

УДК 551.89,621.039.86

ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЙ КАТАСТРОФИЧЕСКИЙ ОБВАЛ ХРЕБТА БАЛАГАНЧИК ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ОПОРНОГО РАЗРЕЗА МИТОГА 2-я (ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА)

© 2021 г. М. М. Певзнер^a, *, Ф. Е. Максимов^b, Т. Д. Каримов^a,
С. Б. Левченко^b, Р. И. Нечушкин^a, В. А. Григорьев^b, А. Ю. Петров^b,
В. Ю. Кузнецов^b, О. Н. Успенская^c, Ю. В. Кущева^a

^aГеологический институт РАН, Пыжевский пер., 7, стр. 1, Москва, 119017 Россия

^bСанкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле,
10-я линия, 33–35, Санкт-Петербург, 199034 Россия

^cВсероссийский научно-исследовательский институт овощеводства,
д. Верея, 500, Раменский район, Московская область, 140153 Россия

*e-mail: m_pevzner@mail.ru

Поступила в редакцию 18.02.2020 г.

После доработки 14.04.2020 г.

Принята к публикации 17.06.2020 г.

Впервые изучен и датирован (^{14}C и $^{230}\text{Th}/\text{U}$) новый опорный разрез позднего плейстоцена охотоморского побережья Камчатки в районе р. Митога 2-я. Проведена корреляция отложений с ранее известными разрезами плейстоцена междуречья Хомутина–Митога. Установлено, что толща “сильных илов и глин” представляет собой отложения крупного эстуария озерного типа, который стал заболачиваться около 90–80 тыс. л.н., а осадки, перекрывающие “илы”, начали формироваться не ранее 90 тыс. л.н. (вторая половина MIS 5). Выделены отложения катастрофического обвала (дальность перемещения обломочной массы около 100 км, площадь распространения $\geq 1500 \text{ км}^2$, объем $\geq 15 \text{ км}^3$), сошедшего с хребта Балаганчик около 90–80 тыс. л.н. Установлены две главные фации: диспергированный базальный слой (толща “мореноподобных суглинков”) и собственно обвалы отложения (конгломераты). Обвал перегородил долины рек Быстрой и Плотниковой с образованием крупного подпрудного озера. Катастрофический спуск озера мог произойти около 37 тыс. л.н. Отложения прорыва запруды зафиксированы на охотоморском берегу между р. Митога 2-я и пос. Зуйково.

Ключевые слова: Западная Камчатка, поздний плейстоцен, катастрофический обвал, подпрудное озеро, торф, уран-ториевое и радиоуглеродное датирование.

DOI: 10.31857/S0024497X20060051

До настоящего времени данные по истории развития природы Камчатки в плейстоцене крайне фрагментарны, а представления о возрасте отложений часто базируются лишь на косвенных методах. Это связано с двумя главными причинами. Во-первых, с ограниченным распространением разрезов рыхлых отложений, а во-вторых, с отсутствием до недавнего времени методов определения абсолютного возраста осадочных пород позднего и среднего плейстоцена. Береговые обрывы Западной Камчатки — один из ключевых объектов для исследования осадочных терригенных отложений полуострова — начали изучать еще в 1930–1940 гг. (см. ниже), однако в конце 1970-х годов интерес к ним иссяк. В более поздние годы работы в этом районе, возможно, и проводились, но результаты не были опубликованы.

Таким образом, можно констатировать, что до сих пор представления, сложившиеся в 1970-е годы, никем не пересматривались (например, см. [Свиточ, 2004]).

Практически все исследователи, изучавшие строение и возраст доголоценовых разрезов охотоморского берега Западной Камчатки, коррелировали эти отложения с опорными разрезами Центральной Камчатки. В последние несколько лет нам удалось получить новую представительную серию изотопных (радиоуглеродных и уран-ториевых) дат для отложений, слагающих высокие поверхности в долине р. Камчатки [Максимов и др., 2019; Певзнер и др., 2019а–в, 2020]. Новые геохронологические данные заставили нас существенно пересмотреть как возраст, так и генезис изученных толщ. В связи с этим изучение

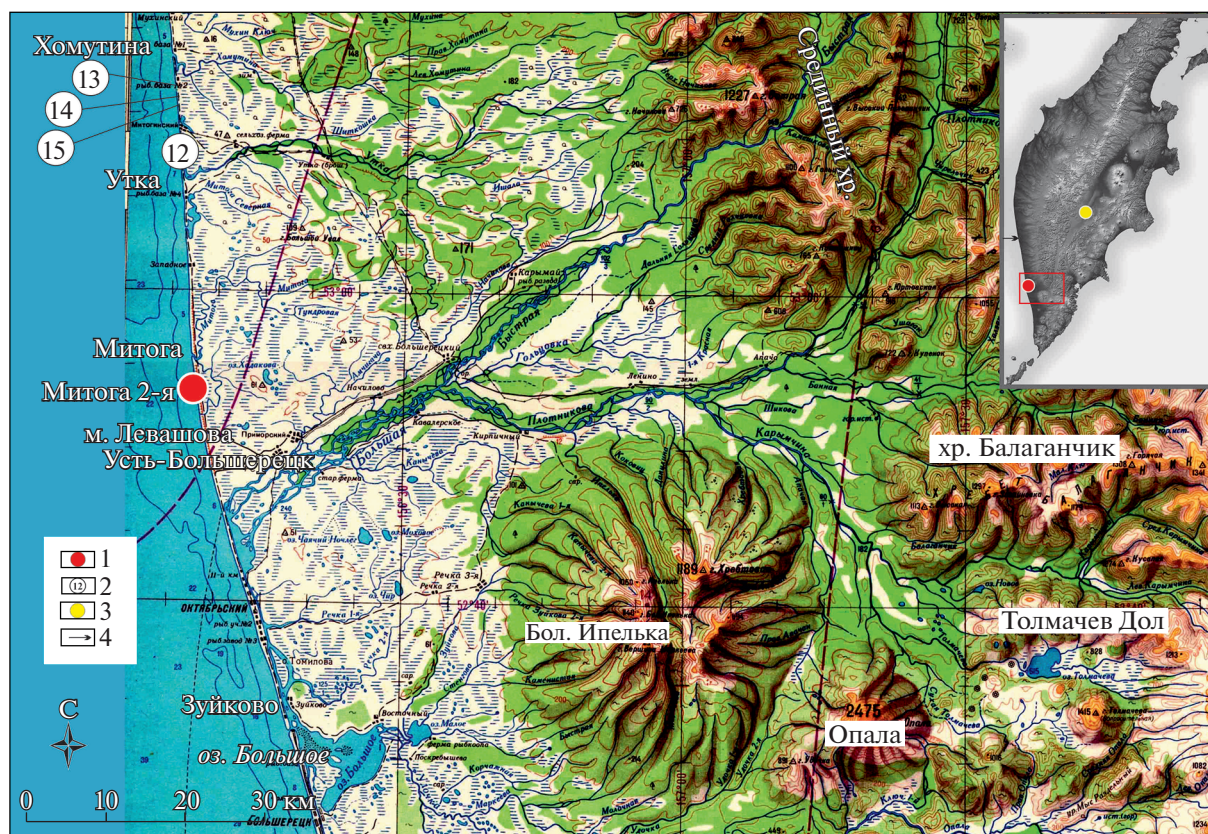


Рис. 1. Район исследований на топографической карте масштаба 1 : 500000 [Топографическая ..., 1972]. На врезке показан квадратом.
1–3 – опорные разрезы: 1 – Митога 2-я, 2 – разрезы междуречья Хомутина–Митога с сохранением авторской нумерации, по [Новейшие ..., 1978], 3 – разрезы Центральной Камчатки; 4 – положение устья р. Колпаковой (на врезке).

опорных разрезов плейстоценового возраста в разных районах полуострова нам представляется весьма актуальным.

Район наших исследований расположен на Западной Камчатке, на берегу Охотского моря (рис. 1). Между мысом Левашова и устьем р. Митога протягивается береговой обрыв высотой до 20 м. Две основные точки опробования ($52^{\circ}53'58.93''$ с.ш., $156^{\circ}8'1.79''$ в.д. и $52^{\circ}54'3.96''$ с.ш., $156^{\circ}7'59.81''$ в.д.) расположены в 2–3 км к югу от устья р. Митоги и относятся к разрезу Митога 2-я, названному нами по ближайшей одноименной реке. В 30 км к северу находятся опорные разрезы междуречья Хомутина–Митога, которые считаются наиболее полными и представительными для плейстоцена Западной Камчатки [Новейшие ..., 1978].

Главная цель исследований заключалась в установлении радиоизотопного (радиоуглеродного и уран-ториевого) возраста органического вещества, погребенного в доголоценовой части отложений разреза Митога 2-я. Кроме того, нами выполнены обобщение и анализ ранее опубликованных данных на основе новой хронологической информации для объяснения последова-

тельности и взаимосвязи событий, запечатленных в отложениях позднего плейстоцена Западной Камчатки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для определения изотопного возраста отложений были применены два независимых изотопно-геохимических метода: радиоуглеродный (^{14}C) и уран-ториевый ($^{230}\text{Th}/\text{U}$). Выбор этих методов был обусловлен, во-первых, их хронологическим диапазоном (^{14}C до 50–55 тыс. лет, $^{230}\text{Th}/\text{U}$ до 350 тыс. лет), а во-вторых, возможностью перекрестного датирования одного и того же образца, что позволяет проводить независимую взаимопроверку результатов и верифицировать получаемые даты. В качестве объекта датирования в обоих случаях используется погребенный торф. Кроме того, проводилось комплексное изучение отложений (стратиграфическое, литологическое, палеоботаническое, тифхронологическое и фациальный анализ).

Радиоуглеродное датирование выполнено в Геологическом институте РАН (Москва). Пер-

вичная подготовка проб велась по стандартной методике, подробно описанной в работе [Певзнер, 2015]. Принципы получения дат по органическим остаткам доголоценового возраста (с малым количеством остаточного радиоактивного углерода) рассмотрены в работе [Певзнер и др., 2019a]. Измерение возраста по торфам разреза Митога 2-я проводилось на двух самых мощных счетных установках с объемами рабочих кювет 14.25 и 22.03 мл, что позволяет получать предельные ^{14}C даты до 49.5 и 51.5 тыс. лет соответственно.

Радиоизотопное уран-ториевое датирование проведено в Санкт-Петербургском государственном университете с использованием методики изохронного приближения [Geyh, 2001; Максимов, Кузнецов, 2010]. Для количественного определения изотопов U и Th в серии предположительно разновозрастных (или близких по возрасту) образцов была применена методика полного растворения или т.н. TSD-модель [Bischoff, Fitzpatrick, 1991; Максимов, Кузнецов, 2010]. Согласно предпосылкам изохронного приближения необходимо, чтобы в выбранных разновозрастных образцах наблюдалась одна и та же величина первичного ториевого загрязнения (ториевого индекса, равного соотношению активностей изотопов тория ^{230}Th и ^{232}Th), а также соблюдались условия закрытой радиометрической системы относительно изотопов урана и тория [Максимов и др., 2019]. В этом случае изохронный возраст может быть рассчитан посредством коррекции аналитических данных, а именно учета (вычитания) первичного ториевого загрязнения.

Некоторые горизонты разреза были изучены методом комплексного группового биоанализа (далее биоанализ), предложенным Н.В. Кордэ [1960] и модифицированным О.Н. Успенской [1986]. Исследования проводились во ВНИИО (Московская область). Суть метода заключается в подсчитывании в одних и тех же препаратах всех определенных остатков организмов: высших растений, водорослей, микроскопических водных животных и пыльцы растений. На основании ранее разработанных типологических характеристик, появляется возможность установить изменения величины и характера обводненности, температурных условий, трофности, сапробности, степени зарастания высшими растениями и т.д. на протяжении истории существования изучаемого водоема [Кордэ, 1960; Успенская, 1986; Skrypnikova et al., 2011].

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Представления 1940–1960 гг. о строении и истории формирования Западно-Камчатской рав-

нины подробно рассмотрены в работах [Беспалый, 1974; Беспалый, Давидович, 1974; Брайцева и др., 1968; Брайцева, Мелекесцев, 1974; Мелекесцев, 1974 и др.]. По представлениям В.Г. Беспалого, на территории исследований обнажаются отложения, которые начали накапливаться более 700 тыс. л.н., и в обрывах вскрывается морена среднеплейстоценового возраста. По представлениям И.В. Мелекесцева, вся обсуждаемая территория была полностью перекрыта ледниками I фазы позднеплейстоценового оледенения, и в обрывах вскрывается морена этого времени [Мелекесцев, 1974, с. 416, рис. 124]. Вскоре после выхода крупных монографий [Брайцева и др., 1968; Камчатка ..., 1974] на береговых обрывах побережья Охотского моря были проведены комплексные исследования [Алешинская и др., 1976; Боярская и др., 1976; Новейшие ..., 1978], в результате которых были установлены характеристики осадочных отложений и последовательность залегания главных свит; получены первые серии радиоуглеродных дат по погребенной органике; была предпринята попытка реконструкции палеогеографических обстановок плейстоцена Западной Камчатки. В тексте данной статьи названия толщ приводятся по работе [Новейшие ..., 1978].

