

МОНИТОРИНГ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И РИСКОВ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ГОРНОГО КРЫМА

*В.М. Шестопалов**, *В.А. Иванов***,
*А.С. Богуславский**, *А.С. Кузнецов****,
*С.И. Казаков****,

*Научно-инженерный центр
радиогидрогеоэкологических
полигонных исследований
НАН Украины

г. Киев, ул. О. Гончара, 55б.

E-mail: vsh@hydrosafe.kiev.ua

**Морской гидрофизический институт
НАН Украины

г. Севастополь, ул. Капитанская, 2

E-mail: oaoimhi@inbox.ru

*** Экспериментальное отделение
Морского гидрофизического института
НАН Украины, Кацивели, Ялта, АРК

E-mail: edmhi@ukr.net

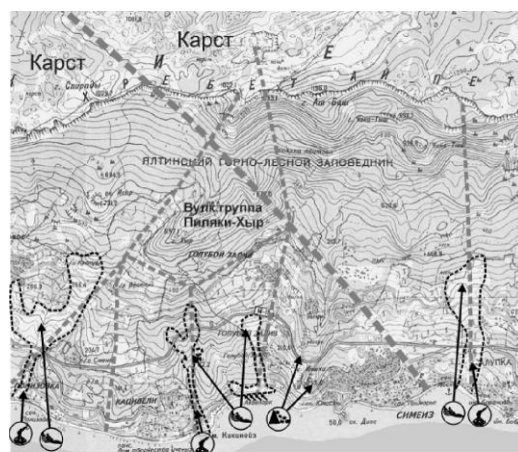
Рассмотрены факторы инженерно-геологических опасностей и рисков по результатам полигонных и модельных исследований гидрогеологических и инженерно-геологических условий береговой зоны юго-западной части горного Крыма.

Введение. Береговая зона горного Крыма является важной рекреационной территорией Украины. Вместе с тем она является областью проявления природных и антропогенных инженерно-геологических опасностей. Как зона альпийского орогенеза она характеризуется разнообразием геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий, сложной тектоникой и высокой сейсмичностью, значительными топографическими градиентами и массовыми потоками в направлении суша-море (поверхностные и подземные воды, твердый сток). Береговая территория и акватория, прилегающие к береговой линии, представляют собой зону интенсивного взаимодействия, изменчивости, и экстремальных значений геофизических полей и их градиентов. Все эти характеристики определяют уязвимость береговых территорий и их инфраструктур к различным инженерно-геологическим

опасностям – землетрясениям, оползням, обвалам, селям, абразии, и др.

Исследуемая территория включает береговую зону юго-западного горного Крыма от устья р. Качи на западе до г. Алушта на востоке. По структурно-геоморфологическим признакам она подразделяется на районы: Западного побережья – от устья р. Кача до г. Севастополя, Гераклейский – от г. Севастополя до г. Балаклава, и Южный берег Крыма (ЮБК) – от г. Балаклава до г. Алушта.

В качестве участка детальных исследований выбрана часть территории Южного берега в районе мыса Кикинеиз и Лименской бухты (п.г.т. Кацивели), от пос. Понизовка до пос. Симеиз. Этот участок, расположенный в Южнобережном районе исследуемой береговой зоны горного Крыма, отличается высокой интенсивностью проявлений опасных геологических процессов (оползней, селей, обвалов), которые в последние десятилетия значительно активизировались на этом участке под воздействием техногенных факторов. Ситуационная карта участка приведена на рис. 1 с указанием предполагаемых тектонических разломов, контуров оползневых участков (мелкий пунктир), абразии берега, оползней, селей и обвалов.



Условные обозначения:

- Тектонические нарушения
- ≡ Абразия
- Оползни
- △ Обвалы
- Сели

Р и с. 1. Карта-схема Кацивельского участка детальных исследований

С инженерно-геологической точки зрения участок является уникальным. Геологическое строение его береговой зоны отличается изменчивостью рельефа, форм залегания и состава пород, наличием вулканических интрузивных пород (Лименская группа, массивы Пиляки-Хыр), активных проявлений карста и многочисленных разломных нарушений, отразившихся на характере рельефа и гидрогеологических особенностях территории.

