном или динамически пассивном состоянии.

Если принимать фоновые (современные относительно стабильные) значения параметров профиля динамического равновесия континентального склона в качестве показателей естественного природного состояния, то их изменения могут определять нарушенность структуры ландшафтов и характер эволюции геосистем. Согласно Зенковичу И.П., 1946, такими показателями для шельфовых зон являются морфометрические характеристики потоков наносов: длина, ширина, емкость. Применительно к условиям континентального склона, где терригенный материал, в отличие от разнонаправленных береговых литодинамических потоков, перемещается под действием сил гравитации к его подножью, наиболее интегральным (качественным и количественным) показателем интенсивности

изменения динамического профиля склона будет являться емкость денудированного материала ($m^3/единица\ времени$), т.е. максимальный его объем, способный перемещаться в единицу времени по поверхности склона в конкретных ландшафтных геосистемах и при определенных условиях, определяемых активностью современных экзо- и эндогеодинамических процессов. Дополнительным качественным показателем служит также форма профиля склона: выпуклая, вогнутая и т.д.

Таким образом, критериями интенсивности процессов изменения равновесного состояния ландшафтных геосистем является емкость материала, перемещающегося в настоящее время или потенциально готового к перемещению.

Процессы перемещения материала в долинно - каньонных системах

Отложения подводных долинно-каньонных систем являются нестабильной и, зачастую обводненной, гетерогенной смесью, состоящей из минерального

материала и органического детрита. В этой связи, традиционные модели теории механики грунтов могут быть использованы только как вспомогательные при оценке определенных реакций среды на изменение условий функционирования ландшафта. Деформация отложений в таких системах может происходить, согласно Ф. Шепарду (1972), двумя путями: пластичной перегруппировкой частиц минерального вещества, разрывом связей в точках контакта.

Многолетние наблюдения за процессами перемещения донных осадков в каньонах, выполненные Ф. Шепардом, позволили выделить несколько типов подводных перемещений:

- медленное гравитационное стекание всей массы осадка, накапливающегося в вершине каньона;
- относительно быстрое смещение на небольшие расстояния по склону отдельных осадочных горизонтов в виде оползней, оседаний и сползаний;
- движение осадков под воздействием донных течений;
- движение потоков качения или скольжения на участках склона, обладающего углами наклона, превышающих углы естественного откоса.

Согласно (Зелинский И.П., 1993), нарушения устойчивости массы осадков, состоящих из отложений ряда: илы-пески, определяются их прочностными свойствами, основным из которых является сопротивление сдвигу, устанавливаемое по формуле:

$$S=C+(v_s z - u_w) \operatorname{tg} \Phi, \quad (3)$$

где S-сопротивление сдвигу осадка;

C-сцепление осадка;

Φ -угол внутреннего трения осадка;

v_s -удельный вес осадка под водой;

z-глубина данного слоя под свободной поверхностью осадка;

u_w -избыточное гидростатическое давление поровой воды в точке приложения усилий.

Механизм относительно быстрых перемещений материала по склону каньона объяснен Кьеллманом (Kiellman, 1955) В случае скопления больших масс рыхлого материала на край относительно стабильного накопления в верховьях каньона происходит оползневое смещение или оседание осадков. С началом процесса оседания устойчивых откосов, массы осадков приобретают «...тенденцию к оба-

Критерии интенсивности проявления гравитационных процессов на континентальном склоне

Таблица 2

Категории	Общая оценка интенсивности проявления процессов	Интенсивность проявления оползней, Кq	Интенсивность проявления обвальных явлений, Кq	Интенсивность проявления подводной эрозии, Кq	Интегральная оценка состояния ландшафтной среды
I	Весьма слабая	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	Фоновое
II	Слабая	0,01-0,1	0,01-0,1	0,01-0,1	Благоприятное
III	Средняя	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	Умеренное
IV	Сильная	0,3-0,6	0,3-0,6	0,3-0,6	Неблагоприятное
V	Очень сильная	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	Весьма неблагоприятное
VI	Весьма сильная	0,7-0,8 и более	0,7-0,8 и более	0,7-0,8 и более	Опасное

лам в виде ряда последовательных сползаний, продолжающихся до тех пор, пока уклон осадочного массива не сократится ровно настолько, сколько необходимо чтобы сопротивление сдвигу массы осадка превышало действующую вниз по каньону составляющую сдвигающего напряжения». Крутизна поверхностей отрыва оползневых тел оценивается значениями 25-30° и более. Скорость гравитационных потоков в каньонах различна и изменяется от незначительных значений в 11 см/сек до экстремально высоких: 20 м/сек.

