

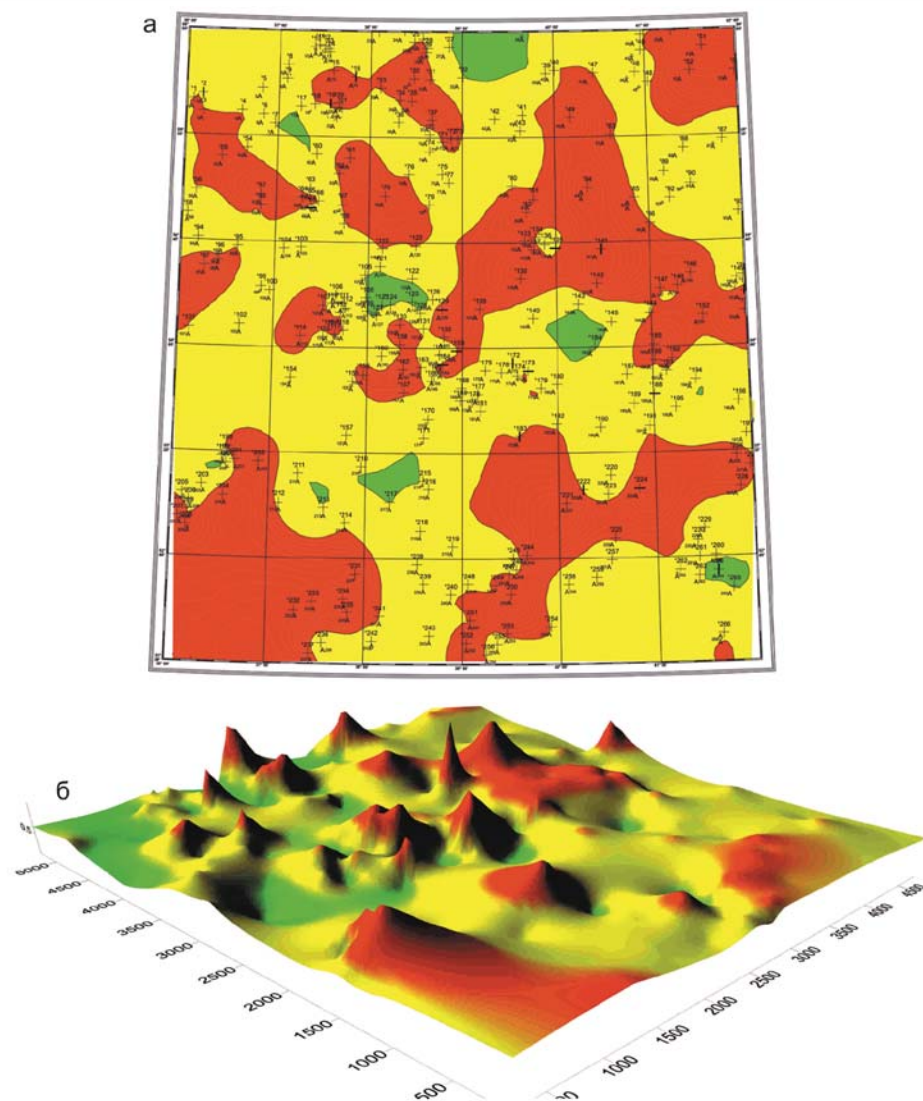


Рис. 2. Схема типизации разреза по инженерно-геологическим свойствам пород: а) схематическая карта типизации разреза по сложности инженерно-геологических условий; б) 3D модель пространственного распределения грунтов с различными деформационными характеристиками в пределах верхней части разреза

со слабой на среднюю. Более детализированная актуализация границ пораженности листа N-37 по имеющимся данным затруднена.

В качестве тектонического фактора развития экзогенных геологических процессов на карту вынесены линеаменты. К зонам разрывных нарушений приурочены области повышенной трещиноватости пород, что является причиной интенсификации развития экзогенных геологических процессов. На территории листа N-37 и вблизи него отсутствуют сейсмоочаги, возможны только редкие незначительные отголоски сейсмособытий Карпатского региона, поэтому обозначение степени сейсмичности территории на данной карте не представляется целесообразным.

Схема типизации разреза по инженерно-геологическим свойствам пород предназначена для характеристики пространственных изменений основных картируемых показателей (рис. 2).