Начиная с 1950х годов, практически вся исследуемая территория претерпела значительное усиление негативного антропогенного воздействия, связанного с интенсивным строительством, неконтролируемым отбором геологических пород, подрезкой склонов при прокладке дорог, террасирования, и др.

В результате оказались под угрозой разрушения природные обратные связи, определяющие устойчивость геологической среды и береговых инфраструктур.

На многих участках изначально стабильные берега аккумулятивного типа сменились неустойчивыми абразионными берегами, активизировались процессы абразии, карста, просадки, склоновой эрозии, осыпей, оползней и селей, что привело в ряде случаев к разрушению объектов береговой инфраструктуры – дорог, коммуникаций, зданий и др.

Происшедшее впоследствии значительное увеличение объема твердого стока с береговой территории в прибрежную акваторию привело к потере или значительному уменьшению численности прибрежных видов ихтиофауны и бентоса.

Инженерно-геологические опасности. Под инженерно-геологическими опасностями (ИГО) мы понимаем опасные процессы в геологической среде, которые могут привести к повреждению или разрушению строений и инфраструктуры, потере земель и ресурсов, негативным изменениям в окружающей среде и экологических условиях.

Инженерно-геологическая устойчивость береговой зоны, ее территорий и инфраструктуры зависит от сложного сбалансированного соотношения естественных и антропогенных факторов, определяемых взаимодействием геологической среды, моря и атмосферы. При определенных условиях их равновесие может быть нарушено, что приводит к увеличению рисков и фактическим проявлениям опасностей, которые могут рассматриваться как инженерно-геологические.

В таблице 1 приведены инженерно-геологические опасности, характерные для береговой зоны горного Крыма.

Т а б л и ц а 1

Характерные опасные инженерно-геологические процессы береговой зоны горного Крыма

Типы процессов	Инженерно-геологические опасности
<u>Эндогенные:</u>	Землетрясения, Тектонические подвижки
<u>Экзогенные:</u>	
Гравитационные	- перемещенные массивы, обвалы, осыпи, оползни;
Водно-гравитационные	- оползни, сели, оплывины;
Водно-динамические:	
- подземные	- карст;
- поверхностные	- эрозия, суффозия, провалы;
- морские	- абразия, перемещение наносов;
- речные	- абразия, эрозия, сели, аккумуляция наносов, формирование конусов выноса
- эоловые	- выветривание, обвалы, солевая коррозия, спревая эрозия

Естественные факторы ИГО береговой зоны можно разделить на три группы, которые соответствуют трем средам (стихиям), контактирующим в береговой зоне: геологическая среда, море, атмосфера.

Геологические факторы. К наиболее влиятельным геологическим факторам относятся: 1) *состав пород*; 2) *особенности рельефа*; 3) *тектоника и сейсмичность*; 4) *гидрогеологические условия*.

Рассмотрим вкратце первые два фактора вдоль береговой зоны исследуемой территории (с запада на восток).

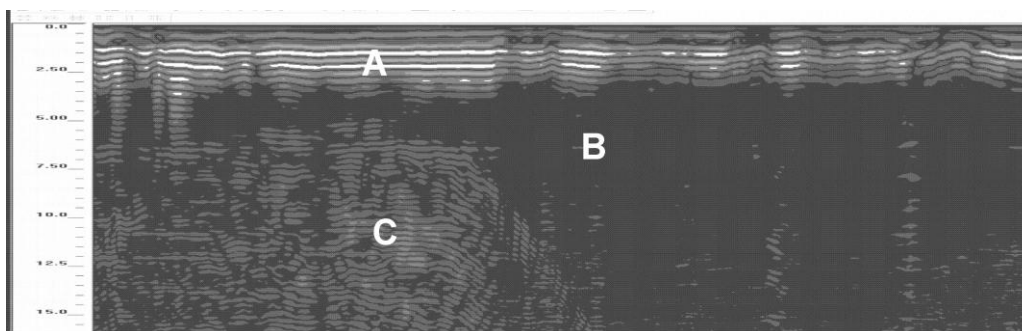
В пределах Западного побережья, начиная от участка р. Кача – р. Бельбек, берега относительно невысокие, но крутые и обрывистые, окаймленные со стороны моря песчано-галечными пляжами. Берегоформирующие отложения представлены неоген-четвертичными суглинками, глинами, галечниками, конгломератами и песчаниками. Здесь существует высокая опасность оползней и обвалов. Наиболее серьезным случаем, повлекшим человеческие жертвы, явился обвал берегового обрыва с объемом обвальных пород до 600 м³ на пляж у с. Кача 21 июня 2006 г.