Условием медленного перемещения осадков (оплывания) является превышение силы тяжести осадков над сопротивлением массы наносов пластическому течению. Неслоистые осадки, отлагающиеся с первоначальным уклоном, близким к углу естественного откоса, даже при незначительном уменьшении их внутреннего сопротивления, теряют свою устойчивость, а склон приобретает нестабильное состояние. В условиях континентального склона Черного моря, дополнительным фактором воздействия на активность процессов перемещения наносов служит обводненность осадков, заполняющих палеоречные каньоны. Феноменальным явлением, развивающимся только в участках долинно-каньонных систем, является подводная эрозия стенок и днищ каньонов, а также заполняющих их осадков, рыхлым перемещающимся материалом, в частности песчаными потоками, играющими роль своеобразных абразивных продуктов. Этот процесс возможен только в условиях постоянного поступления материала и превышения уклонов дна над углами естественного откоса. Нарушение этих условий приводит к остановке потока и появлению одиночных и наложенных конусов выноса.

Подводя итог краткому обзору условий развития процессов, формирующих долино - каньонные системы, мы приходим к выводу о том, что основными критериями устойчивости их ландшафтных геосистем являются:

-морфометрические характеристики рельефа (углы наклона поверхности, размеры, массы и объемы смещающихся или потенциально готовых к смещению донных осадков);

-показатель деформационных свойств донных осадков - сопротивление сдвигу;

-скорость перемещения масс мутьевых потоков.

Сейсмическая активность

Украинский сектор континентального склона Черного моря входит в состав Крымского сейсмоактивного региона Альпийской сейсмогенной зоны, характеризующегося местными очаговыми зонами землетрясений, приуроченных к зонам раздела тектонических блоков. Границы раздела испытывают контрастные дифференцированные тектонические движения и обладают максимальными механическими напряжениями, возникающими в земной коре и литогенной основе флексуры континентального склона. Очаги Крымских землетрясений сосредоточены в нескольких сейсмоактивных районах: Севастопольском, Ялтинско - Алуштинском, Судакско - Феодосийском, Керченско - Таманском. Западно - Черноморская область испытывает влияние от сейсмически активных зон, расположенных в Румынии. Периодичность повторения сотрясений в Крымском регионе составляет, для 8-балльных землетрясений 20, 50, 100 лет (Шеко А.И., 1976), а их магнитуды вызывают на поверхности склона эффект силой в 8-9 баллов. В Западном Причерноморье возможны землетрясения силой в 7 баллов, приуроченные к району погребенных палеоделт Палео - Дуная.

Балльность события, которое может вызвать необратимые изменения рельефа или экологического состояния геосистем, является основным критерием сейсмогенного воздействия на устойчивость ландшафта. Существующие классификации интенсивности землетрясений на основе 10 и 12 балльной шкалы представляют собой различные модификации, усовершенствующиеся с течением времени. Эти классификации мало отличаются и могут быть представлены в следующем обобщенном виде (Шейдеггер А.И., 1981)

1-4 балла: слабые, не вызывают разрушений;

5-7 баллов: сильные, на суше разрушают ветхие постройки, отмечается сильная вибрация;

8 баллов: разрушительные, на суше падают фабричные трубы, частично разрушаются прочные здания;

9 баллов: опустошительные, на суше разрушается большинство зданий, появляются значительные трещины на поверхности Земли;

10 баллов: уничтожающие, разрушаются мосты, разрываются трубопроводы, происходят оползни;

11 баллов: катастрофы, разрушение всех сооружений, изменение ландшафта;

12 баллов: сильные катастрофы, большие изменения рельефа местности на обширном пространстве.