По данным крупномасштабной геологической карты, береговые обрывы района исследований сложены среднеплейстоценовыми флювиогляциальными отложениями [Государственная ..., 1989]. На существенно более поздней, но мелко-масштабной карте — ледниковыми галечниками с валунами или валунными суглинками среднеплейстоценового возраста, а также морскими песками, галечниками, гравийниками, супесями и суглинками позднеплейстоценового возраста [Государственная ..., 2006].

ОПОРНЫЕ РАЗРЕЗЫ ПЛЕЙСТОЦЕНА МЕЖДУРЕЧЬЯ ХОМУТИНА–МИТОГА

Схема строения опорного разреза междуречья Хомутина–Митога, по материалам работ [Боярская и др., 1976; Новейшие ..., 1978], представлена на рис. 2а. В основании разреза вскрывается толща плотных “сизых илов и глин” (видимой мощностью 7 м), для которой характерна хорошая сортировка материала и преобладание тонкодисперсных фракций (67.7% алеврита и 32% глины). Остатков диатомовых водорослей не было обнаружено. Геохимический анализ показал, что “илы” формировались в слабосоленоводном водоеме, при движении вверх по разрезу содержание иона хлора в отложениях уменьшается. Состав водной вытяжки: SO_4 , Na, Cl, Mg — в целом является характерным для отложений, накапливавшихся при одновременном воздействии морских и континентальных вод; а pH водной вытяжки (4.96–5.32) свидетельствует о застойных бо-

лотных условиях. Авторы работы [Новейшие ..., 1978] предполагали, что “илы” формировались в приглубой части застойного водоема типа обширного озера или лагуны-лимана. Находки пыльцы экзотических растений, а также данные палеомагнитного анализа (положительная полярность) позволили отнести время формирования “илов” к эпохе Матуяма (Гилза-Олдувей) и, таким образом, выделить нижнехомутинскую свиту позднеплиоценового возраста. Поскольку до 1982 г. нижняя граница четвертичного периода оценивалась в 0.8 млн лет [Стратиграфия ..., 1984], то возраст нижнехомутинской свиты, по видимому, предполагался около 1 млн лет. “Сизые илы” авторы сопоставляли с толщей “синих глин” Центральной Камчатки (по [Брайцева и др., 1968; Куприна, 1970]).

На размытой поверхности “илов” залегает мощная (до 40–60 м) толща “диагонально- и косослоистых песков”. Пески разнозернистые, с прослоями хорошо окатанного гравия, гальки (в том числе изверженных пород); реже с прослоями сизых суглинков; иногда с включениями литифицированной древесины. Наиболее грубозернистый материал тяготеет в основном к нижней части толщи. Слоистость косая и диагональная. Местами наблюдаются деформации – пески смяты в мелкие складки и образуют карманы. Состав толщи, хорошая сортировка и особенности текстуры позволили авторам предположить, что “пески” накапливались в результате деятельности мощных речных потоков с динамичным режимом и могут представлять собой отложения крупных конусов выноса. Толща имеет широкое распространение: от междуречья Хомутиной и Митоги на юге (см. рис. 1, разрезы 13, 14) до устья р. Колпаковой на севере (см. рис. 1, врезка). По образцу литифицированной древесины получена радиоуглеродная дата >45 тыс. лет (МГУ-202) [Боярская и др., 1976]. “Пески” были выделены авторами в верхнехомутинскую свиту, а ее возраст оценен границей плиоцен–плейстоцен. Эту свиту авторы сопоставляли с толщей “косослоистых песков” Центральной Камчатки (по [Брайцева и др., 1968; Куприна, 1970]).

Выше по разрезу залегает толща “мореноподобных суглинков”. По утверждению авторов, она перекрывает нижележащие “пески” и “илы” с глубоким размывом. Однако, в разрезе 15 (см. рис. 1) – единственном, где под “суглинками” зафиксированы “пески”, эрозионная граница не показана [Новейшие ..., 1978, с. 28–30, рис. 8]. В работах [Беспалый, 1974; Беспалый, Давидович, 1974], напротив, утверждается, что контакт “суглинков” и “песков” согласный, постепенный. Толща представлена серо-сизыми суглинками с большим количеством гравия и гальки, реже с мелкими валунами. Обломочный материал равномерно рассеян и характеризуется разной степе-

нью окатанности. Среди валунов и гальки заметно доминируют лавы основного состава, мелкие валуны гранитоидов встречаются относительно редко. Верхняя часть толщи яснослоистая, с частыми прослоями галечников. В разрезе 12 вблизи устья р. Утки (см. рис. 1) авторы отмечали, что толща “суглинков” венчается галечниками с песчаным заполнителем, схожими с галечниками из толщи “песков” на р. Хомутиной (см. рис. 1, разрезы 13 и 14). В работе [Новейшие ..., 1978] подчеркивается, что распространение толщи зафиксировано только в разрезах между мысом Левашова и устьем р. Хомутины, причем наибольшую мощность толща имеет в районе устья р. Утки (14 м). При этом в работе [Беспалый, Давидович, 1974] приводятся описания двух разрезов на протоке Амчигача (правый приток р. Большой), где также вскрывается “морена”. Генезис толщи “мореноподобных суглинков” остался не вполне выясненным: отложения могут быть как водного, так и ледникового происхождения. Тем не менее “суглинки” выделены в усть-уткинскую свиту, ее возраст оценен средним плейстоценом. Эта свита коррелируется с “мореноподобной толщей” Центральной Камчатки (по [Брайцева и др., 1968; Куприна, 1970]).

Плейстоценовую часть разреза венчают отложения так называемой “пестрой толщи”. Этот относительно маломощный (до 5 м) горизонт, покрывающий водоразделы, с размывом залегает на подстилающей толще “мореноподобных суглинков” и характеризуется значительной фациальной изменчивостью. “Пестрая толща” сложена супесями и суглинками, иногда с примесью гальки. Местами в отложениях проявлена горизонтальная и ленточная слоистость, в изобилии присутствуют пресноводные диатомовые. В верхней части толщи установлены крупные линзы вулканических пеплов кислого состава алевритовой размерности, а в нижней – прослой торфов и линзы растительного детрита. Накопление толщи авторы связывают с мелководными застойными или слабопроточными водоемами, т.е. с болотами и мелкими озерами. По погребенной органике из нижней части толщи была получена серия из пяти радиоуглеродных дат в диапазоне от 39.400 ± 2.000 (МГУ-ИОАН-28) до 31.000 ± 1.200 (МГУ-60), причем наиболее молодая дата по торфу 33.200 ± 1.100 (МГУ-150) лет [Боярская и др., 1976] (см. рис. 2). При датировании пепла извержения Опа-ла IV в разрезе, расположенном в 4.2 км к югу от устья р. Митога, для оторфованного суглинка в низах “пестрой толщи” были получены четыре даты в диапазоне от 38.100 ± 600 (ГИН-3010) до 43.500 ± 1.200 (ГИН-3009) [Мелекесцев, 2016] (см. рис. 2). “Пестрая толща” перекрыта голоценовыми образованиями. Возраст толщи – поздний плейстоцен.

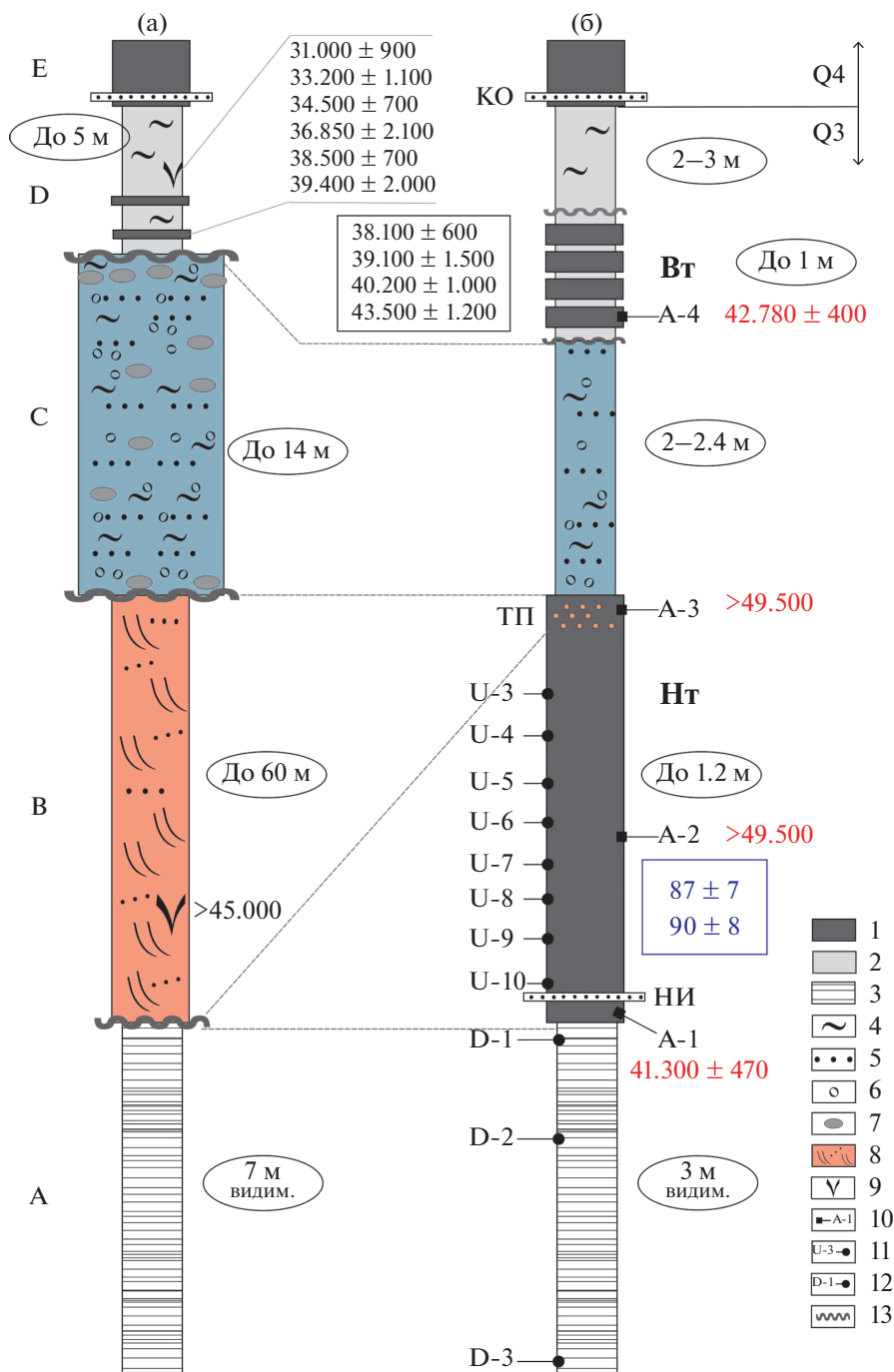


Рис. 2. Схематическое строение береговых обрывов Западной Камчатки: а – опорный разрез Хомутина–Митога, по [Боярская и др., 1976; Новейшие ..., 1978], б – разрез Митога 2-я (авторские данные).

А–Е – толщи, выделенные в работах [Боярская и др., 1976; Новейшие ..., 1978]; А – сизые илы и глины; В – косо- и диагонально-слоистые пески; С – мореноподобная толща; D – пестрая толща; Е – голоценовый торфяник.

1 – торф (Вт – “Верхний”, Нт – “Нижний торф”, ТП – торф с песком в кровле “Нижнего торфа”); 2 – тонко- и мелкозернистые пески; 3 – глины и алевриты; 4 – суглинки; 5 – разнотернистые пески; 6 – гравий; 7 – галька и мелкие глыбы; 8 – пески с косо- и диагонально-слоистостью; 9 – растительные остатки; 10–12 – места отбора проб на радиоуглеродное датирование (10), уран-ториевое датирование (11), биоанализ (12); 13 – несогласные границы. Вулканические пеплы: КО – тефра извержения кальдеры Курильского озера; НИ – тефра неизвестного источника.

Результаты датирования показаны справа от колонок: а – ^{14}C по [Новейшие ..., 1978, с. 90–91] (без рамки), ^{14}C по [Мелекесцев, 2016] (в рамке); б – авторские данные ^{14}C (без рамки), $^{230}\text{Th}/\text{U}$ в тыс. лет (в рамке).

