

О происхождении древних известняковых оползней и отторженцев Южного берега Крыма

Богуславский А.С., Казаков С.И., Берзова И.Г., Хамицевич Н.В.

Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, science@bshpg-ras.ru

Аннотация. Представлены результаты геоморфологического анализа, палеореконструкционного гидрогеологического моделирования и исследования палинопроб вмещающих пород древних оползней и известняковых отторженцев береговой зоны Южного берега Крыма на примере Лименского и Кучук-Койского участков. Выполнена модельная гидрогеологическая палеореконструкция формирования древних оползней и отторженцев как объектов дилювиального (флювиально-катастрофического) морфолитогеоза. Согласно существующим палеореконструкциям, уровень Черного моря в ходе ледниковых регрессий последнего миллиона лет неоднократно опускался до 200 м ниже современного. По данным глубоководного бурения, Черное море 9 тыс. лет назад было замкнутым пресноводным бассейном. В результате мощной гидродинамической и сейсмогравитационной катастрофы в начале голоцена уровень моря резко повысился на 120-150 м. Геоморфологические особенности берегового склона хранят следы катастрофы. Большинство исследованных отторженцев, Качивельский и Понизовский древние оползни имеют обтекаемые формы потоковых друмлинов, а также другие характерные мезоформы дилювиального рельефа – водобойные ниши, эвортонные столбы, дилювиальные бермы. Результаты моделирования по палеосценарию на гидрогеологической модели Юго-западной части Горного Крыма и модели-врезке Качивельского участка подтверждают быстрый транзит и субмаринную разгрузку подземных вод по зонам древних оползней, расположенных в палеорусле рек, в соответствии с дилювиальной гипотезой. Выполнен палинологический анализ 4-х образцов вмещающих пород Качивельского и Понизовского древних оползней и отторженца г. Кошка. Большинство обнаруженных в пробах палиноморф и других органических остатков являются близкими к современным, что соответствует гипотезе голоценового происхождения древних оползней и отторженцев.

Ключевые слова: Горный Крым, береговая зона, древние оползни, известняковые отторженцы, дилювий, гидрогеологическое моделирование, палеореконструкция, мезоформы рельефа, голоцен, палинопробы.

On the origin of ancient limestone landslides and outliers of the Southern coast of Crimea

Boguslavsky A.S., Kazakov S.I., Berzova I.G., Khamitsevich N.V.

Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol, science@bshpg-ras.ru

Abstract. Results of geomorphological analysis, palaeoreconstruction hydrogeological modeling and palynological analysis of host rocks of ancient landslides and limestone outliers from the coastal zone of the Southern coast of Crimea are presented on the example of of the Limeny and Kuchuk-Koy areas. A hydrogeological modeling paleoreconstruction of the formation of ancient landslides and outliers as objects of diluvial (fluvial-catastrophic) morpholithogenesis has been performed. According to deep-sea drilling data, 9 thousand years ago the Black Sea level during the glacial regressions of the last million years repeatedly dropped to 200 m below the present level. According to deep-sea drilling data, the Black Sea 9 thousand years ago was a closed freshwater basin. As a result of a powerful hydrodynamic and seismogravitational catastrophe at the beginning of the Holocene, the sea level rose sharply by 120-150 m. The geomorphological features of the coastal slope retain traces of the catastrophe. Most of the studied outliers, the Katsiveli and Ponizovka ancient landslides, have streamlined forms of flow drumlins, as well as other characteristic mesoforms of the diluvial relief - water-cutting potholes, evorsion columns, diluvial berms. The results of paleoscenario modeling on the hydrogeological model of the Southwestern part of Crimean Mountains and the inset model of the Katsiveli site confirm the rapid transit and submarine discharge of groundwater along the zones of ancient landslides located in the paleochannels of the rivers, in accordance with the diluvial hypothesis. The palynological analysis of 4 samples of the host rocks of the Katsiveli and Ponizovka ancient landslides and Mt. Koshka outlier has been performed. Most of the palynomorphs and other organic remains found in the samples are close to modern, that is in correspondence with the hypothesis of the Holocene origin of ancient landslides and outliers.

