

Ю.Н.Горячкин<sup>1</sup>, А.П.Федоров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

<sup>2</sup>ГУП РК «Крымгеология», г.Симферополь

## ОПОЛЗНИ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА. ЧАСТЬ 1. СЕВЕРНАЯ СТОРОНА

Рассмотрены геолого-литологические условия Севастопольского региона в связи с проблемой оползневой опасности. Приведены статистические данные об оползнях. По материалам многолетних наблюдений для конкретных районов приводится их современная динамика. Показано, что в настоящее время режим устойчивости оползней определяется абразией в языковой части и постоянными пригрузками в результате обвалов в головных частях. Существенную роль играет также антропогенный фактор (замачивание склонов из-за поливов, утечек, отсутствия канализации). Естественные и искусственные факторы действуют с накопительным эффектом, в связи с чем самопроизвольная стабилизация оползней в естественных условиях маловероятна. Предлагается комплекс мер для обоснования рабочего проекта детальной инженерной защиты побережья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *оползни, динамика, геолого-литологические условия, Севастопольский регион, Крым*

doi:10.22449/2413-5577-2018-1-4-12

**Введение.** Оползни относятся к опасным экзогенным геологическим процессам. Генетически они являются склоновыми процессами, связанными с отрывом горных пород, перемещением их по склону под влиянием силы тяжести и приводящим к необратимым преобразованиям в рельефе.

Крымский п-ов относится к числу регионов РФ с интенсивным развитием оползневых процессов. Не случайно первой оползневой станцией, созданной в СССР в 1930 г., была Крымская (Кучук-Койская). В настоящее время на полуострове насчитывается около полутора тысяч оползней, из которых примерно одна треть имеет техногенное происхождение. Преимущественное распространение оползневых явлений соответствует южному и северному склонам Крымских гор, практически всему побережью южного берега, берегов восточного и западного Крыма. На побережье преобладают абразионные, а во внутренней части – эрозионные оползни.

История изучения крымских оползней насчитывает более 200 лет. Существует многочисленная литература, освещающая этот вопрос. Наиболее полный её обзор приводится в [1]. Здесь отметим только тот факт, что в публикациях основной акцент делался на изучение оползней Южного берега Крыма, что вполне объяснимо, т.к. этот регион всегда был в центре внимания ввиду его значимости и активного освоения. Что касается Севастопольского региона, то в отдельных публикациях приводились отрывочные сведения лишь об оползнях южного берега Гераклеийского п-ова. Даже в такой обстоятельной монографии, как [2], Севастопольский регион не упоминается. В наиболее авторитетной на сегодняшний день монографии, посвященной

оползневой опасности Крыма, оползням Севастопольского региона посвящена лишь одна страница, большая часть которой опять-таки описывает оползень южного берега Гераклеийского п-ова [3]. В ней также говорится, что на настоящий момент (2006 г.) в г. Севастополе и Севастопольском районе (*так в тексте*) насчитывается 115 оползней, из которых 70 % техногенных и 30 % естественных. Далее отмечается, что естественных оползней, ввиду широкого дачного строительства, практически не осталось, что приводит к резкому изменению гидрогеологических условий (замачиванию грунтов прибрежных склонов). В другой монографии, которая, впрочем, носит научно-популярный характер, приводятся результаты исследований, выполненных 50 лет назад на оползнях Западного побережья Крыма [3]. Тогда исследователи пришли к выводу, что если в основании склона находятся красные или красно-бурые глины, формируются преимущественно обвалы, если желтые (с различными оттенками), то при высоте клифа более 10 м – оползни, а менее 10 м – обвалы. В свете сегодняшних знаний такой вывод представляется слишком общим и категоричным. Кроме того, указывается на абразионный размыв, как основную причину образования фронтальных оползней выдавливания, на грунтовые воды, как создающие благоприятные условия для формирования оползней I-го порядка, но главным образом при смещениях более высоких порядков (т.е. ранее сползших пород).

