

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 551.8.02

О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ФЕНОМЕНЕ — ВЫПАДЕНИИ «КАМЕННОЙ ТУЧИ» У ВЕЛИКОГО УСТЮГА

**В.Ю. Абрамов, Г.Н. Колосова, Р.В. Лобзова,
А.Г. Саенко**

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Л.О. Магазина

ИГЕМ РАН
Старомонетный пер., 35, Москва, Россия, 119017

иеромонах Игнатий (Попов)

Ростовская Епархия РПЦ

К.И. Маслов

ГосНИИР
ул. Гастелло, 44, Москва, Россия, 107104

Приведены данные по особенностям геоморфологии района выпадения «каменной тучи» предположительно метеоритного происхождения (1290 г.). На основе минералого-петрографического, петрофизического, минераграфического анализов камня, взятого с места выпадения «каменной тучи», определена его земная природа.

Ключевые слова: метеориты, друзиты, диабазы.

В Великом Устюге у собора Прокопия Устюжского (Великоустюжский Прокопиевский собор), возведенного в 1495 г., слева от южных врат имеется черный камень, почитаемый святым и целебным. На стене собора древняя надпись гласит: «Сей камень спаде с небес во дни блаженного Прокопия из той тучи, которою восхоте Господь погубити во граде Устюге прежде бывшие нераскаянные грешники...» Этот камень «...привезен из Котовальской волости, отстоящей от града сего за двадесять поприщ, ибо там Господь одождил камение великие разженные, многи лесы пожже, а от человек и скотов никого не повреди. 1638 года ноября в 1 день» [1].

Праведный Прокопий Устюжский — первый русский юродивый, иноземец (немец), причисленный к лику святых, «отвел» каменную тучу от города Усть-Юга (старое название Великого Устюга). На месте падения тучи была построена часовня. К этому месту из Великого Устюга ежегодно совершался крестный ход. Эта стародавняя традиция была прервана в 1920-е гг. и только в июле 1991 г. возобновлена. Еще одно место выпадения каменной тучи отмечено памятным крестом. Крест поставлен также на крутом берегу р. Стриги. У подножия креста (голкофе) собраны валуны разного размера и состава. Кроме того, три крупных валуна находятся в русле реки, самый крупный из них имеет размеры около 2 м × 1,5 м при высоте несколько более 1 м. Валуны имеют ледниковое происхождение. Ледниковые отложения в этих местах достигают мощности 29—30 м.

В каталоге метеоритных падений, имеющемся в Музее внеземного вещества ГЕОХИ им. В.И. Вернадского, значится падение Великоустюжское, датированное, согласно упоминанию в летописи, 1290 г. Петрографическое описание камня, лежащего у собора, дано П.В. Флоренским [1]. Природу этого камня он определил как обычную земную, отвечающую диабазу, основной горной породе, испытавшей метаморфизм.

Исследованные нами образцы были получены из РНИИ наследия им. Д.С. Лихачева, а также отобраны во время наших полевых работ в 2009 г. В сопроводительном письме игумена Серафима, наместника Спасо-Яковлевского монастыря, указывалось, что «каменная туча», упоминаемая в древних житийных источниках и изображенная на иконах, считается первым зафиксированным природным явлением предположительного метеоритного генезиса.

Геоморфологические особенности района. Территория, на которой выпала «каменная туча», по геоморфологическим особенностям — своеобразная аномалия на водно-ледниковой равнине. Эта территория представляет собой холмисто-увалистую равнину с абсолютными отметками от 100 до 180 м, с изолированными холмами и грядами. Территория сильно расчленена овражно-балочной сетью. Основные реки ее — Сухона (левая составляющая Северной Двины), Луга и Стрига. На левом берегу р. Сухоны против впадения в нее р. Юг расположен г. Великий Устюг. В долине р. Стриги, левого притока Сухоны, и находится место, отмеченное выпадением «каменной тучи».

