



Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Географический факультет

Кафедра геоморфологии и палеогеографии

VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование

Материалы Всероссийской конференции
с международным участием

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Географический факультет

Москва, 28 сентября – 1 октября 2020 г.



Москва

2020

УДК 910.1+911+502/504+511.4
ББК 26+Д823+Д87

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:
Кафедра геоморфологии и палеогеографии
Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Редакционная коллегия:

Бредихин А.В., профессор, д.г.н.
Болысов С.И., профессор, д.г.н.
Лукашов А.А., профессор, д.г.н.
Панин А.В., профессор, д.г.н.
Бадюкова Е.Н., к.г.н.
Беляев В.Р., к.г.н.
Беляев Ю.Р., к.г.н.
Гаранкина Е.В., к.г.н.
Еременко Е.А., к.г.н.
Мысливец В.И., к.г.н.
Репкина Т.Ю., к.г.н.
Романенко Ф.А., к.г.н.
Фузеина Ю.Н., к.г.н.
Харченко С.В., к.г.н.
Шеремецкая Е.Д.

VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, Москва, 28 сентября-1 октября 2020 г. [Электронное издание] — М.: Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2020 — 783 с.

В сборнике представлены материалы Всероссийской конференции с международным участием «VIII Щукинские чтения: РЕЛЬЕФ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ» Конференция организована кафедрой геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и посвящена 135-летию со дня рождения выдающегося отечественного геоморфолога, профессора Ивана Семеновича Щукина. Конференция стала символической вехой, отметившей 100-летие официальной отечественной геоморфологии (с момента открытия кафедры физической географии и геоморфологии в Петроградском университете в 1918 г.), а также 100-летие со дня рождения выдающегося геоморфолога, заведующего кафедрой геоморфологии МГУ с 1961 по 1986 гг., Олега Константиновича Леонтьева. Основные темы, затронутые на конференции, — геоморфологические аспекты решения актуальных инженерных, экономических и социальных проблем; глобальные и региональные проблемы геоморфологии; рельеф в исторической и палеогеографической ретроспективе; природопользование и прогноз развития рельефа в районах проявления экстремальных и катастрофических процессов; береговая зона, дно Мирового океана и деятельность человека; рельеф в рекреации: условие и ресурс; современные методы и технологии в геоморфологических исследованиях; прикладная геоморфология в высшей и средней школе.

ISBN 978-5-89575-251-7

УДК 910.1+911+502/504+511.4
ББК 26+Д823+Д87

ISBN 978-5-89575-251-7



9 785895 752517

© Текст. Авторы, 2020

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Выводы. Модель рассеяния речной и ледниковой взвеси поверхностными течениями осложняется придонной циркуляцией, которая перераспределяет осевший на дно осадок. Согласно пространственному положению первых двух кластеров, основными зонами аккумуляции тонких взвесей является: 1) эстуарии Оби и Енисея (терригенно-эстуарные отложения), 2) мелководная область юго-восточного побережья моря от Енисейского залива до пролива Вилькицкого (терригенно-мелководно-морские отложения), а также 3) глубоководные части желобов: Восточно-Новоземельского и Воронина (фоновые терригенно-морские отложения). В отличие от эстуарных и мелководно-морских областей моря, подверженных влиянию течений и волн, механизм аккумуляции осадочного материала в глубоководных частях (>300 м) желобов является

“нормальным”, т.е. полностью контролируется морфологией дна.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН №20 «Новые вызовы климатической системы Земли».

Литература

Кузнецов, В.Г. Литология. Основы общей (теоретической) литологии. Учебное пособие для вузов – М.: Научный мир, 2011. – 360 с.

Русаков, В.Ю., Кузьмина, Т.Г., Левитан, М.А., Торопченкова, Е.С., Жилкина, А.В. Некоторые особенности распределения тяжелых металлов в поверхностном слое донных осадков Карского моря // Геохимия. – 2017. – №12. – С. 1088-1099

Фролов, В.Т. Литология. Кн. 1. Учебное пособие – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 336 с.