Безусловно, приведенные балльные оценки являются основными критериями сейсмической активности и относительными показателями общей устойчивости ландшафтных геосистем континентального склона. Вместе с тем, необходимо отметить следующее: появление значительных трещин и оползней уже свидетельствуют об изменении ландшафта и, таким образом, пороговая балльность критического состояния ландшафта, по данной классификации, должна оцениваться в 8 баллов, а с учетом того, что даже простое гидродинамическое воздействие от глубоководных аппаратов на нестабильные морские осадки может вызвать локальные склоновые лавинообразные процессы, это значение необходимо снизить до 5 - 7 баллов, то есть до значений, при которых возникает ощутимая вибрация и сотрясение поверхности морского дна.

На скальных породах сейсмическое воздействие наименьшее, в отличие от мягких грунтов, где повреждения значительно сильнее. Особенно сильные разрушения связаны с обводненными мягкими и насыпными (для континентального склона - перемещенными) грунтами. По А.Е. Шейдеггеру (1981), участки, сложенные прибрежными песками, испытывают максимальный эффект, превышающий в 3,5 раза действие землетрясений на скальные породы. Интенсивность эффекта снижалась на участках, подстилаемых более древними и консолидированными породами.

Приведенные факты свидетельствуют о неоднозначности применения указанной классификации к критериям устойчивости ландшафтных геосистем. В этой связи представляется более целесообразным выделение критериев на основе коэффициента устойчивости, который определяется по формуле 1. При этом в расчетную формулу вводятся значения сейсмического коэффициента β , соответствующие потенциальной балльности возможных землетрясений (п.21 СН 8-57,1957) для землетрясений силой 7 баллов - 1/40; силой 8 баллов - 1/20 и 9 баллов - 1/10. Такой подход включает в себя рассмотрения параметров инженерно-геологических свойств донных осадков и морфометрических показателей рельефа морского дна. Вместе с этим, условием определения коэффициента устойчивости является необходимость выполнения дифференциации поверхности склона на отдельные участки, имеющие в качестве расчетных единиц осредненные ландшафтные показатели. Такими участками являются таксоны проведенного ландшафтного районирования, наиболее полно отражающие все геологоструктурные, инженерно-геологические, литологопетрографические, геоморфологические и другие особенности геосистем (Пасынкова Л.А., 1999).

Процессы грязевого вулканизма и аномального газовыделения.

В ландшафтных геосистемах континентального склона эти процессы обычно взаимосвязаны между собой сетью геоструктурных отношений. Их проявления связаны с тремя общими негативными последствиями нарушения устойчивости ландшафтов:

-объекты грязевого вулканизма и аномального газовыделения приурочены к тектонически ослаб-

ленным зонам и участкам проявления глиняного диапиризма, что влечет за собой разжижение пород и резкое ухудшение инженерно-геологических и прочностных свойств донных осадков;

-значительные объемы излившейся грязевой массы и извергающегося газа могут оказать негативное воздействие на коммуникации и объекты народнохозяйственного освоения морского дна, расположенные вблизи этих объектов;

-высокие содержания отдельных поллютантов, среди которых могут присутствовать и токсичные вещества.

Таким образом, критериями устойчивости ландшафтных геосистем континентального склона, расположенных в пределах районов развития грязевулканических и газовыделяющих процессов, являются:

-фактическое наличие аномальных объектов, что уже предполагает необходимость проведения дополнительных исследований инженерно - геологических свойств донных осадков для составления заключения о возможности хозяйственно-техногенного освоения площади;

-ширина охранной зоны, в пределах которой возможно освоение площади, зависящая от морфометрических характеристик аномальных структур;

-коэффициент концентрации загрязняющих веществ, определяемый отношением концентрации загрязняющих веществ к их предельно допустимым значениям;

-расчетное сопротивление донных осадков, p_0 (МПа), нормативные значения которого определяют, (согласно Дублянской Г.Н. и др. 1993), степень благоприятности условий размещения техногенных объектов. При значениях МПа, равными 0,015, условия считаются благоприятными; при 0,01 - 0,015 МПа - неблагоприятными, при p_0 менее 0,01 - особо неблагоприятными;