Keywords: Mountainous Crimea, coastal zone, ancient landslides, limestone outliers, diluvium, hydrogeological modeling, paleoreconstruction, mesoforms of relief, Holocene, palynoprobes.

Введение

По вопросу происхождения древних известняковых оползней и отторженцев массандровской свиты Южного берега Крыма (ЮБК) в литературных источниках нет единого мнения. На геологической карте Мингео УССР (Пивоваров, 1984) крупные отторженцы (г. Кошка, г. Могаби, Гурзуфские скалы) отнесены к их материнской верхнеюрской яйлинской свите (J_3o_2 - km_1) оксфордского и киммериджского ярусов. Древние оползни массандровской свиты содержат детритовый материал известняков, от дресвы и щебня до хаотических блоков размеров 10 м и более, во вмещающих глинистых и суглинистых породах, с характерной красно-бурой (для шлейфов отторженцев), или серой окраской. На карте они отмечены лишь на небольших участках, к северо-западу от п.г.т. Массандра, п.г.т. Ливадия, п.г.т. Малый Маяк (южный шлейф отторженца Парагильмен), и на участке береговой зоны от п.г.т. Качивели до п.г.т. Понизовка. Все они отнесены к плиоцен-четвертичным (N_2 - Q) отложениям. Верхнеплиоценовое датирование древних оползней и отторженцев массандровской свиты соответствует предположению об их одновременном происхождении с таврскими глинами (Муратов, 1960), которые формировались ливневыми потоками и накапливались на склонах гор. Не касаясь датирования, такой ливнево-селевый механизм их формирования согласуется с дилювиальной гипотезой (Bretz, 1923, Baker and Nemmedal, 1978, Гросвальд, 1999, Рудой, 1997). В пользу последней свидетельствуют результаты глубоководного бурения в Черном море в 1975 г. с судна «Гломар Челленджер» (Непрочнов, 1980) и дальнейшие исследования ряда авторов (Ryan and Pitman, 1998, Ballard et al., 2000, Димитров и др., 2005). Черное море в начале голоцена представляло собой изолированное от Средиземноморского бассейна Новозэксинское пресноводное озеро, уровень которого был на 100-150 м ниже современного. В результате глобальной гидрологической и сейсмогравитационной катастрофы (вследствие нарушения изостатического равновесия земной коры) около 7 тыс. лет назад, уровень моря поднялся до современного, произошло осолонение моря после прорыва средиземноморских вод, и кардинально изменился рельеф его берегов. В настоящей работе приведены результаты исследования древних оползней и отторженцев береговой зоны на примере участка ЮБК от п.г.т. Алушка до п.г.т. Понизовка методами геоморфологического анализа, гидрогеологического моделирования и анализа палинопроб вмещающих пород.

Результаты геоморфологического исследования

Большинство Симеизских отторженцев (группа г. Кошка, Таш-Петри, Чан-тепе, Камия, Шан-кая,) и отторженцев Кучук-Койской (Биюк-Исар) группы, а также субмеридиональные гривы древних Качивельского и Понизовского оползней, имеют обтекаемые формы потоковых друмлинов, как и другие характерные мезоформы дилювиального рельефа (Baker and Nummedal, 1978, Рудой, 1997) – сухие водопады (катаракты), продольные (г. Шан-кая) и округлые (г. Кошка) водобойные ниши, эвэрзионные столбы (южнее г. Шан-Кая), (рис. 1).

Это подтверждает гипотезу их формирования в катастрофическом турбидном потоке (фладриме), насыщенном тяжелыми абразивными фракциями пород (среднеюрских песчаников, и др.) с высоким содержанием кварца, скорость которого оценивается в десятки м/с и более (Рудой, 2001, Лаломов, 2007).