Далее, от устья р. Бельбек до м. Фиолент, берега сформированы карбонатно-глинистыми и песчанистыми породами - трещиноватыми неогеновыми известняками (м. Херсонес), чередующимися с песчаниками и глинами. Берега обрывистые, подверженные абразии и выветриванию, с крутыми склонами, ко-

торые представляют значительную обвальную опасность. Мощный обвал береговых пород в море объемом до 40 тыс. м³ произошел здесь в 1999 г.

Гераклейский район от м. Фиолент до Балаклавской бухты отличается каменистыми и высокими берегами, опасными в отношении обвалов и осыпей. Береговые породы м. Фиолент представлены интрузивными скальными массивами габбро-диоритов среднеюрского формирования, и далее до г. Балаклава – трещиноватыми верхнеюрскими и нижнемеловыми известняками, мергелями и галечниками.

В пределах Южнобережного района (от Балаклавы до Алушты), Главная гряда Крымских гор (верхнеюрские известняки) дугообразно отступает от береговой линии (м. Айя), уступая берег комплексу пород таврической серии (верхний триас – нижняя юра): аргиллитам, алевролитам, сидеритам, песчаникам и глинам. Эти коренные породы часто перекрываются разнородными по составу элювиально-делювиальными и оползневыми отложениями, которые часто формируют большие массивы древних оползней (Понизовский, Кацивельский, и др.) с вмонтированными в песчано-глинистые породы разномерными обломков верхнеюрского известняка - от дресвы и щебня до крупных блоков (10 м и более). Они хорошо видны на радарограммах, полученных с помощью георадара SIR-3000 на Кацивельском участке, рис. 2.



Р и с. 2. Интерпретация радарограммы поперечного разреза древнего Кацивельского оползня (с запада на восток) длиной 210 м и глубиной 18 м по аллее вдоль здания административного корпуса ЭОМГИ НАНУ: А - поверхностные элювиально-делювиальные отложения; В – перемещенные массивы известняка различных размеров; С- нарушенные отложения верхней части коренных пород таврической серии.

Такие блоки являются важным фактором оползневой устойчивости геологической среды, рис. 3.



Р и с. 3. Блоки известняка, удерживающие оползневые породы. Качивельский участок.

В пределах Южнобережного района в наибольшей степени развиты оползни, сели и абразия. Местами между Главной грядой и береговой линией располагаются скальные известняковые оползневые массивы-отторженцы – Исар, Кошка, Могаби, Парагильмен, которые устойчивы в отношении оползней и селей, однако опасны в отношении обвалов и осыпей. Характерны также древние вулканические массивы юрского времени, представленные интрузивными (Верблюд, Аю Даг, Кафель) и эффузивными (Кастропольская и Лименская вулканические группы) породами [1]. Вулканические массивы стабильны, однако они окаймляются тектоническими разломными зонами (рис. 1), и в местах их контакта с пластичными породами таврической серии и более поздних аллювиально-делювиальных и оползневых отложений вероятность опасных инженерно-геологических процессов резко возрастает.

По данным Ялтинской Инженерно-геологической партии на ЮБК насчитывается до 800 оползней. Наибольшие из них отмечены в п.г.т. Меллас, Бекетово (Кучук-Койский), Симеиз (Доломийский), Золотой Пляж, Малый Маяк.

Тектоника. Исследуемая территория расположена в области ядра Крымского мегантиклинория, южная часть которого погружена под дно Черного моря и граничит с соседней тектониче-

ской структурой его глубоководной впадины [2].