Оползневые процессы Севастопольского региона за зоной Южного берега Крыма долгое время оставались вне внимания, поскольку происходили на малоосвоенных берегах. Последние десятилетия, которые можно охарактеризовать, как годы активного хозяйственного освоения прибрежной территории, породили комплекс задач, одна из которых – учет реальной оползневой опасности, что привлекло внимание к этому вопросу как административных органов, так и хозяйствующих субъектов. К сожалению, до настоящего времени в открытой печати нет сводки по оползням Севастопольского региона (города федерального значения Севастополь). Восполнить этот пробел призвана серия статей, цель первой из которых – дать характеристику современных оползневых процессов в целом и более подробно для Северной стороны. Материалами для работы послужили многолетние экспедиционные наблюдения, выполняемые Морским гидрофизическим институтом РАН и ГУП РК «Крымгеология».

**Геолого-литологические условия** являются определяющими в формировании оползневых процессов. Территория Севастопольского региона представлена разнообразным комплексом пород, среди которых выделяются морские и континентальные отложения. Органогенные массивные известняки белого или кремового цвета мощностью от 40 до 60 м, которые распространены в приустьевой части левого берега р. Черной, относятся к нерасчлененным отложениям верхнего мела (датский ярус) и палеогена (инкерманский ярус нижнего палеоцена). Палеогеновые отложения представлены двумя отделами: верхним палеоценом (качинский ярус) и нижним эоценом (бахчисарайский ярус). Отложения качинского яруса в виде прослоя тонкозернистых песчаников желтовато-серого цвета, переходящих в верхних частях в песчанистые мергели от светло-серого до белого цвета, отмечены в виде узкой полосы в правом борту р. Черной и в Цыганской бал-

ке. Мощность этих отложений около 40 м. Отложения бахчисарайского яруса распространены вдоль обоих берегов Северной бухты в виде узких полос зеленовато-серых глин, сильно песчанистых, плотных, в основании которых отмечается слой, содержащий глауконит, кварцевую гальку и конкреции железистых фосфоритов. Этот слой мощностью не более 1 м подстилает чистые известняки и слегка ожелезненные пластичные глины с прослоями глинистых нуммулитовых известняков.

Отложения неогеновой системы распространены повсеместно на Гераклеийском п-ове и Северной стороне Севастополя, за исключением участков вдоль берегов Северной бухты. Они трансгрессивно залегают на палеогеновых отложениях. Нижний неоген (миоцен) представлен двумя ярусами: тортонским и сарматским. Отложения тортона прослеживаются в склонах южного берега Северной бухты (Килен-бухта). Они представлены известняками, глинами, песчаниками и гравелитами, причем известняки и глины преобладают в верхней части разреза, а песчаники и гравелиты – в нижней. Мощность отложений тортона около 32 м. Отложения сарматского яруса распространены на Гераклеийском п-ове повсеместно и характеризуются сильной изменчивостью состава и мощности слагающих пород. Изменчивость выражена в смене прибрежно-морских, терригенно-карбонатных фаций, образовавшихся в более глубоководных районах, глинисто-карбонатными с одновременным увеличением их мощности в направлении с юго-востока на северо-запад.

Нижнесарматские отложения различной мощности представлены довольно изменчивым комплексом пород. Это слоистые глины, которые к югу от железнодорожного вокзала в толще нижнего сармата замещаются глинистыми известняками и песками. Наиболее характерной особенностью нижнесарматских глин является их темно-серый, почти черный цвет. Отложения среднего сармата (преимущественно известняки, реже глины) имеют широкое распространение на Гераклеийском п-ове. Это, прежде всего, известняки-ракушечники, песчанистые и мергелистые, различной плотности и цементации, трещиноватые, с глинисто-мергелистым заполнителем, кавернозные, с локальными прокарстованными слоями. Для глин характерны процессы набухания-усадки.

Континентальные отложения таврской свиты (средний плиоцен) распространены вдоль западного побережья от м.Коса Северная до м.Лукулл и представлены красно-бурыми и желто-бурыми глинами (глинистые красноземы) с прослоями и линзами песчаников и конгломератов с глинисто-карбонатным и карбонатным цементом. Мощность отложений таврской свиты более 50 м. Четвертичные отложения в устьевых частях рек Черная, Бельбек и Кача выполнены современными морскими и современно-верхне-четвертичными аллювиальными и лиманно-морскими отложениями мощностью до 30 – 40 м: суглинками (от тугопластичной до текучепластичной консистенции), глинами с прослоями суглинков и супесей, илами, линзами песка, гравия и гальки. Делювий склонов имеет ограниченное распространение, лишь местами наблюдается значительный плащ суглинков со щебнем, а местами и глыбами известняка. Проллювиальные суглинки, в которых заключены мелкие обломки известняка, а иногда прослой глины, мощность

которых достигает нескольких метров, имеются во всех балках и ложбинах.