Гидрогеологическое моделирование

Результаты гидрогеологического моделирования транзита подземных вод карстового формирования через береговую зону ЮБК на региональной модели Юго-западного Крыма и локальной модели-врезке Качивельского участка береговой зоны Горного Крыма (Шестопалов и др., 2009, Богуславский и др., 2019) подтверждают существующие зоны субмаринной разгрузки карстовых подземных вод (Dovhyi, et al., 2021). Выполненные модельные варианты палеорекострукции с понижением уровня моря на 200 м подтверждают гипотезу существования зон быстрого транзита и глубинных зон разгрузки карстовых подземных вод вдоль трасс древних оползней и отторженцев по палеорулам и их подводным каньонам, возникших в результате мощной гидролого-сейсмогравитационной катастрофы в недавнем геологическом прошлом.

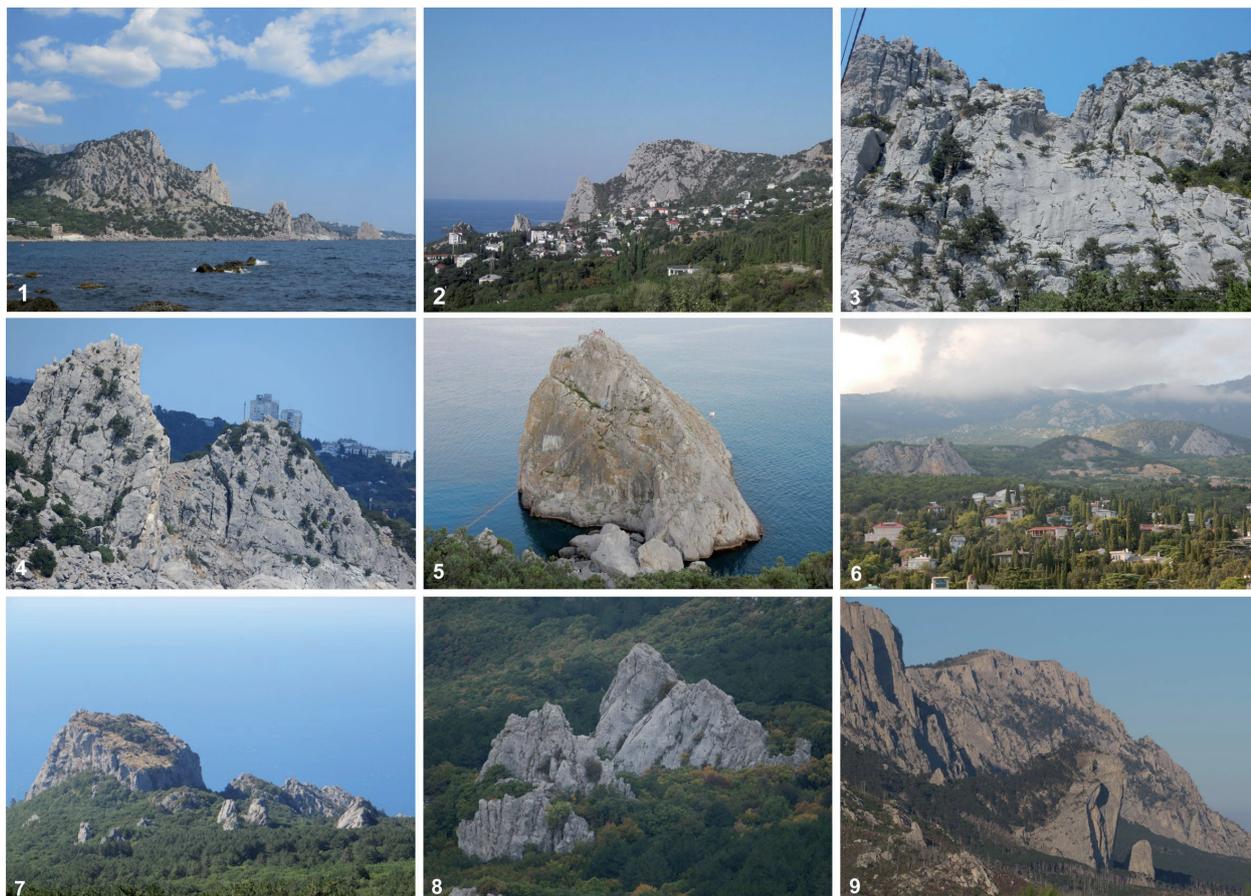


Рис. 1. Известняковые отторженцы-друмлины на участке Алупка-Оползневое: 1 – г. Кошка, вид с запада; 2 – г. Кошка, вид с востока; 3 – юго-восточный склон «головы» г. Кошки с водобойной нишей; 4 – Лебединое крыло, Панае; 5 – Дива; 6 – пенеplainизированные Таш Петри, Чан-Тепе, Камия; 7 – группа отторженцев Биюк-Исара; 8 – мегалитические «драконы» группы Биюк-Исара; 9 – Шан-Кая, вид с запада.

Fig. 1. Limestone drumlin outliers of the Alupka-Opolznevoye section: 1 – Mt. Koshka (Cat), view from the west; 2 – Mt. Koshka, view from the east; 3 – southeastern slope of the «head» of Mt. Koshka with a hydraulic pothole; 4 – Lebedinoye Krylo (Swan wing), Panea; 5 – Diva megalith; 6 – peneplainized Tash Petri, Chan-Tepe, Kamiya; 7 – Biyuk-Isar group of outliers; 8 – megalithic «dragons» of the Biyuk-Isar group; 9 – Shan-Kaya, view from the west.

Анализ палинопроб

Изучены следующие 4 образца пород, отобранные из шурфов на обнажениях древних оползней и отторженца г. Кошка.

Проба 1. Обнажение берегового обрыва Кацивельского древнего оползня, координаты точки отбора N 44°23'41"; E 33°58'43", высота над уровнем моря Н=10 м. Отобрана вмещающая порода (серая глина) без обломков известняка, рисунок 2 (1);

Проба 2. Береговой обрыв Понизовского древнего оползня, N 44°23'29"; E 33°57'13", Н=5 м н.у.м. Плотная упакованная масса дресвы и щебня известняка и песчаника, сцементированная красной глинистой фракцией, рисунок 2 (2);

Проба 3. Кора выветривания, вмещающая порода, краевая зона верхней части Кацивельско-Понизовского оползня-хаоса известняковых обломков на границе с вулканическим массивом г. Хыр. N 44°25'28"; E 33°58'10"; Н=695 м н.у.м., красновато-желтый суглинок, рисунок 2 (3);

Проба 4. Восточный обрыв путепровода шоссе «Ялта-Севастополь», пробитого через «хвост» отторженца г. Кошка, пос. Голубой залив. N 44°24'29"; E 33°59'24"; Н=200 м н.у.м., вмещающая порода, красноватый суглинок, рисунок 2 (4).

Мацерация и микроскопическое исследование проб были выполнены в Геологическом институте РАН по методике, являющейся модификацией сепарационного метода В.П. Гричука, (Покров-

