

ДИСКУССИИ

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-6071151681-93>НЕОБЫЧНЫЕ (ЛЕДНИКОВЫЕ?) ОБРАЗОВАНИЯ
НА ТЕРРИТОРИИ ВНЕШНИХ ОСТРОВОВ
ФИНСКОГО ЗАЛИВА© *Е. Н. ТЕРЕХОВ**,¹ *А. А. ЮРМАНОВ***,²

* Геологический институт РАН, Москва

** Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН, Москва

E-mail: ¹ terekhoff.zhenya@yandex.ru² yurmanov-anton.ya.ru@yandex.ru

При проведении комплексных экспедиций Русского географического общества в пределах архипелага Внешних островов Финского залива были выявлены принципиально новые геологические объекты, не известные ранее. Часть из них была идентифицирована как вторичные кварциты, природа других — обсуждается в этой статье. На острове Мощный встречены валуны с разрушенной верхней полусферой. Характер разрушения напоминает структуры известные как конусы разрушения или «Shatter Cone», которые в ряде случаев являются единственными индикаторами метеоритной природы для некоторых кольцевых структур. Обсуждается три варианта образования разрушенных валунов: внешнее метеоритное воздействие по аналогии со структурами типа «Shatter Cone», в результате эндогенного взрыва с последующим кессонным разваливанием фрагментов глубинных пород и основная версия — падение крупных валунов с вертикального обрыва ледника и их удар по нижележащему валуну, который под влиянием удара растрескивается. Подобная ситуация возможна в пределах краевой части покровного ледника, которая располагалась в районе будущего острова Мощный и известная как Невская конечная морена, с возрастом 12 000 лет.

Ключевые слова: валун, конусы разрушения, астроблема, трубка взрыва, ледник, конечная морена.

Острова Гогланд, Малый и Большой Тютерс, Мощный, Соммерс, а также несколько мелких островков входят в группу Внешних островов Финского залива. Некоторые из них по ряду причин (удаленность, погранзона, минная опасность), долгое время были почти недосыгаемы для научных исследований. Группа этих островов также, как и весь Финский залив, приурочена к региональной тектонической зоне, разделяющей Балтийский щит и Русскую плиту (Балтийско-Мезенская или флексура Полканова [8, 14, 18]), где предполагается повышенная сейсмичность: и на заключительных этапах таяния покровного ледника, и в период после снятия ледниковой нагрузки [1, 4, 5, 17, 27]. При этом особо выделяется тектоническая зона, протянувшаяся от о. Гогланд к о. Мощный и далее к о. Сескар и о. Котлин, которая была наиболее активна в голоценовое время [7] (рис. 1).

Некоторые исследователи выделяют в этом районе большое количество субмеридиональных тектонических зон: Гогландско-Чудская, Западно-Кур-

