

О ПРИРОДЕ УЧУРСКОГО КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА (ПАДЕНИЕ 3.08. 1993 Г.)

Цельмович В.А.¹, Амелин И.И.², Гусяков В.К.², Кириллов В.Е.³, Куражковский А.Ю.¹

¹ГО «Борок» ИФЗ РАН, Ярославская обл., п. Борок, 142, Россия

²Институт вычислительной математики и математической геофизики РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 6, Россия

³ОАО «Полиметалл», 680000, Хабаровск, ул. Муравьева Амурского, 18, Россия
tselm@mail.ru

Аннотация. Проведено экспедиционное исследование района предполагаемого импактного события, произошедшего 3.08.1993 года в районе реки Нижняя Конкули (ЮВ Алданского нагорья). По материалам дистанционного зондирования определены места столкновения с землей космического тела. В районе воздействия ударной волны на земную поверхность отобраны образцы торфа, микронзондовый анализ которых показал наличие космогенного вещества в концентрациях, в 6–8 раз превышающих фон. Обнаружены магнетитовые и силикатные микросферы, самородное Fe с Ni, муассанит, углеродные микротрубки, покрытые Ni. Особый интерес вызвали находки специфических Ni плёночных микроструктур, позволяющих сделать предположение о кометной природе Учурского космического тела. Приведено обоснование этой гипотезы.

Ключевые слова: Учурское космическое тело, импактное событие, космогенное вещество, микротрубки, никелевые плёнки, микроструктуры, кометная природа

Введение. Среди разнообразных стихийных бедствий, которым подвержена современная цивилизация, особое место занимают опасности, связанные с падением на Землю космических тел. Наименее изученными являются столкновения земли с объектами, подобными «Тунгусскому космическому телу». Такие космические объекты могут оказывать весьма значимое влияние на региональные экосистемы. При этом пока идут споры об их природе, поскольку крайне сложно получить данные об их минералогическом составе и даже агрегатном состоянии. Продвигаться в их исследовании позволяют непосредственные фиксации и исследования падения подобных объектов на земную поверхность. Примером такого события, свидетелем которого оказался один из авторов настоящей статьи (В.Е. Кириллов), является воздушный взрыв и возможное столкновение с Землёй крупного космического тела, произошедшее вечером между 21 и 22 часами местного времени (10 и 11 час UTC) 3.08.1993 г. года в бассейне р. Нижняя Конкули (Алданское нагорье, хр. Лурикан).

Материалы и методы. Исследование области воздействия метеорного взрыва. Экспедиционное обследование района воздействия Учурского космического тела (УКТ) было выполнено дважды, в июле-августе 2016 г. и в августе 2017 года. Руководил отрядами сотрудник ИВМиМГ СО РАН к.ф.-м.н. Амелин И.И. (ИВМиМГ СО РАН), в составе отрядов были Амелин И.В. (геолог, ЗАО артель старателей «Золотой полюс») и Тында Л.Б. (инженер-химик из г. Москвы). Во время первой поездки группа осмотрела районы к северу и северо-западу от него и взяла пробы торфа. Протяженность маршрутов в районе падения УКТ (р. Нижняя Конкули, Унга-Бережан, Аякачан, Сынняр) составила 25 км. Список осмотренных в 2016 г. объектов представлен в табл. 1 и на рис. 1.

Вторая экспедиция, выполненная в августе 2017 года, позволила увеличить площадь изученного района, достичь района вывала леса и нарушения устойчивости склонов, а также отобрать дополнительные образцы торфа.

Таблица 1. Координаты, размеры и расположение объектов в области воздействия УКТ, найденных в ходе поисковых маршрутов и дешифрирования ДЗЗ.

Название объекта	Координаты центра структуры, с.ш., в.д.	Абс. высота, м	Площадь, га	Расстояние от вывала леса (1 на рис. 1), км
1. Вывал леса с генеральным напр. стволов	56,93854° 132,75706°	900–1000	20–30	10–11
2. Вывал леса с хаотическим напр. стволов на р. Аякачан	56.95211° 132.85342°	800–900	100–200	9–10
3. Вероятный «ожог» стланика и почвы	56,91480° 132,81825°	1050	1–2	7.5
4. Следы движения валунов на склоне (отколота внешняя поверхность)	56,86249° 132,85127°	950–1100	0.5–1	1.7
5. Эпицентр сильных разрушений (вываленный лес)	56,84773° 132,84257°	860–870	3–4	-