Влияние тектонической структуры на инженерно-геологические условия усиливается характером новейших тектонических движений в пределах горного Крыма как части зоны альпийского орогенеза [3]. Слагающие геологические породы разделены глубинными разломами на ряд глыбово-складчатых структур, которые в свою очередь подразделяются на более мелкие блоки разрывными нарушениями разных порядков (рис. 1). Субмеридиональные разломные зоны являются глубинной основой овражно-балочной сети и оползневоселевых бассейнов.

Формирование геодинамических напряжений на границе тектонических структур Крымского мегантиклинория и глубоководной впадины Черного моря обуславливает высокую *сейсмичность* региона, которая оценивается магнитудой в 8 баллов по шкале MSK-64 [4]. Ежегодно в пределах Южнобережного района исследуемой территории происходит несколько десятков землетрясений, из которых до 10 и более имеют магнитуду от 2 до 4 и выше. На протяжении 18-20 ст. достоверно описаны землетрясения, сопровождавшиеся разрушениями построек: 14.10.1802 г., 30.09.1869 г. вблизи пос. Форос, 13.07.1875 г. (до 7 баллов), 18.05.1908 г., 26.12.1919 г., а также наиболее разрушительное 11-12.09.1927 г. (до 8 баллов), повлекшее гибель людей и большие разрушения по Южному берегу.

В зависимости от геолого-геоморфологических условий (состав пород, уклоны поверхности) нами проведено микросейсмическое районирование территории Качивельского участка с определением локального приращения сейсмической балльности, которое в отдельных местах (обрывы, активные оползни) достигает 2 баллов [5].

Незначительные сейсмические события (до 4 баллов) не представляют непосредственной угрозы инженерным объектам. Однако они являются «спусковым механизмом» оползней, селей и обвалов в случаях, когда предшествовавшие процессы эрозии, выветривания, или переувлажнения привели к критиче-

скому снижению устойчивости массивов пород.

Гидрогеологические условия исследуемой территории весьма сложны и до настоящего времени исследованы недостаточно. Подземные воды, особенно их приповерхностная часть, имеют ключевое влияние на развитие ИГО – оползней, селей, грязевых потоков.

С гидрогеологической точки зрения, основной особенностью исследуемого района является наличие карстовых водосборов – плато яйл (площадь около 250 км²). Наибольшую территорию занимает Ай-Петринский массив, который играет главную роль в формировании питания подземных вод района.

Базовым параметром определения питания подземных вод является среднегодовая норма осадков, оцениваемая величиной 1050 мм (Ай-Петринская яйла). При этом среднегодовая оценка испарения составляет 500 мм/год, т.е. около 48% от осадков [6].

Значение питания подземных вод карстовых водосборов яйл по данным работы [7] изменяется в пределах от 50% до 80% среднегодовой нормы осадков, в зависимости от характера поверхностного карста (голый, задернованный карст), а также наличия или отсутствия лесного покрова.

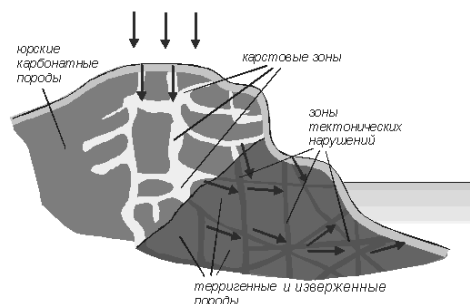
Разгрузка карстовых вод происходит по трещинно-карстовым зонам в западном (Байдарская долина), северном и южном (береговая зона) направлениях.

О значительной глубинности карстования можно судить по глубине разведанных карстовых полостей, достигающей 400 м и более [8], значительная часть которых находится на Ай-Петринской яйле. Кроме того, имеющиеся палеореконструкции регрессий уровня Черного моря [9, 10] с достаточной достоверностью позволяют предположить, что в течение последнего миллиона лет уровень моря неоднократно опускался на 100-200 м по сравнению с существующим. В результате существенно опускались базисы дренирования подземных вод Крымских гор, и соответственно активизировалось карстообразование в глубоких частях юрского карбонатного массива. Можно с достаточной степенью уверенности предпо-

ложить, что этот массив пронизан карстовой системой на глубину более 1000 м от поверхности, как минимум, до глубин 200 м ниже современного уровня моря. А в местах уменьшения мощности карбонатных пород карстовая проработка охватывает всю их мощность.