В состав работ входит: анализ и оценка территории листа по факторам, определяющим сложность

ИГУ; структурирование информации по характеристикам каждого компонента ИГУ; выявление критических в плане существующих и/или возможных нарушений устойчивости территорий; обоснование мероприятий по предупреждению негативных ситуаций, связанных с ухудшением ИГУ.

В результате составлены: схематическая карта типизации территории листа с учетом прочностных и деформационных свойств (рис. 2а), где по светофорному принципу выделены площади в разной степени благоприятные для освоения и использования; серия объемных моделей по отдельным показателям. На рис. 2б в качестве примера приведена одна из таких моделей. В целом представленная схема позволяет даже на исходных этапах реализации проектов выделить так называемые зоны «повышенного риска», для которых следует детализировать исследования и укрупнить масштабы работ.

Схема типизации разреза по инженерно-геологическим свойствам пород позволила определить пространственное расположение участков с различной степенью сложности ИГУ и соответственно спланировать состав и объемы инженерно-геологических исследований, а также обосновать необходимость проведения комплекса инженерно-геологических исследований для поддержания устойчивого состояния массивов горных пород при существующей и планируемой техногенной нагрузке.

© Молодых Ив.И., Сироткин Д.В., 2015

Молодых Иван Иннокентьевич // vsegingeo@rambler.ru
Сироткин Дмитрий Валерьевич // dsirotkin@mail.ru

УДК 551.377 (477) 583

Мальнева И.В. (ФГУП «ВСЕГИНГЕО»), Кононова Н.К. (Институт географии РАН)

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМА ПРИ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ

Собраны и проанализированы данные о проявлении селей на территории Крыма в XX — XXI вв. Анализ проводился по разработанной авторами методике, позволяющей дать оценку активности селей на основании конкретных

случаев их проявления. Для анализа условий возникновения селей использована типизация циркуляции атмосферы Северного полушария, разработанная под руководством Б.Л. Дзердзеевского. На основании проведенных исследований дана оценка опасности селей на территории Крыма в период современных изменений климата. **Ключевые слова:** опасность, сели, активность, климат, элементарный циркуляционный механизм.

Malneva I.V. (VSEGINGEO), Kononova N.K. (Institute of geography RAS)

ASSESSMENT OF A MUDFLOW HAZARD ON THE CRIMEAN TERRITORY AT THE CURRENT CLIMATIC CHANGES

*Collected and analyzed data on the mudflow manifestation on the territory of Crimea in XX — XXI centuries. The analysis has been carried out with the use of the technique, developed by the authors, which makes it possible to assess the activity of mudflows, basing on the concrete cases of their manifestation. The conditions for mudflows appearance were analyzed using the Classification of Northern Hemisphere atmospheric circulation, developed under the leadership of B.L. Dzerdzhevskii.. On the basis of the carried out investigations, there is given the assessment of a mudflow hazard on the Crimean territory in the period of the current climate changes. **Key words:** hazard, mudflow, activity, climate, elementary circulation mechanism.*

Период 1990–2000 гг. провозглашался ООН Международным десятилетием по уменьшению опасности стихийных бедствий. В России в 1991 г. была принята государственная научно-техническая программа «Безопасность населения и народно-хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф». В рамках этой проблемы начались комплексные исследования природных опасностей. Результаты работ по оценке экзогенных геологических опасностей, в том числе и селей, отражены в монографии «Природные опасности России» [8]. Работы по оценке опасности селей продолжаются по настоящее время, но для территории Крыма исследования в рамках этой проблемы после 1991 г. в России не проводились. Вместе с тем развитие народного хозяйства и территории Крыма вообще невозможно без оценки опасности селей, как одного из опасных природных процессов. В данной работе рассматривается оценка опасности селей для территории Крыма в соответствии с положениями методики, принятой для остальных селеопасных районов и с учетом современных изменений климата.