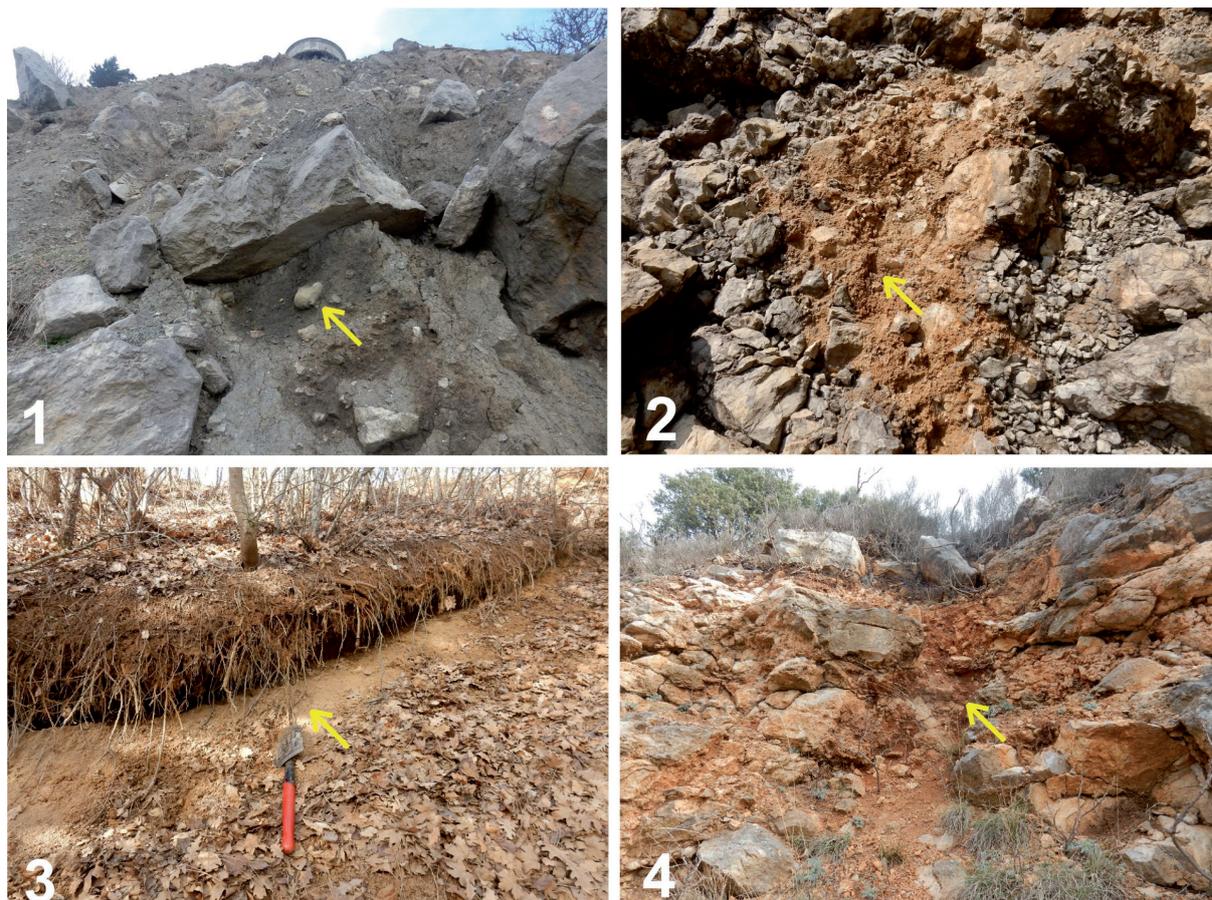


Рис. 2. Места отбора образцов пород для палинопроб 1–4.

Fig. 2. Sites of rock sampling for palynoprobes 1–4.

ская, 1950). Изучение палинологических препаратов производилось с помощью оптического микроскопа с 400-кратным увеличением. Определялись все имеющиеся в образцах виды палиноморф: споры и пыльца растений, микрофитопланктон. Фотографии (рис. 3) выполнены на микроскопе Motis и фотокамере Motisam 2300. Обнаруженные таксоны суммированы в таблице 1.

Проба 1. Мацерат представлен многочисленными углистыми частицами и редкими фрагментами тканей растений. Встречено по одному зерну пыльцы *Picea*, *Pinus* и два зерна *Chenopodiaceae*. Пыльца имеет современный облик. Также в спектре обнаружен один экземпляр почвенного клеща.

Проба 2. Мацерат содержит многочисленные углистые частицы, фрагменты тканей растений, пыльники и пыльцевые зерна. Присутствуют пыльники *Ambrosia*, *Ariaceae*, *Scabiosa*, *Pinus*. В пыльцевом спектре доминируют сосны и травы. Встречено одно зерно *Corylus* с протоплазмой. Травы представлены зернами *Polygonaceae*, *Valerianaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*. В основном пыльца имеет современный облик, однако было встречено 2 зерна *Pinus*, по одному экземпляру пыльцы *Cedrus* и *Picea/Cathaya* минерализованных и имеющих древний облик. Морфология и облик пыльцы зерна *Cedrus* сходна с пыльцой *Cedrus sauerae* N. Mtchedlishvili (Shatilova et al., 2018) из миоценовых отложений Грузии и *Cedrus* sp. из верхнемиоценовых отложений Турции (Biltekin et al., 2015).

