

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 2. ГЕРАКЛЕЙСКИЙ ПОЛУОСТРОВ**

Рассмотрены геоморфологические и гидрологические условия южного берега Гераклейского полуострова (Севастопольский регион) в связи с проблемой оползневой опасности. По материалам многолетних наблюдений приводится их современная динамика. Показано, что в настоящее время активизация обвальных и оползневых процессов связана с возникновением трещин, которые резко ослабляют устойчивость склонов и создают реальную опасность возникновения обвалов и блоковых оползней. Возникновению трещин способствуют абразионные ниши и карстовые полости в основании клифа и водонасыщение склонов вследствие интенсивного освоения плато под сады и дачи. Делается вывод, что практически все побережье между м.Херсонес и Мраморной балкой является опасным из-за угроз воздействия оползней, обвалов и осыпей.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *оползни, динамика, геоморфологические и гидрогеологические условия, Севастопольский регион, Гераклейский полуостров, Крым*

doi:10.22449/2413-5577-2018-2-4-12

В первой статье из цикла, посвященного оползневым процессам в Севастопольском регионе, была дана их характеристика в целом и для его Северной стороны – более подробно [1]. Было показано, что в настоящее время для побережья от м.Коса Северная до м.Тюбек 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). В статье давался обзор немногочисленных работ, посвященных оползням Севастопольского региона, поэтому здесь мы его не повторяем. Цель настоящей статьи – дать характеристику современным оползневым процессам для южной части Гераклейского п-ова (м.Херсонес – Мраморная балка).

Береговая линия этого участка побережья протяженностью 22,6 км представляет собой чередование небольших бухт и выступающих мысов. Тип берега – абразионно-обвальный, бухтовый [2]. Прямолинейные в общем очертания берега западной части маскируют характерную зубчатость контура и образование коротких слабо вогнутых дуг. Эти особенности очертаний связаны, в первую очередь, с разной прочностью пород, а отсюда – с неравномерностью абразии. В восточной части относительную прямолинейность берега нарушает массив м.Фиолент, который на 1,2 км выдвинут в сторону моря (рис.1).

© Ю.Н.Горячкин, А.П.Федоров, 2018

*Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. вып.2. С.4-12.*



Р и с . 1 . Общий вид оползнеопасного побережья южного берега Гераклейского п-ова. Слева – к северо-западу, справа – к востоку от м.Фиолент.

Южное побережье Гераклейского п-ова подвержено воздействию частых обвалов и оползней. На клифах хорошо видны следы обвалов – как свежих, так и старых (задернованных и поросших кустарником). Характерны нависающие козырьки, волноприбойные абразионные ниши, карстовые полости глубиной до 30 м – фрагменты палеокарста, вскрытые в результате обвалов, и карстовые полости, частично затопленные морем в основании активного клифа. Сейсмичность района по шкале Рихтера 6 – 7 баллов [3]. По шкале *MSK-64* для карт общего сейсмического районирования, средних грунтовых условий и трех уровней сейсмической опасности (вероятностей превышения расчетной интенсивности в течение 50 лет, равных 10; 5; 1 %) сейсмическая интенсивность составляет 8 – 9 баллов [4].

Согласно классификации [5, 6] побережье относится к I району внешней (третьей, предгорной) гряды Крымских гор, для которого характерен относительно устойчивый тип геологической среды. Однако при освоении территорий здесь возможно проявление техногенных и естественно-техногенных процессов. Все виды строительства, в том числе дорожного, в местах расположения старых и древних оползней требуют удорожания на 50 – 100 % [5]. Для района режим активизации оползневых процессов определяется абразией берегов и увлажненностью оползневых накоплений. Эти факторы являются производными и связаны в свою очередь со штормовой активностью, повышением уровня моря, величиной и режимом выпадения осадков.

