

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.059.01**  
**НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО**  
**УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ГЕОХИМИИ ИМ. А.П. ВИНОГРАДОВА**  
**СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО**  
**ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 19 апреля 2022 г., № 3

О присуждении Уляшеву Василию Вениаминовичу, гражданину Российской Федерации,  
ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

Диссертация «Импактные углеродные вещества Карской астроблемы» по специальности 25.00.05 – Минералогия, кристаллография, принята к защите 21.12.2021, протокол № 7, диссертационным советом Д 003.059.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, д. 1А, приказ № 194/нк от 22 апреля 2013 г.

Соискатель Уляшев Василий Вениаминович, «4» января 1986 года рождения в 2009 году окончил физический факультет Сыктывкарского государственного университета по специальности «Физика», в 2012 году завершил обучение в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, работает младшим научным сотрудником лаборатории комплексной оценки и инжиниринга георесурсов Института геологии им. академика Н.П. Юшкина – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук». Диссертация выполнена в лаборатории минералогии алмаза Института геологии им. академика Н.П. Юшкина – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».

**Научные руководители:**

– доктор геолого-минералогических наук Шумилова Татьяна Григорьевна, работает в Институте геологии имени академика Н.П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук - обособленного подразделения ФИЦ Коми НЦ УрО РАН главным научным сотрудником, заведующей лабораторией минералогии алмаза.

– доктор физико-математических наук, доцент Петраков Анатолий Павлович, работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» заведующим кафедрой техносферной безопасности Института точных наук и информационных технологий.

**Официальные оппоненты:**

1. Афанасьев Валентин Петрович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ФГБУУН ИГМ СО РАН, г. Новосибирск).

2. Корочанцев Александр Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН).

Оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** – Институт геологии — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук" (ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск), в своём положительном заключении, утвержденном Световым Сергеем Анатольевичем, доктором геолого-минералогических наук, директором ИГ КарНЦ РАН, подписанным Ковалевским Владимиром Викторовичем, доктором геолого-минералогических наук, главным научным сотрудником, руководителем лаборатории геологии и технологии шунгитов отдела минерального сырья ИГ КарНЦ РАН, Первуниной Аэлитой Валериевной, кандидатом геолого-минералогических наук, ученым секретарем ИГ КарНЦ РАН на заседании Ученого совета Института геологии — обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук" (ИГ КарНЦ РАН) 29 марта 2022 (протокол №2). В отзыве отмечено, что результаты, представленные в диссертационной работе, являются вполне обоснованными, достоверными и надежными, поскольку получены с использованием комплекса современных методов структурного исследования и основаны на разностороннем анализе полученных результатов и сопоставлении с известными литературными и экспериментальными данными. В заключении ведущей организации отмечено, что диссертационная работа Уляшева В.В. соответствует требованиям пунктов 9-10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением

Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата-геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография.

По теме диссертации опубликовано 36 работ, включающих 1 монографию, 11 статей, из которых 4 статьи – в изданиях, рекомендованных ВАК, 5 статьей – в изданиях базы данных Web of Science и Scopus, 2 статьи – в прочих рецензируемых научных журналах и изданиях

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Е. А. Голубев, **В. В. Уляшев**, А. А. Велигжанин. Пористость и структурные параметры шунгитов Карелии по данным малоуглового рассеяния синхротронного излучения и микроскопии // Кристаллография. — 2016. — Том 61. — №1. — С. 74-85.

2. Т. G. Shumilova, S. I. Isaenko, **V. V. Ulyashev**, V. A. Kazakov, B. A. Makeev. Aftercoal diamonds: enigmatic type of impact diamonds // European Journal of Mineralogy. — 2018. — V. 30. — P. 61–76.

3. **В. В. Уляшев**, Т. Г. Шумилова, Б. А. Кульницкий, И. А. Пережогин, В. Д. Бланк. Наноструктурные особенности углеродных полифазных агрегатов апоугольных продуктах импактного метаморфизма // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. –2018. — № 8. — С. 26-33.