**Оползни Севастопольского региона.** По схеме инженерно-геологического районирования Севастопольский регион относится к I-му району – внешней (третьей предгорной) гряде Крымских гор [3]. На тех участках, где в разрезе преобладают глины и мергели, формируются оползни. Древние и старые оползневые цирки вытянуты вдоль русел рек Бельбек и Кача. На территории г.Севастополя (площадь 863 км<sup>2</sup>) на настоящее время зафиксировано 162 оползня (10 % от всех оползней Крымского п-ова) практически всех основных типов. По основным причинам возникновения – абразионные, эрозионные, техногенные и естественно-техногенные. По механизму смещения – блоковые, оползни сдвига, растяжения, разжижения. В пределах селитебной части города оползни не имеют широкого развития, но нередко их возникновение или активизация ранее приводили к серьезным экономическим потерям, например, на ул.Охотской, ул.Подольцева, в п.Учкуевка, на трассе железной дороги в районе ул.Тоннельной и в Сухарной балке, на шоссе Севастополь – Ялта у Сухой речки. Последняя по времени резонансная активизация оползня – март 2017 г. на шоссе Севастополь – Симферополь у с.Поворотного.

В Ленинском районе г.Севастополя зафиксирован всего один оползень – на восточном берегу Карантинной бухты. В Гагаринском районе семь оползней отмечаются в береговом склоне на протяжении 2,5 км на северо-запад от м.Лермонтова. Из 37 оползней Нахимовского района 28 находятся на Северной стороне, причем 20 из них расположены в береговой зоне между м.Коса Северная и п.Андреевка. Из 118 оползней Балаклавского района 42 находятся в пределах Севастопольской зоны Южного берега Крыма между м.Айя и м.Сарыч, 13 оползней – в береговой зоне между м.Лермонтова и Мраморной балкой, 8 – в районе Балаклавских карьеров, 10 – в Балаклаве и её окрестностях, 4 – в районе Сухой речки, 37 – в береговой зоне и на склонах между Балаклавой и м.Айя, один – у лагеря «Горный» (с.Колхозное), три – на шоссе Севастополь – Байдарские ворота.

**Оползни Северной стороны.** Из 28 оползней Северной стороны Севастополя пять техногенных, на двух из которых (в Сухарной балке и у с.Поворотного) были выполнены противооползневые мероприятия. В 1995 г. возникший в Сухарной балке оползень на месяц прервал железнодорожное сообщение Севастополь – Симферополь. В марте – августе 2017 г. оползень на шоссе у с.Поворотного значительно затруднил автомобильное сообщение между Севастополем и Симферополем. Стабилизация его потребовала значительных финансовых средств. Из остальных оползней по генезису 15 относятся к абразионным, 7 – к естественно-техногенным «висячего» («цокольного») типа и один небольшой на левом берегу р.Кача – к эрозионным.

Экзогенные геологические процессы в береговой зоне от м.Коса Северная до м.Тюбек представлены оползневыми, абразионными и обвальными процессами. Абразионные оползни блоковой структуры (сжатия, выдавливания, выпирания) отмечались здесь еще в 30-е гг. XX ст. Оползни, развитые в средне-верхнеплиоценовых породах, представленных желто-бурыми и красно бурыми континентальными глинами, с редкими линзами песчаников и галечников, являются фронтальными в плане и ступенчатыми в профиле.

В 1965 г. оползневый отрядом Ялтинской инженерно-геологической и геолого-гидрологической партии были закартированы оползни между м. Толстый и Учкучевкой и между долинами рек Бельбек и Кача, где оползнями поражен практически весь береговой склон. Самыми крупными оползнями указанной зоны являются Любимовский большой, Учкучевский и Балочный. Рассмотрим их более подробно.

**Оползень Любимовский большой** находится в 1,5 км к северу от п. Любимовка на абразионном склоне высотой до 56 м (рис.1).