Интенсивность абразии в рассматриваемом районе практически нулевая для эффузивов и до 0,1 м/год для неогеновых известняков [7]. Наши расчеты по данным морской гидрометеорологической станции (МГ) «Херсонесский маяк» показывают, что норма осадков составляет 359 мм (1891 – 2016 гг.) со среднегодовым минимумом 132 мм (1898 г.) и максимумом 651 мм (1997 и 1999 гг.). Самым многоводным был период 1985 – 2005 гг., когда среднегодовое количество осадков составило 456 мм, в 2006 – 2016 гг. оно уменьшилось до 371 мм. Атмосферные осадки в течение года выпадают довольно равномерно. Наиболее сухой месяц в году – май, наиболее влажный – декабрь. Наиболее влажный период сентябрь – декабрь, когда выпадает около половины всей годовой суммы осадков. В отдельные годы за месяц может выпадать до 150 мм осадков, чаще всего это происходит в сентябре и декабре. Штормовая активность в период 1985 – 2015 гг. была относительно стабильной, с повторяемостью штормов существенно ниже перио-

да 1955 – 1985 гг. [8]. Статистически значимых трендов увеличения или уменьшения штормовых условий в последние 30 лет не определяется. Уровень моря (по данным МГ «Севастополь») на фоне межгодовых колебаний с периодом 3 – 5 лет повышался в 1985 – 2015 гг. со средней скоростью 0,33 см в год, при этом общее повышение составило 10 см, а размах межгодовых колебаний – 25 см. Максимум среднегодового уровня наблюдался в 2010 г.

**Геоморфологические условия** берегового склона между Маячным п-ом и Мраморной балкой определяются воздействием эндогенных (тектонических) и экзогенных (эрозионных, абразионных, обвальных, оползневых, карстовых) процессов. В последние десятилетия на естественный ход экзогенных процессов существенное влияние оказывают антропогенные факторы, связанные с освоением плато (строительство дач и мини гостиниц) вблизи бровки берегового склона.

Высота плато увеличивается от 2 – 3 м у Херсонесского маяка до 160 м у м.Фиолент и до 200 м перед Мраморной балкой. Плато обрывается крутым (до 90°) с нависающими карнизами известняковым клифом. Между м.Виноградным и м.Лермонтова в средней части склона расположена терраса шириной до 35 м. В средние века терраса была освоена монахами Георгиевского монастыря («митрополичьи сады»), где и до настоящего времени еще сохранились фрагменты этих садов. В 1904 г. от курортного поселка «Александриада» (Джаншиев поселок, Апаринские хутора) была построена дорога для проезда экипажей к пляжу. Сегодня этой дорогой пользуются отдыхающие дачного поселка «Фиолент».

Пляж в основании клифа полностью отсутствует на протяжении примерно половины побережья. Имеющиеся пляжи глыбовые или гравийно-галечниковые, количество песчаной фракции незначительно. В отдельных местах обнажается известняковый бенч (шtrand). К северо-западу от м.Фиолент на участке протяженностью 1,5 км сформировано несколько бухтовых пляжей, три из которых длиной (вдоль уреза) 70; 60 и 120 м, и ряд более мелких длиной до 20 м. Между м.Фиолент и Георгиевским монастырем ширина гравийно-галечникового пляжа составляет до 15 – 25 м на протяжении 700 м. Практически все пляжи образованы в результате переработки морем продуктов обвально-оползневых процессов в береговом склоне.

На протяжении 9 км к юго-востоку от м.Херсонес в геолого-литологическом строении склонов принимает участие комплекс пород неогена (верхний миоцен, сарматский ярус). Преимущественно это известняки различной механической прочности с прослоями и линзами глин и слабых мелоподобных известняков. Известняки трещиноватые подвержены процессам выветривания, местами прокарстованные. Мощность глин может достигать 2 – 3 м, а их способность к набуханию при дополнительном техногенном обводнении приводит к снижению прочностных характеристик.

От м.Виноградного и до Мраморной балки склоны в нижних и средних частях сложены эффузивными породами средней юры, а в верхней части разреза на неровной поверхности – эффузивами породы миоцена. Эффузивы представлены порфиритами, габбро-диабазами и базальтами. Породы неогена на плато повсеместно перекрыты четвертичными отложениями,

представленными, в основном, суглинками с включением дресвы и щебня известняка. Мощность суглинков достигает в депрессиях 15 – 20 м. Терраса на поверхности эффузивов между м.Виноградным и м.Лермонтова, а также относительно пологая на некоторых участках поверхность эффузивов выполнены четвертичными коллювиально-делювиальными накоплениями – продуктами выветривания пород (в основном, неогена). Склон в целом находится в стадии активного формирования, следовательно, его следует отнести к неустойчивым, обвало- и оползнеопасным.