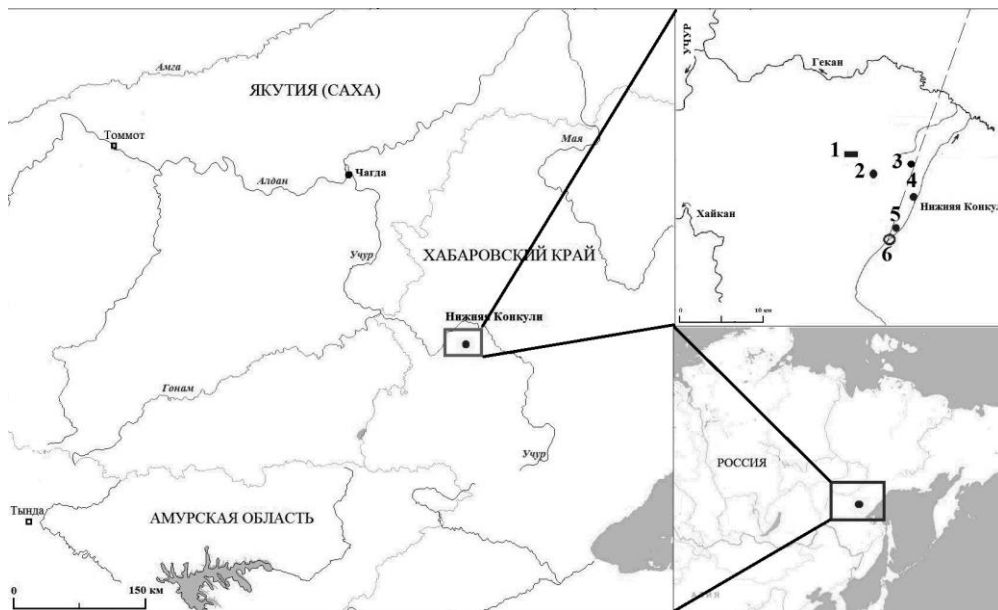


Рис. 1. Район работ экспедиции (врезка). 1 – вывал леса с выраженным генеральным направлением стволов, 2 – «ожог» стланика и почвы, 3 – депрессии в верховьях Унга-Береякана, 4 – база геологоразведочной партии артели «Амур», 5 – «свежие» признаки воздействия ударной волны на валуны склона, 6 – предполагаемое место падения УКТ. Пунктирной линией отмечена вероятная предполагаемая траектория падения УКТ.

Используя космические снимки среднего разрешения КА Sentinel-2 и Landsat-8 (10 м/пиксель и 20 м/пиксель, соответственно, [lv.eosda.com]), был проведен поиск признаков современных изменений лесной растительности и рельефа в верхнем течении р. Нижняя Конкули. Наиболее масштабное нарушение лесного покрова обнаружено близ устья руч. Вершинный (точка № 6 в табл. 1). Используя выявленные нарушения

сплошности лесной растительности под действием внешних факторов и предполагая, что генезис данной области обусловлен столкновением с Землей фрагментов УКТ, ниже будем называть ее областью космогенного воздействия (ОКВ). Эта область имеет общую площадь порядка 4–5 кв. км и расположена в долине Ниж. Конкули, между ручьем Вершинный и протокой р. Ниж. Конкули. Она состоит из 6 фрагментов, между которыми расположены отдельно стоящие деревья, а также области нарушения устойчивости левого склона долины р. Ниж. Конкули. Площади фрагментов вывала 0.5–1.5 га. Под снежным покровом видны очертания поваленных стволов деревьев диаметром не менее 50 см. Лесной массив в долине р. Нижняя Конкули представлен деревьями 25–30 м высоты и 0.6–1 м в диаметре у основания ствола (ель, лиственница, тополь). Мозаичность вывала леса в долине р. Ниж. Конкули у ручья Вершинный указывает на фрагментацию космического тела перед столкновением с Землей.

Результаты микронзондового анализа торфа. Для поиска микрочастиц, входивших в состав УКТ, и возможного абляционного следа проведен анализ поверхностных слоев торфа в районе предполагаемого воздействия. Микроминералогический анализ проведен с помощью сканирующего электронного микроскопа «Tescan Vega II» с приставкой для энергодисперсионного анализа. Для определения фоновой концентрации космического вещества в регионе проведено изучение поверхностного слоя торфа за пределами пылевого следа предполагаемого импактного события. Место пробоотбора – долина р. Алдан в 1.5 км к востоку от с. Чагда, верховое болото (Рис. 1, Табл. 2). Анализировали верхние 15 см образца.

Таблица 2. Характеристики отобранных образцов торфа.