Методы и материалы. Собраны и проанализированы данные о проявлении селей на территории Крыма, имеющиеся в различных публикациях, научно-технических отчетах, в частности, в отчетах Ялтинской гидрогеологической партии. Для анализа активности селей использовалась разработанная авторами методика, позволяющая оценить их активность на основании конкретных случаев проявления и спрогнозировать тенденцию развития селей на основании изменчивости факторов. В соответствии с методикой для каждого случая указан элементарный циркуляционный механизм (ЭЦМ) в типизации Б.Л. Дзердзеевского [1], отмечавшийся в день прохождения селей и предшествующий период. Для этого использовался Календарь последовательной смены ЭЦМ, а

также расчеты суммарной месячной и годовой продолжительности ЭЦМ и групп ЭЦМ. Материалы типизации с 1899 по 2013 гг. размещены в сети интернет на сайте www.atmospheric-circulation.ru. По 2008 г. они опубликованы в работе [1]. Это дает возможность определить условия возникновения любого метеорологически обусловленного опасного процесса и выявить ЭЦМ, при которых формирование этих процессов наиболее вероятно (процессоопасные ЭЦМ). Используются также сведения о количестве осадков, средние и максимальные температуры воздуха по данным метеорологических станций, расположенных в селеопасных районах Крыма.

Содержание исследований. Под опасностью селей понимается вероятность их проявления в данном месте в заданное время и с определенными энергетическими характеристиками [8]. Основными характеристиками, по которым оценивается опасность селей, являются: интенсивность развития процесса на данной территории; объемы единовременных выносов; расходы и скорости движения селевых потоков; активность их проявления. Под активностью селей понимается частота проявления селей или продолжительность межселевого периода [8].

Интенсивность проявления селей косвенно может определяться пораженностью территории селевыми водотоками. Для этого используется коэффициент пораженности территории селевыми потоками K_s , представляющий собой отношение площади селевых бассейнов к общей площади территории. Учитываются также разрушения, произведенные селевыми потоками. При этом их интенсивность может быть принята за постоянную величину, практически не изменяющуюся во времени, в то время как активность селей изменяется во времени и испытывает циклические колебания различной продолжительности в зависимости от факторов, обуславливающих развитие селей [2]. Активность селей находится в непосредственной зависимости от погодных экстремумов и именно от нее зависит опасность селей в конкретном бассейне или регионе в современную эпоху. В соответствии с данной методикой в Крыму могут быть выделены следующие критерии оценки опасности селей: пораженность территории; объемы единовременных выносов; скорости селевых потоков; расходы селевых потоков (табл. 1). По данным критериям в соответствии с принятой методикой территория Крыма относится к мало- и незначительно опасным территориям проявления селей.

Изучение селевых потоков в Крыму началось с середины прошлого века (1955 г.). Работы по исследованию

Таблица 1
Критерии оценки опасности селей для территории Крыма

Пораженность территории, %	На территории юго-западного Крыма в районе г. Ялта 0,9; на остальной территории 0,1–0,6; на территории юго-восточного Крыма 0,7–1,0
Объемы единовременных выносов, тыс. м ³	В основном не более 10, в редких случаях до 100
Скорости селевых потоков, м/сек	2–4, достигает 8
Расходы селевых потоков, м ³ /сек	В основном 20–30, 30–40

селей в Крыму проводились рядом исследователей: с 1957 по 1987 гг.: Ивановым Б.Н., Гольдиным Б.М., Олиферовым А.Н., Клюкиным А.А., Суловским В.И., Шеко А.И. и др. В это же время большой вклад в исследования условий формирования селей и других опасных геологических процессов был внесен сотрудниками ВСЕГИНГЕО [5, 6]. Были составлены инженерно-геологические карты прогноза селей на территории Крыма и прогноз селей до 2000 г. С 1990-х годов до настоящего времени основной вклад по изучению селей Крыма и оценке их опасности был внесен А.Н. Олиферовым [3, 4].

В горном Крыму сели возникают за счет ливней, дождей и прорыва земляных плотин. Они связаны с I и II группами очагов зарождения селей по классификации А.И. Шеко, т.е. со скоплением рыхлообломочного материала в руслах временных и малых водотоков и с разрушением запруд на реках. Преобладают несвязные сели по состоянию воды в селевом потоке. По гранулометрическому составу твердой составляющей в Крыму выделяются водокаменные, грязекаменные и грязевые. Наиболее распространены водокаменные сели, в которых твердый компонент представлен в основном крупнообломочным материалом и составляет 10–20 % [6]. Наибольшая пораженность селями обусловлена интегральным воздействием всех факторов в сложной многокомпонентной системе селевого процесса. Наибольшая пораженность наблюдается в районах, сложенных породами флишевой формации различного возраста и сформировавшихся на них четвертичных отложений, характеризующихся наличием значительного количества глинистой фракции, свойства которой зависят от режима увлажнения.