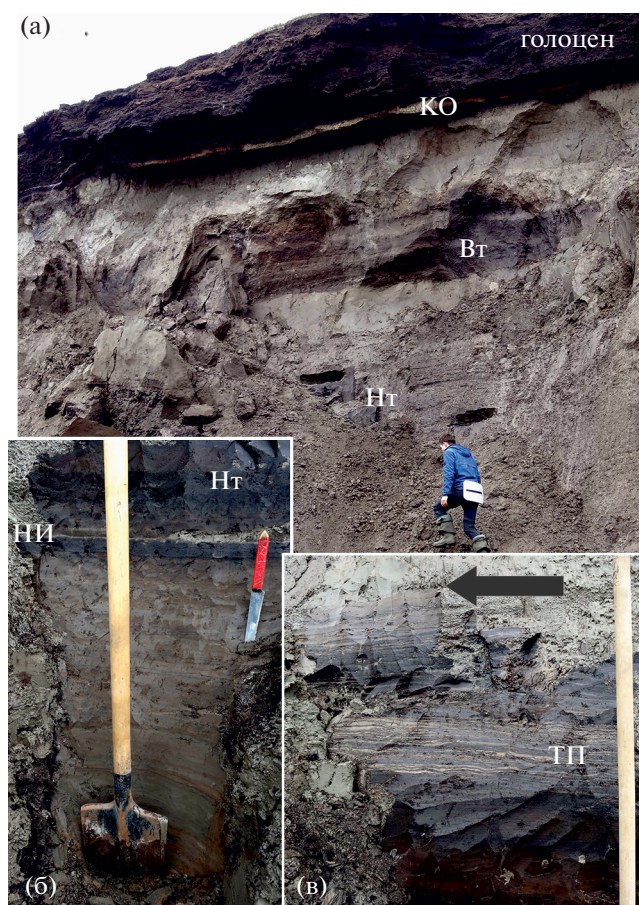


Рис. 3. Разрез Митога 2-я. Фото М.М. Певзнер.

а — общий вид; б — граница “Нижнего торфа” и отложений озерно-лагунного эстуария; в — контакт “Нижнего торфа” и “мореноподобных суглинков”, граница показана стрелкой.

Буквами указано: Вт — “Верхний”, Нт — “Нижний торф”, ТП — торф с песком (верхняя часть “Нижнего торфа”); вулканические пеплы: КО — тephра извержения кальдеры Курильского озера в основании голоценового торфа; НИ — тephра неизвестного источника в основании “Нижнего торфа”.

“Усть-Большерецкие слои” выделены авторами монографии [Новейшие ..., 1978] в разрезах, вскрывающихся в районе пос. Усть-Большерецк в увале, подмытом р. Большой, а также в увале у пос. Зуйково. Отложения представлены разнозернистыми песками, иногда ожелезненными, с маломощными прослоями суглинка, в нижней части разреза с гравием и мелкой галькой. Толща песков волнисто-, косо- и диагональнослоистых, состоит из двух–трех пачек суммарной мощностью до 12–13 м; нижняя пачка связана постепенным переходом с нижележащими “мореноподобными суглинками”. Авторы подчеркивают аллювиальное происхождение отложений. Возраст “Усть-Большерецких слоев” оценивается средним–поздним плейстоценом. “Слои” перекрыты голоценовыми отложениями.

Голоцен представлен преимущественно торфяником мощностью до 2 м, в нижней части которого хорошо виден яркий светло-желтый вулканический пепел (рис. 3а). Прослой пепла связан с извержением кальдеры Курильского озера на Южной Камчатке [Ponomareva et al., 2004], и в окрестностях пос. Усть-Большерецк он повсеместно залегает в нижней части голоценовых разрезов [Базанова и др., 2005]. В районе исследования голоценовый торф венчает отложения береговых обрывов (см. рис. 3а, рис. 4в). Далее в тексте голоценовые отложения обсуждаться не будут.

РАЗРЕЗ МИТОГА 2-я

Разрез Митога 2-я несколько отличается по строению и набору фаций от разрезов междуречья Хомутина–Митога (см. рис. 2б, 3).

В основании изученного разреза залегают алевриты коричневатого-серой окраски, кровля толщи алевритов во время отлива находится на высоте около 7–8 м над урезом воды. Низы разреза закрыты мощными осыпями. Верхние 0.5 м толщи представлены алевритами неслоистыми, с частыми мелкими фрагментами неразложившихся органических остатков (семена, стебли травы, мелкие корешки); ниже наблюдаются алевриты тонкостратифицированные, с небольшой долей рассеянной органики.

В 3 м ниже кровли толщи (проба D–3, табл. 1, см. рис. 2б) в алевритах среди биогенных остатков преобладают водоросли (67%), причем существенно доминируют диатомовые (среди них 52.1% приходится на обрастателей и 47.9% на донные виды). Высшие растения представлены рдестом (*Potamogeton* sp.) и неопределимыми остатками водно-болотной растительности. Подобный набор видов может характеризовать слабопроточную литораль неглубокого слабосоленоватого водоема, заросшего водными и водно-болотными макрофитами. Глубина водоема не превышала 3 м.

В 0.8 м ниже кровли алевритовой толщи (проба D–2, см. табл. 1, рис. 2б) среди биогенных остатков зафиксировано некоторое уменьшение доли водорослей и относительное увеличение — высших растений. В составе диатомей преобладают донные роды и виды (93% от суммы диатомей). Это свидетельствует о хорошей освещенности дна водоема и небольшой глубине воды. По-видимому, заросли рдеста (*Potamogeton* sp.) были разреженными и практически не затеняли дно. Слабая проточность водоема на этом этапе его существования сохранялась, о чем свидетельствует присутствие остатков губок (*Spongia* sp.) (около 7% общего биосостава пробы).

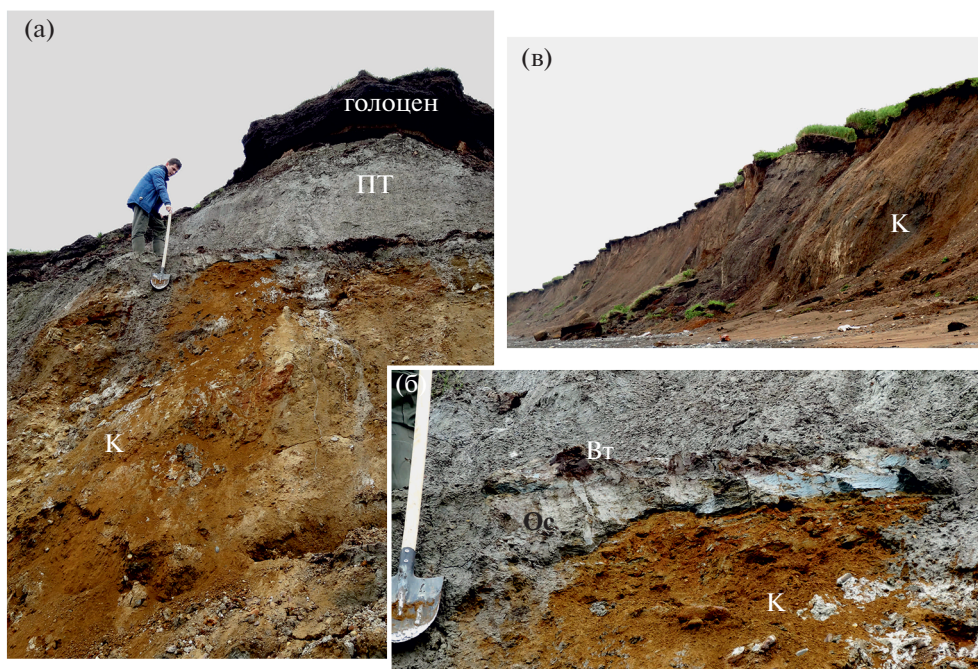


Рис. 4. Толща темно-рыжих конгломератов. Фото М.М. Певзнер.

а, б — темно-рыжие конгломераты (К) перекрыты отложениями “пестрой толщи” (ПТ) с несогласием; б — в основании “пестрой толщи” видны линзы озерного суглинка (Ос), заболачивание с образованием торфа (Вт — “Верхний торф”) началось позднее; в — береговой обрыв-прижим, сложенный сцементированными конгломератами.

Проба D–1 (см. табл. 1, рис. 26), отобранная в кровле алевритовой толщи, также характеризует водные отложения. Среди биоостатков преобладают диатомовые водоросли (66% от суммы всех биоостатков), которые требуют для своей жизнедеятельности достаточной глубины воды, хорошей аэрации, постоянного подтока биофильных элементов и кремния. Около 80% остатков высших растений представлены фрагментами листьев рдеста (*Potamogeton* sp.) — растения, обычно для неглубоких (2–3 м) стоячих и медленно текущих пресных или солоноватых вод. Дно водоема было в значительной степени занято зарослями высших растений, что, кроме присутствия остатков рдеста, подтверждается и значительным количеством диатомей-обрастателей (73% от общего количества диатомовых). Донные диатомей по численности занимают подчиненное положение. В пробе, характеризующей кровлю алевритов, в отличие от более глубоких слоев, минимальное количество спикул губок (*Spongia* sp.), что может свидетельствовать об ослаблении проточности водоема. Образование осадков происходило в неглубоком (2–3 м), слабопроточном водоеме, с обильно развитой жизнью (водоросли и макрофиты).

Таким образом, алевриты основания разреза могли накапливаться в неглубоком слабопроточном озере с незначительным притоком морских вод. Такой водоем можно охарактеризовать как

озерно-лагунный эстуарий (в понимании [Михайлов и др., 2009]). Положение в разрезе и особенности осадков позволяют нам уверенно коррелировать толщу коричневатых алевритов разреза Митога 2-я с “толщей илов и глин” опорных разрезов междуречья Хомутина–Митога.

На алевритовой толще с прямым ровным контактом залегает мощная (до 1.2 м) пачка торфа (далее “Нижний торф”). Подошва торфа (проба А–1, см. рис. 26, табл. 1) характеризуется преобладанием остатков высших растений; среди них доминирует камыш (*Scirpus* sp.), присутствуют стрелолист (*Sagittaria* sp.), рдест (*Potamogeton* sp.) и белокрыльник (*Calla* sp.). Такая ассоциация видов характерна для растений, произрастающих по берегам водоемов или даже в воде (камыш), у берегов стоячих или медленно текущих водоемов (стрелолист и белокрыльник), а также полностью в воде (рдест). О медленном течении воды во время образования осадков свидетельствует присутствие в них спикул губок (*Spongia* sp.) — до 10% среди биоостатков, поскольку для жизнедеятельности этих организмов необходима хорошая аэрация воды и подток силикатов. В пробе торфа в небольшом количестве присутствует также остатки водных организмов — золотистых (*Chrysophyta*) и диатомовых водорослей; встречаются единичные статобласты мшанок (*Bryozoa*). Таким образом, условия образования осадков соответствовали слабопроточной литорали водоема,

Таблица 1. Результаты комплексного группового биоанализа отложений разреза Митога 2-я

Ботанический состав*	%	Комплексный состав**	%
Проба А–4 (подошва “Верхнего торфа”)			
<i>Betula</i> sp.	30	—	—
<i>Drepanocladus vernicosus</i> и др.	20	—	—
<i>Calliergon stramineum</i> и др.	15	—	—
<i>Sphagnum teres</i>	15	—	—
<i>Sphagnum</i> секции <i>Palustria</i>	10	—	—
<i>Cyperaceae</i>	10	—	—
Торф древесно-гипновый низинный			
Проба А–3 (кровля “Нижнего торфа”)			
<i>Sphagnum</i> секции <i>Cuspidata</i>	65	—	—
<i>Cyperaceae</i>	30	—	—
<i>Betula</i> sp.	5	—	—
Торф осоково-сфагновый низинный			
Проба А–2 (середина “Нижнего торфа”)			
<i>Betula</i> sp.	70	—	—
<i>Salix</i> sp.	10	—	—
<i>Cyperaceae</i>	15	—	—
<i>Sagittaria</i>	5	—	—
Торф древесный низинный			
Проба А–1 (подошва “Нижнего торфа”)			
<i>Scirpus</i>	60	Высшие растения	2.8
<i>Sagittaria</i>	25	Пыльца и споры высших растений	5.2
<i>Potamogeton</i>	10	Диатомовые водоросли	2.4
<i>Calla</i>	5	Золотистые водоросли	9.6
		<i>Spongia</i>	ед.
		<i>Briozoa</i>	
Водно-болотные отложения, торфянистый сапропель.			
Слабопроточная литораль водоема, заросшего водными и водно-болотными растениями			
Тефра неизвестного источника (НИ) в основании “Нижнего торфа”			
н/о		Высшие растения	29.9
		Пыльца и споры высших растений, доминируют споры <i>Sphagnum</i>	7.9
		Золотистые водоросли	3.1
		Губки	7.1
		Диатомовые водоросли, в том числе:	52.0
		– обрастатели 19.7% (<i>Cymbella</i> , <i>Tabellaria</i> и др.)	
		– донные 80.3% (<i>Pinnularia</i> , <i>Stauroneis</i> , <i>Navicula</i> и др.)	
Мелкий, слабопроточный водоем			
Проба D–1 (в 20 см ниже кровли алевроитов)			
<i>Potamogeton</i>	80	Высшие растения	23.3
Ткани водно-болотных растений	15	Диатомовые водоросли, в том числе:	66.0
<i>Gloeotrichia</i>	5	– обрастатели 72.6% (<i>Cocconeis</i> , <i>Eunotia</i> , <i>Gomphonema</i> , <i>Epithemia</i>)	
		– донные 27.4% (<i>Navicula</i> , <i>Pinnularia</i> , <i>Amphora</i> , <i>Stauroneis</i>)	
		Золотистые водоросли	10.2
		<i>Spongia</i>	0.5
Водные отложения.			
Неглубокий слабопроточный водоем, с обильно развитой микро- и макрофлорой			

Таблица 1. Окончание

Ботанический состав*	%	Комплексный состав**	%
Проба D–2 (в 80 см ниже кровли алевроитов)			
<i>Potamogeton</i>	60	Диатомовые водоросли, в том числе: – обрастатели 6.9% (<i>Fragilaria</i>) – донные 93.1% (<i>Pinnularia</i> , <i>Surirella</i> , <i>Navicula</i> , <i>Stauroneis</i>)	52.5
<i>Sagittaria</i>	10	Высшие растения	40.9
Ткани водно-болотных растений	25	<i>Spongia</i>	6.6
<i>Bryozoa</i>	5		

Водные или водно-болотные отложения.