4. Т. G. Shumilova, S.I. Isaenko, **V. V. Ulyashev**, B. A. Makeev, M. A. Rappenglück, A. A. Veligzhanin, K. Ernstson. Enigmatic glass-like carbon from the Alpine Foreland (Southeast Germany): Formation by a natural carbonization process // Acta Geologica Sinica. — 2018. — V. 92, — N 6. –P. 2179-2200.

5. T.G. Shumilova, **V.V. Ulyashev**, S.I. Isaenko. A new type of impact diamonds: diamond paramorphs after wood relics // Meteoritics and Planetary Science. — 2018. — V. 53. — № S. — P. 6090.

6. **В. В. Уляшев**, А. А. Велигжанин, Т. Г. Шумилова, Б. А. Кульницкий, И. А. Пережогин, В. Д. Бланк. Исследование импактного углеродного вещества Карской астроблемы методом малоуглового рассеяния синхротронного излучения // Минералогия. — 2018. — № 4(4). — С. 41-48.

7. T. Shumilova, N. Maximenko, A. Zubov, N. Kovalchuk, **V. Ulyashev**, V. Kis. Varieties of Impactites and Impact Diamonds of the Kara Meteorite Crater (Pay-Khoy, Russia) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. — 2019. — V. 362. — P. 012043.

8. **В. В. Уляшев**, Т. Г. Шумилова, Б. А. Кульницкий, С. И. Исаенко, В. Д. Бланк. Экспериментальное моделирование фазовых преобразований в слабоупорядоченном

углеродном веществе при импактном воздействии // Минералогия. — 2020. — № 6(3). — С. 89–103.

9. T. G. Shumilova, V. V. Ulyashev, V. A. Kazakov, S. I. Isaenko, E. A. Vasil'ev, S. A. Svetov, Y. Chazhengina, N. S. Kovalchuk. Karite — diamond fossil: a new type of natural diamond // Geoscience Frontiers. — 2020. — V. 11. — Issue 4. — P. 1163–1174.

**Всего получено 12 отзывов на автореферат, все положительные.**

**Отзывов без замечаний – 6**

1. к.г.-м.н. Бердников Николай Викторович (Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИТиГ ДВО РАН), г. Хабаровск).

2. д.г.-м.н. Сметанников Андрей Филиппович (Горный институт Уральского отделения Российской академии наук - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ("ГИ УрО РАН"), г. Пермь).

3. к.г.-м.н. Данилова Юлия Владимировна (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН), г. Иркутск).

4. д.г.-м.н. Полиенко Александр Константинович (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет" (ТПУ), г. Томск).

5. к.г.-м.н. Медведев Владимир Яковлевич, к.г.-м.н. Иванова Лариса Александровна (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН), г. Иркутск).

6. к.г.-м.н. Угапьева Саргылана Семеновна (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук (ИГАБМ СО РАН)).

**Отзывов с замечаниями – 6:**

1. к.г.-м.н. Игнатъев Виктор Дмитриевич (ФГБУ «Научно-технический институт межотраслевой информации» (НТИМИ), г.Москва).

К автореферату диссертации имеются замечания: 1) Привлекает внимание употребление разнообразных терминов для обозначения одного явления или предмета. Например, метаморфизм и минералы являются не только высокобарическими, но и высокобарными. Последнее слово выглядит несколько высокопарным. 2) На странице 17 упоминается механизм «формирования алмаза из угольного вещества посредством