Наблюдаемое изменение направления течения рек резкое, под прямым углом, что формирует ортогонально-решетчатый рисунок речной сети. Подобный рисунок речной сети обусловлен разломной блоковой тектоникой, основные черты которой унаследованы и подновлены в разные этапы геологической истории района. В отличие от левобережных притоков, правые притоки р. Стриги более длинные, имеют полукольцевой и ортогонально-решетчатый типы рисунка. Правобережный бассейн р. Стриги с ее притоками оконтуривается серией невысоких водораздельных холмов. Полукружье цепочки холмов имеет тот же кольцевой рисунок. С юга это кольцо срезано линейным широтным отрезком реки.

По данным Н.Г. Судаковой [3], рассматриваемая территория сложена мало-мощными (5—20 м) озерно-ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями верхнего плейстоцена и голоцена, залегающими на размытой поверхности более древней среднеплейстоценовой морены московского оледенения. Четвертичные

отложения подстилаются красноцветными и пестроцветными песчано-глинистыми отложениями триаса и перми, местами закарстованными. Абсолютные отметки рельефа кровли дочетвертичных отложений 100—150 м.

Особенности формы и вещественного состава камней. Исследованные образцы, относительно которых имеется предположение об их космическом происхождении, именуются нами «котовальскими камнями». Размер их 3—8 × 8—20 см, они очень тяжелые, поверхность неровная, шероховатая, ячеистая с небольшими углублениями (диаметром от 0,5 до 1 см). Их поверхность покрывает матовая черная, местами буроватая и темно-коричневая корка толщиной 0,1—2 мм. На рис. 1 показан вид одного образца в разных ракурсах. Имеющиеся на поверхности камня грани и ребра местами слегка сглажены, что свидетельствует о незначительной степени его окатанности и перемещения.

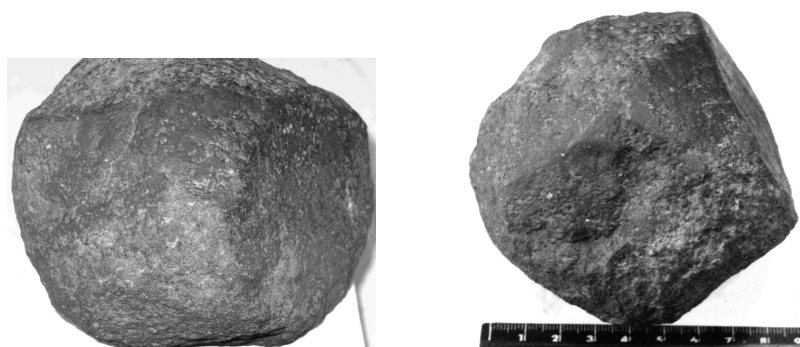


Рис. 1. Внешний вид «котовальского» камня. Макрофотографии образца

Надо признать, что формой, тяжестью, присутствием черной корки образец действительно напоминает некоторые фрагменты каменных метеоритов, прошедших термозакалку при падении через атмосферу. Визуальное исследование *черной корки* показало, что она легко отделяется от камня препаровальной иглой, состоит из округлых образований размером от менее 0,1 мм до 0,3—0,4 мм, полых внутри. Под черной корочкой находится буро-коричневая и далее более светлая желтовато-буроватая. Микрохимическая реакция на марганец и аналитические данные показали, что значительную роль в составе корки играет марганец, меньшую — железо.

Петрофизические измерения показывают, что значения величин плотности образца, электрического сопротивления и диэлектрической проницаемости сопоставимы с показателями земных горных пород основного состава (табл. 1).