В зависимости от региональных особенностей территории выделяются несколько районов, отличающихся по характеру, мощности и повторяемости селевых потоков. Б.Н. Ивановым, Э.М. Айзенбергом и другими выделяются четыре селеопасных района: 1) юго-западный; 2) юго-восточный; 3) северный; 4) предгорный.

Наиболее селеопасный юго-восточный район занимает южный склон Главной гряды Крымских гор от Алушты до Планерского. Бассейны селевых водото-

ков сложены таврическим флишем (притоки рек Ускут, Шелен, Ворон, Чебан-Кале и др.), верхнеюрскими конгломератами (верхние притоки рек Арпат и Ай-Сере́з), песчано-глинистым флишем средней юры (бассейн р. Кутлак). Почти половина всех бассейнов приходится на малые водосборы площадью 0,1–5,0 км². Пораженность территории селями здесь очень велика ($K_s = 0,7–1,0$).

Юго-западный район занимает Ялтинскую часть южного склона Главной гряды. Он представлен в основном бассейнами малых водотоков (Водопадная, Ореандская балка, Авунда) и временных водотоков. В очагах зарождения селей залегает таврический и среднеюрский флиш. В связи со значительным развитием оползневых процессов преобладают оползневые очаги зарождения селей. Наибольшая пораженность селями в районе Ялты — 0,9, на остальной территории от 0,1 до 0,6.

Северный селевой район включает бассейны рек Альма, Кача, Бельбек в среднем и верхнем течении. Сели здесь водокаменные, они формируются очень редко, интервал может составлять 25 лет и более.

Таблица 2
Сведения о проявлении селей в Крыму

№ п/п	Дата прохождения селя		Место прохождения селя	Метеорологические условия формирования селей		
	Год	Месяц, число		Причина формирования селей	ЭЦМ в день прохождения селя	ЭЦМ, преобладающее в течение месяца
2	1915	26.06	Бассейн р. Кача	Дожди	10а	10а
3	1939	12.08	р. Ай-Сере́з	Дожди — 137 мм	10а	2в, 4б
4	1948	13.06	р. Ускут, Арпат, Ворон, Ай-Сере́з, Кутлак	Дожди, макс. количество осадков — 34 мм	9а	12вл, 9а, 12бл
5	1955	17.12	Ореандская балка	Ливни — 68,9 мм	12г	7аз
6	1956	28.06	р. Ай-Сере́з, Ворон, Кутлак	Небольшие дожди, макс. количество осадков — 18,3 мм	9а	С 21 по 24 июня ЭЦМ 13л
7	1958	18.01	Ореандская балка	Дожди — 93,8 мм	5б	12бз, 12вз
8	1960	31.07	р. Бельбек	Дожди — 66, 2 мм	4в	12а, 12вл, 12бл
9	1962	20.08	р. Ворон, Ай-Сере́з	Дожди — 68,1 мм	13л	13л, 12бл, 2а
10	1967	09.07	р. Кутлак. катастрофические паводки в этом году	Дожди — 7 мм, интенс. 3,2 мм/мин	13л	13л, 12а 13л в течение года
11	1968	04.09–06.09	Сели прошли по всем водотокам	Ливни	12г	9а, 13л
12	1997	июль	р. Ворон	—	—	13л
13	1999	22.12–27.12.	г. Ялта	—	—	13з, 13л
15	2002	16.09	с. Рыбачье, Приветное и др.	Дожди — 50 мм	13л	13л
16	2004	16.05	Юго-западный район		12вл	12а, 12бл
17	2004	14.07 12.08	Южный берег Крыма	Ливень с градом – 31,7 мм	6	13л
18	2005	Сентябрь	г. Ялта, ущелье Ай-Дере	—	—	13л

Предгорный селевой район расположен на востоке северного склона Крымских гор. Селевые очаги очень редкие, повторяемость селей очень мала (1 раз в 25–100 лет).