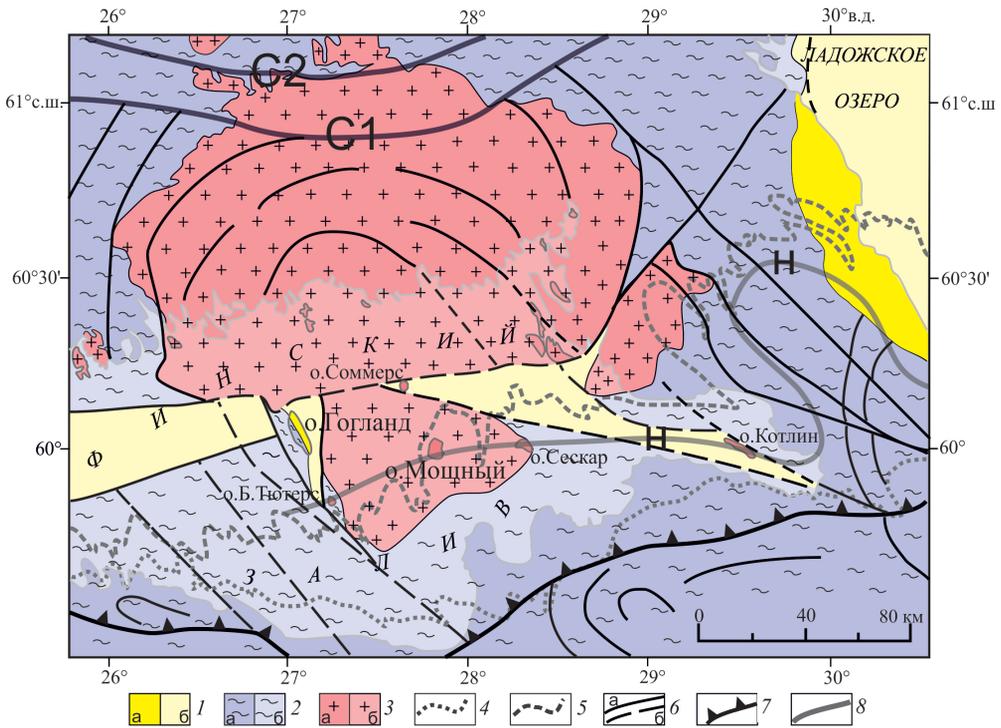


Рис. 1. Геологическая карта восточной части Финского залива с элементами ледникового рельефа. Условные обозначения: 1 — рифейские отложения (1.65—1.1 млрд лет): на суше (а), в акватории (б); 2 — свекофенские отложения (2.0—1.85 млрд лет): на суше (а), в акватории (б); 3 — граниты рапакиви (1.65—1.6 млрд лет): на суше (а), в акватории (б); 4 — подошва палеозойских отложений; 5 — подошва вендских отложений; б — разломы: достоверные (а) и предполагаемые (б); 7—8 — элементы современного ледникового рельефа: 7 — Балтийско-Ладожский глинт (уступ); 8 — конечные ледниковые гряды: Н — Невская, С1 и С2 — Сальпаусселькя 1 и 2.

Fig. 1. Geological map Eastern part of the Gulf of Finland with elements of glacial relief. Legend: 1 — Riphean deposits (from 1.65 to 1.1 Ga): on land (a) area (б); 2 — Svecofennian deposits (2.0 to 1.85 Ga): on land (a) area (б); 3 — rapakivi granite (1.65 in 1.6 Ga): on land (a) area (б); 4 — sole of the Paleozoic sediments; 5 — sole of the Vendian deposits; б — faults: reliable (a) and inferred (б); 7—8 — elements of modern glacial relief: 7 — Baltic-Ladoga glint (escarpment); 8 — end glacial ridges: Н — Nevskaya, С1 and С2 — Salpausselka 1 and 2.

гальская, Выборско-Лужская и др. [6]. В то же время, по нашему мнению, район островов Гогланд—Тюттерс—Соммерс—Мощный является своеобразной тектонической структурой, а именно — зоной аккомодации (перемычкой) между двумя рифейскими трогами. Характерной особенностью этих структур является такое во многом загадочное явление, как тектоническая активизация этих структур на современном этапе [22]. Надо отметить, что уже давно исследователи отмечают генетическую связь между древними разломами и такими ледниковыми образованиями, как озы и конечные морены [3]. Но существуют и альтернативные взгляды, которые вообще отрицают факт материкового оледенения. Озы по этой модели сложены материалом, выдавленным из тектонических зон [24]. В пределах Балтийско-Мезенской тектонической зоны кроме традиционных геологических комплексов — гнейсов, амфиболитов, сланцев,



Рис. 2 Фотографии разрушенных валунов на о. Мощный: *а* — общий вид пляжа; *б* и *в* — центральная выемка на вершине валуна; *г* — характерная поверхность скола.

Fig. 2. Photos of the destroyed boulders on the island Moshchny: *a* — General view of the beach; *b* and *v* — the Central recess on top of the boulder; *г* — the characteristic surface of the chip.

интрузий гранитов рапакиви и долеритов, молодых четвертичных ледниковых элементов (конечных гряд, озов) — широко развиты геолого-геоморфологические аномалии: трубки взрыва, смятые платформенные отложения, ледниковые отторженцы зоны флюидной переработки и т. д., то есть образования, генезис которых не всегда укладывается в рамки современной научной парадигмы [2, 9, 12, 15, 16, 20, 26]. Возраст этих аномалий, часто является современным: например, пок-маки [13]. При проведении комплексных экспедиций Русского географического общества в пределах архипелага Внешних островов Финского залива геологическим отрядом были выявлены принципиально новые объекты. Для некоторых из них, а именно существенно кварцевых пород на о. Б. Тютерс, после проведения разнообразных камеральных исследований была установлена их природа. Оказалось, что это так называемые вторичные кварциты, не характерные для Балтийского щита, а типичные для областей развития вулканизма кислого состава. Специальные исследования кварца из этого проявления показали, что он соответствует самым высоким кондициям для технического использования [21]. Некоторые находки не получили однозначного объяснения. Им и посвящена эта статья.

Описание объекта. На о. Мощный, а затем и на о. Гогланд были обнаружены образования, полных аналогов которым не удалось найти в литературе.



Рис. 3. Различные по форме образцы разрушенных валунов на о. Мощный (а—г) и о. Гогланд (д, е): д — рядом с разрушенным валуном, который в зоне прилива потерял отколовшиеся куски, лежит крупный валун; е — развал гранитных валунов на доледниковой выровненной поверхности кварцевых порфиров.

Fig. 3. Different shaped specimens of the destroyed boulders on island Moshchnyj (a—g) and island Hogland (d, e): d — next to the destroyed boulder that in the surf zone have lost the breakaway pieces, lies a large boulder; e — collapse of granite boulders on the pre-glacial leveled surface of quartz porphyry.

Это достаточно крупные валуны размером от 2.5 до 3—4 метров с разрушенной верхней полусферой (рис. 2, 3).