Место отбора	Координаты; абс. высота, м	Геометрические размеры (Д-Ш-В), мм	Расстояние от предполагаемого эпицентра, км
Унга-Береякан	56.92579° 132.87410°; 850	150×60×280	9
Чагда	58.73823° 130.64098°; 197	150×200×300	248

Для поиска образцов торфа, в наибольшей степени обогащенных минеральным (в данном случае космогенным) веществом, мы провели измерение их остаточной намагниченности насыщения I_{rs} . Этот петромагнитный параметр определяется наличием и количеством «крупных» (более 0.1 мкм) частиц минералов, обладающих остаточной намагниченностью. Размер отсепарированных и изученных частиц составлял 1–20 мкм.

Результаты измерений I_{rs} исследуемых образцов представлены на рис. 2. Видно, что I_{rs} поверхностного слоя торфа из района падения УКТ значительно превышает остаточную намагниченность насыщения нижележащих слоев (7×10^{-2} А/м против $1.5 - 2 \times 10^{-2}$ А/м) как из района падения, так и контрольного образца Чагда (на 600–700 %). Оценка глубины залегания «катастрофного слоя» с частицами УКТ в торфе проводилась, исходя из того, что предполагаемое импактное событие произошло в 1993 г. Скорость торфообразования в данном районе (средняя тайга) примерно совпадает с районом Тунгусского события, для которого эта величина составляет 0.5 мм/год (Kolesnikov et al., 2003). Для анализа вполне достаточно верхних 10 см торфяной части (от момента экспедиционных работ до предполагаемого импактного события прошло 23 года, то есть «катастрофический слой» можно ожидать на глубине 1.2–1.3 см), что подтверждено результатами изучения I_{rs} , приведёнными на рис. 2.

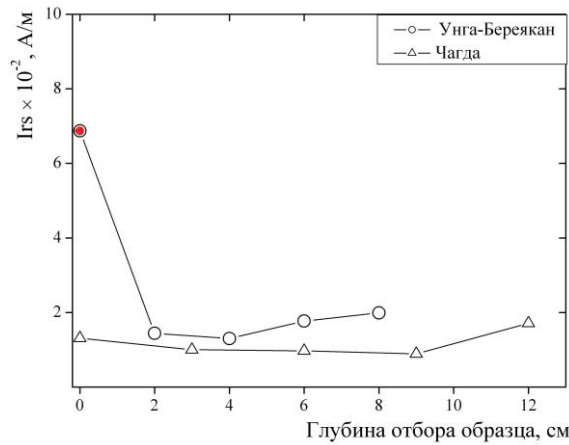


Рис. 2. Зависимость остаточной намагниченности насыщения (I_{rs}) от глубины отбора.

На втором этапе слои, обладающие наибольшей I_{rs} , и ряд фоновых образцов, подвергались микрозондовому анализу для определения морфологии, химического состава микрочастиц (Цельмович, 2015). Микроминералогический анализ проведён с помощью сканирующего электронного микроскопа «Tescan Vega II» с приставкой для ЭДС. Микрозондовое исследование частиц поверхностного слоя образца из района падения УКТ («катастрофического» слоя) показало, что отличительным его признаком является наличие в нем структур, которые могли возникнуть при столкновении горячих частиц УКТ с органическим материалом (торфом). Найдены структуры такой формы с Ni плёнкой. (Рис. 3 а-б). Внутри каждой структуры находится обугленный биогенный фрагмент.

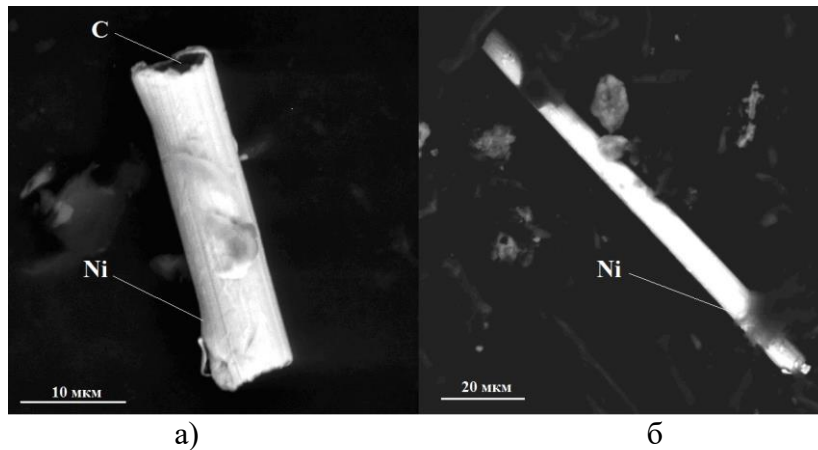


Рис. 3. Микрочастицы с места падения УКТ: а) Ni трубка $0,5 \times 6 \times 35$ мкм с биогенным углеродистым остатком внутри; б) Ni трубка $0,5 \times 8 \times 100$ мкм.