двухэтапного преобразования путем пиролиза/карбонизации ...» Уважаемому рецензенту непонятно, что представляет собой карбонизация угольного вещества. 3) На странице 11 уважаемый рецензент нашел слова о том, что «основной компонентой импактно-метаморфизованного УВ (углеродистое вещество, согласно определению на стр. 5) является слабоупорядоченный углерод. В подчиненном количестве содержатся различные кристаллические углеродные модификации, а также некоторые породообразующие минералы (пирит, кварц)». Но пирит и кварц не углеродные и не углеродистые минералы. 4) На странице 13 есть выражение «полидисперсность размеров рассеивающих объектов». Характеристику «дисперсность» принято употреблять в отношении самих объектов, а не их размеров. 5) На странице 16 сообщается, что «Данные высокого разрешения позволяет утверждать о наноструктурном строении алмазных алмазных агрегатов». Во-первых, сказуемое должно соответствовать множественному числу подлежащего. То есть, данные позволяют. Во-вторых, позволяют утверждать, что алмазные агрегаты имеют наноструктурное строение. В-третьих, не ясно, «алмазные алмазные» агрегаты — это дважды алмазные или очень алмазные или какие еще агрегаты?

2. д.ф.-м.н. Кульницкий Борис Арнольдович (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Технологический Институт сверхтвердых и новых углеродных материалов» (ТИСНУМ), г. Москва, Троицк).

По представленному автореферату диссертации имеются замечания: 1) Название работы «Импактные углеродные вещества карской астроблемы». Это название подошло бы в качестве названия монографии или курса лекций. Для кандидатской диссертации было бы правильнее как-то сузить проблему. 2) В пункте 3 в задачах исследований. «Анализ взаимоотношений углеродных фаз...». Слово «взаимоотношений» - не очень правильное. Видимо, речь идет о взаимопревращениях. Так и следовало бы написать. 3) В практической значимости работы есть фраза «кратеры дискуссионного характера». Как-то это плохо сформулировано. 4) На странице 14 есть фраза: «при этом нельзя исключать вероятность того, что излучение может отражаться также от границы раздела структурированной и неструктурированной областей УВ». Перед этим шла речь об электронномикроскопическом изображении. Если речь идет о пучке электронов, то это справедливо всегда. Кажется, что приведенная фраза – лишняя. 5) Таблица 4. Данные электронной дифракции импактного нанополикристаллического графита. Таблица содержит межплоскостные расстояния. Дело в том, что данные ЭМ анализа имеют точность порядка 5%. Это надо было бы указать.

3. д.г.-м.н. Попов Владимир Анатольевич (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии Уральского отделения Российской академии наук, г. Миасс).

Некоторые фотографии в автореферате недостаточно чёткие и на них не видно поверхностей между двумя твёрдыми телами (минералами! рис. б), которые автор называет в тексте фазами. Поэтому неясно, эти минералы синхронны или последовательны (поверхности идиоморфные или индукционные?). Отсюда не решаются вопросы онтогенеза минерального агрегата.

4. д.ф.-м.н. Песин Леонид Абрамович (ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», г. Челябинск).

Работа написана хорошим научным языком, однако, к сожалению, не свободна от небольшого количества опечаток и оформительских погрешностей. В частности, есть замечание по ссылочному материалу к таблице 1.

5. д.ф.-м.н. Симакин Александр Геннадьевич (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экспериментальной минералогии имени академика Д.С. Коржинского Российской академии наук (ИЭМ РАН), г. Черноголовка).

В качестве недостатка работы можно отметить недостаточно четкое описание физики импактного процесса. Не охарактеризована ожидаемая зональность РТ параметров метоморфизма в зависимости от расстояния от центра удара (см., например, в «French B.M. (1998) Traces of Catastrophe: A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures. LPI Contribution №. 954»). Эта зональность, зависящая от плотности и размера космического тела (например, Попигайского астероида по сравнению с Карским), определяет объем пород, в которых параметры достигали стабильности алмаза. Современные теоретические модели позволяют также оценивать влияние прочности и пористости пород мишени на достигаемое пиковое давление (например, «R. Potter (2012) Numerical modelling of basin-scale impact crater formation. Thesis or dissertation. London»). Не приводятся оценки длительности пиковых давлений и скоростей остывания нагретого материала, которые ограничивают размер новообразованных высокобарных фаз. Но эти недостатки указывают направление дальнейших работ. Эмпирические данные, полученные автором, в будущем помогут установить механизм и кинетику процессов фазовых переходов углеродистого вещества в быстротекущем импактном процессе.