Проба 3. В мацерате из коры выветривания на границе оползневого хаоса и вулкана Хыр присутствуют редкие окатанные углистые частицы. Обнаружено одно зерно *Pinus* subgen. *Diploxylon* современного облика.

Проба 4. Мацерат представлен многочисленными фрагментами тканей растений, спорами почвенных грибов и остатками почвенной фауны. Насыщенность образцов палиноморфами низкая. Встречено 9 зерен пыльцы *Pinus* subgen. *Diploxylon*, 2 зерна плюща *Hedera helix* и 2 зерна *Pinus* с протоплазмой. Пыльцевые зерна имеют современный облик. В этой пробе возможно попадание

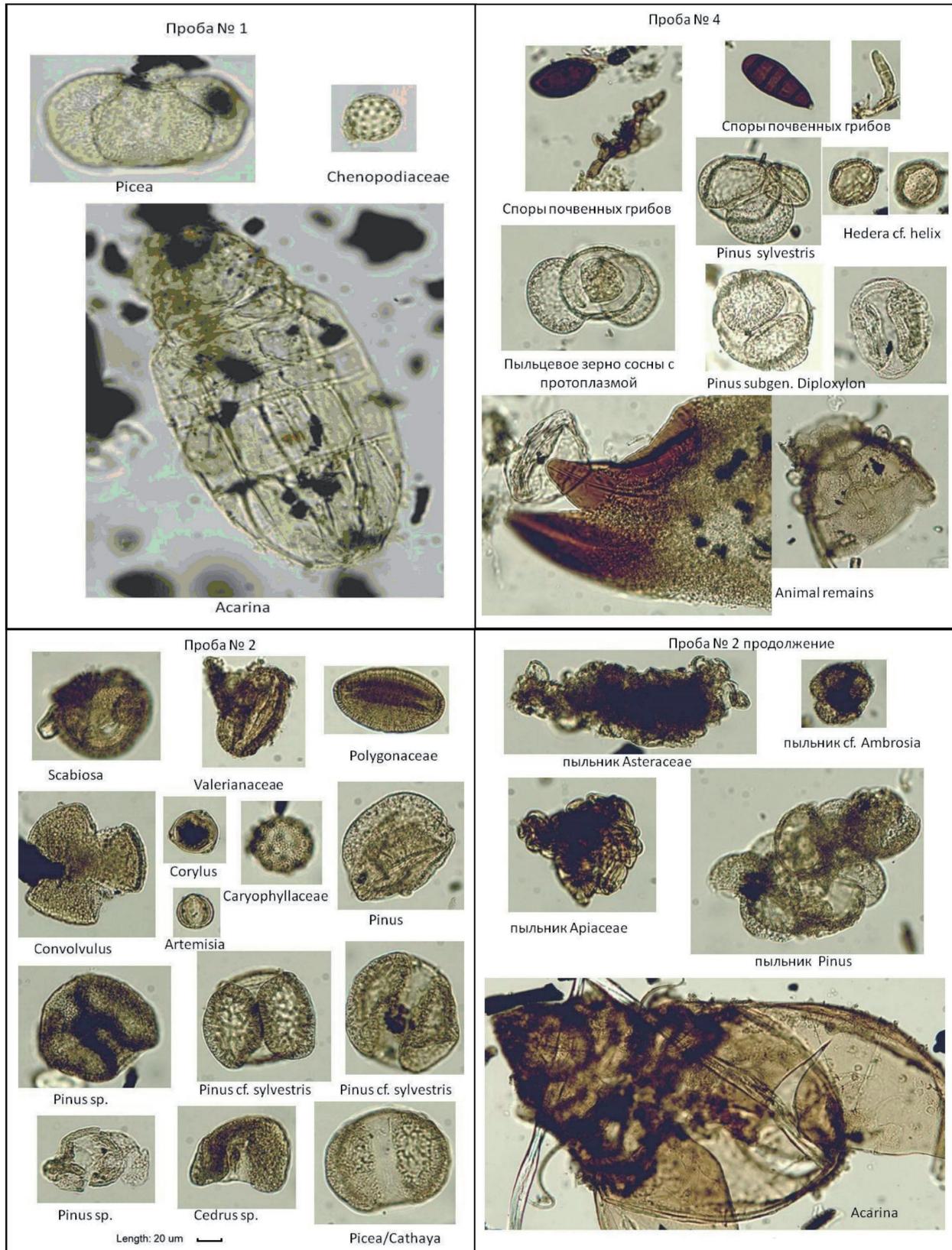


Рис. 3. Обнаруженные палиноморфы и другие органические остатки в образцах пород 1–4.