Очевидно, что быстроизменяющиеся факторы, которые способствуют формированию жидкой и твердой составляющих селей, отличаются в разных районах и в разных селевых очагах. В основном это количество осадков, режим их выпадения и режим температуры воздуха, обуславливающие интенсивность выветривания и смыва, а также наиболее значительные расходы водотоков, при которых происходит размыв русловых отложений.

Большое значение в селевом процессе имеет погода, как фактор характеризующий режим тепла и влаги, в частности, для горных пород. Погода в конкретном районе определяется особенностями циркуляции атмосферы, которые количественно выражаются числом дней с определенными элементарными циркуляционными механизмами (ЭЦМ). Типу погоды при определенном ЭЦМ соответствует определенный режим и степень увлажнения территории, температурный режим [7]. В основу использованной типизации положено направление и количество блокирующих процессов и выходов южных циклонов на всем Северном полушарии. Выделено 13 типов циркуляции, которые обозначаются арабскими числами от 1 до 13. При анализе всех известных случаев прохождения селей в горных системах Крыма определена продолжительность каждого ЭЦМ в период прохождения селя и в предшествовавший селеопасный сезон [7]. По ежедневным данным ближайшей длиннорядной метеостанции в каждом селеопасном районе отмечено, по возможности, количество осадков (мм) в каждом конкретном случае. Таким образом, выявлены осадкообразующие ЭЦМ для каждого селеопасного района. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Как отмечает А.Н. Олиферов в 2013 г. селевая опасность в Крыму резко возросла. Сели прошли в результате интенсивных ливней и гроз 3 июня (ЭЦМ 9а), в первых числах июля, 18 сентября в районе г. Судак, трассы Ялта-Симферополь. Прохождению селей в предшествующий период в начале июня способствовала погода при ЭЦМ 13л, 12а, 9а, а прохождению селей в июле способствовала предшествующая погода при ЭЦМ 9а, 13л. Особенностью 2013 г. является то, что осадки выпадали неравномерно, обильные ливни чередовались с длительными засушливыми периодами. Вместе с тем количество осадков за 2013 г. по данным ГМС г. Ялта меньше среднего многолетнего значения. Следует отметить, что количество осадков в верховьях селевых водотоков может быть значительно выше, чем отмечают опорные длиннорядные метеостанции гг. Ялта и Феодосия. Режим увлажнения является одинаковым для всей территории, особенно в юго-восточном Крыму. Осадки

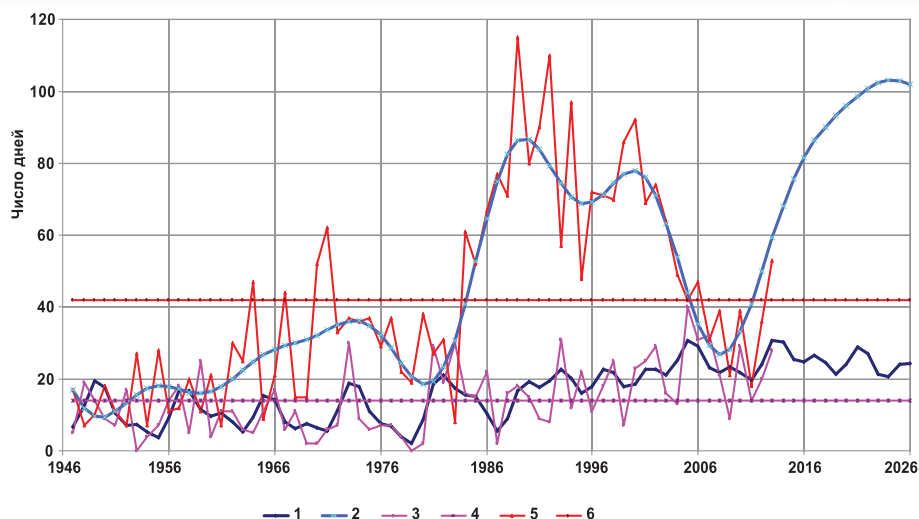


Рис. 1. Число дней с наиболее селеопасными ЭЦМ (9а, 13л): 1 — прогнозные значения; 2 — прогнозные данные; 3 — фактические значения ЭЦМ 9а; 4 — среднее значение; 5 — фактические данные ЭЦМ 13л; 6 — среднее значение

выпадают в виде кратковременных ливней, и если материал на склонах подготовлен для формирования селей и воды будет достаточно, возможно формирование селей.