Таблица 1

Результаты петрофизических измерений на образцах

Наименование петрофизического параметра	Вес, г, объем, см ³ , плотность, г/см ³	Магнитная восприимчивость, $n \cdot 10^{-3}$ ед. СИ	Радиоактивность, мкР/час	Диэлектрическая проницаемость, отн. ед.	Эффективное сопротивление, Ом · м
Интервал изменения свойств	1083 325,718 3,32	19—88	7—10	18—19	1000—1200
Средняя величина	1083 325,718 3,32	56	9	18,3	1050

Магнитная восприимчивость распределена неравномерно, тяготея максимальными значениями к одному краю. По результатам геофизических исследований 2009 г., установлено, что площадь, куда выпала «каменная туча», является центром магнитной и гравитационной аномалий положительного знака шириной более 10 км с севера на юг и более 20 км с запада на восток. Интенсивность магнитной аномалии превышает 150 нТ, если за ноль взяты ее края.

Петрографическое исследование показало, что в образце наблюдается контакт двух горных пород: среднезернистой массивной (рис. 2 справа) и тонкозернистой порфирированной (рис. 2 слева). Контакт между ними четкий, резкий.

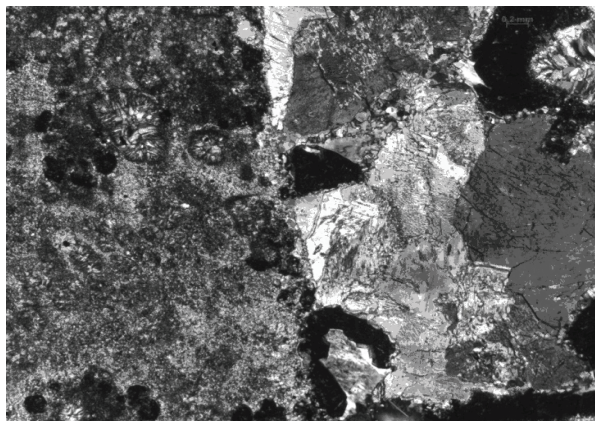


Рис. 2. Контакт среднезернистой (справа) и тонкозернистой порфирированной (слева) пород
Ув. 25^х, николи скрещены

Удивительна сохранность контакта двух структурно разных пород в одном образце, испытавших механический перенос (будь то перенос по воздуху, когда неизбежно падение с высоты, или перемещение ледником, когда неизбежны жесткие контакты с другими валунами и ложем ледника).

Среднезернистая часть образца представляет собой друзит — метаморфизованный *мелагаббронорит*. Его главные породообразующие минералы — ромбический и моноклинный пироксены, гранат; в меньшем количестве присутствуют амфибол, плагиоклаз, биотит или флогопит (ед), рудные минералы — магнетит, ильменит, халькопирит, пирит, оксиды железа, из аксессуарных — бурый сфен. Структура друзита несет черты венцовой, или коронитовой («оторочки» реакционного граната на плагиоклазе) и дактилотипной (симплектитовой). Она крайне неравномернозернистая: между кристаллами пироксенов и плагиоклаза размером 0,7—2 мм и цепочками зерен граната поперечником до 0,3 мм размещается, занимая не менее трети горной породы, мозаичный агрегат тонких (0,01—0,05 мм) зерен клинопироксена. Характерны реакционные взаимоотношения минералов: реакционные каемки клинопироксена вокруг ортопироксена, обрастание клинопироксена реакционной каемкой мелкозернистого амфибола, образование на границе плагиоклаза и клинопироксена прерывистых цепочек граната, рост амфибола вокруг биотита, выделение магнетита в пироксене с образованием дактилотипных структур (рис. 3).