Fig.3. Discovered palynomorphs and other organic remains in rock samples 1–4.

современной пыльцы с ливневой инфильтрацией по трещинам преимущественно крупнообломочных известняковых пород отторженца.

Таблица 1. Результаты палинологического анализа образцов.
 Table 1. Results of palynological analysis of samples.

Taxa	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4
<i>Pinus</i> sp.		6		
<i>Pinus</i> cf. <i>sylvestris</i>	1	37	1	9
<i>Pinus</i> с протоплазмой				2
<i>Picea</i> sp.	1			
<i>Corylus</i> sp. (с протоплазмой)		1		
<i>Artemisia</i> sp.		2		
Asteraceae				
Cichoriaceae				
Caryophyllaceae		3		
Chenopodiaceae	2	2		
<i>Convolvulus</i> sp.		1		
Dipsacaceae (<i>Scabiosa</i> sp.)		12		
Polygonaceae		3		
Valerianaceae		2		
<i>Hedera helix</i>				2
Herbs		3		1
пыльники		9		
Fungi				есть
Animal remains	1	2		3
<i>Pinus</i> sp.		3		
<i>Cedrus</i> sp.		1		
<i>Picea/Cathaya</i>		1		
Trees and Shrubs	2	44	1	11
Upland Herbs	2	37	0	3
Сумма пыльцы	4	81	1	14

Все обнаруженные немногочисленные палиноморфы и другие органические остатки являются современными или близкими к современным, что соответствует гипотезе недавнего голоценового происхождения древних оползней и отторженцев. Низкая насыщенность образцов палиноморфами можно объяснить их вымыванием водами катастрофического турбидного потока (фладстрима) из породонасыщенной нижней части в верхнюю, и дальнейшим их выносом в море. Обнаруженные отдельные более древние палиноморфы в пробе 2 пород обрыва Понизовского оползня объясняются высоким содержанием в пробе мелкого детритового материала более древних твердых пород.

Выводы

Результаты исследования геолого-геоморфологических условий подтверждают существующую гипотезу о катастрофическом повышении уровня Черного моря в начале голоцена, в результате мощной гидролого-сейсмогравитационной катастрофы, вследствие которой сформировались дилювиальные мезоформы современного рельефа участков древних оползней и отторженцев ЮБК.

Предшествующие катастрофе гидрогеологические условия берегов Новозвксинского бассейна с уровнем водоема примерно на 150 м ниже современного характеризуются более глубокими базисами дренирования карстовой системы верхнеюрских известняков, которым соответствуют современные зоны субмаринной разгрузки и быстрого транзита карстовых подземных вод вдоль трасс древних оползней и отторженцев по палеоруслу рек, что подтверждается палеорекоgnитивным гидрогеологическим моделированием.

Обнаруженные методом палинологического анализа в образцах вмещающих пород древних оползней палиноморфы и другие органические остатки являются большей частью близкими к современным, что соответствует гипотезе голоценового происхождения древних оползней и отторженцев. Низкая насыщенность образцов палиноморфами можно объяснить их вымыванием водами катастрофического турбидного потока.

Авторы благодарны ведущим научным сотрудникам ГИН РАН канд. геол.-мин. наук Г.Н. Александровой и канд. геол.-мин. наук А.Н. Симаковой за помощь в палинологическом исследовании образцов пород.

Работа выполнена в рамках научной темы № 0555-2022-0005 государственного задания ФГБУН ФИЦ МГИ 2022 г.