РЕЛЬЕФ И ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА СЕВЕРЕ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

**Мазарович А.О., Добролюбова К.О., Зарайская Ю.А.,
Мороз Е.А., Соколов С.Ю.**

Геологический институт РАН, Москва, Россия, amazarovich@yandex.ru

Аннотация. По литературным данным и результатам экспедиций НИС «Академик Николай Страхов» рассмотрены опасные геологические процессы на: вулканических постройках архипелагов Азорского, Канарского, Мадейра и Островов Зеленого Мыса, а также о-вов Исландия и Ян-Майен, подводных горах и поднятиях, а также пассивной континентальной окраине Норвегии. Целью настоящей работы представляется выявление районов, в которых потенциально могут произойти природные катастрофы. Предполагается, что к ним можно отнести вулкан Беренберг, пролив Фрама и Азоро-Гибралтарскую зону

Ключевые слова: рельеф, вулканическое сооружение, пассивная континентальная окраина, континентальный склон, геологическая опасность, оползень.

Введение. Северную Атлантику, включая шельф, можно отнести к относительно «безопасным» областям Земли. Здесь отсутствуют сейсмофокальные зоны, островные

дуги (за исключением Малой Антильской) и существуют только пассивные окраины. Вместе с тем, в регионе время от времени происходили природные катастрофы раз-

ного масштаба, причиной которых были геологические процессы. Напомним только два хорошо известных примера. Землетрясение ($M = 8,5-9,0$) и цунами в Лиссабоне в 1755 г. и трещинное извержение Лаки в 1783 г. в Исландии.

Целью настоящей статьи представляется обзор уже произошедших опасных геологических процессов в северной части Атлантического океана, а также выявление районов, в которых потенциально могут произойти природные катастрофы.

Опасные геологические процессы на вулканических постройках. В пределах северной Атлантики расположены архипелаги вулканических островов: Азорский, Канарский, Мадейра и Островов Зеленого Мыса, а также о-ва Исландия и Ян-Майен. С этими областями, в зависимости от геодинамического или географического положения связаны разнообразные опасные геологические процессы, а, как правило, их сочетание: вулканические, сейсмические, гравитационные и некоторые другие, которые могут иметь не только региональное, но и более широкое негативное влияние на деятельность человека.

Остров Исландия (Thordarson, Larse, 2007 и др.) расположен на базальтовом плато, строение которого нарушено рифтовыми зонами, с которыми связана активная сейсмичность и вулканизм. Здесь расположено 130 активных и неактивных вулканов. В исторический период задокументировано 205 эруптивных событий. Они сопровождались такими опасными явлениями как: лавовые и пирокластические потоки, сильные грозы, внезапными и мощными потоками талой воды ледников, перекрывающими действующий вулкан, загрязнением окружающей среды. Помимо этого, в Исландии из-

вестны подпруживания рек лавовыми потоками и современное разломообразование.

Остров Ян-Майен (Sylvester, 1975 и др.) расположен примерно в 600 километрах к северу от Исландии на севере плосковершинного одноименного хребта субмеридионального простирания шириной до 30 км и протяженностью порядка 200 км. Его глубины уменьшаются с юга на север от 1400-1500 до 100 м. Восточный склон хребта осложнен крупным оползнем. В северной части хребта известен активный стратовулкан Беренберг с высотой над уровнем моря 2 277 м. Большая часть постройки расположена на склоне трога активной части разлома Ян-Майен, глубиной свыше 2000 м, образуя в плане «мыс» треугольной формы, протяженностью порядка 13 км. С 1900 по 2018 гг. здесь зарегистрировано несколько десятков землетрясений с $M > 5$ (до 6,8). Вся эта область находится в зоне активного левого сдвига. Геологическая обстановка, кратко описанная выше, позволяет отнести стратовулкан Беренберг к потенциально опасному вулканическому сооружению, северные склоны которого могут разрушиться с возникновением оползня с вероятным возникновением цунами и последующим извержением.

Азорский архипелаг (Madeira et al., 2016 и др.) расположен в точке тройного сочленения Африканской, Евразийской и Североамериканской плит. На островах и прилегающей акватории расположено 26 активных вулканов (8 из которых, подводные) и 11 трещинных систем. С XV в. известно 26 извержений, которые происходили на 5 островах и порядка 30 землетрясений с магнитудой больше 6, которые привели к гибели примерно 5000 человек. В 1720 г. западнее о. Терсейра произошло извержение

подводного вулкана Дом Жоао де Кастро Бэнк. В конце 1998 — начале 2000 гг. здесь было еще одно извержение («Serreta oceanic eruption») и в настоящее время в районе расположено активное гидротермальное поле

Архипелаг Канарских островов (Hunt et al., 2013 и др.) включает семь крупных и нескольких более мелких островов. Активные вулканы расположены на островах Тенерифе и Пальма. За последние 2 млн лет на вулканических постройках о-вов Тенерифе, Иерро и Пальма произошло 11 крупных оползней. Повышенная сейсмичность на последнем позволило сделать предположение о возможности схода с вулкана Кумбре Вьеха крупного оползня, который может вызвать цунами.