Обсуждение. Ключевой находкой при изучении УКТ было обнаружение тонких пленок (толщиной 0.1–0.2 мкм) металлического Ni и Fe на поверхности земных объектов – растительных остатков. Объяснить образование таких плёнок земными процессами было невозможно. Однако 31.08.2019 года была обнаружена межзвездная комета, проходящая через Солнечную систему (2I/Борисов). Анализируя данные наблюдений комет Солнечной системы и межзвездной кометы 2I/ Борисов, полученные на Очень Большом телескопе (VLT) Европейской Южной обсерватории (ESO), астрономы обнаружили в их атмосферах присутствие Ni и Fe, причем даже у тех, что находились далеко от Солнца.

Это было первое обнаружение тяжелых металлов, обычно ассоциирующихся с горячими средами, в газовых оболочках холодных ледяных странниц. «Стало большим сюрпризом обнаружение атомов Fe и Ni в атмосферах всех комет, наблюдавшихся нами за последние два десятилетия – а было их около двадцати», – отмечает Жан Манфруа из Льежского университета (Бельгия) (Manfroid et al., 2021). При температурах,

превышающих 700 ОК, кометы также выделяют металлические пары, которые образуются в результате сублимации частиц пыли, богатых металлом. В работе (Guzik et al., 2021) авторы сообщили о спектроскопических наблюдениях паров атомарного Ni в холодной комете 2I/Борисова.

Выводы. Обычно исследователи в поисках следов импактных событий сосредотачивались на поисках массивных объектов. Однако при изучении УКТ массивный объект не был обнаружен. Авторами была показана возможность использования специфических плёночных микроструктур для идентификации как УКТ, так и других космических тел предположительно кометного происхождения, к которым мы отнесли УКТ.

Изучение следов упавших комет является чрезвычайно важным, так как они могут нести следы внеземной жизни, а могли и разрушать древние цивилизации.

Работа выполнена в рамках госзаданий ИФЗ РАН (проект № FMWU-2022–0026) и ИВМиМГ СОРАН (проект № 0251–2021–0004).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цельмович В.А. Возможность микроскопической диагностики космической пыли в торфе // «Метеориты, астероиды, кометы». Материалы международной конференции и школы молодых ученых. «Чебаркуль 2015», г. Миасс 21–23 мая 2015. – Челябинск, 2015. С. 193–196.
2. Guzik, P. and Drahus, M., 2021. Gaseous atomic nickel in the coma of interstellar comet 2I/Borisov. *Nature* 593, 375–378. doi: 10.1038/s41586-021-03485-4
3. Kolesnikov E.M., Longo G., Boettger T., et al. Isotopic_Geochemical Study of Nitrogen and Carbon in Peat from the Tunguska Cosmic Body Explosion Site // *Icarus*. 2003. V. 161 (2). P. 235–243.
4. Manfroid, J., Hutsemékers, D. & Jehin, E. Iron and nickel atoms in cometary atmospheres even far from the Sun. *Nature* 593, 372–374 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03435-0>

ABOUT THE NATURE OF THE UCHUR SPACE BODY (FALLING 03.08.1993)

Tselmovich V.A.¹, I.I. Amelin², V.K. Gussyakov², V.E Kirillov³, A. Yu. Kurazhkovsky¹

¹GO «Borok», IPE RAS, Yaroslavl region, village Borok, 142, Russia,

²Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics, Russian Academy of Sciences, Ak. Lavrentieva, 6, Russia

³JSC «Polymetal», 680000, Khabarovsk, st. Muraviev Amursky, 18, Russia
tselm@mail.ru

Abstract. An expedition study of the area of the alleged impact event that occurred on August 3, 1993 in the area of the Lower Konkuli River (SE of the Aldan Highlands) was carried out. Based on remote sensing materials, the places of collision with the earth of a cosmic body were determined. In the area of impact of the shock wave on the earth's surface, peat samples were taken, microprobe analysis of which showed the presence of cosmogenic matter in concentrations 6–8 times higher than the background. Magnetite and silicate microspheres, native Fe with Ni, moissanite, Ni-coated carbon microtubes were found. Of particular interest were the findings of specific Ni film microstructures, which make it possible to make an assumption about the cometary nature of the Uchur cosmic body. The substantiation of this hypothesis is given.

Keywords: Uchur cosmic body, impact event, cosmogenic matter, microtubes, nickel films, microstructures, cometary nature