Литература

1. Богуславский А.С., Казаков С.И., Лемешко Е.Е., Берзова И.Г. Исследование зон быстрого транзита карстовых подземных вод Южного берега Крыма // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2019. 16. С. 28–32. <https://doi.org/10.31241/FNS.2019.16.006>.
2. Гросвальд М.Г. Евразийские гидросферные катастрофы и оледенение Арктики. Москва. Изд-во: Научный мир. 1999. 120 с.
3. Димитров П.С., Димитров Д.П., Солаков Д.П., Пейчев В.Д. Новейшая геологическая история Черного моря и проблема потопа // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2005. №1. С. 102–111.
4. Лаломов А.В. Реконструкция палеогидродинамических условий образования верхнеюрских конгломератов Крымского полуострова // Литология и полезные ископаемые. 2007. № 3. С. 298–311.
5. Муратов М.В. Геологическое прошлое Крыма и Черного моря // Природа. 1960. № 6. С. 57–64.
6. Непрочнов Ю.П. Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения. Москва. Изд-во: Наука. 1980. 212 с.
7. Пивоваров С.В. Геологическая карта Горного Крыма. Масштаб 1:200 000. Киев. Изд-во: Мингео УССР. 1984.
8. Покровская И.М. Пыльцевой анализ. Москва. Изд-во: Госгеолиздат. 1950. 571 с.
9. Рудой А.Н. Основы теории диллювиального морфолитогенеза // Известия РГО. 1997. Т. 129. Вып. 1. С. 12–22.
10. Рудой А.Н. Возможные гидравлические характеристики и геохронология гляциальных суперпаводков на Алтае // Известия РГО. 2001. Т. 133. Вып. 5. С. 30–40.
11. Шестопапов В.М., Богуславский А.С., Климчук А.Б., Фесенко А.В., Годенко Г.Е. Разработка концептуальной гидрогеологической модели Горного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2009. Вып. 17. С. 27–47.
12. Baker V.R., Nummedal D. (Editors). The Channeled Scabland. A guide to the geomorphology of the Columbia Basin, Washington: (Prepared for the comparative Planetary Geology Field Conference, Columbia Basin, June 5–8, 1978), U.S. National Aeronautics and Space Administration, Washington D.C. 1978. 186 pp. [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(82\)90021-5](https://doi.org/10.1016/0037-0738(82)90021-5).
13. Ballard R.D., Coleman D.F., Rosenberg G.D. Further evidence of abrupt Holocene drowning of the Black Sea shelf // Marine Geology. 2000. V. 170. Issue 3-4. P. 253–261. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(00\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(00)00108-0).
14. Biltekin D., Popescu S.-M., Suc J.-P., Quézel P., Jiménez-Moreno G., Yavuz N., Çağatay M. N. Anatolia: a long-time plant refuge area documented by pollen records over the last 23 Million years. // Review of Palaeobotany and Palynology. 2015. V. 215. P. 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2014.12.004>.
15. Bretz J.H. The Channeled Scablands of the Columbia Plateau. // J. Geology. 1923. V. 31. No 8. P. 617–649. <https://doi.org/10.1086/623053>.
16. Dovhyi I.I., Bezhin N.A., Kremenchutsii D.A., Kozlovskaya O.N., Chepyzhenko A.I., Verterich A.V., Tovarchii Ya.Yu., Shibetskaya Yu.G., Chaikin D. Yu. Studying Submarine Groundwater Discharge at the Cape Ayia: a Multi-Tracer Approach // Physical Oceanography. 2021. V. 28. Issue 1. P. 52–66. <https://doi.org/10.22449/0233-7584-2021-1-57-72>.
17. Ryan W.B., Pitman W.C. Noah's Flood: the new scientific discoveries about the event changed history. New York: Simon and Schuster. 1998. 319 pp. <https://doi.org/10.1017/s0016756800233669>.
18. Shatilova I.I., Kvavadze E.V., Kokolashvili I.M., Bruch A.A. Atlas of Pollen of the Georgian upper Cenozoic – Gymnosperms and Angiosperms. Tbilisi: Georgian National Museum. 2018. 380 pp.