В 2012 г. в районе м.Виноградный велась промышленная добыча песка на расстоянии 150 – 300 м от берега (месторождение Севастополь-1). Обследование дна после добычи показало наличие ям с глубиной более 5 м, отмечены следы стекания песка и ила на склонах ям и разнонаправленных рифелей, что свидетельствует об активности геоморфологических процессов на участках изъятия песка. Благодаря активному вмешательству общественности добычу тогда удалось остановить, было добыто 560 тыс. т.

**Гидрогеологические условия** характеризуются рассредоточенными, не выдержанными по площади выходами подземных вод, которые отмечаются на контакте известняков и эффузивов на глубинах 30 – 50 м. В 1994 г. на территории базы отдыха «Каравелла» была пройдена шахта глубиной 90 м при диаметре 6 м. До глубины 54 м в шахте наблюдалось переслаивание известняков и глин неогена, ниже наблюдались порфириты и туфопесчаники. На глубине 31 м отмечен обводненный пласт известняка-ракушечника. Между мысами Виноградным и Лермонтова в склоне имеются несколько постоянно действующих родников с дебитами от 0,01 до 0,5 л·с<sup>-1</sup>.

В последние годы водонасыщение покровных образований увеличивается вследствие интенсивного освоения плато под сады и дачи (поливы, утечки и отсутствие канализации). Ввиду высокой инфильтрационной способности известняков нарушается сложившийся естественный гидрогеологический режим. Следует отметить, что в приборочной части в пределах обвало-оползневых систем известняки и их подошва локально наклонены в сторону склона, что способствует транзиту подземных вод в оползневые отложения и ухудшению (снижению) их устойчивости.

**Современные оползневые процессы** в юго-западной, юго-восточной и южной частях побережья Гераклейского п-ова (рис.2) протекают в поздне-четвертичных накоплениях на террасе в зоне контакта изверженных и осадочных пород (№ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9). Все остальные оползни располагаются на относительно пологой неровной поверхности эффузивов.

На сегодняшний день к северо-западу от м.Фиолент на протяжении 4 км в средней части берегового склона находятся 9 оползней, к востоку 7 оползней до Мраморной балки и 4 в самой балке. Общая площадь всех 20 оползней 130 тыс. м<sup>2</sup>, из них площадь 15 оползней от 800 до 9200 м<sup>2</sup> (малые) и только 5 оползней, площадь которых от 10 до 20 тыс. м<sup>2</sup>, можно отнести к средним. Большинство оползней «цокольного» («висячего») типа возникло в результате пригрузки склонов и террасы при выветривании (денудации) и обвалах сарматских и юрских (в Мраморной балке) известняков, лишь один оползень в Мраморной балке абразионного типа (№ 20).