Согласно инженерной инструкции по проектированию и строительству противооползневых защитных сооружений по своим размерам он относится к грандиозным. Ширина оползня до 2,6 км, длина по оси до 260 м, мощность оползневых пород до 35 м. Площадь оползня около 0,5 км<sup>2</sup>. В языковой части оползня находится абразионный уступ высотой до 8 – 10 м, перед которым располагается гравийно-галечниковый (чаще) или песчаный пляж, ширина которого иногда достигает 25 – 30 м. В береговом абразионном уступе отмечаются активные очаги II-го порядка и обвалы на пляж. Иногда пляжные накопления, мощность которых относительно небольшая (до нескольких метров), смываются, и обнажается «бенч», представленный не коренными, а смещенными оползневыми грунтами, чаще всего глинами. В конце ноября 2001 г. в пределах территории аэродрома «Бельбек» на плато возникла трещина растяжения и сдвига. Уже в конце декабря произошло катастрофическое смещение блока I-го порядка и активизация большей части оползня. Блок I-го порядка имел ширину (вдоль бровки головного срыва) 210 м и мощность до 36 м, площадь 5200 м<sup>2</sup>. Блок при смещении вниз на 25 – 27 м развалился, в языковой части в результате формирования вала выпирания (зона сжатия) в море на поверхность выдавило дно. От появления на плато первых признаков (трещина растяжения) до катастрофического смещения прошел один месяц. В северной части оползня, сразу за территорией аэродрома, с 2009 г. идет процесс формирования блока I-го порядка. К середине 2017 г. здесь в результате прихватов плато размеры блока увеличи-



Р и с . 1 . Оползень Любимовский большой.

вались и ширина его (вдоль головного срыва) составляет уже около 400 м, а высота головного срыва блока достигает 6 – 6,5 м. На плато вдоль головного срыва оползня возникают и другие, менее крупные заколы блоков.

**Оползень Учкueвский**, который находится между м. Толстый и пляжем Учкueвка, возник на абразионном склоне высотой до 45 м (рис.2). Ширина оползня (вдоль берега) 1100 м, длина по оси от 40 до 110 м, площадь 88 000 м<sup>2</sup>, мощность оползневых пород от 10 – 15 до 25 – 30 м. Высота уступа в языковой части оползня от 1 до 4 – 5 м. Оползневой склон заканчивается абразионным уступом и пляжем. Ширина песчано-гравийно-галечникового пляжа с севера постепенно уменьшается с 25 до 10 – 15 м. На мысообразном выступе ширина глыбового пляжа 3 – 5 м на протяжении 200 м, затем следует гравийно-галечниковый с глыбами пляж шириной до 15 м, а к левому борту причленен глыбовый пляж с небольшим количеством гальки шириной 3 – 5 м. При первичном обследовании в 1965 г. языковая часть оползня (вал выпирания высотой до 0,3 – 0,4 м) была прослежена в море на расстоянии от 6 – 8 до 15 м от уреза на глубинах 1,5 – 2,5 м. До 2000 г. оползень был самым активным в рассматриваемом районе, что было вызвано изъятием в прилегающей к оползню акватории значительных объемов песка на городские стройки в послевоенный период. Так, средние подвижки оползня составляли 0,38 м/год в 1976 – 1980 гг.; 1,75 м/год в 1981 – 1985 гг.; 1,04 м/год в 1986 – 1990 гг.; 0,19 м/год в 1995 гг.; 0,76 м/год в 1996 – 2000 гг.; 0,3 м/год в 2001 – 2005 гг.; 0,08 м/год в 2006 – 2010 гг. В период с 2011 – 2017 гг. оползень в целом стабилен и только в языковой части периодически возникают активные очаги второго порядка. Необходимо отметить, что при интенсивных и катастрофических смещениях здесь происходило оседание крупных (до 10 – 50 тыс. м<sup>3</sup>) оползневых блоков I-го порядка в пределах разных участков головного срыва с длиной вдоль бровки до 100 м и шириной до 15 – 20 м. В прибровочной части плато периодически происходят обвалы, которые действуют как дополнительная нагрузка на оползень. В 2014 г. при подготовке площадки под строительство гостиницы на оползень было сброшено около 5 тыс. м<sup>3</sup> грунта.