В верхней части этих валунов расположена воронкообразная зона интенсивного дробления, а сам валун в верхней части расколот на крупные фрагменты до 1 м (от 3 до 5 штук), которые мысленно можно сопоставить друг

с другом, так как они лежат по его периферии (рис. 3, б). Все разрушенные валуны сложены массивными крупнозернистыми гранитами, имеют близкий химический состав и сопоставимы с породами краевой части Выборгского массива гранитов рапакиви. Среди многих сотен крупных валунов, расположенных вдоль береговой линии о. Мощный, обнаружено только 14 разрушенных экземпляров. Вероятно, часть их пропущена и их больше, но все же это сравнительно редкие образования.

К этому следует добавить, что о. Мощный опускается и валуны, которые были за пределами волновой деятельности, постепенно вовлекаются в процесс прибрежного окатывания. В этом случае вначале окатываются обломки, отколовшиеся от верхней части валуна, а затем и его оставшаяся часть. При этом весь остров покрыт слоем ледниковой морены, в которой встречаются и крупные валуны. Имеются и невысокие дюны. Как показано на геологических картах (рис. 1) и [10], под мореной залегают вендские отложения, а ниже них фундамент, представленный гранитами рапакиви. Коренных выходов дочетвертичных горных пород на острове нет. Вероятно, что разрушенные валуны встречаются по всей поверхности острова, но они плохо видны из-за густой растительности. Те валуны, что по мере опускания острова, приближаются к области волновой абразии, постепенно освобождаются от растительности. Они хорошо видны, но в дальнейшем, попав в зону прибоя, они теряют свои примечательные особенности

Возможно, что отсутствие подобных разрушенных валунов на о. Б. Тютерс и частично о. Гогланд связано с тем, что эти острова поднимаются и их береговая линия сложена валунами, которые уже прошли зону волновой абразии и, соответственно, потеряли черты разрушенных.

Обсуждение генезиса разрушенных валунов. При первом знакомстве с этими объектами возникает предположение, что это техногенные образования. Но их детальный осмотр показал, что нет следов от шпуров, и валуны рассредоточены вдоль всей береговой линии, а не сконцентрированы около объектов каменного строительства. Согласно исследованиям передача механической энергии при соударении природного камня передается в виде энергии упругой деформации. Если выделить в камне поверхность с одинаковой величиной напряжений, то она будет иметь форму конуса с вершиной в точке приложения силы F , то есть структур, наблюдаемых на рис. 2 и 3. Но если воздействовать инструментом, заглубленным в камень, то образуется усеченный конус или усеченная пирамида с вершиной, опирающейся на поверхность контакта. Такая ситуация возникает при наличии шпура. Если допустить, что следы от шпура полностью разрушены, то согласно [19] после механического воздействия должны формироваться обломки в виде усеченных конусов или трапеций. Таких мы не наблюдали, а все сохранившиеся обломки имеют явные формы конусов. Следовательно, валуны не подвергались предварительной обработке и шпуров не было.

Остров Мощный во время Второй мировой войны часто подвергался бомбардировкам ВВС вермахта, так как вплоть до 1944 г. аэродром, находившийся на нем, являлся стратегически значимым и, в то же время, самым западным аэродромом ВВС РККА. Однако против, на первый взгляд, очевидной версии о том, что растрескивания валунов являются результатом попадания бомб и снарядов, свидетельствуют два основных факта. Это отсутствие таких образований в других районах Балтики с многочисленными гранитными валунами, где также шли бои с применением бомбардировок. А также то, что

во многих случаях на вершинных частях этих валунов развиты колонии лишайников, которые, по мнению специалистов, имеют возраст более 100 лет, то есть заведомо довоенные. Все это указывает на природный характер образования этих структур. Характерный рисунок особенно хорошо видный на кусках, отколовшихся от основного валуна (рис. 2, з), по своему облику напоминает конусы разрушения или более известный в популярной литературе термин «Shatter Cone» [23]. Это типичные образования ударного воздействия метеоритов на породы мишени. Однако последние развиты в коренных породах, а не в валунах. Естественно, что первоначально для объяснения необычных разрушенных валунов мы обратились к этой гипотезе; тем более в этом регионе известно несколько метеоритных кратеров, для большинства которых описаны структуры «Shatter Cone». Это астроблемы: Сальян (Швеция), Лумпарн (Аландские о-ва), Кердла (о. Саарема, Эстония), Янис-Ярви, Мишина Гора (Россия) [28]. Возраст этих структур оценивается по-разному: от рифея до плейстоцена, хотя справедливости ради необходимо отметить, что оценки эти весьма проблематичны. В нашем случае для разрушения ледниковых валунов падение метеорита должно было иметь место в постледниковое время. Следует отметить, что для всех перечисленных астроблем существуют и альтернативные гипотезы их происхождения; чаще всего взрывная — эндогенная. В пользу этого говорит и тот факт, что все они приурочены к широкой полосе Балтийско-Мезенских тектонических нарушений. Соответственно и наши объекты могли образоваться при эндогенном взрыве и последующем за ним кессонном эффекте, при котором разваливаются монолитные глыбы глубинных пород.