В пользу этой гипотезы говорят также данные о расположении подводных каньонов шельфа у берегов Крыма, которые являются палеоруслуями рек, часто продолжающимися существующие реки [11]. Наличие этих русел до глубин 2000 м и более свидетельствует о существовании в прошлом и более глубоких базисов дренирования.

Предлагаемая нами по результатам наблюдений, моделирования и литературным данным концептуальная схема питания карстовых подземных вод и их разгрузки через береговую зону показана на рис. 4.



Р и с. 4. Концептуальная гидрогеологическая схема питания и разгрузки карстовых подземных вод в системе "суша-море" юго-западной части горного Крыма.

В пределах южных склонов разгрузка подземных вод имеет струйный характер и происходит в основном по относительно проницаемым зонам древних оползней (массив г. Кошка), субмеридиональным тектоническим разломам на границах вулканогенных массивов (Пяляки-Хыр) и зонам выветривания аргиллитопесчаниковых пород таврической серии. По пути к морю часть подземных вод выходит на земную поверхность в виде родников с дебитами до 8-10 л/с.

Субмаринная разгрузка в прибрежной зоне происходит в виде прибрежных субмаринных источников, рассредоточенной разгрузки подземных вод оползневых и склоновых отложений, разгруз-

ки аллювиальных вод в конусах выноса рек, а также разгрузки артезианских вод глубоких водоносных горизонтов по зонам тектонических нарушений в более глубоких склоновых частях морского дна.

Субмаринные источники со значительными дебитами до 2000 м³/сут [12] выявлены в районе мыса Айя, где карстующиеся известняки верхнеюрского возраста погружаются ниже уровня моря.

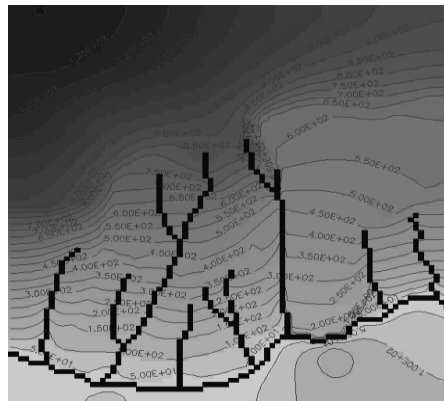
На участке побережья от п.г.т. Форос до г. Алушта возможные зоны разгрузки приурочены к оползневым массивам, трещинным зонам на границе выхода вулканогенных массивов (Кастропольская и Лименская вулканические группы, г. Кастель, Аю-Даг), и, частично, аллювиальным отложениям рек.

Рассмотренные данные по гидрогеологическим условиям исследуемой территории были использованы для создания региональной гидрогеологической модели юго-западной части горного Крыма [13] (моделируемая площадь 1500 км², размер блока 500x500 м), которая позволила предварительно оценить ресурсы подземных вод карстового формирования Ай-Петринского массива в 500 тыс. м³/сут.

Более детальная гидрогеологическая модель-врезка (площадь 80 км², размер блока 100x100 м) разработана для Кацивельского участка. В ходе калибровки модели были воспроизведены субмеридиональные зоны транзита подземных вод карстового формирования через береговую зону, которые ассоциируются с зонами повышенной проводимости на границах вулканогенного массива (г. Пиляки-Хыр) и вдоль трасс древних оползней (г. Кошка). Получены распределения напоров подземных вод, удовлетворяющие этим предположениям (рис. 5). На рисунке видны соответствующие локальные субмаринные участки повышенного напора подземных вод на траверзе г. Кошка и ущелья Чолбан-Дере, соответствующие предполагаемым зонам субмаринной разгрузки.

Отметим, что субмаринная разгрузка подземных вод и соответствующие зоны быстрого транзита являются скорее позитивным, фактором, препятствующим

развитию ИГО береговой зоны. Они залегают на относительно большой глубине (на Кацивельском участке 50-100 м) и являются контурами дренажа территории.



Р и с. 5. Модельные гидроизогины уровней подземных вод, показывающие наличие субмаринной разгрузки по зонам быстрой фильтрации.