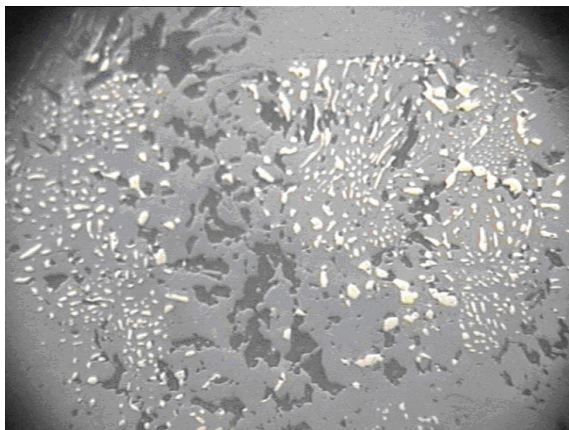


Рис. 3. Дактилотипная вкрапленность магнетита
Полированный шлиф, без анализатора.
Длинная сторона — 0,4 мм

Тонкозернистая часть образца по минеральному составу подобна друзиту, но обладает порфировой структурой: в тонкозернистом агрегате основной массы, состоящем из светло-оливкового амфибола, плагиоклаза и пироксена, присутствуют единичные вкрапленники ортопироксена и «овоиды» величиной 0,3—0,8 мм, представляющие собой псевдоморфозы по кристаллам, вероятнее всего, оливина. Особенно много таких «овоидов» (до 20%) в зоне контакта. С удалением от контакта «овоиды» встречаются реже и всегда окружены ореолом идиоморфных зерен граната поперечником до 0,2 мм. Отличие порфировой породы от друзита состоит также в том, что рудный минерал здесь — не магнетит, а бурая хромшпинель (рис. 4).

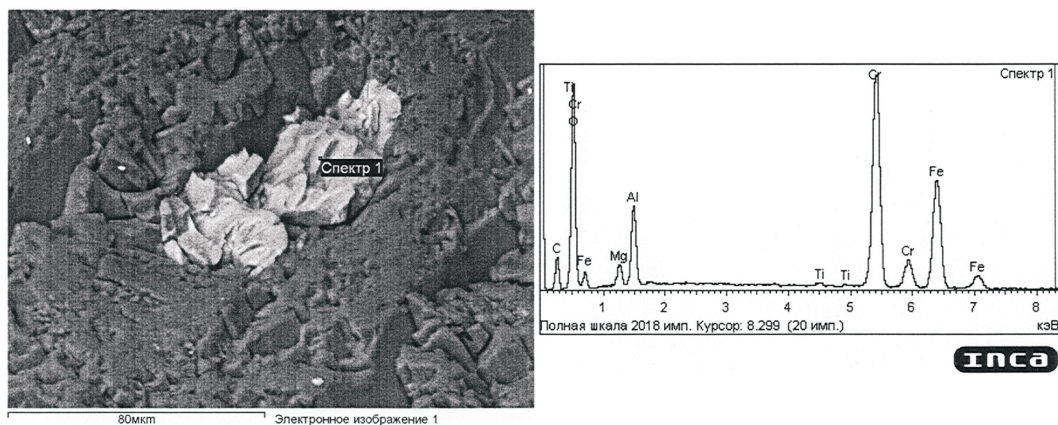


Рис. 4. Морфология включения хромшпинелида (А)
и его энерго-дисперсионный спектр (Б)

Анализ химического состава породы показывает очень высокий уровень магния (MgO более 18 мас.%) и очень низкий — глинозема (табл. 2).

Химический состав породы (рентгеноспектральный анализ)

Окислы, мас. %	Среднезер- нистая часть (друзит)	Порфировая часть	Ортопироксенит (Богатилов и др., 1987)	Бонинит (Богатилов и др., 1987)	Рудное вещество (ат. кол.)
SiO ₂	56,25	51,78	54,6	56,4	
Al ₂ O ₃	2,56	9,33	2,9	8,8	Al 8,53
Fe ₂ O ₃ + FeO	9,28	10,71	9,5	9,6	Fe 10,54
MgO	28,12	22,21	28,3	17,4	Mg 3,56
CaO	3,16	4,82	3,9	4,7	
Na ₂ O	—	0,85	0,25	1,5	
Cr ₂ O ₃	0,62	0,3			Cr 14,93
Ti					Ti 0,18
O					62,28