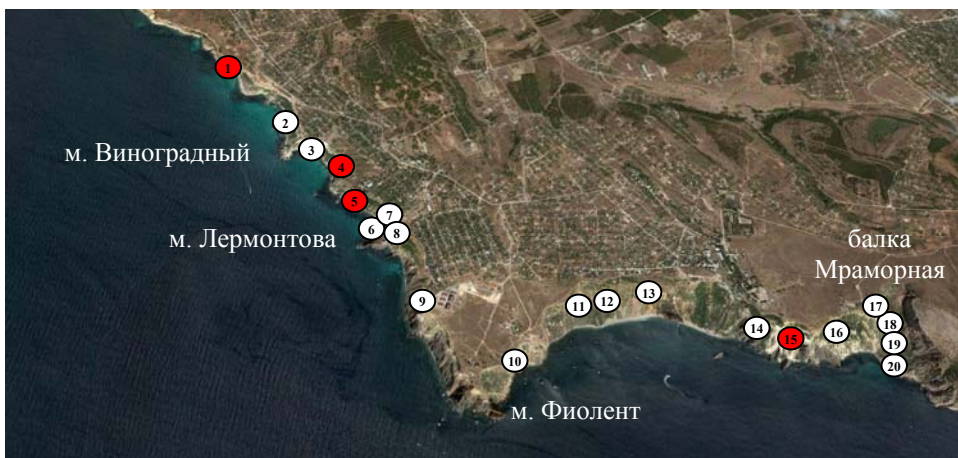


Рис. 2. Оползнеопасное побережье южного берега Гераклейского п-ова. Кружками с цифрами обозначены оползни и их номера в тексте. Красным выделены наиболее активные оползни.

В плане оползни фронтального типа (№ 1, 2, 3, 4, 7, 9), циркообразные (№ 5, 8, 10, 11, 19), глетчерообразные (№ 12, 13, 14, 15, 18). Активизации оползней, существовавших ранее, и возникновению новых способствует увеличившееся в последние годы техногенное водонасыщение покровных образований, в связи с чем некоторые оползни следует уже перевести из категории естественных в категорию естественно-техногенных.

Наблюдения за обвально-оползневыми процессами на побережье Гераклейского п-ова ведутся с 1981 г. Обвалы, приводящие к возникновению новых и активизации «старых» оползней, фиксируются с 1997 г., когда обвал юрских известняков в восточном борту Мраморной балки объемом около 2,5 тыс. м<sup>3</sup> привел к возникновению небольшого оползня (№ 19), а обвал объемом около 5 тыс. м<sup>3</sup> на террасу у м.Виноградного – к активизации уже существовавшего оползня (№ 2).

Оползень на террасе у базы отдыха «Каравелла» (№ 4) в 1999 г. получил пригрузку и активизировался в результате прихвата плато на протяжении 120 м. Смещение и разрушение блока I-го порядка объемом около 20 тыс. м<sup>3</sup> произошло в течение 3 – 5 минут. В 2004 г. произошел новый прихват плато у правого борта оползня на протяжении 84 м. В результате смещения блока объемом около 15 тыс. м<sup>3</sup> ширина оползня на террасе увеличилась на 90 м, а площадь возросла почти в 2 раза: с 7800 до 14400 м<sup>2</sup>. В последние годы наиболее активными были оползни № 1, 4, 5, 15.

Прихваты плато и обвалы известняков неогена происходят не только в пределах оползней (№ 1, 2, 4, 11, 13, 15). Так, в конце 2016 г. в результате смещения блока на склоне между оползнями № 4 и № 5 вновь потеряла часть территории база отдыха «Каравелла». В настоящее время поражена оползнями практически вся терраса между м.Виноградный и м.Лермонтова (рис.3). Оползни в береговом склоне между м.Фиолент и Георгиевским монастырем угрожают ландшафтному заказнику «Мыс Фиолент». Здесь имеется несколько обвально-оползневых систем, в которые входят 4 оползня.



Рис. 3. Обвалы в море и на оползнеопасную террасу к северо-западу от м.Лермонтова.

Оползни относятся к категории «висячих» («цокольных»), начало их развития можно отнести к верхнечетвертичному времени. Оползень на восточном склоне м.Фиолент (№ 10) в последние годы стабилен, границы его определяются морфологически. Северо-восточнее в нижней части склона на оползневой террасе (оползень № 11) расположены некапитальные строения базы океанариума, которые пострадали в результате обвала коренных пород неогена в августе 2010 г., а оползень получил пригрузку в несколько тысяч тонн в головной и средней частях. Она не привела к активизации оползня, несмотря на то, что он уже несколько лет находится в стадии подготовки к активным смещениям. Об этом свидетельствует возникновение активных очагов в языковой части, трещины в бетонных полах, перекосы дверных проемов и прочее на территории базы. Длительность периода подготовки для данного оползня зависит от интенсивности подмыва языка оползня, от дополнительной пригрузки в результате обвалов, а также от изменения степени обводненности. За исключением только одного здания (тренажер), которое расположено за пределами оползня, все остальные строения базы находятся под угрозой разрушения.