-для массы излившихся продуктов грязевого вулканизма, создающих вновь образованные формы рельефа, необходимо привлечение следующих параметров: объем (m^3), ширина (м), длина (м), высота (м). При возведении на них каких либо сооружений критериями устойчивости поверхности склона будут являться показатели удельной нагрузки на грунты (СНиП II - 6 - 74, 1976) МПа. При удельной нагрузке, равной 0,1 МПа, возможно сооружение объектов III класса; при 0,1 - 0,3 МПа - II класса, а при нагрузках более 0,3 МПа - I класс;

-основной критерий оценки устойчивости поверхности склона на участках аномального газовыделения: предельно допустимые значения расчетного сопротивления осадков (0,015; 0,01 - 0,015; менее 0,01) и предельно допустимые значения удельной нагрузки на грунты МПа (0,1; 0,1 - 0,3; более 0,3).

Неотектонические и современные тектонические движения

Современные тектонические движения характеризуются весьма высокой изменчивостью в пространстве, что подчеркивается изменением скорости и градиентов скоростей вертикальных и горизонтальных перемещений земной поверхности. Для Черноморского бассейна изменение современного

тектонического режима определяет «эндогеодинамическое» положение и геодинамическую устойчивость региона. Геодинамическая позиция мегафлексуры континентального склона Черноморской впадины определяется как переходная зона между орогенными и платформенными структурами. Современные вертикальные движения дифференцированы по площади шельфа и континентального склона и для конкретных литодинамических систем имеют следующие значения: морфоструктурные районы Западно - Черноморской области - 1,6 мм/год; западные районы Крымской морфоструктурной области - от 1 до 1,4 мм/год; районы Южнобережной зоны этой области - от 3 до 4 мм/год; район Феодосийской зоны - 1,4 мм/год; Керченско - Таманская область - 2мм/год (Шнюков Е.Ф. и др., 1993). Эти движения действуют в течение продолжительного времени и, в силу их постоянства, могут являться критериями устойчивого развития ландшафтных геосистем континентального склона. Резкое изменение этих параметров может повлечь за собой соответствующие изменения равновесного состояния ландшафтов.

Подводя итоги рассмотрения и систематизации критериев устойчивости ландшафтных геосистем континентального склона, необходимо отметить, что каждый конкретный участок ландшафтных районов обладает специфическими особенностями проявления эндо - и экзогеодинамического воздействия на функционирование и развитие ландшафтов и имеет собственный обобщенный интегральный показатель устойчивости. В этой связи применение разработанной системы критериев является универсальным и может быть использовано, при соответствующей базе данных, как для региональных, так и для локальных оценок состояния устойчивости ландшафтных геосистем.

Литература

1. Дублянская Г.Н., Боровский В.И., Тимченко З.В., Горбатюк Н.В. Комплексная оценка экологического состояния ПГА // движение к ноосфере: теоретические и региональные проблемы - Симферополь, 1993. - С. 63 - 65.
2. Зелинский И.П., Корженевский Б.А., Черкез Е.А. и др. Оползни северо - западного побережья Черного моря, их изучение и прогноз. - К.: Наукова думка, 1993. 226 с.
3. Зенкович В.П. Динамика и морфология морских берегов. Ч.1. Волновые процессы. - Москва, Ленинград, Изд - во «Морской транспорт», 1946. 495 с.
4. Пасынкова Л.А. Принципы морфоструктурного районирования континентального склона Украинского сектора Черного моря и основные таксоны районирования. -Доклад конф. «Геология и полезные ископаемые Черного моря», Киев, 1999. - С. 262 - 268.
5. СНиП II. - 6.- 74. Нагрузки и воздействия./Стройиздат, 1976. - 29 с.
6. Современные геологические процессы на Черноморском побережье СССР. Под ред. А.И. Шеко. - М.: Недра, 1976. 184 с.
7. Шейдеггер А.Е. Физические аспекты природных катастроф: Пер. с англ. М.: недра. 1981.

232 с. Пер. изд. Нидерланды, 1975.

8. Шепард Ф., Дилл Р. Подводные морские каньоны: Пер. с англ. Л.: Гидрометеиздат. 1972. 343 с.

9. Kiellman, W., 1955, Mechanics of large Swedish Landslips. *Geotechnique*, 5. 74 – 78.

-