Химический состав этой породы — высокая магнезиальность при достаточной высокой содержании кремнезема и низкая глиноземистость — позволяет сопоставлять ее с породами бонинитовой серии мантийно-корового происхождения, широко развитыми в пределах Беломорского подвижного пояса. Возраст таких пород, слагающих комагматичные интрузивные тела и вулканические покровы и распространенных вдоль северо-восточной периферии Беломорского подвижного пояса у границы с Главным Лапландским разломом, определен U-Pb изохронным методом в 2,45—2,4 млрд лет (по циркону) и 1775 ± 45 млн лет (по светлomu метаморфизованному рутилу) [4].

Заключение

1. Исследуемые образцы, привезенные с места падения «каменной тучи», представляют собой редкую, своеобразную горную породу — друзит.

2. Поверхностная коричневатая-черная, пузырчатая железо-марганцовистая корочка (пленка) могла быть сформирована в поверхностных условиях при участии биогенного фактора. Эта пленка, легко отделяемая от камня, не могла бы сохраниться при его перемещении при длительном движении ледника с северо-запада.

3. Вероятное объяснение происхождения исследуемых нами образцов с места выпадения «каменной тучи» может быть связано и с редким атмосферным явлением. Это подтверждается описанием очевидцев явления. «Бысть же о полудни найде внезапно над град Устюг облак темен и бысть яко нош темная...»

4. Падение огненных «разженных» камней, отображенных на иконе Святого Праведного Прокопия Устюжского, возможно, связано с серией многих последовательных разрядов молний, следующих по каналам, где воздух раскален до температур 25 000—30 000 °C [5]. Возможно, поднятые с Земли ураганным вихрем (тробом) камни попали в канал молнии.

5. Территория, на которой был взят «котовальский» камень, по геолого-геоморфологическим особенностям строения представляет собой своеобразную природную аномалию. Необходимо комплексное геофизическое, геологическое и геоморфологическое доизучение района охранной зоны — зоны падения «каменной тучи» в 1290 г.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Флоренский П.В.* «Каменный дождь» Чудо Прокопия Праведного на иконах // Чудеса истинные и ложные. — М.: Даниловский благовестник, 2007. — С. 329—336.
- [2] <http://dic.academic.ru.dic.nsf/ruwiki/139860>
- [3] *Судакова Н.Г., Антонов С.И., Немцова Г.М.* Геоэкологическая оценка состояния морфолитогенной основы в связи с палеогеографическим районированием Вологодской области // Известия Русского Географического общества. — Вып. 2. — М., 1999. С. 27—35.
- [4] *Шарков Е.В., Красивская И.С., Чистяков А.В.* Диспергированный мафит-ультрамафитовый интрузивный магматизм подвижных зон раннего протерозоя Балтийского щита на примере друзитового (коронитового) комплекса Беломорья // Петрология. — 2004. — Т. 12. — № 6. — С. 632—655.
- [5] *Хромов С.П., Петросяну М.А.* Метеорология и климатология. — М.: МГУ, 2004. — С. 330—335.

GEOLOGICAL PHENOMENA — FALLING STONES FROM CLOUDS IN VELIKIJ USTUG

**V.Yu. Abramov, G.N. Kolosova,
R.V. Lobzova, A.G. Saenko**

Engineering faculty
People's Friendship Russian University
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

L.O. Magazina

IGEM RAN
Staromonetny per., 35, Moscow, Russia, 119017

Ignatij Popov

Rostov department of Russian Church

K.I. Maslov

StatRIR
Gastello str., 44, Moscow, Russia, 107014

In Velikij Ustug region stones with some specific features are known. According to ancient legends and chronicles these stones presumably are of meteoritic origin. The detailed mineralogo-petrographical, petrophysical and mineragraphical analyses of one of such stones showed, that most probably it has Earth origin.

Key words: meteorites, diabase, drusite.