Другим вариантом генезиса разрушенных валунов может быть гипотеза об эндогенном взрыве, в результате которого окатанные взрывом блоки глубинных пород были выброшены на поверхность. Пример подобного явления — детально разбуренная трубка взрыва в районе г. Гдов, в которой породы фундамента были выброшены с глубины более 500 м [25]. В нашем случае мощность вендского чехла не превышает 20 м. Все валуны сложены гранитами и имеют достаточно близкий химический состав. Это может указывать на то, что все эти валуны имеют одинаковый протолит, то есть образованы за счет одного типа пород, а именно — краевой части Выборгского массива, которая, как предполагается в работах по геологическому картированию, в районе о. Мощный перекрыта маломощным чехлом вендских отложений. Взрывной модели противоречит тот факт, что все валуны разрушаются строго в верхней части, хотя можно допустить, что тектоно-кессонный эффект разрушения валунов преимущественно выражен в верхней — свободной от нагрузки полусфере.

Тем не менее мы остановились на ледниковой модели образования разрушенных валунов. Подсказку механизма образования разрушенных валунов мы увидели на о. Гогланд, где в зоне приобья расположены два крупных ледниковых валуна, сложенных гранитами рапакиви (рис. 3, д). Возможно, что при ударе большего из них по меньшему, могло произойти подобное разрушение. Здесь же, в северной части о. Гогланд, на выровненной доледниковой поверхности, где коренными породами являются кварцевые порфиры, лежат крупные валуны (до 10 м), сложенные гранитами рапакиви, то есть породами не характерными для острова. Коренные выходы этих пород расположены на северном берегу Финского залива, то есть они, несомненно, были принесены — вероятнее всего ледником или посредством другого природного яв-

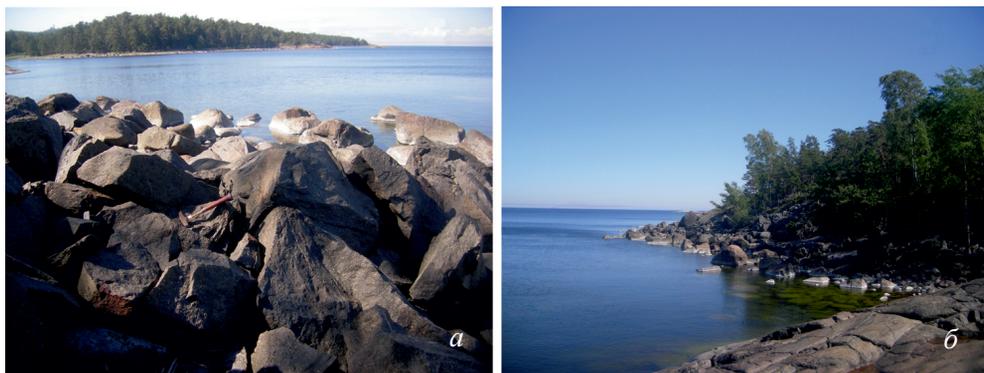


Рис. 4. Пример образования разрушенного валуна (а) в основании обрыва (СВ берег о. Гогланд) (б).

Fig. 4. An example of the formation of a destroyed boulder (a) at the base of the cliff (NE coast of island Gogland) (б).

ления. В основании одного из валунов наблюдается скол, образовавшийся при его падении и ударе о коренную скалу (рис. 3, е). В пределах этого скола наблюдается рисунок, характерный для конуса разрушения. В центральной части восточного берега о. Гогланд среди достаточно пологих и сглаженных скал выделяется крутая скала и расположенная в ее основании обвальная россыпь обломков, упавших на современный пляж, состоящий из крупных валунов (рис. 4). В этой россыпи встречаются разрушенные валуны, аналогичные тем, что мы наблюдали на о. Мощный. Учитывая, что на о. Мощный нет скал и нет крутых обрывов, с которых могли бы скатываться крупные валуны, необходимо объяснить возможность падения крупных валунов иным механизмом. На наш взгляд разрушение валунов на о. Мощный могло произойти при падении на них более крупных валунов с вертикальной стенки ледника (рис. 5). Насколько реальна эта ситуация? Ледниковые отложения на о. Мощный, Б. Тютерс, а также о. Сескар и Котлин, вытянутые вдоль предполагаемого края ледника, можно рассматривать как останцы конечной морены, известной как Невская [11]. Дополнительным аргументом в пользу конечной морены являются дюны, достаточно широко представленные на этих островах и расположенные на вершинах типичной конечно-ледниковой гряды Сяльпаусселькя (в южной Финляндии) (рис. 6, а, б) и [11]. Считается, что в краевой части ледника существовали достаточно высокие обрывы и вертикальные трещины, по которым вода с большой высоты падала вниз и образовывала в породах кристаллического основания ледниковые выбоины, известные как «чертовые мельницы». Их диаметр от 1 до 10 м, глубина — до 13 м, с гладкими внутренними стенами, которые имеют спиралевидные следы: камни, вращаясь в мощном потоке воды, шлифовали полость в скале. Подобных колодцев в районе конечной гряды Сяльпаусселькя насчитывается многие десятки (рис. 6, в). На о. Б. Тютерс в его северной части встречен подобный колодец, но наклонный (рис. 6, в), что может быть интерпретировано как след воздействия талых вод, выходящих под большим давлением из-под ледника в районе его окончания, и здесь же находился ледниковый обрыв, с которого падали валуны.