Слабопроточная литораль неглубокого водоема,
заросшего водными и водно-болотными макрофитами

Проба D–3 (в 3 м ниже кровли алевроитов)			
<i>Potamogeton</i>	40	Диатомовые водоросли, в том числе: – обрастатели 52.1% (<i>Fragilaria</i> , <i>Rhoicosphenia</i> , <i>Gomphonema</i>) – донные 47.9% (<i>Pinnularia</i> , <i>Navicula</i> , <i>Amphora</i>)	53.8
Ткани водно-болотных высших растений	60	Золотистые водоросли	13.2
<i>Betula</i> sp.	ед.	Высшие растения	31.1
<i>Sphagnum</i>	ед.	<i>Spongia</i>	1.9
<i>Bryozoa</i>	ед.		

Водно-болотные отложения.

Слабопроточная литораль неглубокого водоема,
заросшего водными и водно-болотными макрофитами

Примечание. * Ботанический состав рассчитан в % от суммы биоостатков размерностью более 250 мкм; ** комплексный состав рассчитан в % от суммы биоостатков размерностью 4–250 мкм; биоостатки определялись до рода. Прочерк – не определено, н/о – не обнаружено.

заросшего водно-болотными и водными растениями. Ровная граница торфа с подстилающими алевроитами и характер растительных сообществ позволяют предполагать постепенное зарастание водоема на фоне непрерывного осадконакопления, что важно для последующей оценки возраста закрытия (зарастания) водоема.

Вблизи подошвы торфа (в 4–15 см выше) прослеживается горизонт мощностью 2–2.5 см, представленный коричневато-серым среднезернистым песком с линзами песка тонкозернистого; алевроитовая фракция в песках отсутствует (см. рис. 26). Наиболее тонкая песчаная фракция тяготеет преимущественно к кровле горизонта, но иногда образует скопления в виде линз или присутствует в качестве примеси к основной массе песка (см. рис. 36). Песчаный горизонт прослеживается в расчистках на расстоянии 1.5–2 км вдоль разреза. При петрографических наблюдениях видно, что песок в основном состоит из вулканического стекла, для которого характерны пузыри удлиненной формы. Присутствуют плагиоклазы, клинопироксен, титаномagnetит, апатит и единичные амфиболы. Фенокристы часто заключены в “рубашки” вулканического стекла. Все зерна имеют свежий облик, не окатаны. Таким

образом, можно утверждать, что песчаный материал представляет собой вулканический пепел. Биоанализ пробы этого песка (проба НИ, см. табл. 1) показал, что в нем содержится большое количество остатков диатомей, причем 80% из них составляют донные виды. Также обнаружены цисты водных золотистых водорослей, споры сфагновых мхов (*Sphagnum* sp.) и спикеры губок (*Spongia* sp.). Сохранившиеся фрагменты скелета губок свидетельствуют о спокойной водной обстановке. Таким образом, в основании “Нижнего торфа” установлен прослой тефры, которая отлагалась в мелком, слабопроточном водоеме.

Средняя часть торфа (проба А–2, см. рис. 26, табл. 1) сформирована исключительно высшими растениями: березой (*Betula* sp.), ивой (*Salix* sp.), различными видами осок (*Cyperaceae*) и стрелолистом (*Sagittaria* sp.). Такая ассоциация характеризует древесный низинный торф, накапливавшийся в условиях хорошего дренажа, что позволило развиваться древесно-кустарниковой растительности.

В верхней части “Нижнего торфа” присутствует слой торфа с песком (ТП) мощностью около 30 см (см. рис. 26, 3в). ТП представлен частым переслаиванием слабогумусированных тонкозер-

нистых песков и маломощных горизонтов торфа, подобная текстура напоминает ленточную слоистость. Нижняя граница с однородным торфом постепенная. Верхняя граница — резкая, но без видимого несогласия, подчеркнута тонким (1 см) прослойком алевроита светлого розовато-коричневого (см. рис. 3в). Вблизи кровли торф (проба А-3, см. рис. 2б, табл. 1) в основном сложен сфагновыми мхами (*Sphagnum*) с примесью осоковых (*Cyperaceae*) и небольшого количества березы (*Betula* sp.), поэтому может быть охарактеризован как осоково-сфагновый низинный, сформированный в условиях обильного питания слабоминерализованными грунтовыми водами. Очевидно, что тонкозернистые пески пачки ТП накапливались во влажном, существенно моховом болоте только на заключительном этапе формирования “Нижнего торфа”. Песок мог попадать в болото в результате эолового переноса или периодического смыва с окрестных водоразделов в периоды снеготаяния. Важно подчеркнуть, что песчаный материал начал захораниваться вместе с торфом с некоторого определенного момента и впоследствии продолжал равномерно накапливаться. Можно предположить, что источник сноса этих песков возник внезапно, и затем продолжал существовать на некотором неизменном расстоянии от торфяного болота (толщина слоев и размерность зерен песка оставались постоянными).

Следующую крупную пачку (мощностью около 2 м) в разрезе можно идентифицировать как “мореноподобный суглинок” (см. рис. 2б). В стенке обнажения отложения этой пачки, действительно, выглядят как суглинок, однако при детальном наблюдении видно, что они представлены светло-серыми с сизым оттенком, однородными, очень тонкозернистыми песками со значительным количеством примеси относительно крупных обломков (до 2 см), в разной степени окатанных (вплоть до гальки) и разнородных по составу (присутствуют и вулканыты, и метаморфиты). Слоистость в отложениях отсутствует. При намывании стенки в расчистке, пески оплывают с образованием причудливых налетов: отчетливо выраженные тиксотропные свойства песка свидетельствуют о присутствии в нем примеси глинистого материала. Граница с вышележащим слоем резкая, но без видимых нарушений.

В береговом обрыве, в 1–2 км южнее “суглинка” фациально замещаются мощной (до 8–9 м) толщей, формирующей прижим, непроходимый во время прилива. Подошва не вскрыта. Отложения характеризуются темно-серой или темно-рыжей окраской, насыщены дресвой, щебнем и мелкими глыбами (диаметром до 25 см), хаотично расположенными в песчаном заполнителе. Обломки в основном неокатанные, галька встречается редко. Обломки сцементированы уплотненным, неотсортированным разнотонным пес-

ком. Слоистость в отложениях отсутствует. Выходы подобных темно-рыжих конгломератов с мелкими глыбами были также встречены в 5 км южнее изученного разреза (см. рис. 4). Кровля толщи конгломератов неровная, граница с вышележащим слоем несогласная.

Верхнюю часть плейстоценового разреза мы, вслед за нашими предшественниками, назвали “пестрой толщей”. В разрезе Митюга 2-я эта толща, мощностью 2–3 м, характеризуется двучленным строением. Нижняя половина толщи представлена пачкой мягких гумусированных тонкозернистых песков, включающих прослой (15–30 см) очень плотного сильно разложившегося торфа. Слоистость толщи горизонтальная. Граница с подстилающими “мореноподобными суглинками” неровная. В песках довольно много остатков пресноводных диатомовых водорослей. В местах выходов темно-рыжих конгломератов, в подошве “пестрой толщи” были встречены крупные линзы (длиной 1.5–2 м, мощностью до 30 см) суглинков, не содержащих органических остатков. При прослеживании пачки переслаивания песка и торфа в разных расчистках, видно, что торфяные прослои иногда сливаются и образуют единый горизонт мощностью до 1 м, или “Верхний торф”. Этот торф древесно-гипновый (проба А-4, см. рис. 2б, табл. 1), он мог образоваться в условиях значительной обводненности при повышенной минерализации питающих вод. Подобная обстановка могла существовать в очень топком болоте, сформировавшемся в озерной котловине со слабопроточным режимом. Верхняя половина “пестрой толщи” представлена белесыми суглинками и светло-светло-серыми мягким однородными тонкозернистыми песками, с включениями ярко-желтых псевдоморфоз, развитых по корням растений. Слой характеризуется неясно выраженной тонкой горизонтальной слоистостью. При петрографических наблюдениях видно, что среди песчаных зерен присутствует значительное количество вулканического стекла, а также амфиболы, плагиоклазы, рудные минералы; отмечается обилие диатомовых водорослей. По-видимому, обсуждаемый слой в основном состоит из переотложенного вулканического пепла. Предположительно, этот материал представляет собой тефру извержения вулкана Опала, возраст извержения Опала IV оценивается около 40 тыс. ¹⁴С лет [Мелекесцев, 2016]. Граница между верхней и нижней частями “пестрой толщи” отчетливо выражена, осложнена затеками и крупными карманами глубиной до 15 см, форма которых подчеркнута светло-оранжевым наилом, т.е. фиксируется перерыв в осадконакоплении.

“Усть-Большерецкие слои” песков мы наблюдали в береговом обрыве южнее прижима, сложенного темно-рыжими конгломератами; они непрерывно прослеживаются вплоть до мыса Ле-

Таблица 2. Результаты радиоуглеродного датирования плейстоценовых торфов разреза Митога 2-я

№ ГИН-	Номер пробы*	Стратиграфический уровень	Материал	^{14}C дата, лет	Календарный возраст**, лет
15815	A-4	Низы “Верхнего торфа”	Торф древесно-гипновый низинный	42.780 ± 400	45.800 (46.881–45.246)
15814	A-3	Кровля “Нижнего торфа”	Торф осоково-сфагновый низинный	>49.500	>49.500
15813	A-2	Середина “Нижнего торфа”	Торф древесный низинный	>49.500	>49.500
15812	A-1	Основание “Нижнего торфа”	Торфянистый сапропель	41.300 ± 470	44.700 (45.665–43.910)

Примечания. Определения радиоуглеродного возраста проведены по горячим щелочным вытяжкам из торфа. *Положение проб в разрезе см. рис. 26. **Приведение ^{14}C дат к календарному возрасту выполнено по программе OxCal v4.3.2 [Bronk Ramsey, 2009]. В скобках указан максимальный возрастной интервал с 95% вероятностью, перед скобками – предполагаемый календарный возраст лет назад (calBP).

вашова, а также выходят на поверхность в карьере около пос. Усть-Большерецк. При наблюдениях вблизи прижима, установлено, что “пески” залегают выше “суглинков”; они неясно стратифицированы, с фрагментами грубо-косослоистых серий; характеризуются неоднородным гранулометрическим составом и содержат включения гальки. Бровка берегового обрыва, сложенного песками, в основном понижается по мере продвижения на юг, ее высота варьирует от 12 до 4 м. При этом отчетливо видно, что падение слоев подчеркивает локальные понижения бровки в местах выхода ручьев. По-видимому, “пески” отлагались сериями довольно бурных (серии грубой косой слоистости) водных потоков. Не исключено, что “Усть-Большерецкие слои” формировались в несколько этапов.

ИЗОТОПНЫЙ ВОЗРАСТ ПОГРЕБЕННЫХ ТОРФОВ РАЗРЕЗА МИТОГА 2-я

Результаты ^{14}C -датирования погребенных торфов разреза Митога 2-я. По образцам “Верхнего” и “Нижнего” торфа было проведено изотопное датирование. С помощью радиоуглеродного метода (табл. 2) установлено, что низинное болото, характеризующее ранний этап накопления “пестрой толщи”, существовало около 43–42 тыс. ^{14}C л.н., т.е. около 46–45 тыс. календарных л.н.