Наиболее активные оползни и сели связаны с грунтовыми водами менее глубокого залегания в песчано-глинистых и суглинистых оползневых отложениях и породах таврической серии. Кроме того, в отличие от глубинных транзитных вод карстового формирования, эти воды имеют высокую минерализацию (3-5 г/л) хлоридно-натриевого и сульфатного состава и обладают сульфатной агрессивностью в отношении металлических и бетонных конструкций фундаментов зданий и сооружений [14].

Морские факторы. К «морским» факторам ИГО относятся *абразия* и *режим переноса донных наносов*, которые связаны с прибоем, режимом прибрежных течений, сгонно-нагонными явлениями, а также с изменением уровня моря.

В результате аккумуляции и переработки обломочного материала в прибрежной зоне процесс абразии со временем естественным образом затухает, завершаясь формированием пляжей, валунных, или глыбово-скальных (при обвальной абразии) аккумулятивных берегов.

Наиболее сильное влияние на смену абразионных и аккумулятивных процес-

сов берега оказывает динамика прибрежных вод. У относительно приглубых берегов Южнобережного района, сформированных рыхлыми породами таврической серии и оползневыми отложениями, естественную защитную роль выполняют песчаные и галечные пляжи.

Режим переноса донных отложений в прибрежной зоне определяется характером прибрежной динамики вод, которая, в свою очередь, зависит от направления и силы господствующих ветров, рельефа дна, формы береговой линии.

Под действием сезонной смены *сгонно-нагонных ветров* происходит нормальный кругооборот гальки и песка пляжей, который может нарушаться под действием природного (аномальные штормы) или техногенного влияния. Для условий Южного берега Крыма [15] наибольший вынос песчано-галечного материала из зоны пляжей происходит при штормовых нагонных (восточных) ветрах. В результате может произойти разрушение пляжа и бенча, и возобновиться абразионный размыв берегового склона. Противоположная картина имеет место при сгонных (западных) ветрах, в результате которых происходит обратный вынос донных наносов на берег и восстановление пляжей.

Средний *рост уровня Черного моря* на всем протяжении исследуемого побережья составляет 1,6 мм/год, что хорошо согласуется с многолетним ростом уровня Мирового океана 1,5 мм/год [16].

Систематический рост уровня моря обусловил возрастающее разрушение не только абразионных, но и ранее аккумулятивных участков береговой зоны Крыма. Таким образом, происходит активный процесс преобразования аккумулятивных участков в эрозионные.

Атмосферные факторы. Направление и сила и ветра над прибрежной акваторией непосредственно связаны с интенсивностью прибойной абразии и характером движения морских наносов под действием сгонно-нагонных явлений, как описано выше.

Для южных Крымских берегов характерны сильные (до 15-20 м/с) восточные нагонные ветры в марте-апреле и летние сгоны в середине июня. В ноябре-январе в отдельные годы наблюдают-

ся мощные циклонические штормы (до 30 м/с и более). Прибой при таких ветрах достигает огромной разрушительной силы и является не только причиной обрушений и обвалов незащищенного берегового склона, но и представляет непосредственную угрозу береговым сооружениям.

Взаимодействие ветрового воздействия с геологической средой проявляется в процессе *выветривания* массивов и блоков пород. Неустойчивые массивные известняковые формы выветривания главной гряды Крымских гор и ее перемещенных массивов создают потенциальную угрозу обвалов для ряда населенных пунктов и рекреационных объектов береговой зоны (обрывы г. Кошка над п.г.т. Симеиз, Голубой Залив, южные склоны г. Демерджи выше с. Лучистое, и др.).

Интенсивность атмосферных осадков непосредственно связана с активизацией процессов оползнеобразования на склонах [17]. Частота аномальных ливней имеет устойчивую тенденцию к возрастанию во времени в связи с парниковым эффектом и глобальным потеплением климата. Переувлажнение пластичных оползневых пород приводит к увеличению рисков ИГО (оползней, абразии, селей, грязевых потоков) на склонах берегов, водотоков и овражно-балочной сети.

Антропогенные факторы ИГО.