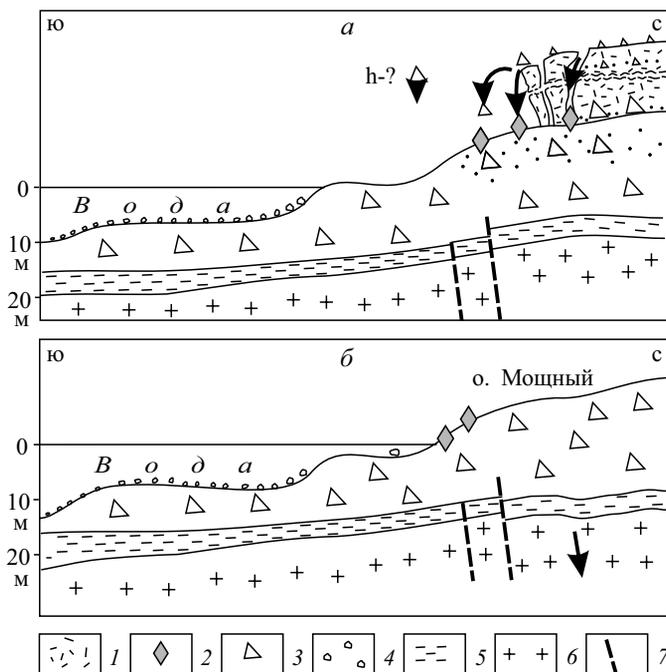


Рис. 5. Модель образования разрушенных валунов в районе краевой морены ледника (а) и последующей их эволюции в береговой зоне (б) (мощность ледника вне масштаба — сильно уменьшена).

1 — ледник; 2 — разрушенный валун; 3 — обычный валун (ледниковая морена); 4 — окатанные морские отложения; 5 — вендские отложения; 6 — граниты рапакиви; 7 — предполагаемые разломы — фрагмент Балтийско-Мезенской тектонической зоны.

Fig. 5. Model of the formation of destroyed boulders in the area of the marginal moraine of the glacier (a) and their subsequent evolution in the coastal zone (b) (glacier thickness out of scale is greatly reduced).

1 — glacier; 2 — boulder destroyed; 3 — the usual boulder (a glacial moraine); 4 — gravel marine deposits; 5 — Vendian deposits; 6 — rapakivi granites; 7 — perceived faults — a fragment of Baltic-Mezen tectonic zone.

Резонно возникает вопрос: почему разрушенные валуны встречаются только на о. Мощный, а не вдоль всего бывшего ледникового обрыва? Представляется, что частично это можно объяснить следующими факторами.

1. Большая часть площади краевой части последнего материкового ледника (10—12 тыс. лет) в настоящее время поднимается [6, 27], и ледниковые отложения прошли границу суша—море. На о. Мощный иная картина: он опускается и ледниковые отложения не были подвержены волной эрозии.

2. Важное значение имеет наличие в массе льда крупных обломков горных пород, причем не в основании льда, а внутри, и чем выше, тем лучше. Вероятно, это редкое явление и связано оно с расчлененным рельефом.

3. Повышенная сейсмичность района, особенно на конечной стадии деградации ледника [1, 4, 6, 7, 17], что способствовало как накоплению глыб в теле ледника, так и их падению в краевой части.

Заключение. Таким образом в районе окончания ледника на стадии его деградации, вероятно, могли быть вертикальные стенки, из которых вывали-



Рис. 6. Продукты ледниковой деятельности: *а, б* — дюны на о. Большой Тютерс и о. Мощный, *в, з* — ледниковые колодцы: *в* — о. Большой Тютерс и *з* — р-н конечной гряды Сальпаусселькя 1.

Fig. 6. Products of glacial action: *a, b* — dunes on the islands Bolshoy Tyuters and Moshchnyj, *v, z* — glacial wells: *v* — Bolshoy Tyuters and *z* — the end moraine ridge Salpausselka 1.

вались и падали вниз крупные валуны или глыбы горных пород, при лобовом ударе которых по другим валунам могли формироваться разрушенные валуны с характерным рисунком для конусов разрушения. Вероятно, эти границы совпадали не только с напорно-насыпными конечными грядами, но и с вертикальными обрывами льда, с которых могли падать крупные валуны и тем самым формировать структуры, в первом приближении напоминающие следы от удара метеорита. Сохранность этих образований обусловлена тем, что, находясь в составе морены на площади опускающегося острова, они еще не подвергались волновой абразии. Подобный генезис разрушенных валунов следует учитывать, так как горные породы со структурами «Shatter Cone» в ряде случаев являются единственными и наиболее вескими доказательствами метеоритного происхождения некоторых кольцевых структур, расположенных вдоль южной границы Балтийского щита, к которой приурочены и границы главных стадий ледниковой дегляциации в четвертичное время.