Такая оценка возраста близко согласуется с данными [Боярская и др., 1976; Мелекесцев, 2016; Новейшие ..., 1978] для этого же стратиграфического уровня. Две даты по “Нижнему торфу” показали запредельный возраст, а третья, отобранная в подошве, оказалась явно омоложенной. Это омоложение можно связывать и с особенностями ботанического состава пробы (торфянистый сапропель озерной сплавины) и, что кажется нам более вероятным, с застоем современной воды на водоупоре подстилающих алевроитов.

Результаты $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -датирования нижнего торфа разреза Митога 2-я. Для проведения уран-ториевого датирования была отобрана серия из 12 образцов, охватывающая всю мощность “Нижнего торфа”. Однако, после проведения радиоуглеродного датирования и получения данных о ботаническом составе торфа, были задействованы только восемь проб, которые не были обогащены песками, не содержали водной растительности и не имели возможного контакта с застойными водами (см. рис. 26, пробы U-3–U-10).

В табл. 3 приведены результаты количественного определения изотопов урана и тория и их соотношения в образцах “Нижнего торфа”. В изохронных координатах аналитические данные расположены достаточно близко друг к другу (рис. 5а).

Классическая коррекция аналитических данных подразумевает построение линейной зависимости, нахождение ториевого индекса (отрезка отсечения на оси ординат) и расчет изохронного возраста [Максимов, Кузнецов, 2010]. В данном случае коэффициент линейной зависимости относительно невелик, но, тем не менее, изохронный возраст может быть вычислен для серии из всех 8 образцов, соответственно $79 \pm 16/11$ тыс. лет (см. рис. 5а). Учитывая незначительный разброс аналитических данных в изохронных координатах, для контроля полученной датировки мы также использовали нелинейную методику расчета возраста [Geyh, 2001; Максимов, Кузнецов, 2010; Максимов и др., 2017, 2019]. В этом случае изохронный возраст составил 87 ± 7 тыс. лет (см. рис. 5б), что согласуется с вышеприведенными данными, рассчитанными по линейной методике.

Необходимо отметить, что на изохронной диаграмме (см. рис. 5а) общая группа точек образует две подгруппы, для каждой из которых также можно применить нелинейную методику расчета. Соответственно, изохронные датировки будут равны 87 ± 7 и 90 ± 8 тыс. лет, что не противоре-

Таблица 3. Результаты радиохимического анализа изотопов урана и тория в образцах “Нижнего торфа” из разреза Митога 2-я

№ лаб.	№ пробы*	Зола, %	²³⁸ U	²³⁴ U	²³⁰ Th	²³² Th	²³⁰ Th/ ²³⁴ U	²³⁴ U/ ²³⁸ U
			распадов в минуту на грамм					
			TSD модель					
1576t	U-3	47.46	0.5217 ± 0.0169	0.5285 ± 0.0172	0.5143 ± 0.0155	0.5147 ± 0.0154	0.9731 ± 0.0431	1.0131 ± 0.0415
1577t	U-4	43.21	0.5165 ± 0.0161	0.5322 ± 0.0165	0.4762 ± 0.0142	0.4424 ± 0.0135	0.8947 ± 0.0385	1.0305 ± 0.0400
1578t	U-5	54.93	0.5855 ± 0.0146	0.6133 ± 0.0150	0.5443 ± 0.0146	0.5654 ± 0.0149	0.8875 ± 0.0322	1.0474 ± 0.0309
1579t	U-6	75.72	0.6360 ± 0.0223	0.6905 ± 0.0235	0.6344 ± 0.0176	0.6580 ± 0.0179	0.9188 ± 0.0403	1.0857 ± 0.0473
1580t	U-7	65.65	0.5574 ± 0.0119	0.6143 ± 0.0127	0.5192 ± 0.0116	0.5065 ± 0.0114	0.8452 ± 0.0257	1.1021 ± 0.0328
1581t	U-8	61.97	0.5986 ± 0.0188	0.6185 ± 0.0194	0.5862 ± 0.0188	0.5814 ± 0.0184	0.9478 ± 0.0425	1.0332 ± 0.0412
1582t	U-9	66.62	0.5221 ± 0.0149	0.5263 ± 0.0150	0.4797 ± 0.0166	0.5040 ± 0.0171	0.9115 ± 0.0409	1.0081 ± 0.0361
1586t	U-10	73.67	0.5524 ± 0.0158	0.6031 ± 0.0167	0.5515 ± 0.0199	0.5156 ± 0.0191	0.9144 ± 0.0416	1.0919 ± 0.0386

Примечание. * – положение проб в разрезе см. рис. 2б.

чит возрастным данным, полученным по общей группе точек.

Таким образом, все полученные изохронные датировки согласуются между собой, что позволяет предположить выполнение предпосылок изохронного приближения для серии образцов “Нижнего торфа” (см. рис. 2б, пробы U-3–U-10). Наиболее вероятный интервал времени формирования этих отложений около 90–80 тыс. лет назад.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При сравнении разреза Митога 2-я с опорными разрезами междуречья Хомутина–Митога очевидно, что некоторые крупные пачки отложений довольно уверенно коррелируются: это “сизые илы”, “мореноподобные суглинки” и “пестрая толща”. Поэтому полученные нами оценки возраста и результаты комплексных исследований ряда отложений можно соотнести и с большинством других разрезов фрагмента охотомор-

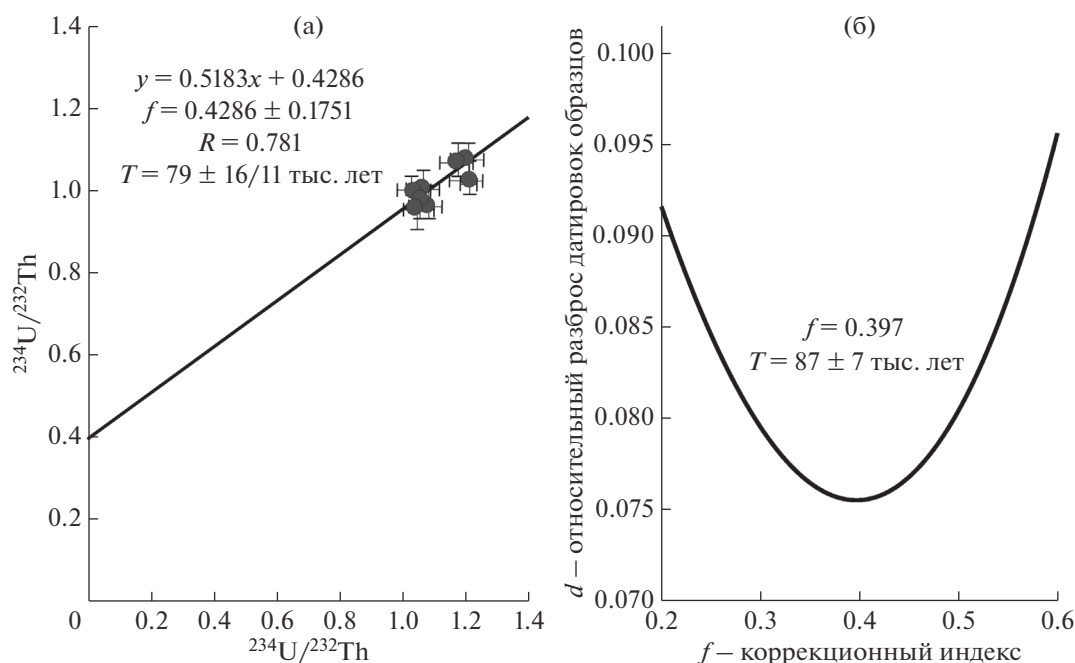


Рис. 5. Линейная зависимость (изохрона) по аналитическим данным 8 образцов “Нижнего торфа” (U-3–U-10) и изохронный возраст, рассчитанный по линейной методике [Максимов, Кузнецов, 2010] (а) и определение изохронного возраста для серии из 8 образцов “Нижнего торфа” (U-3–U-10) с применением нелинейной методике [Максимов и др., 2019] (б).

ского берега от устья р. Хомутины на севере до мыса Левашова на юге.

Толща “сизых илов”. По нашим наблюдениям и данным работы [Новейшие ..., 1978], эти отложения встречаются южнее устья р. Хомутины вплоть до р. Митога 2-я, а также в районе пос. Зуйково (см. рис. 1). Т.е. их распространение довольно локально. Характеристики состава воды с проточным режимом, тип осадков, особенности биоты, локальное распространение — все это позволяет предполагать существование крупного озерно-лагунного эстуария. В наши дни такие водоемы весьма характерны для охотоморского побережья Камчатки, например, озеро Большое, представляющее собой озерно-лагунный эстуарий р. Большой (см. рис. 1). Однако, если мы считаем, что “илы” формировались в эстуарии, причем, довольно крупном, то возникает вопрос — с устьем какой реки он мог быть связан? Современные реки Утка и Митога не имеют подобных образований, возможно, вследствие своей относительной маловодности. А вот в устье р. Большой сформирован подходящий по размеру озерный бассейн. Если на этапе формирования “илов” камчатские реки были существенно более многоводны, чем сейчас, то можно было бы ожидать и более широкого распространения отложений, связанных с озерными эстуариями, а этого не наблюдается (выше рассматривалось довольно локальное распространение толщи). Остается предполагать, что русло или один из рукавов самой крупной реки Большой занимали иное положение, а устье располагалось ближе к нашим точкам отбора.

Поскольку установлено последовательное непрерывное нарастание водоема с “илами”, то радиоизотопные даты, полученные уран-ториевым методом по “Нижнему торфу”, напрямую характеризуют и возраст кровли толщи “илов”. Завершение озерной стадии эстуария датируется 90–80 тыс. л.н. Данных о том, с чем было связано осушение озера, мы пока не имеем. Можно предполагать изменение русла питающей реки; изменение конфигурации песчаных пересыпей, полностью закрывших озеро; однако, наиболее вероятной причиной представляется понижение уровня Мирового океана, которое фиксируется около 80 тыс. л.н. [Rovere et al., 2016; Spratt, Lisiecki, 2016]. В последнем случае наши оценки возраста получают дополнительное обоснование.

В основании “Нижнего торфа” обнаружен горизонт погребенной тефры неизвестного источника, выпавшей около 90–80 тыс. л.н. В скважинах Охотского моря в близком возрастном диапазоне (87.3–86.8 тыс. л.н.) установлен прослой криптотефры M5.2, которую связывают с одним из извержений кальдеры Асо (о. Кюсю) [Gorbanenko et al., 2014]. Однако в нашем разрезе тефра

имеет мощность 2–2.5 см и состоит преимущественно из среднезернистого песка, что не позволяет сопоставлять ее с прослоем криптотефры. При этом макрохарактеристики прослоя — мощность, цвет, размерность материала, особенности стратификации и минералогического состава — весьма похожи на две тефры 30-тысячного возраста (K2 и K3), связанные с извержениями кальдерного комплекса Немо (кальдеры II и III, по [Мелекесцев и др., 1997]) на о. Онекотан [Деркачев, Портнягин, 2013]. Возможно, нам удалось обнаружить пирокластику более раннего этапа эксплозивной активности этого центра — кальдеры Немо-I, которая, по мнению И.В. Мелекесцева с соавторами [1997], могла образоваться в середине позднего плейстоцена.

Толщу “диагонально- и косослоистых песков” мы обсуждать не можем, поскольку сами не работали с этими отложениями. Однако ее возраст должен быть пересмотрен с учетом новых хронологических данных. Поскольку “пески” залегают на “сизых илах”, то, соответственно, не могут быть древнее 90 тыс. лет. Не исключено, что в разрезе Митога 2-я стратиграфический интервал “косослоистых песков” может быть представлен прослоем торфа с песком (ТП, см. рис. 2б), установленным в кровле “Нижнего торфа”. На наш взгляд, единственное объяснение появления и особенностей формирования прослоя ТП (см. выше) может заключаться в том, что недалеко от разреза Митога 2-я произошло очень быстрое, “залповое” отложение мощной толщи песков, которые стали перевеваться и накапливаться в торфяном болоте в качестве своеобразной золовой примеси. Однако, это пока только предположение.

Толща “мореноподобных суглинков”. Наши предшественники предполагали либо водный, либо ледниковый тип отложения “мореноподобных суглинков” охотоморского берега и коррелировали их с “мореноподобной толщей” яров Центральной Камчатки, считая, что отложения связаны со среднеплейстоценовым оледенением [Новейшие ..., 1978]. Нами установлено, что “мореноподобная толща” Центральной Камчатки представляет собой отложения крупного грязевого потока (селя), который сошел с восточных склонов Срединного хребта около 46 тыс. л.н. [Максимов и др., 2019; Певзнер и др., 2019а, 2020]. По результатам изотопно-геохронологических исследований погребенных торфов разреза Митога 2-я, возраст “мореноподобных суглинков” можно оценить интервалом дат 90–46 тыс. лет, т.е. поздним плейстоценом (MIS 5-3)¹. На первый взгляд, повторяющаяся и в Центральной, и на За-

¹ Здесь и далее данные о возрасте и характеристике климата морских изотопно-кислородных стадий (MIS), по [Lisiecki, Raymo, 2005].