Архипелаг Островов Зеленого Мыса (Masson et al., 2008 и др.) расположен в 550-800 км западнее побережья Сенегала в пределах обширного подводного поднятия, оконтуренного изобатой 4500 м. Он состоит из 10 крупных и 8 небольших островов. Один из них (о. Фогу) представляет собой вершину вулканической постройки с кальдерой диаметром около 8 км. Со времени первых португальских поселений (1500 г.) до середины XVIII в. вулкан Фогу был постоянно действующим, но его активность уменьшалась. Формирование кальдеры Фогу связано с разрушением ее палеовулканической постройки примерно 70 000 лет назад, которое привело к возникновению цунами с высотой волны порядка 170 м. Масштабные подводные оползни установлены также на юго-западе и северо-востоке о. Санту-Антан, севернее и юго-восточнее о. Сан-Николау, а также юго-западнее о. Сан-Висенте.

Опасные геологические процессы на подводных горах и поднятиях.

Юго-западнее Иберийского полуострова (Lo Iacono et al., 2012 и др.) расположены поднятия: банка Горридж, горы Ирондель, Ампер и др., хребет Мадейра-Торе. Они расположены в области повышенной сейсмичности, связанной с областью конвергенции Евразийской и Африканской плит со скоростью 4 мм/год. Именно в ней произошли землетрясения с магнитудами больше 7: 1755 г. (Лиссабонское), 1931 и 1969 г. Деформации сжатия привели к формированию надвигов Горридж, Хосшу Маркиз Помбал (Marquês de Pombal). С последним связано формирование подводного оползня с возрастом 3270 ± 60 лет, который переместился на 24 км. Помимо этого, в области установлено около десятка оползневых тел, движения некоторых (южный склон г. Ирондель) могли вызвать цунами.

Подводный оползень был также обнаружен авторами в 2019 г. на подводной горе Рокет ($15^{\circ}50'30''N$, $36^{\circ}6'42''W$) расположенной в 1200 км к востоку от рифтовой зоны Срединно-Атлантического хребта в пределах котловины Зеленого Мыса. Основание подводной горы расположено на глубине 4500-5000 м, вершина — 640 м.

Опасные геологические процессы на пассивных континентальных окраинах.

Континентальная окраина Норвегии протягивается от банки Викинг до плато Ермак и имеет протяженность порядка 2500 км. По количеству оползней и протяженности их зон отрыва окраина может быть разделена на три сегмента (с юга на север) — Скандинавский, Баренцевоморский и Шпицбергенский.

Скандинавский сегмент протягивается, примерно на 1100 км, вдоль западного побережья Скандинавского полуострова между Норвежским трогом и банкой Фюг-

лѐ-банкен (Fugløybanken), расположенной в юго-западном «углу» шельфа Барнцева моря. Шельф имеет ширину от 40 до 230 км. Его рельеф представляет собой чередование широких (до 70 км) трогов, с глубинами от 200 до 500 м, которые разделяют обширные равнины или банки (40-200 м). На континентальном склоне установлено (Hjelstuen et al., 2007, Laberg et al., 2000 и др.) около 40 подводно-оползневых тел с возрастом смещения оползневых масс от 2,6 млн лет до 4 тыс. лет. Оползни расположены на склонах крутизной (~1,5-2°). Среди них своими масштабами выделяются оползни Сторегга, Траенаджюпет и Аннѐйа. Перемещение первого произошло примерно 8100 лет назад на расстояние 770 км и вызвало цунами на западе Скандинавского п-ва, в Шотландии, а также на Ферерских и Шетландских о-вах.

Баренцевоморский сегмент представляет собой область перехода от шельфа Барнцева моря через континентальный склон к Лофонтенской глубоководной впадине (Alexandropoulou, 2013, Hjelstuen et al., 2007 и др.). Глубже бровки шельфа Барнцева моря, расположены мощные отложения конусов выноса (с юга на север — Медвежинский, Квейтола, Сторфьорд) позднплиоцен-плейстоценового возраста, мощностью в 3,5-4 км. С Медвежинским связаны оползни с возрастом 200 000-300 000 лет и обломочные потоки. На конусе Сторфьорд установлено 24 оползня, которые формировались в позднчетвертичное время, а часть в последние 20 000 лет.