Как уже отмечалось выше, большое влияние на активизацию опасных в инженерно-геологическом отношении процессов оказывают различные техногенные воздействия, в результате которых нарушаются инженерно-геологические условия территорий и возрастают риски ИГО. К неблагоприятным техногенным воздействиям можно отнести:

- строительство без надлежащего инженерно-геологического обоснования на склонах и берегах;
- нарушение гидрологического режима водотоков (строительство в тальвегах и прирусловой зоне);
- нарушение естественных гидрогеологических условий склонов (поливы, утечки трубопроводов, террасирование, уничтожение лесного покрова);

- хищнический отбор гальки и песка с пляжей для целей строительства, и т. п.

Все перечисленные выше негативные воздействия проявились в полной мере на Качивельском участке исследований.

Отметим, что до 1960 г. берега участка (Лименская бухта) были аккумулятивными, находясь под защитой естественного галечного пляжа шириной до 40 м. Процесс абразии и обрушения берегового обрыва (рис. 6) активизировался в 1960-х годах после продолжительного забора гальки и песка пляжа на строительные нужды.



Р и с. 6. Абразионный обвал берегового обрыва в восточной части Лименской бухты

Последующие берегоукрепительные мероприятия (бунирование, межбунная засыпка, возведение гидротехнических опорных стен) были проведены лишь в западной части Лименской бухты в связи со строительством радиотелескопа РТ-22. Абразионное разрушение берега к востоку от указанных сооружений под действием прибоя при нагонном восточном ветре усилилось за счет эффекта «подпора» ветрового и волнового нагона бунами с западной стороны.

Позднее, в начале 1970-х годов, без надлежащего инженерно-геологического обоснования было проведено сквозное бульдозерное террасирование на большей части склона восточного борта Качивельского ручья. В результате глубо-

кой подрезки склона террасами, а также последующих лесных пожаров и уничтожения растительности, нарушился гидрогеологический режим массива – значительная часть поверхностного стока преобразовалась в инфильтрацию. Последующее переувлажнение песчано-глинистых пород склона привело к активизации оползневых процессов, и в верхней части бассейна водотока сформировалась оползневая кальдера объемом более 200 тыс. м³, рис. 7. Весь этот объем пород в течение сравнительно короткого промежутка времени (1980-1990 г.г.) сполз в русло водотока и был вынесен в море.



Рис. 7. Оползневая кальдера на восточном склоне в бассейне Качивельского ручья. Фото 2005 г.

Оценка рисков ИГО. Под риском можно понимать вероятность проявления той или иной ИГО или их совокупности с заданным уровнем (магнитудой, силой), которое заведомо приведет к разрушению, уничтожению, или к известному экономическому ущербу в отношении рассматриваемого объекта (конструкции). По отношению к конкретной ИГО (землетрясение, оползень, сель, и т.п.) в качестве критерия риска можно принять средний период его повторяемости P (лет), если его можно статистически оценить по историческим данным. Тогда при известном ожидаемом экономическом ущербе L (в денежных единицах) минимальные ежегодные противорисковые инвестиции для данного объекта должны составлять $I=L/P$. Эти инвестиции могут быть вложены в соответствующие целевые противорисковые мероприятия (берегоукрепительные, строительство подпорных стен,

дренажных систем, и т. п.) или составить противорисковый фонд накопления.

Общая схема анализа, оценки и управления риском от опасных природно-техногенных процессов следующая [18]:

1) выявление и прогноз опасных процессов, их интенсивности, повторяемости, площади воздействия;

2) районирование территории: а) по показателям опасности, б) по видам хозяйственного использования, в) по численности населения.

3) оценка уязвимости объектов;

4) прогноз развития вторичных синергетических опасностей;

5) картографирование рисков;

6) установление допустимых уровней рисков и принятие решений по управлению риском.

Задача состоит в том, чтобы постепенно ввести в практику систему анализа и оценки рисков ИГО по территории горного Крыма и его береговой зоне.