В табл. 2 представлены не все случаи проявления селей в Крыму, однако как анализ данной таблицы, так и анализ различных публикаций позволяют сделать некоторые выводы об активности селей. Во многих случаях летом проявление селей связано с ЭЦМ 9а в день прохождения селей, а также с ЭЦМ 13л. В месяц прохождения селей и в месяц предшествующий селям по данным таблицы половина случаев их прохождения связана с ЭЦМ 13л. В эрозионных очагах юго-восточного Крыма формированию селей будет способствовать погода, обуславливающая особенно сильное разрушение пород, слагающих эти очаги. Так, при ЭЦМ 9а, для которого характерна переменчивая погода с частыми, но незначительными осадками ливневого характера, формируются благоприятные условия для попеременного увлажнения — высушивания легко разрушающихся пород таврического флиша и смыва продуктов выветривания. При ЭЦМ 13л как в юго-восточном Крыму, так и в юго-западном возможны интенсивные ливни, чередующиеся с жаркой погодой, и, следовательно, наиболее интенсивный смыв продуктов выветривания и формирование жидкой составляющей селей. С ЭЦМ 13л могут быть связаны интенсивные ливни на всей территории Крыма. Для оценки предстоящей селеопасности была выполнена экстраполяция временных рядов продолжительности селеопасных ЭЦМ методом гармонического анализа и рассчитана продолжительность указанных ЭЦМ до 2025 г. на уровне 5-летних скользящих средних величин (рис. 1). Расчеты показали, что в ближайшие 10–15 лет продолжительностью наиболее опасных ЭЦМ будет сохраняться на современном, т.е. самом высоком с начала наблюдений уровне.

В течение XX–XXI вв. отмечается общий рост суммарной продолжительности ЭЦМ за селеопасный сезон, сопровождающийся значительными колебаниями. С 1989 г. по настоящее время продолжительность селеопасных ЭЦМ почти в два раза превышает среднюю

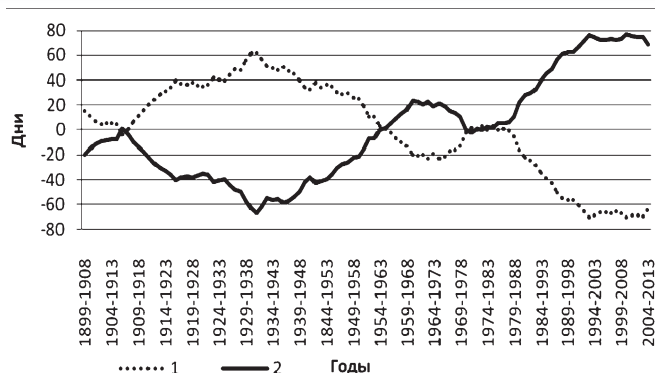


Рис. 2. Десятилетние скользящие средние суммарной годовой продолжительности групп циркуляции Северного полушария за 1899–2013 гг.: 1 — зональная циркуляция, 2 — меридиональная циркуляция

многoletнюю, что и отражается в активности селевых процессов. Однако результаты счета могут показывать только тенденцию изменения продолжительности процессоопасных ЭЦМ, а не фактические значения. Отмеченные ЭЦМ принадлежат к группе меридиональных [1]. Меридиональная циркуляция обеспечивает межширотный обмен воздушных масс, который в XXI в. является наивысшим за период с 1899 г. Особенность современного периода (1998–2013 гг.) на полушарии заключается в новом (третьем с 1899 г.) всплеске блокирующих процессов (рис. 2). В 1998 — 2013 гг. ЭЦМ 13л, 9а, а также 12а, 13з, 12бз имеют наибольшую суммарную годовую продолжительность. Увеличение опасности формирования селей зависит от пути южных циклонов, встречающих при современном характере атмосферной циркуляции препятствие для проникновения на север в виде блокирующих их антициклонов. Южные циклоны могут либо остановиться на территории Крыма, либо пройти к северо-западу на Кавказское побережье. От этого зависит выпадение осадков, достаточных для формирования селевых потоков. В настоящее время циклоны проходят на север, при этом недостаточно осадков на Кавказском побережье, в Крыму они отсутствуют. Вероятность выпадения значительного количества осадков в Крыму оценить трудно.