Шпицбергенский сегмент (Vanneste et al., 2007 и др.) протягивается, примерно на 400 км, вдоль западного побережья о. Западный Шпицберген. Шельф был сформирован в результате плиоцен-плейстоценового оледенения. Он имеет ширину 50-150 км

и имеет большое сходство со скандинавским сегментом. Окраина Шпицбергена имеет уникальное строение. Расстояние от оси хребта Книповича до бровки шельфа на траверзе юга о. Западный Шпицберген составляет 150 км, а на севере всего 50 км. Особенностью окраины Шпицбергена представляется широкое развитие зон просачивания и газовых факелов (>1000) (Mau et al., 2017). В пределах Шпицбергенского сегмента нет свидетельств существования крупномасштабных оползней, вместе с тем они установлены западнее и севернее Шпицбергена (оползень Хинлопен). Севернее архипелага Шпитцберген расположен крупный (10 000 км²) оползень Хинлопен (Winkelmann, 2007 и др.). Формирование оползня началось 30 000 лет назад и продолжилось в течение последующих 5 фаз, точное время которых не известно. Смещение составило 275 км с амплитудой по высоте 3750 м.

Восточнее (Зайончек и др., 2010), около устья трога Орли, расположенного между островами Северо-Западный Шпицберген и Квитоя (Белый), установлены оползневые тела незначительного размера. Еще восточнее в зонах перехода оползневые тела не установлены, однако существование трогов Франц-Виктория, Св. Анна, Воронина и др., позволяют предполагать возможность возникновения оползневых процессов.

Опасные геологические процессы в проливе Фрама. Между северной частью Гренландии и архипелагом Шпицберген расположен пролив Фрама, глубиной около 3000 м и с минимальной шириной около 450 км. Его наибольшие глубины (>5600 м) обнаружены во впадине Моллой. С юга, востока и севера впадина ограничена склонами, крутизна которых может

достигать 35°.

В проливе Фрама происходит переход структур хребта Книповича, через разлом Моллой, впадину Моллой, Шпицбергенский разлом и трог Лена, к хребту Гаккеля с ультрамедленной скоростью спрединга в Северном Ледовитом океане. Установлено (Мазарович и др., 2018), что здесь сложились все условия для движения крупного подводного оползня, сход которого может привести к возникновению цунами. Возможному развитию таких событий способствуют следующие обстоятельства: перепад рельефа в более чем 5 км на расстоянии порядка 160 км, система открытых трещин в плане серпообразной формы, крутизна склонов от 4 до 35° на отдельных участках, сейсмичность разлома Моллой, одноименной впадины и севера хребта Книповича, активные оползневые процессы вдоль южного склона склоны хребта Вестнеса, многочисленные газовые факелы, газоподводящие каналы и газовые воронки, которые дестабилизируют южные склоны хребта Вестнеса.

Работа выполнена в рамках темы ГИН РАН №0135-2019-0076 «Геологические опасности в Мировом океане и их связь с рельефом, геодинамическими и тектоническими процессами».