падной Камчатке дата в 46 тыс. лет позволяет считать события синхронными и провести корреляцию толщ из разных районов полуострова. Однако в разрезе Митога 2-я “Верхний торф”, по которому получена дата, начал накапливаться несколько позже, чем образовалась толща “суглинков”. Об этом свидетельствуют линзы осадков, не содержащих органики, перекрывающих выходы сцементированных конгломератов (см. рис. 46). Отсутствие видимого размыва кровли “Нижнего торфа” позволяет соотнести полученные уран-ториевые даты со временем отложения “мореноподобных суглинков” и датировать толщу концом MIS 5 (около 90–80 тыс. лет).

Однако на основании пока одного датированного разреза предпочтительнее все же оценить возраст “суглинков” окончанием MIS 5 — первой половиной MIS 3. Этот промежуток времени характеризовался довольно теплым климатом [Hughesa, Gibbard, 2018; Lisiecki, Raymo, 2005; Razjigaeva et al., 2011], что не позволяет предполагать образование значительных ледников и ассоциированных с ними морен. Так, например, для последних 180 тыс. лет на Аляске и в северной Канаде, где климат гораздо более суровый, чем на Камчатке, выделяют ледники, связанные только с похолоданиями MIS 6 и MIS 2 [Duk-Rodkin, Barendregt, 2011]. При этом пик ледовитости в Охотском море зафиксирован 138–128 тыс. л.н., что соответствует концу среднеледникового времени (MIS 6) [Nürnberg et al., 2011].

Попробуем решить проблему происхождения толщи “мореноподобных суглинков” с учетом характера ее распространения и особенностей состава содержащегося в ней каменного материала. Отложения толщи зафиксированы в разрезах между мысом Левашова и устьем р. Хомутины [Новейшие ..., 1978], причем наибольшую мощность толща имеет в районе устья р. Утки и Митога 2-й. При этом большая часть обломков представлена лавами основного состава, а гранитоиды встречаются относительно редко. Аналогичные отложения были установлены и на протоке Амчигача, т.е. в среднем течении р. Большой [Беспалый, Давидович, 1974]. Согласно данным геологической карты [Государственная ..., 2006], на широте обсуждаемого района охотоморского берега в Срединном хребте распространены исключительно метаморфические породы, а ближайшие к нашим разрезам вулканиты расположены либо в 200 км к северу, либо в 60 км к юго-востоку. Транспортировку “северных” вулканитов мы вынуждены исключить вследствие особенностей пространственного положения разрезов. Вулканиты, расположенные к юго-востоку от р. Митога 2-я (в истоках р. Карымчиной), представлены крупным массивом г. Большой Ипельки, хребта Балаганчик, вулканом Опала и многочисленными лавовыми излияниями Толмачева Дола. Причем,

только для вулкана Опала характерны породы кислого состава, а остальные указанные объекты сложены породами преимущественно основного и среднего составов [Государственная ..., 2006, 2013].

Согласно схеме соотношения конечноморенных комплексов и реконструкции ледников двух фаз позднеплейстоценового оледенения южной части Западно-Камчатской низменности [Брайцева и др., 1968, с. 150, рис. 45; Мелекесцев, 1974, с. 416, рис. 124], разрез Митога 2-я и все остальные точки установленного выхода “мореноподобных суглинков” и конгломератов попадают в поле распространения морен I-ой фазы позднеплейстоценового оледенения. Эта фаза оледенения на Камчатке сопоставлялась с раннезырянским оледенением Сибири и, следовательно, могла относиться к возрастному интервалу 75–50 тыс. л.н. [Четвертичные оледенения ..., 1987]. В современной литературе указанный возраст соответствует изотопной стадии MIS 4, которая характеризовалась умеренно теплым климатом, и образование покровных или даже полупокровных оледенений в это время было маловероятно (см. выше).

Одним из истоков морены I-ой фазы, распространившейся в районе наших исследований, считается хребет Балаганчик, с которого стекает р. Карымчина [Брайцева и др., 1968; Мелекесцев, 1974; Barr, Clark, 2012]. На рис. 6 видно, что поверхности, ранее выделенные как морена, связаны с отложениями многочисленных крупных обвалов. Два обвала, сошедшие с южных отрогов горы Загайновка и с юго-восточного склона г. Кушелок, показаны на рис. 6б, в, где отчетливо видно и бровку срыва, и зеркало скольжения, и собственно обвальные тела, осложненные ступенями отседания. При этом на хребте Балаганчик (см. рис. 6а) не наблюдается ни ледниковых цирков, ни даже каров, которые могли бы служить ледоёмом. В долине реки Карымчиной (см. рис. 6а) не читаются плечи ледникового трога, отсутствуют ригели и котловины выпадения — морфоструктуры, характерные для ледниковых долин. В этом районе никем в литературе не отмечены ни “барьяны лбы”, ни ледниковая штриховка, ни борозды сглаживания. Таким образом, мы вынуждены констатировать, что в верховьях р. Карымчиной следы позднеплейстоценового оледенения не фиксируются, но, напротив, ярко выражены многочисленные обвалы.

Мы пытаемся идентифицировать отложения, сложенные песками, щебнем, дресвой и глыбами с небольшой примесью гальки и валунов (“мореноподобные суглинки” и конгломерат). Подобный набор материала вполне может соответствовать различным фациям крупных обвалов.

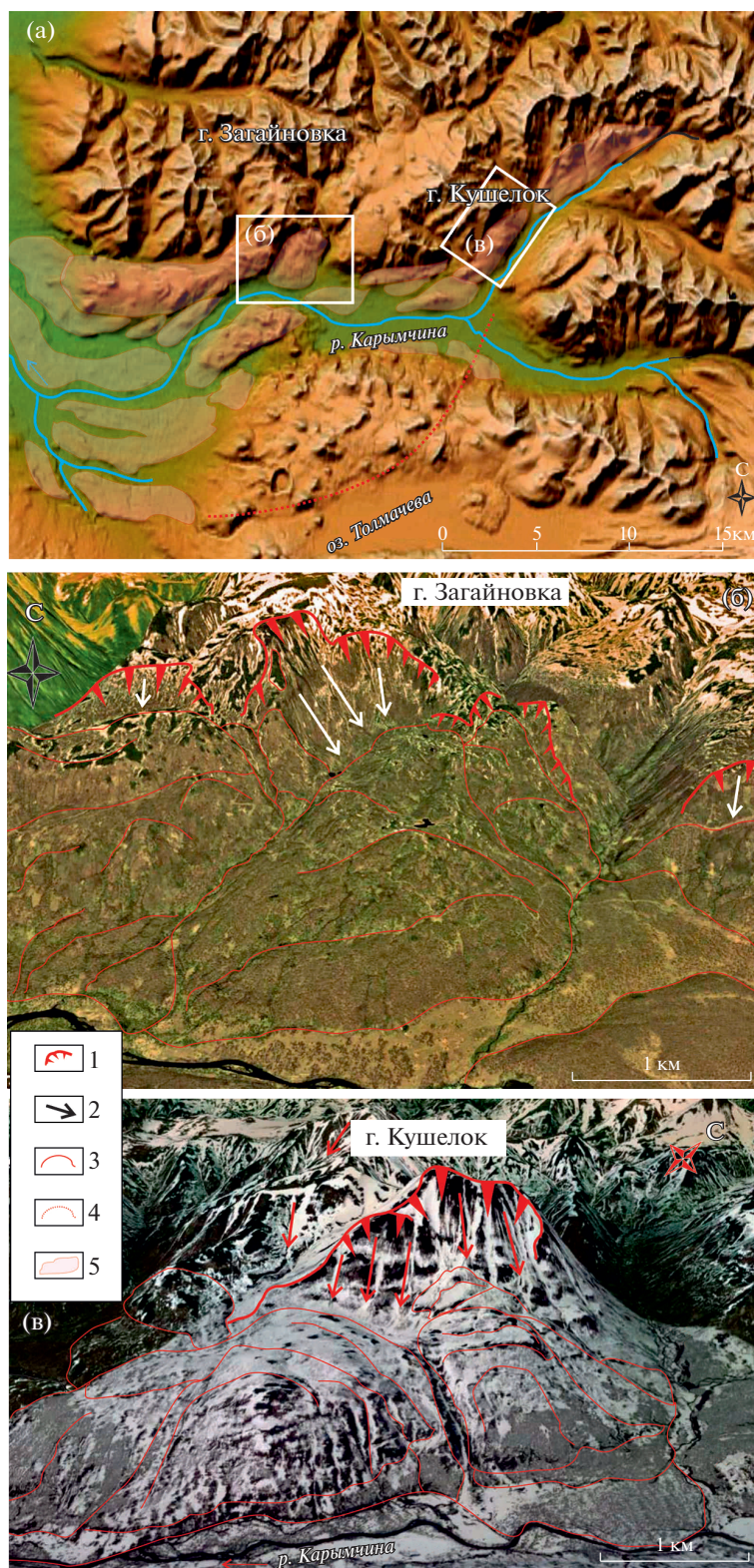


Рис. 6. Обвалы верховьев р. Карымчиной.

а — общий вид долины верхнего течения р. Карымчиной, б — обвал с южных отрогов г. Загайновка, в — обвал юго-восточного склона г. Кушелок (рис. 6б, 6в выполнены на картографической основе Google Earth).

1 — бровки обвальных цирков; 2 — направление схода обвальных масс; 3 — отдельные порции обвала и разноуровневые ступени отседания; 4 — предполагаемая граница распространения обвала с г. Кушелок; 5 — сохранившиеся в рельефе фрагменты обломочных отложений.

Многочисленные обвалы на молодых и древних вулканах известны по всему миру и в том числе на Камчатке [Горбач и др., 2015; Зеленин и др., 2015; Мелекесцев и др., 1991; Певзнер и др., 2018; Ponomareva et al., 2007]; мощность обвальных толщ может достигать первых сотен метров, а максимальный пробег 120 км [Blahůt et al., 2019; Carrasco-Núñez et al., 2006; Crandell et al., 1984; Siebert, 1984 и др.]. Установлено, что дальность распространения обломочного материала коррелирует с объемом обвальных масс и высотой падения, а пробег материала по инерции увеличивается при наличии мелких частиц, которые образуются в базальных частях обломочной лавины, формируя своеобразную “смазку”, способствующую движению [Linares-Guerrero et al., 2007]. Присутствие базальной “смазки” характерно именно для обломочных лавин с большим пробегом, когда коллапсирующие массы движутся вниз по глубокому узким долинам и становятся полностью или почти полностью сжиженными у своего основания в процессе истирания каменного материала [Caballero, Capra, 2011; Tost et al., 2014]. При этом оказывается важно, чтобы при начале движения обломочная лавина перемещалась в довольно узком коридоре, поскольку при свободном широком распространении подобного истирания базального слоя не происходит [Ui, Glickson, 1986]. Материал “смазки” может представлять собой глинисто-песчаную матрицу с плохой сортировкой, в которой оказываются взвешены (хаотически распределены) разноразмерные обломки, иногда галька и валуны, изредка фрагменты древних подстилающих осадочных пород [Tost et al., 2014].

Приведенное описание базальной “смазки” исключительно близко соответствует характеристике “мореноподобного суглинка” в разрезах на междуречье Хомутиной и Митоги (см. выше). Наличие “смазки” хорошо объясняет дальность пробега обвала (обломочной лавины) хребта Балаганчик (около 100 км), а относительно узкая долина р. Карымчиной между хр. Балаганчик и г. Большой Ипелькой (10 км, рис. 7) также удовлетворяет условию образования диспергированного базального слоя. Значительный перепад высоты между местом отрыва породы в хребте Балаганчик и зоной аккумуляции на берегу Охотского моря составляет более 1000 м (г. Кушелок, 1145.5 м), что позволяет предполагать и высокую скорость схода лавины. Отложения конгломерата, описанного нами вблизи разреза Митога 2-я (см. выше), можно интерпретировать как отложения собственно обвала, “приехавшего на плечах” разжиженного базального слоя.

Крайне затруднительно посчитать не только объем, но даже площадь этой обломочной лавины, поскольку отложения сохранились фрагментарно. Объем сохранившихся фрагментов обва-

лов гор Загайновка и Кушелок (см. рис. 6б, в) можно оценить в 0.6 и 0.7 км³ соответственно. И таких обвалов в верховьях р. Карымчиной много. По самым осторожным оценкам, суммарная площадь перемещенного материала могла составлять не менее 1500 км², а объем — не менее 15 км³ (возможно, существенно больше). Пока мы не располагаем данными о причинах образования такого гигантского обрушения. Они могут быть весьма разнообразны: сейсмические события, активизация вулканизма в сопредельном районе, гидротермальная активность и даже аномально высокое количество осадков в этот период.