Работа выполнена в соответствии с планами фундаментальных исследований Геологического института РАН, при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-05-00485 и в рамках программы комплексной экспедиции «Гогланд» Русского географического общества и Экспедиционного центра Министерства обороны.

Авторы выражают благодарность Е. Ю. Хуторской и А. В. Хуторскому, а также А. М. Агееву и Н. К. Семенцову за организацию полевых исследований.

Список литературы

- [1] *Амантов А. В., Фьелдскаар В.* Влияние геолого-геоморфологических особенностей Балтийского региона и его обрамления на ледниковый — постледниковый этапы развития // Региональная геология и металлогения. 2013. № 53. С. 90—104.
- [2] *Афанасов М. Н., Казак А. П.* Проявление тектоно-магматической активизации на северо-западе Русской плиты и перспективы поисков полезных ископаемых (Псковская, Ленинградская, Новгородская области) // Вестник СПбГУ. 2009. Сер. 7. Вып. 4. С. 20—30.
- [3] *Бискэ Г. С.* Четвертичная геология и геоморфология Карелии. Петрозаводск: Госиздат КарССР, 1959. 307 с.
- [4] *Бискэ Ю. С., Сумарева И. В., Шитов М. В.* Позднеголоценовое сейсмическое событие в юго-восточном Приладожье: принципы исследования и деформационные текстуры // Вестник СПбГУ. 2009. Сер. 7. Вып. 1. С. 3—25.
- [5] *Богданов В. И.* Обобщение представлений о природе феномена послеледникового поднятия Фенноскандии // ДАН. 2010. Т. 433. № 1. С. 102—105.
- [6] *Богданов В. И., Кременецкая Е. О., Певнев А. К.* Сеймотектонические условия вдоль трассы Северо-Европейского газопровода по дну Балтийского моря // Изв. РГО. 2011. Т. 143, вып. 2. С. 14—22.
- [7] *Верзилин Н. Н., Окнова Н. С.* Палеосейсмичность о-ва Гогланд в поздне-, послеледниковье // Известия РГО. 2006. Т. 138. Вып. 5. С. 57—69.
- [8] *Гарбар Д. И., Головизнин С. А., Трофимов О. В.* Геодинамика зоны сочленения Балтийского щита и Русской плиты // Советская геология. 1992. № 7. С. 42—50.
- [9] Геология СССР. Том I. Ленинградская, Псковская и Новгородская области // Под ред. В. А. Селиванова, В. С. Кофман. М.: Недра, 1975. 234 с.
- [10] Государственная геологическая карта Российской Федерации (новая серия) Лист Р(35)-37. 2000.
- [11] *Евзеров В. Я.* Влияние широтной климатической зональности на деградацию поздневалдайского (поздневислинского) оледенения на примере краевых образований территории Финляндии и Карело-Кольского региона // Вестник МГТУ. 2018. Т. 21. № 1. С. 18—25.
- [12] *Енгальцев С. Ю.* Геолого-геохимические особенности жил инъекционных туффзитов из среднедевонских: песчаников юго-запада Ленинградской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2007. Сер. 7. Вып. 4. С. 3—14.
- [13] *Жамойда В. А., Рябчик Д. В., Спиридонов М. А., Григорьев А. Г., Пименов Н. В., Амантов А. В., Кропачев Ю. П., Неевин И. А.* Геолого-геоморфологические условия формирования Пок-Маков в восточной части Финского залива // Региональная геология и металлогения. 2013. № 54. С. 25—37.
- [14] *Колодяжный С. Ю., Балух А. С., Терехов Е. Н.* Структура и эволюция Андомского сегмента юго-восточной окраины Балтийского щита // Геотектоника. 2016. № 4. С. 48—60.
- [15] *Малаховский Д. Б., Амантов А. В.* Геолого-геоморфологические аномалии на севере Европе // Геоморфология. 1991. № 1. С. 85—95.
- [16] *Моралев В. М., Терехов Е. Н.* Опыт геологической интерпретации Кожозерской кольцевой структуры, отдешифрованной по космическим снимкам (Восточная Карелия) // Исследование Земли из Космоса. 1980. № 5. С. 17—21.