Литература

- Зайончек, А.В., Брекке, Х., Соколов, С.Ю., Мазарович, А.О., Добролюбова, К.О., Ефимов, В.Н., Абрамова, А.С., Зарайская, Ю.А., Кохан, А.В., Мороз, Е.А., Пейве, А.А., Чамов, Н.П., Ямпольский, К.П. Строение зоны перехода континент-океан северо-западного обрамления Баренцева моря (по данным 24, 25 и 26 рейсов НИС «Академик Николай Страхов», 2006-2009 гг.) / Строение и история развития литосферы. Вклад России в Международный Полярный Год. Том. 4. – М.: Paulsen, 2010. – С. 111-157.
- Мазарович, А.О., Мороз, Е.А., Зарайская, Ю.А. Опасность подводного оползня западнее архипелага Шпицберген // Литология и полезные ископаемые. – 2018. – №4. – С. 287-294.
- Alexandropoulou, N. Late Cenozoic evolution of the upper Bjørnøya Fan, western Barents Sea margin: A seismic sequence stratigraphic analysis / Master Thesis in Geosciences Discipline: Petroleum Geology and Petroleum Geophysics. Department of Geosciences. – Faculty of Mathematics and Natural Sciences. University of Oslo, 2013. – 85 p.
- Freire, F., Gyllencreutz, R., Jafri, R.U. et al. Acoustic evidence of a submarine slide in the deepest part of the Arctic, the Molloy Hole. – Geo-Mar Lett., 2014. – P. 1-11. DOI: 10.1007/s00367-014-0371-5.
- Hjelstuen, B.O., Eldholm, O., Falide, J.I. Recurrent Pleistocene mega-failures on the SW Barents Sea margin // Earth and Planetary Science Letters. – 2007. – V. 258. – P. 605-618.
- Hunt, J.E., Wynn, R.B., Talling, P.J., Masson, D.G. Multistage collapse of eight western Canary Island land-slides in the last 1,5 Ma: Sedimentological and geochemical evidence from subunits in submarine flow deposits // Geochem. Geophys. Geosyst. – 2013. – V. 14. – P. 2159-2181. DOI: 10.1002/ggge.20138/
- Laberg, J.S., Vorren, T.O., Dowdeswell, J.A., Kenyon, N.H., Taylor, J. The Andøya Slide and the Andøya Canyon, north-eastern Norwegian–Greenland Sea // Marine Geology. – 2000. – V. 162. – P. 259-275.
- Lo Iacono, C., Gràcia, E., Zaniboni, F., Pagnoni, G., Tinti, S., Bartolomé, R.,

Masson, D.G., Wynn, R.B., Lourenço, N., Pinto de Abreu, M., Dañobeitia, J.J., Zitellini, N. Large, deepwater slope failures: Implications for landslide-generated tsunamis // *Geology*. – 2012. – V. 40. – №10. – P. 931-934.

Masson, D.G., Le Bas, T.P., Grevemeyer, I., Weinrebe, W. Flank collapse and large-scale landsliding in the Cape Verde Islands, off West Africa // *Geochem. Geophys. Geosyst.* – 2008. – V. 9. – №7. – Q07015, DOI: 10.1029/2008GC001983.

Sylvester, A.G. History and surveillance

of volcanic activity on Jan Mayen island // *Bulletin Volcanologique*. – 1975. – V. 39. – Iss. 2. – P. 313-335.

Thordarson, T., Larsen, G. Volcanism in Iceland in historical time: Volcano types, eruption styles and eruptive history // *Journal of Geodynamics*. – 2007. – V. 43. – P. 118-152.

Vanneste, M., Berndt, C., Laberg, J.S., Mienert, J. On the origin of large shelf embayments on glaciated margins — effects of lateral ice flux variations and glacio-dynamics west of Svalbard // *Quaternary Science Reviews*. – 2007. – V. 26. – P. 2406-2419.

К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ ЛИНЕЙНЫХ ФОРМ НА БЫВШЕМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Мазнев С.В.¹, Огородов С.А.²

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,

¹maznev@geogr.msu.ru, ²ogorodov@aha.ru

Аннотация. Исследование направлено на обоснование генезиса ранее неисследованных линейных форм рельефа на бывшем дне Аральского моря. На основе исследования спутниковых снимков и полевых материалов получена информация о морфологии и морфометрии этих форм. В исследовании последовательно рассмотрены различные гипотезы их происхождения. В результате сделан вывод, что они были сформированы в результате воздействий ледяных торосистых образований на дно при более высоком уровне моря.

Ключевые слова: борозды, ледово-экзарационный рельеф, микрорельеф дна, морфометрия, спутниковые снимки

Введение. В относительно недавнем прошлом при анализе спутниковых снимков на бывшем дне Аральского моря, экспонированном в результате катастрофического падения его уровня, были обнаружены следы ранее неизвестного происхождения (Огородов, 2017). Ширина описанных линий составила от 2 до 50 м, протяженность от 200 м до нескольких километров. Распространены они практически по всему бывшему дну Аральского моря, а также на современном его дне. Единственной трак-

товкой их происхождения было предположение о происхождении этих следов в результате деятельности инопланетян (Смердов, 1990). Безусловно, такая гипотеза, не имеющая научного обоснования, не могла удовлетворить исследователей микроморфологии бывшего дна моря. Данное исследование ставит перед собой цель определить и детально обосновать генезис этих следов.

Материалы и методы. При исследовании следов на бывшем дне Аральского