В результате схода обломочной лавины хребта Балаганчик современная долина р. Большой должна была оказаться запруженной обвальными массами (см. рис. 7). Выше мы писали, что озерный эстуарий, в котором могли формироваться отложения “сизых илов”, должен был располагаться между современными реками Хомутина и Митога 2-я, а питать его могла только довольно полноводная река. Возможно, до схода обвала р. Быстрая не сливалась с р. Плотниковой, а напрямую текла в Охотское море. И устье р. пра-Быстрой могло находиться существенно севернее. Когда же западное подножие Срединного хребта оказалось завалено мощной толщей обвала, то пра-Быстрая была вынуждена огибать препятствие, в результате чего она изменила свое русло, превратившись в приток р. Плотниковой.

Предполагая, что долины рек Быстрой и Плотниковой были перегорожены крупным обвалом, мы неизбежно приходим к тому, что должно было образоваться и подпрудное озеро. Возможно, именно его контуры читаются в подрезанных склонах предгорий Срединного хребта с абсолютными отметками около 100 м, а также в правом борту р. Начиловой и левом — р. Плотниковой (см. рис. 7). Со временем, полноводные реки Быстрая и Плотникова прорвали запруды и, возможно, отложения, связанные с катастрофическим спуском озера, мы видим в качестве “Усть-Большеречских песков”, которые распространены между прижимом около Митоги 2-й и пос. Зуйково. Примечательно, что они везде приурочены к относительно невысоким поверхностям. Прорыв запруды мог быть как одномоментный, так и многофазный. По особенностям распространения “Усть-Большеречских песков” можно предполагать многорукавность этого прорыва, что, скорее, свидетельствует в пользу многофазного сценария.

“Пестрая толща”, в отличие от “Усть-Большеречских песков”, напротив, распространена на высоких водоразделах — она накапливалась на отложениях обвала (“мореноподобных суглинках” и конгломератах). Ее нижняя часть обычно характеризуется торфом (например, “Верхний торф”

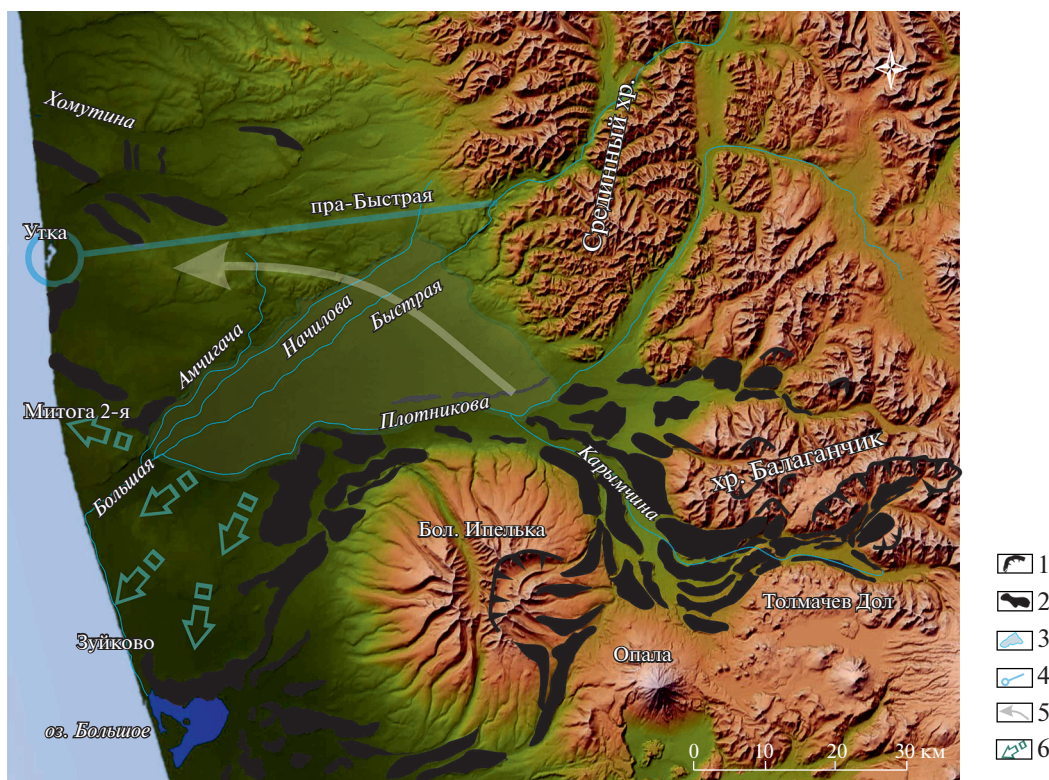


Рис. 7. Схема распространения обвала с хребта Балаганчик и окрестных высот и положение предполагаемого подпрудного озера в долине р. Большой.

1 — самые крупные обваловые цирки; 2 — сохранившиеся в рельефе фрагменты обломочных отложений; 3 — предполагаемое подпрудное озеро; 4 — предполагаемое положение р. пра-Быстрой с озерным эстуарием; 5 — главное направление перемещения обваловых масс; 6 — направление стока вод, связанных с прорывом запруды.

разреза Митога 2-я) или оторфованными отложениями. Верхняя же часть практически не содержит органических остатков, причем, в нашем разрезе довольно очевидна резкая несогласная граница между оторфованным низом и лишенным органического вещества верхом толщи.

На основании восьми радиоуглеродных дат, полученных по торфам (трех — из работ [Боярская и др., 1976; Новейшие ..., 1978], четырех — из работы [Мелекесцев, 2016] и нашей даты по “Верхнему торфу”), возрастной диапазон существования оторфованной части “пестрой толщи” можно, с учетом доверительных интервалов, оценить около 44–33 тыс. ^{14}C л.н. В календарном времени это составляет 47–37 тыс. л.н. Что же могло произойти около 37 тыс. лет назад, когда в болотах, покрывавших “суглинки”, внезапно перестал накапливаться торф? До похолодания, связанного с максимумом последнего оледенения (LGM, MIS 2), было еще далеко. Возможно, именно в это время и произошел спуск подпрудного озера, что резко изменило уровень грунтовых вод и привело к иссушению территории. Примечательно, что в это же время фиксируется и некоторое снижение

уровня Мирового океана [Rovere et al., 2016; Spratt, Lisiecki, 2016].

В осадках восточной части Охотского моря зарегистрировано несколько пиков сноса терригенного материала (темноцветных минералов и кварца). Интервал времени 45–30 тыс. л.н. характеризуется быстрым и мощным привносом терригенного материала и пресной воды [Nürnberg et al., 2011]. Возможно, этот материал был вынесен в результате прорыва подпрудного озера. Ранее было установлено, что мутьевые потоки, связанные с выносом отложений катастрофических прорывов крупных подпрудных озер, могут распространяться на 400 км [Norgmark, Reid, 2003].

В интервале возраста около 90–85 тыс. л.н. зафиксирован еще более яркий пик привноса терригенного материала на шельф Охотского моря; и сразу после этого пика отмечается существенное угнетение бентосных фораминифер [Nürnberg et al., 2011]. Мы полагаем, что подобные изменения в прикамчатской акватории могли быть вызваны выносом в море материала катастрофического обвала хребта Балаганчик и распространением протяженных мутьевых потоков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые определен изотопный возраст доголоценовых отложений, слагающих береговые обрывы охотоморского побережья Камчатки в районе р. Митога 2-я — все они образовались в позднем плейстоцене. Установлено, что толща “сизых илов и глин” представляет собой отложения крупного эстуария озерного типа, который начал заболачиваться около 90–80 тыс. л.н. Таким образом, все осадки, перекрывающие “илы”, начали формироваться не ранее 90 тыс. л.н. (конец MIS 5).

Толща “мореноподобных суглинков” представляет собой диспергированный базальный слой обвала, сошедший с южных склонов хребта Балаганчик и соседних высот. Собственно обвальные отложения представлены в береговых обрывах темно-серыми или темно-рыжими конгломератами, которые формируют прижим к югу от устья р. Митоги. Обвал мог образоваться в хронологическом диапазоне 90–46 тыс. л.н. (конец MIS 5—начало MIS 3), однако, нам представляется, что наиболее вероятный возраст этого события ближе к 90–80 тыс. лет. Спровоцировать эту крупную природную катастрофу могли как эндогенные, так и экзогенные факторы. При этом множественность обвальных цирков в хребте Балаганчик и на ближайших высотах, скорее, позволяют предполагать эндогенный триггер (сейсмика и/или вулканическая активность в сопредельных районах).

Обвал, распространившись на 100 км (площадь отложений не менее 1500 км², объем не менее 15 км³), перегородил русла рек Быстрой и Плотноиковой, в результате чего было образовано подпрудное озеро. Прорыв запруды и спуск озера произошел предположительно около 37 тыс. л.н., пески этого события зафиксированы в береговых обрывах между р. Митога 2-я и пос. Зуйково.

В результате проведенных исследований впервые удалось хронометрировать большую часть отложений опорных разрезов охотоморского берега Камчатки. Однако, требуются дополнительные работы и по уточнению возраста и параметров обвала хребта Балаганчик, и по толще “диагонально- и косослоистых песков”. Кроме изотопного датирования погребенных органических остатков мы планируем привлекать и альтернативные методы, такие как тефрохронологию и корреляцию событий с данными морских скважин. Очевидно, что такое крупное событие, как установленный нами обвал, должно быть зарегистрировано в отложениях прикамчатской акватории Охотского моря в виде мутьевых потоков или иных изменений осадконакопления. Корреляция природных событий позднего плейстоцена Западной и Центральной Камчатки также требует дополнительных данных, однако, уже намечается общий этап

катастрофических перестроек рельефа в конце изотопной стадии MIS 5 (около 80 тыс. л.н.).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую благодарность рецензенту Т.К. Пинегиной за высказанные замечания, которые помогли улучшить рукопись статьи, а также В.В. Пономаревой, В.В. Петровой и Е.В. Щепетовой за ценные советы и плодотворное обсуждение наших материалов.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в соответствии с Госзаданием по теме ГИН РАН № 0135-2019-0059 и при финансовой поддержке проектов РФФИ № 17-05-00352 (полевые работы и аналитические исследования) и № 20-05-00085 (анализ данных и написание статьи).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алешинская З.В., Боярская Т.Д., Воскресенская Т.Н., Свиточ А.А. Новые данные о позднекайнозойских отложениях Западной Камчатки // Докл. АН СССР. 1976. Т. 226. № 1. С. 155–158.
- Базанова Л.И., Брайцева О.А., Дирксен О.В. и др. Пеплопады крупнейших голоценовых извержений на траверсе Усть-Большерецк–Петропавловск–Камчатский: источники, хронология, частота // Вулканология и сейсмология. 2005. № 6. С. 30–46.
- Беспалый В.Г. Схема стратиграфии плейстоценовых отложений Камчатки // Вопросы стратиграфии плейстоцена Камчатки / Отв. ред. А.В. Ложкин и др. Магадан, 1974. С. 109–131.
- Беспалый В.Г. Давидович Т.Д. Страторайоны плейстоцена Камчатки // Вопросы стратиграфии плейстоцена Камчатки / Отв. ред. А.В. Ложкин и др. Магадан, 1974. С. 26–82.
- Боярская Т.Д., Воскресенская Т.Н., Свиточ А.А., Шлюков А.И. Стратиграфия новейших отложений и палеогеография плейстоцена Западной Камчатки // Вестник МГУ. Серия 5. География. 1976. № 1. С. 93–98.
- Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Евтеева И.С., Луникина Е.Г. Стратиграфия четвертичных отложений и оледенения Камчатки. М.: Наука, 1968. 226 с.
- Брайцева О.А., Мелекесцев И.В. Четвертичные оледенения // Камчатка, Курильские и Командорские острова / Отв. ред. И.В. Лучицкий. М.: Наука, 1974. С. 402–425.
- Горбач Н.В., Самойленко С.Б., Плечова А.А., Мельников Д.В. Обвал на вулкане Жупановский (Камчатка) в июле 2015 г.: первые данные и наблюдения // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 3. Вып. 27. С. 5–11.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Корякско-Курильская. Лист N-57 — Петропавловск-Камчатский. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 376 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Западно-Камчатская. Листы N-57-XXV (Усть-Большерецк), N-57-XXXI (Октябрьский), M-57-I (Озерновский). М.: МИНГЕО, 1989.

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Хангарская. Лист N-57-XXVI (Дальний). Объяснительная записка. М.: ВСЕГЕИ, 2013. 181 с.