Заключение. Анализ выявленных опасных инженерно-геологических про-

цессов исследуемого участка позволяет сделать вывод о необходимости комплексного инженерно-геологического и гидрогеологического мониторинга береговой территории горного Крыма, с оценкой опасных инженерно-геологических процессов береговой зоны. Такой мониторинг должен включать:

- геолого-геоморфологические условия береговой территории;

- комплексное инженерно-геологическое районирование;

- гидрологический режим водотоков и гидрогеологических условий береговых склонов;

- гидродинамику вод прибрежной зоны и характер перемещения морских наносов;

- изменения уровня моря;

- климатические факторы;

- антропогенные и техногенные факторы;

- факторы уязвимости объектов береговой зоны и оценку соответствующих рисков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лебединский В.И., Макаров Н.М.* Вулканизм горного Крыма. – Изд. АН УССР, Киев, 1962 – 209 с.
2. *Пивоваров С.В. (ред.)* Геологическая карта горного Крыма. Масштаб 1:200 000. – Киев, Мингео УССР, 1984.
3. *Новик Н.Н., Вольфман Ю.М.* Эволюция планетарных полей напряжений в пределах сейсмоактивных регионов Украины, новейшие разрывы и разрывные смещения. // Геодинамика Крымско-Черноморского региона. - Симферополь, 1997, с. 81-90.
4. *Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Пустовитенко А.А.* Новые карты общего сейсмического районирования территории Украины. Особенности модели долговременной сейсмической опасности. // Геофизический журн., № 3, т. 28, 2006, с. 54-77.
5. *Шестопалов В.М., Иванов В.А., Богуславский С.Г., Кузнецов А.С., Богуславский А.С., Казаков С.И., Фесенко А.В., Луцник А.В., Романюк О.С.* Инженерно-геологические опасности береговой зоны горного Крыма. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – НАНУ, Севастополь, 2005, с. 43-62.
6. *Ведь И.П.* Климатический атлас Крыма. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. – 120 с.
7. *Приблуда В.Д., Коджаспиров А.А., Дублянский В.Н.* Баланс подземных вод юго-западной части горного Крыма // Геологический журн., № 2, т.39, 1979, с. 38-46.
8. *Дублянский В.Н.* Карстовые пещеры и шахты горного Крыма. – Л.: Наука, 1977. – 180 с.
9. *Клиге Р.К.* Изменение уровня океана в истории Земли. // Колебания уровней морей и океанов за 15000 лет. – М.: Наука, 1982, с. 11-51.
10. *Серебряный А.Р.* Колебания уровня Черного моря в послеледниковое время и их сопоставление с историей оледенения высокогорного Кавказа. // Колебания уровней морей и океанов за 15000 лет. – М.: Наука, 1982, с. 161-167.

11. *Мельник В.И.* Мезоформы рельефа материкового склона Черного моря. // Геологический журн., № 1-2, 1996, с. 123-131.
12. *Кондратьев С.И., Прусов А.В., Юровский Ю.Г.* Наблюдения субмаринной разгрузки подземных вод (Южный берег Крыма). // Морской гидрофизический журн., № 1, 2010, с. 32-45.
13. *Шестопапов В.М., Богуславский О.С., Клімчук А.Б., Фесенко А.В., Годенко Г.Є.* Прогнозування ресурсів підземних вод південно-західної частини Гірського Криму. – в кн. Зміни земних систем у Східній Європі. – Київ, ІГН НАНУ, ЦАКДЗ НАНУ, 2010, с. 422-438.
14. *Горбатов В.И.* Отчет об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства группы индивидуальных жилых домов в п.г.т. Кацивели. – Отчет Ялтинской комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической партии, 1993 – 16 с.
15. *Шулейкин В.В.* Физика моря. – М: Наука, 1968. – 1084 с.
16. *Богуславский С.Г., Кубряков А.И., Иващенко И.К.* Изменения уровня Черного моря. Морской гидрофизический журн., №3, 1997, с. 47-57.
17. *Педан Г.С.* Оценка роли атмосферных осадков в процессе оползнеобразования (на примере Одесской и Николаевской областей). // Вестник ОНУ, т. 11, Вып. 3, 2006, с. 229-237.
18. *Рагозин А.Л., Акимов В.А., Болгов М.В., Бурков В.Н.* Природные опасности России (Под ред. А.Л. Рагозина): Т. 6: Оценка и управление природными рисками – М.: Изд. фирма "КРУК", 2003. – 320 с.