Оползень № 13 между м.Фиолент и Георгиевским монастырем, возникший в сентябре 2003 г., является оползнем высокого порядка. Стадия интенсивного смещения и следующая за ней стадия повторных смещений продолжалась (со слов очевидцев) в течение 2-х недель. Оползневой участок склона был срезан подвижкой на глубину до 10 м. Ширина оползня в средней части – до 50 м. Сместившиеся на 25 м по горизонтали породы объемом 10 – 15 тыс. м<sup>3</sup> обрушились со скального уступа (то есть цоколя, сложенного среднеюрскими эффузивами) и полностью перекрыли пляж шириной 20 м на протяжении 80 м. При обследовании склона в головной части

была выявлена опущенная трещина растяжения, прослеженная в западном направлении на расстоянии 25 м. Еще дальше на протяжении 40 м идет трещина растяжения шириной до 10 см. На этом участке склона следует ожидать в будущем возникновения нового оползня.

В начале мая 2008 г. в результате обвала активизировался оползень № 15 между монастырем и Мраморной балкой. Обвал известняков выше головного срыва массой в несколько тысяч тонн спровоцировал прихват склона у правого борта, в результате чего площадь оползня увеличилась.

Оползень № 19 в восточном борту Мраморной балки, возникший в 1997 г. в результате обвала юрских известняков, остается стабильным уже 20 лет, а расположенный выше оползень № 18 (возник в 2002 г.) в мае 2015 г. получил пригрузку в головной части после обвала объемом около 2,5 тыс. м<sup>3</sup>, что, однако, не привело к активизации оползня.

**Опасные экзогенные геологические процессы** формируются в пределах береговой зоны в виде обвалов, камнепадов и оползней (взаимосвязанные обвально-оползневые процессы). Оползни сосредоточены в восточной части описываемого побережья на протяжении 10,1 км.

С 1997 по 2017 гг. на побережье Гераклеяского п-ова произошло не менее 13 крупных обвалов берегового склона объемами от 1 – 1,5 до 20 тыс. м<sup>3</sup> (2,5 – 50 тыс. т). Обвалы разгружаются как в море, так и в пределы оползнеопасной террасы, а затем уже вследствие значительной крутизны склона глыбы известняков достигают зоны пляжа. В результате обвалов в 2010 г. была повреждена казарма воинской части (океанариум), в 2013 г. – хозяйственные постройки дачи (рис.4). База отдыха «Каравелла» в результате прихватов плато потеряла часть территории в 1999, 2004 и в 2016 гг. Обвалы известняков из верхних частей склона уничтожают уникальную расти-



Рис. 4. Повреждение дачи (садовое товарищество «Муссон») в результате обвала в 2013 г.

тельность на террасе и вызывают активизацию даже длительное время находившихся в стабильном состоянии оползней.

Активизации обвальных и оползневых процессов способствует возникновение трещин бортового отпора (отседания, разгрузки, скальвания). Разрыв в горных породах возникает в результате снятия нагрузки в массиве и действия сил гравитации. Способствуют возникновению трещин абразионные ниши и карстовые полости в основании клифа и техногенные обстоятельства – водонасыщение склонов вследствие интенсивного освоения плато под сады и дачи. Как итог, возникают трещины в прибровочных частях крутых склонов, наиболее четко выраженные в карбонатных породах. Наличие трещин бортового отпора резко ослабляет устойчивость склонов, что создает реальную опасность для возникновения обвалов и блоковых оползней.

Образование трещин – это начальная стадия склонового процесса, которая следует за подготовительным периодом – повышением напряжений при увеличении влажности, выветривании. Следующая стадия – отделение массива по трещине, проседание и разрушение блока (обвал). Заколы блоков по трещинам бортового отпора могут достигать до 100 м вдоль бровки и до 10 м в ширину, а объемы обвалов до нескольких тысяч кубических метров.