Деркачев А.Н., Портнягин М.В. Маркирующие прослои тефры катастрофических извержений кальдерного комплекса Немо (о. Онекотан, Курильские острова) в позднечетвертичных отложениях Охотского моря // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21. № 5. С. 94–112.

Зеленин Е.А., Пономарева В.В., Михайлюкова П.Г., Мельников Д.В. Обвал на действующем вулкане Желтовский (Южная Камчатка) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 2. Вып. 26. С. 51–59.

Камчатка, Курильские и Командорские острова / Авторский коллектив: И.В. Мелекесцев, О.А. Брайцева, Э.Н. Эрлих и др. / Отв. ред. И.В. Лучицкий. М.: Наука, 1974. 439 с.

Кордэ Н.В. Биостратификация и типология русских сапропелей. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 219 с.

Куприна Н.П. Стратиграфия и история осадконакопления плейстоценовых отложений Центральной Камчатки // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 216. М.: Наука, 1970. 148 с.

Максимов Ф.Е., Кузнецов В.Ю. Новая версия $^{230}\text{Th}/\text{U}$ датирования верхне- и среднелепестовых погребенных органогенных отложений // Вестник СПбГУ. 2010. Сер. 7. Вып. 4. С. 94–107.

Максимов Ф.Е., Щетников А.А., Кузнецов В.Ю. и др. Уран-ториевый возраст казанцевского (МИС 5) горизонта в Усть-Одинском опорном разрезе верхнего неоплейстоцена (Предбайкалье) // Докл. АН. 2017. Т. 473. № 2. С. 185–189.

Максимов Ф.Е., Певзнер М.М., Петров А.Ю. и др. Возраст толщи “косослоистых песков” опорного разреза яр Средний (Центральная Камчатка) по данным комплексного $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$ и ^{14}C датирования торфа // Докл. АН. 2019. Т. 488. № 3. С. 288–293.

Мелекесцев И.В. Эксплозивное кальдерообразующее суперизвержение Опала IV – крупнейшее на Камчатке за последние 50 тыс. лет // Вулканология и сейсмология. 2016. № 1. С. 21–36.

Мелекесцев И.В. Низкогорные массивы и цокольные равнины Западной и Восточной Камчатки // Камчатка, Курильские и Командорские острова / Отв. ред. И.В. Лучицкий. М.: Наука, 1974. С. 250–259.

Мелекесцев И.В., Литасова С.Н., Сулержицкий Л.Д. О возрасте и масштабе катастрофических извержений типа направленного взрыва вулкана Авачинский (Камчатка) в позднем плейстоцене // Вулканология и сейсмология. 1991. № 2. С. 3–12.

Мелекесцев И.В., Вольнец О.Н., Антонов А.Ю. Кальдера Немо III (о-в Онекотан, Северные Курилы): строение, ^{14}C -возраст, динамика кальдерообразующего извержения, эволюция ювенильных продуктов // Вулканология и сейсмология. 1997. № 1. С. 32–51.

Михайлов В.Н., Горин С.Л., Михайлова М.В. Новый подход к определению и типизации эстуариев // Вестник МГУ. Серия 5. География. 2009. № 5. С. 3–11.

Новейшие отложения и палеография плейстоцена Западной Камчатки / Отв. ред. Б.И. Вгюрин, А.А. Свиточ. М.: Наука, 1978. 122 с.

Певзнер М.М. Голоценовый вулканизм Среднего хребта Камчатки // Тр. ГИН РАН. Вып. 608. М.: ГЕОС, 2015. 252 с.

Певзнер М.М., Толстых М.Л., Бабанский А.Д. Вулканический массив Шивелуч, Камчатка: этапы развития магматической системы (результаты геохронологических и термобарогеохимических исследований) // Вулканология и сейсмология. 2018. № 4. С. 15–25.

Певзнер М.М., Яшина О.В., Смышляева О.И. и др. Опорные разрезы рыхлых отложений позднего-среднего плейстоцена Камчатки: современное состояние, проблема возраста и перспективы изучения // Литология и полез. ископаемые. 2019а. № 1. С. 60–89.

Певзнер М.М., Каримов Т.Д., Нечушкин Р.И. Возраст рыхлых отложений опорных разрезов Центральной Камчатки по данным радиоуглеродного датирования // “Геохронология четвертичного периода: инструментальные методы датирования новейших отложений”. Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 90-летию со дня рождения Л.Д. Сулержицкого, 24–26 апреля 2019 г. М.: ИГ РАН, ГИН РАН, 2019б. С. 68.

Певзнер М.М., Каримов Т.Д., Нечушкин Р.И. Толща “синих глин” Центральной Камчатки: возраст и проблема происхождения // Вулканизм и связанные с ним процессы. XXII региональная научная конференция, посвященная Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский, 29–30 марта 2019 г. // Материалы конференции. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2019в. С. 102–105.

Певзнер М.М., Максимов Ф.Е., Каримов Т.Д. и др. Природные катастрофы позднего плейстоцена Центральной Камчатки // Вулканизм и связанные с ним процессы. XXIII региональная научная конференция, посвященная Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский, 30–31 марта 2020 г. // Материалы конференции. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2020.

Свиточ А.А. Морской плейстоцен дальневосточных берегов России (стратиграфия и палеогеография) // Тихоокеанская геология. 2004. Т. 23. № 3. С. 76–93.

Стратиграфия СССР. Четвертичная система (полутом 2). М.: Недра, 1984. 556 с.

Топографическая карта N-57-В, масштаб 1 : 500 000 (Петропавловск-Камчатский). Хабаровск: ВТУ ГШ, 1972.

Успенская О.Н. Другие водоросли // Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения истории озер. (Серия: История озер СССР). Л.: Наука, 1986. С. 146–151.

Четвертичные оледенения на территории СССР. М.: Наука, 1987. 126 с.

Barr I.D., Clark C.D. Late Quaternary glaciations in Far NE Russia; combining moraines, topography and chronology to assess regional and global glaciation synchrony // Quaternary Sci. Rev. 2012. V. 53. P. 72–87.

Bischoff J.L., Fitzpatrick J.A. U-series dating of impure carbonates: An isochron technique using total-sample dissolution // Geochim. Cosmochim. Acta. 1991. V. 55. P. 543–554.

Blahůt J., Balek J., Klimeš J. et al. A comprehensive global database of giant landslides on volcanic islands // Landslides. 2019. V. 16. P. 2045–2052.

Bronk Ramsey C. Dealing with outliers and offsets in radiocarbon dating // Radiocarbon. 2009. V. 51(3). P. 1023–1045. <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>

Carrasco-Núñez G., Díaz-Castellón R., Siebert L. et al. Multiple edifice-collapse events in the Eastern Mexican Volcanic Belt: The role of sloping substrate and implications for

- hazard assessment // *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 2006. V. 158. Iss. 1–2. P. 151–176.
- Caballero L., Capra L.* Textural analysis of particles from El Zaguán debris avalanche deposit, Nevado de Toluca volcano, Mexico: Evidence of flow behavior during emplacement // *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 2011. V. 200. Iss. 1–2. P. 75–82.
- Crandell D.R., Miller C.D., Glicken H.X. et al.* Catastrophic debris avalanche from ancestral Mount Shasta volcano, California // *Geology*. 1984. V. 12. P. 143–146.
- Duk-Rodkin A., Barendregt R.W.* Stratigraphical Record of Glacials/Interglacials in Northwest Canada // *Dev. Quaternary Sci.* 2011. V. 15. P. 661–698.
- Geyh M.A.* Reflections on the $^{230}\text{Th}/\text{U}$ dating of dirty material // *Geochronometria*. 2001. V. 20. P. 9–14.
- Gorbarenko S., Chebykin E.P., Goldberg E.L. et al.* Chronicle of regional volcanic eruptions recorded in Okhotsk Sea sediments over the last 350 ka // *Quat. Geochronol.* 2014. V. 20. P. 29–38.
- Hughes Ph.D., Gibbard Ph.L.* Global glacier dynamics during 100 ka Pleistocene glacial cycles // *Quat. Res.* 2018. V. 90. P. 222–243.
- Linares-Guerrero E., Goujon C., Zenit R.* Increased mobility of bidisperse granular avalanches // *Journal of Fluid Mechanics*. 2007. V. 593. P. 475–504.
- Lisiecki L.E., Raymo M.E.* A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records // *Paleoceanography*. 2005. V. 20. PA1003.
- Normark W.R., Reid J.A.* Extensive Deposits on the Pacific Plate from Late Pleistocene North American Glacial Lake Outbursts // *J. Geol.* 2003. V. 111(6). P. 617–637.
- Nürnberg D., Dethleff D., Tiedemann R. et al.* Okhotsk Sea ice coverage and Kamchatka glaciation over the last 350 ka — Evidence from ice-rafted debris and planktonic $\delta^{18}\text{O}$ // *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 2011. V. 310. P. 191–205.
- Ponomareva V.V., Kyle P.R., Melekestsev I.V. et al.* The 7600 (^{14}C) year BP Kurile Lake caldera-forming eruption, Kamchatka, Russia: stratigraphy and field relationships // *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 2004. V. 136(3–4). P. 199–222.
- Ponomareva V.V., Churikova T.G., Melekestsev I.V. et al.* Late Pleistocene-Holocene Volcanism on the Kamchatka Peninsula, Northwest Pacific region // “Volcanism and Tectonics of the Kamchatka Peninsula and Adjacent Arcs” Geophysical Monograph Series / Eds J. Eichelberger et al. Washington: AGU, 2007. V. 172. P. 165–198.
- Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A. et al.* Last interglacial climate changes and environments of the Lesser Kuril arc, north-western Pacific // *Quat. Int.* 2011. V. 241. P. 35–50.
- Rovere A., Stocchi P., Vacchi M.* Eustatic and Relative Sea Level Changes // *Current Climate Change Reports*. 2016. V. 2. P. 221–231.
- Siebert L.* Large volcanic debris avalanches: characteristics of source areas, deposits and associated eruptions // *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 1984. V. 22. P. 163–197.
- Skrypnikova M., Uspenskaya O., Khokhlova O.* Paleoclimate Study of Mountain Ecosystems by Multiple Group Biological Analysis // *Journal of Mountain Science*. 2011. V. 43. № 1. P. 24–36.
- Spratt R.M., Lisiecki L.E.* A Late Pleistocene sea level stack // *Climate of the Past*. 2016. V. 12. P. 1079–1092.
- Tost M., Cronin S.J., Procter J.N.* Transport and emplacement mechanisms of channelised long-runout debris avalanches, Ruapehu volcano, New Zealand // *Bull. Volcanol.* 2014. V. 76. P. 881.
- Ui T., Glicken H.* Internal structural variations in a debris-avalanche deposit from ancestral Mount Shasta, California, USA // *Bull. Volcanol.* 1986. V. 48. P. 189–194.

Late Pleistocene Catastrophic Landslide of the Balaganchik Ridge According to the Study of the Mitoga 2nd Reference Section (Western Kamchatka)

M. M. Pevzner^{1, *}, F. E. Maksimov², T. D. Karimov¹, S. B. Levchenko², R. I. Nechushkin¹, V. A. Grigoryev², A. Yu. Petrov², V. Yu. Kuznetsov², O. N. Uspenskaya³, Yu. V. Kushcheva¹

¹Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Pyzhevsky lane, 7, bld. 1, Moscow, 119017 Russia

²St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, 10-th Line, 33–35, St. Petersburg, 199034 Russia

³All-Russian Research Institute of Vegetable Production, Vereya village, 500, Ramensky district, Moscow region, 140153 Russia

*e-mail: m_pevzner@mail.ru

A new reference section of the Okhotsk seaside of Kamchatka in the Mitoga 2nd river area is studied and dated (^{14}C and $^{230}\text{Th}/\text{U}$). Deposits were correlated with previously known sections of the Khomutina–Mitoga interfluvies. It has been established that the thickness of the “dove-colored silts and clays” represents deposits of a large lake estuary, which began to swamp about 90–80 ka ago, and all sediments overlapping the “silts” began to form not earlier than 90 ka ago (end of MIS 5). Deposits of a catastrophic collapse (expansion of about 100 km, area $\geq 1500 \text{ km}^2$, volume $\geq 15 \text{ km}^3$), which descended from the Balaganchik ridge about 90–80 ka ago, were identified. Two main facies were established: a dispersed basal layer (stratum of “moraine-like loams”) and landslide proper sediments (conglomerate). The valleys of the Bystraya and Plotnikova rivers were blocked by a collapse, as a result of which a large dammed lake was formed. Deposits from the breakthrough of the dam are recorded on the coast between the Mitoga 2nd river and Zuykovo village. The catastrophic drainage of the lake could occur about 37 ka ago.

Keywords: Western Kamchatka, Late Pleistocene, catastrophic landslide, dammed lake, peat, uranium-thorium and radiocarbon dating.