- [17] Никонов А. А. Балтика: тысячелетний катаклизм // Природа. 2017. № 8. С. 58—67.
- [18] Полканов А. А. Геология хогландий-иотния Балтийского щита. Труды лаборатории геологии докембрия. 1956. Вып. 6. 122 с.
- [19] Протасов Ю. И. Разрушение горных пород. М.: МГГУ. 2002. 453 с.
- [20] Скопенко Н. Ф., Иванов А. И., Корнилов М. Ф. Перспективы алмазности зоны сочленения Балтийского щита и Русской плиты // Разведка и охрана недр. 1998. № 7—8. С. 31—32.
- [21] Терехов Е. Н., Макеев Д. А., Панфилов И. П., Щербакова Т. Ф., Балуев А. С., Ермолаев Б. В. О природе вторичных кварцитов острова Большой Тютерс (Финский залив), Россия // Литосфера. 2017. № 6. С. 34—56.
- [22] Терехов Е. Н., Балуев А. С. Особенности строения и эволюции зон аккомодации континентальных рифтовых систем (на примере Внешних островов Финского залива) // Проблемы тектоники континентов и океанов. М.: Геос. 2019. Т. 2. С. 290—295.
- [23] Фельдман В. И., Глазовская Л. И. Импактитогенез. М.: КДУ; Университетская книга, 2018. 154 с.
- [24] Чувардинский В. Г. Неотектоника восточной части Балтийского щита. Апатиты. 2000. 287 с.
- [25] Шмаенок А. И., Малаховский Д. Б. Трубка взрыва вблизи юго-восточного берега Чудского озера // Вестник ЛГУ. 1974. № 24. С. 97—107.
- [26] Якобсон К. Э., Казак А. П., Толмачева Е. В. Туффзиты под Санкт-Петербургом // Природа. 2003. № 5. С. 61—63.
- [27] Mörrner N. A. The Fennoscandian uplift: geological data and their geodynamic implication. In Mörrner, N.-A. (ed.): Earth Rheology, Isostasy and Eustasy. 1980. P. 251—284.
- [28] Pipping F., Puura V. Impact craters in the surroundings of the gulf of Finland // Geological Survey of Finland. 1996. Special Paper 21. P. 127—133.

Unusual (ice?) formations in the area of the Vneshniye ostrova of Finnish bay

© E. N. Terekhov*,¹ A. A. Yurmanov**.²

* Geological Institute RAS,

** Main Botanical Gardens named after NV Tsitsin RAS, Moscow

E-mail: ¹ terekhoff.zhenya@yandex.ru

² yurmanov-anton.ya.ru@yandex.ru

When carrying out complex expeditions of the Russian Geographical Society within the archipelago of the Vneshniye Ostrova (Outer Islands) of the Gulf of Finland, fundamentally new geological objects were found, that were not previously known, some of them were identified as secondary quartzites, others whose nature is debatable are discussed in this article. On the island of Moshchnyj greeted boulders with a destroyed upper hemisphere. The nature of the destruction resembles the structures known as the Cone of Destruction or «Shatter Cone», which in some cases are the only indicators of a meteorite nature for some ring structures. Three options for the formation of destroyed boulders are discussed: external meteorite impact similar to the structures of the “Shatter Cone” type, as a result of an endogenous explosion followed by coffered collapse of fragments of deep rocks and the main version is the fall of large boulders from a vertical glacier cliff and their impact on the underlying boulder, which under the influence of impact cracks. A similar situation is possible within the regional part of the cover glacier, which was located in the area of the future Island of Moshchnyj and known as the Neva end moraine with age of the 12 000 years.

Key words: boulder, cone of destruction, astrobleme, pipe explosion, glacier, end moraine.