В сентябре 2016 г. в районе «Автобата» (садовое товарищество «Море») произошел обвал клифа объемом около 1,5 тыс. м<sup>3</sup>, а на плато возникла трещина длиной более 25 м вдоль бровки (южный конец трещины не прослеживается). В январе 2017 г. отмечено появление новых трещин на протяжении 50 м вдоль бровки плато в районе садового товарищества «Шхуна» у м.Лермонтова, что свидетельствует об активизации процессов, которые неизбежно приведут к обвалам на оползнеопасный склон с последующим обрушением на пляж.

Обвалы и камнепады разного объема создают дополнительную опасность для отдыха на пляжах. Причем эти явления связаны не только с естественными причинами, но и умышленными действиями недобросовестных лиц. Они настолько часты, что видео этих событий размещают в сети Интернет.

#### **Выводы:**

– в настоящее время на Гераклейском п-ове на протяжении 10 км (от м.Виноградного до Мраморной балки) существуют 20 оползней общей площадью 130 тыс. м<sup>2</sup>;

– большинство оползней возникли в результате пригрузки склонов и террасы после обвалов и выветривания известняков, лишь один относится к абразионному типу;

– в прибровочной части в пределах обвально-оползневых систем известняки и их подошва локально наклонены в сторону склона, что способствует транзиту подземных вод в оползневые отложения и снижению их устойчивости;

– активизация обвальных и оползневых процессов связана с возникновением трещин, которые резко ослабляют устойчивость склонов и создают реальную опасность для возникновения обвалов и блоковых оползней;

– возникновению трещин способствуют абразионные ниши и карстовые полости в основании клифа и водонасыщение склонов вследствие интен-



сивного освоения плато под сады и дачи;

– практически все побережье Гераклеийского п-ова между м.Херсонес и Мраморной балкой является опасным из-за угроз воздействия оползней, обвалов и осыпей.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0827-2018-0004.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горячкин Ю.Н., Федоров А.П.* Оползни Севастопольского региона. Часть 1. Северная сторона // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря.– 2018.– вып.1.– С.4-12.
2. *Современное состояние береговой зоны Крыма / Под ред. Ю.Н.Горячкина.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2015.– 252 с.*
3. *Инженерная геология СССР. В 8-ми томах. Т.8. Кавказ, Крым, Карпаты.– М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978.– 366 с.*
4. *Инженерные изыскания.– 2016.– № 7.– 90 с.*
5. *Рудько Г.И., Ерыш И.Ф.* Оползни и другие геодинамические процессы горноскладчатых областей Украины (Крым, Карпаты).– Киев: Задруга, 2006.– 624 с.
6. *Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н.* Оползни Крыма. Часть I, II.– Симферополь: Изд-во «Апостроф», 1999.– 422 с.
7. *Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В.* Карта средней скорости абразии и аккумуляции. 1960 – 1994 гг. // Атлас охраны природы Черного и Азовского морей / Гл. ред. Л.И. Митин. – СПб.: ГУНиО МО Российской Федерации, 2006.– С.44.
8. *Горячкин Ю.Н., Репетин Л.Н.* Штормовой ветро-волновой режим у черноморского побережья Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– 2009.– вып.19.– С.56-69.
9. *Гидрометеорологические условия морей Украины. Т.2. Черное море.– Севастополь, 2012.– 421 с.*

Материал поступил в редакцию 2.04.2018 г.

Yu.N.Goryachkin, A.P.Fedorov

#### LANDSLIDES OF THE SEVASTOPOL REGION. PART 2. HERAKLEIAN PENINSULA

Geomorphological and hydrological conditions of the southern coast of the Herakleian Peninsula (Sevastopol region) are considered in connection with landslide hazard. Their modern dynamics is given according to the long-term observations. It is shown that the current activation of landslide and downfall is associated with the appearing cavities, which sharply weaken the stability of the slopes and create a real danger of landslides and block landslides. New cavities appear because of abrasion niches and karstic cavities at the base of the cliff and water saturation of the slopes due to intensive development of the plateau under gardens and villages. It is concluded that almost all of the coast between cape Khersones and the Mramornaya clough is dangerous because of the threats of landslides, downfalls and rockslides.

KEYWORDS: landslides, dynamics, geomorphological and hydrogeological conditions, Sevastopol region, Herakleian peninsula, Crimea