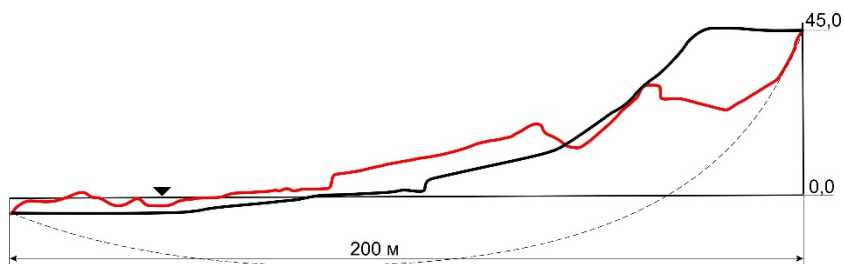
Р и с . 2 . Оползень Учкueвский.



Р и с . 3 . Оползень Балочный.

**Оползень Балочный** расположен на абразионном склоне в 0,6 км севернее Любимовского большого оползня и в 4,5 км от п.Любимовка (рис.3). Бровка головного срыва оползня находится на отметках около 45 м, ширина оползня 1150 м, длина по оси до 160 м, мощность до 25 м. Ширина пляжа в языковой части оползня составляет 10 – 15 м на юге и севере, 25 – 30 м в центральной части. Базис оползня находится ниже уреза моря. До 1997 г. оползень находился в слабоактивном состоянии. В ноябре 2000 г. появилась трещина растяжения на плато в пределах дачного поселка «Берег». В ночь с 12 на 13 марта 2001 г. блок I-го порядка шириной 280 м в течение нескольких часов сместился вниз на 15 – 20 м, оползень продвинулся в сторону моря на 25 м (рис.4). В зоне сжатия (выпора) в 50 м от уреза возник остров длиной 170 м и шириной до 24 м. От проявления неуравновешенного напряжения в краевой части плато (возникновение трещины растяжения) до лавинного разрушения грунтов (основное смещение) прошло 4 месяца. Через два года остров был размыт, но севернее его фаза медленных смещений продолжалась, благодаря чему длительное время сохранялся вал выпирания.

В языковой части описанных оползней активно действует донная и береговая абразия, а существующие пляжи не в состоянии гасить энергию штормов.



Р и с . 4 . Профиль оползневого склона до (черная линия) и после (красная линия) смещения блока I-го порядка в середине марта 2001 г. Цифры на вертикальной оси – высота над уровнем моря (м), пунктир – предполагаемая поверхность скольжения.

мовой волны. В настоящее время режим устойчивости оползней определяется абразией в языковой части и постоянными пригрузками в результате обвалов в головных частях. Существенную роль на оползнях Учкеевский и Балочный играет также антропогенный фактор – пригрузки отвалами и замачивание склонов (поливы, утечки, отсутствие канализации). Эти естественные и искусственные факторы действуют с накопительным эффектом, в связи с чем самопроизвольная стабилизация оползней в естественных условиях маловероятна. В настоящее время оползни Учкеевский, Любимовский большой и Балочный в целом находятся в состоянии медленной глубинной ползучести, а в нижних, языковых частях активизируются очаги шириной до 150 м и длиной по оси до 30 м. Механизм смещения в пределах даже одного крупного оползня не одинаков на разных участках оползневого склона, поэтому делать какие-либо оперативные прогнозы катастрофических смещений крайне затруднительно.

На участке абразионного побережья между м.Коса Северная и м.Толстый береговой склон высотой до 40 м поражен оползнями, которые нельзя отнести к абразионным, т.к. в основании клифа находятся достаточно прочные известняки сармата. Оползни здесь начали возникать в 90-е гг. XX ст. В результате освоения берегового гребня под сады и огороды возникло техногенное обводнение (поливы, утечки из водонесущих коммуникаций, отсутствие канализации) континентальных отложений, что привело к тому, что почти весь склон поражен оползнями, которые следует отнести к естественно-техногенным «висячего» (или «цокольного») типа. Площади оползней здесь составляют до 4 тыс. м<sup>2</sup>, мощность смещающихся масс – до 10 м. В результате подвижек грунты попадают на узкий (до 5 – 6 м) пляж, где очень быстро размываются.