References

- [1] *Amantov A. V., F'eldskaar V.* Vliyanie geologo-geomorfologicheskikh osobennostej Baltijskogo regiona i ego obramleniya na lednikovyy — postlednikovyy e'tapy razvitiya // *Regional'naya geologiya i metallogeniya*. 2013. No. 53. S. 90—104.
- [2] *Afanosov M. N., Kazak A. P.* Proyavlenie tektono-magmaticheskoy aktivizatsii na severo-zapade Russkoj plity i perspektivy poiskov poleznykh iskopaemykh (Pskovskaya, Leningradskaya, Novgorodskaya oblasti) // *Vestnik SPbGU*. 2009. Ser. 7. Vyp. 4. S. 20—30.
- [3] *Biske' G. S.* Chetvertichnaya geologiya i geomorfologiya Karelii. Petrozavodsk: Gosizdat Kassar, 1959. 307 s.
- [4] *Biske' Yu. S., Sumareva I. V., Shitov M. V.* Pozdnegolocenovoe sejsmicheskoe sobytie v yugo-vostochnom Priladozh'e: principy issledovaniya i deformacionnye tekstury // *Vestnik SPbGU*. 2009. Ser. 7. Vyp. 1. S. 3—25.
- [5] *Bogdanov V. I.* Obobshhenie predstavlenij o prirode fenomena poslednikovogo podnyatiya Fennoskandii // *DAN*. 2010. T. 433. No. 1. S. 102—105.
- [6] *Bogdanov V. I., Kremeneckaya E. O., Pevnev A. K.* Sejsmotektonicheskie usloviya vdol' trassy Severo-Evropejskogo gazoprovoda po dnu Baltijskogo morya // *Izv. RGO*. 2011. T. 143, vyp. 2. S. 14—22.
- [7] *Verzilin N. N., Oknova N. S.* Paleosejsmichnost' o-va Gogland v pozdne-, poslednikov'e // *Izvestiya RGO*. 2006. T. 138. Vyp. 5. S. 57—69.
- [8] *Garbar D. I., Goloviznin S. A., Trofimov O. V.* Geodinamika zony sochleneniya Baltijskogo shhita i Russkoj plity // *Sovetskaya geologiya*. 1992. No. 7. S. 42—50.
- [9] *Geologiya SSSR. Tom I. Leningradskaya, Pskovskaya i Novgorodskaya oblasti* // Pod red. V. A. Selivanova, V. S. Kofman. M.: Nedra, 1975. 234 s.
- [10] Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj federatsii (novaya seriya) List R(35)-37. 2000.
- [11] *Evzerov V. Ya.* Vliyanie shirotnoj klimaticheskoy zonal'nosti na degradatsiyu pozdnevaldajskogo (pozdnevislinskogo) oledeneniya na primere kraevykh obrazovaniy territorii Finlyandii i Karelo-Kol'skogo Regiona // *Vestnik MGTU*. 2018. T. 21. No. 1. S. 18—25.
- [12] *Engalychev S. Yu.* Geologo-geoximicheskie osobennosti zhil in"ekcionnyx tuffizitov iz srednedevonskix: peschanikov yugo-zapada Leningradskoj oblasti // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta*. 2007. Ser. 7. Vyp. 4. S. 3—14.
- [13] *Zhamojda V. A., Ryabchik D. V., Spiridonov M. A., Grigor'ev A. G., Pimenov N. V., Amantov A. V., Kropachev Yu. P., Neevin I. A.* Geologo-Geomorfologicheskie usloviya formirovaniya Pok-Makov v vostochnoj chasti Finskogo zaliva // *Regional'naya geologiya i metallogeniya*. 2013. No. 54. C. 25—37.
- [14] *Kolodyazhnyj S. Yu., Baluev A. S., Terexov E. N.* Struktura i e'voljuciya Andomskogo segmenta yugo-vostochnoj ukrainy Baltijskogo shhita // *Geotektonika*. 2016. No. 4. S. 48—60.
- [15] *Malaxovskij D. B., Amantov A. V.* Geologo-geomorfologicheskie anomalii na severe Evrope // *Geomorfologiya*. 1991. No. 1. S. 85—95.
- [16] *Moralev V. M., Terexov E. N.* Opyt geologicheskoy interpretatsii Kozhozerskoj kol'cev'oj struktury, otdeshifirovannoj po kosmicheskim snimkam (Vostochnaya Kareliya) // *Issledovanie Zemli iz Kosmosa*. 1980. No. 5. S. 17—21.
- [17] *Nikonov A. A.* Baltika: tysyacheletnij kataklizm // *Priroda*. 2017. No. 8. S. 58—67.
- [18] *Polkanov A. A.* Geologiya xoglandij-iotniya Baltijskogo shhita. Trudy laboratorii geologii dokembriya. 1956. Vyp. 6. 122 s.
- [19] *Protasov Yu. I.* Razrushenie gornykh porod. M.: MGGU. 2002. 453 s.
- [20] *Skopenko N. F., Ivanov A. I., Kornilov M. F.* Perspektivy almazonosnosti zony sochleneniya Baltijskogo shhita i Russkoj plity // *Razvedka i okhrana nedr*. 1998. No. 7—8. S. 31—32.

- [21] *Terexov E. N., Makeev D. A., Panfilov I. P., Shherbakova T. F., Baluev A. S., Ermolaev B. V.* O prirode vtorichnyx kvarcitol ostrova Bol'shoj Tyuters (Finskij zaliv), Rossiya // *Litosfera*. 2017. No. 6. S. 34—56.
- [22] *Terexov E. N., Baluev A. S.* Osobennosti stroeniya i e'volyuicii zon akkomodacii kontinental'nyx riftovyx sistem (na primere Vneshnix ostrovov Finskogo zaliva) // *Problemy tektoniki kontinentov i okeanov*. M.: Geos. 2019. T. 2. S 290—295.
- [23] *Fel'dman V. I., Glazovskaya L. I.* Impaktitogenez. M.: KDU, Universitetskaya kniga, 2018. 154 s.
- [24] *Chuvarbinskij V. G.* Neotektonika vostochnoj chasti Baltijskogo shhita. Apatity. 2000. 287 s.
- [25] *Shmaenok A. I., Malaxovskij D. B.* Trubka vzryva vblizi yugo-vostochnogo berega Chudskogo ozera // *Vestnik LGU*. 1974. No. 24. S. 97—107.
- [26] *Yakobson K. E', Kazak A. P., Tolmacheva E. V.* Tuffizity pod Sankt-Peterburgom // *Priroda*. 2003. No. 5. S. 61—63.
- [27] *Mörner N. A.* The Fennoscandian uplift: geological data and their geodynamic implication. In Mörner, N.-A. (ed.): *Earth Rheology, Isostasy and Eustasy*. 1980. P. 251—284.
- [28] *Pipping F., Puura V.* Impact craters in the surroundings of the gulf of Finland // *Geological Survey of Finland*. 1996. Special Paper 21. P. 127—133.

Поступила в редакцию 14.02.2019 г.

После доработки 19.11.2019 г.

Принята к публикации 22.11.2019 г.