Активность селей в XXI в., помимо влияния климатических факторов, в отличие от XX в., намного больше и чаще бывает обусловлена техногенным фактором. Практически сток всех водотоков в Крыму зарегулирован системой водопроводов, вся вода забирается на орошение. Склоны юго-восточного и северного селевых районов террасированы, на многих имеются лесопосадки, что в значительной степени препятствует сносу твердого материала в русла водотоков. Теоретически в настоящее время селеопасная ситуация может возникнуть только при особенно значительных экстремумах метеорологических факторов. Вместе с тем в последние 20 лет практически на всей территории СНГ, где возможно формирование селей, не производится ремонт водохозяйственных сооружений, регулирующих подачу воды населенным пунктам и ливневой канализации. В Крыму предполагается значительное развитие курортного строительства, которое невозможно без оценки опасности селей и строительства противоселевых сооружений с обоснованным риском.

Выводы. В начале XXI в., когда достаточно велика продолжительность южных меридиональных циркуляционных процессов и растет продолжительность меридиональных северных очень велика экстремальность метеорологических факторов, что мы и наблюдаем в настоящее время.

Проведенные исследования позволяют отметить, что при современном состоянии климатической системы опасность формирования селей на территории Крыма достаточно велика. Если изменения погоды будут проходить и далее как в настоящее время (сохранится неустойчивость климатической системы, будут возможны экстремальные засухи и наводнения) опасность селей может в ближайшие годы увеличиться в результате воздействия природных факторов, но еще больше она может увеличиться за счет бесконтрольного техногенного воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. Прил. 1. Календарь последовательной смены ЭЦМ за 1899–2008 гг. / Отв. ред. А.Б. Шмакин. — М.: Ин-т географии РАН, 2009. — С. 219 — 328.
2. Мальнева И.В., Кононова Н.К. Активность селей на территории России и ближнего зарубежья в XXI веке // ГеоРиск. — 2012. — № 4. — С. 48–54.
3. Олиферов А.Н. Селевые явления в Крыму как чрезвычайные экологические ситуации // Геополитика и экогеодинамика регионов. Вып. 1. — Раздел II. — Симферополь: Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2005. — С. 39– 46.
4. Олиферов А.Н. Селевые потоки в Крыму в XXI веке // Геополитика и экогеодинамика регионов. Т.5. — Вып. 1. — Раздел II. — Симферополь: Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2009. — С.35 — 43.
5. Прогноз экзогенных геологических процессов на Черноморском побережье СССР / Под ред. А.И. Шеко. — М.: Недра, 1979. — 279 с.
6. Современные геологические процессы на Черноморском побережье СССР / Под ред. А.И. Шеко. — М.: Недра, 1976. — 184 с.
7. Харламова И.В. Исследование условий формирования селей в горных районах, прилегающих к Черноморскому побережью СССР, с целью их прогноза: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. — М., 1981. — 19 с.
8. Шеко А.И., Мальнева И.В. Сели. Природные опасности России в 6 т. — Т. 3: Экзогенные геологические опасности / Под ред. В.М. Кутепова и А.И. Шеко. — М.: КРУК, 2002. — С. 65–87.

© Мальнева И.В., Кононова Н.К., 2015

Мальнева Ирина Васильевна // irmaln@rambler.ru
Кононова Нина Константиновна // NinaKononova@yandex.ru

УДК 551.34 + 551.35

Дубровин В.А., Крицук Л.Н. (ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)

ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИЯМАЛЬСКОГО МЕЛКОВОДНОГО ШЕЛЬФА КАРСКОГО МОРЯ В РАЙОНЕ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА ВСЕГИНГЕО MAPPE-САЛЕ

Представлены результаты исследования верхней 20-метровой толщи донных отложений Приямальского шельфа, вскрытой буровыми скважинами ВСЕГИНГЕО в мае 2014 г. Скважины оборудованы логгерами ЛРС для мониторинговых наблюдений за динамикой температурного режима. Получены результаты изменения температуры донных отложений за три летних месяца. Образцы грунта подверглись анализу состава и свойств в лаборатории ВСЕГИНГЕО. Проведена параллель между субаэральными и субаквальными разрезами стационара и установле-