В 1986 г. была разработана «Генеральная схема противооползневых мероприятий и сооружений Крыма», в которой на Западном побережье от Севастополя до м.Лукулл предусматривались сооружения из волноломов и бун с межбунной засыпкой и срезкой грунтов в пределах платообразной части коренного склона. Последнее мероприятие в настоящее время невыполнимо, т.к. плато сразу за бровкой головных срывов оползней почти полностью (Учкеевский оползень) или частично освоено дачной застройкой.

#### **Выводы:**

– на территории г.Севастополя в настоящее время зафиксировано 162 оползня практически всех основных типов;

– из 28 оползней Северной стороны Севастополя пять техногенных, на двух из которых (в Сухарной балке и у с.Поворотного) были выполнены противооползневые мероприятия. Двадцать оползней расположены в береговой зоне между м.Коса Северная и п.Андреевка между долинами рек Бельбек и Кача, где оползнями поражен практически весь береговой склон;

– самыми крупными оползнями Северной стороны Севастополя являются Любимовский большой, Учкеевский и Балочный;

– в настоящее время режим устойчивости оползней определяется абразией в языковой части и постоянными пригрузками в результате обвалов в головных частях. Существенную роль на оползнях Учкеевский и Балочный играет также антропогенный фактор – пригрузки отвалами и замачивание склонов (поливы, утечки, отсутствие канализации);

– естественные и искусственные факторы действуют с накопительным



эффектом, в связи с чем самопроизвольная стабилизация оползней в естественных условиях маловероятна;

– в настоящее время оползни Учкеевский, Любимовский большой и Балочный в целом находятся в состоянии медленной глубинной ползучести, а в нижних, языковых частях активизируются очаги шириной до 150 м и длиной по оси до 30 м;

– механизм смещения в пределах даже одного крупного оползня не одинаков на разных участках оползневого склона, поэтому делать какие-либо оперативные прогнозы катастрофических смещений крайне затруднительно.

В заключение отметим, что для обоснования рабочего проекта детальной инженерной защиты в пределах абразионных оползней рассматриваемого района необходимо выполнить комплекс:

– инженерно-геодезических работ (топосъемка в масштабе 1:500, в том числе батиметрическая съемка до изобат 5 – 10 м, инструментальные наблюдения по поверхности и глубоким реперам за смещениями в период строительства и последующей эксплуатации);

– инженерно-геологических работ (в том числе литологическая съемка дна в приурезовой зоне);

– гидро-литодинамических исследований на основе батиметрической и литологической съемок для определения ширины зоны выпора (сжатия), мощности вдольберегового потока наносов и объема абразионного размыва с целью оценки удельного веса этого фактора в формировании (подпитке) пляжей.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0827-2018-0004 «Комплексные междисциплинарные исследования океанологических процессов, определяющих функционирование и эволюцию экосистем прибрежных зон Черного и Азовского морей».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудько Г.И., Ерыш И.Ф. Оползни и другие геодинамические процессы горноскладчатых областей Украины (Крым, Карпаты).– Киев: Задруга, 2006.– 624 с.
2. Инженерная геология СССР. В 8-ми томах. Т.8. Кавказ, Крым, Карпаты.– М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978.– 366 с.
3. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Часть I, II.– Симферополь: Изд-во «Апостроф», 1999.– 422 с.

Материал поступил в редакцию 15.11.2017 г.

Yu.N.Goryachkin, A.P.Fedorov

#### **LANDSLIDES OF THE SEVASTOPOL REGION. PART 1. NORTH SIDE**

Geological and lithological conditions of the Sevastopol region are considered in connection with the landslide hazard problem. Statistical data on landslides are given. According to long-term observations for certain regions, their modern dynamics are given. It is shown that at present the landslides stability is determined by abrasion in the tongue and by constant surcharges as a result of collapses in the head parts. An anthropogenic factor also plays an important role (soaking slopes due to watering, leaks, and lack of sewage). Natural and anthropogenic factors have a cumulative effect, and therefore spontaneous stabilization of landslides in natural conditions is unlikely. A set of measures is proposed to justify a working draft of detailed engineering protection of the coast.

KEYWORDS: landslides, dynamics, geological and lithological conditions, Sevastopol region, Crimea