6. к.ф.-м.н. Некипелов Сергей Вячеславович (Физико-математический институт Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Сыктывкар).

К автореферату имеется небольшое замечание:

Из анализа данных дифракции синхротронного излучения природного УВ делается вывод, что основной его компонентой является слабоупорядоченный углерод с включениями из алмаза ( $sp^3$ -гибридизация), графита ( $sp^2$ -гибридизация), а также  $\alpha$ - и  $\beta$ -карбина ( $sp$ -гибридизация) (рис. 1, таб. 1). Однако при анализе рамановской спектроскопии указывается только на наличие нанокристаллического графита как в углеродном ударном веществе Карской астроблемы, так и в продуктах экспериментального моделирования (рис. 8, таб. 3). При этом не обсуждается, как должны себя проявлять в рамановских спектрах наноалмазы и карбины. И если не обнаружено их характерных спектральных полос, то почему?

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.г.-м.н. В.П. Афанасьев является крупным специалистом в области изучения минералогии алмаза и углеродных веществ, в том числе импактного происхождения. К.г.-м.н. А.В. Корочанцев – специалист в области геохимии метеоритов и метеоритного вещества, а также по экспериментальному моделированию импактных процессов. Это подтверждается их многочисленными публикациями, в том числе статьями в рецензируемой российской и зарубежной печати.

Выбор ведущей организации Института геологии — обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук" (ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск) обоснован ведущими научными позициями его коллектива в изучении минералогии шунгитов, как перспективного углеродного технологического природного материала для получения функциональных наноматериалов.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**определены** особенности структурного состояния слабоупорядоченного углеродного вещества земной коры импактного генезиса;

применительно к ударно-метаморфизованному углеродному веществу **предложена** модель логнормального распределения сфер по размерам для расчета параметров рассеивающих объектов в малоугловое рассеяние синхротронного излучения и **установлен** характерный размер рассеивателей;

**доказано**, что определяющим фактором многообразия различных структурных типов углерода в малом объеме импактитов являются неравновесные РТ-условия преобразования исходного углистого вещества, которые локально внутри объема резко отличаются;

в предполагаемой модели формирования импактных углеродных веществ **введено** понятие плотного полифазного агрегата, которое ранее считалось природным полимером – «тогоритом».

**Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что:**

на основании изучения импактных углеродных веществ Карской астроблемы **доказано** их фазовое многообразие, основной углеродной фазой является стеклоподобный углерод;

**изложены** новые данные о структурных и наноструктурных особенностях импактных углеродных веществ;

**раскрыты** наноструктурные особенности и характер взаимоотношения углеродных фаз в плотных полифазных агрегатах;

**изучены** продукты экспериментального моделирования импактного процесса для сравнения их с природными импактными веществами с целью выяснения механизма формирования в природных объектах;

**проведенные** исследования наноструктуры стеклоподобного углеродного вещества импактного генезиса Карской астроблемы свидетельствуют об условиях его формирования –  $P \sim 55$  ГПа и  $T \geq 2800$  К.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** заключается в сравнении природных импактных углеродных материалов и продуктов экспериментального моделирования, что значимо для разработки новых подходов диагностики астроблем дискусионного генезиса, а также для разработки технологических решений для получения инновационных углеродных материалов с заданными свойствами.

Комплексом высокоразрешающих методов исследования **определены** основные структурные элементы стеклоподобного углеродного вещества с характерным размером 7 нм.

**Разработан** комплексный подход для изучения импактных углеродных веществ Карской астроблемы, где воздействию подвергалось рассеянное органическое (углистое) вещество, который может быть использован для схожих по генезису геологических объектов.

**Получены экспериментально** высокие значения РТ-условий преобразования стеклоподобного углерода, что хорошо согласуется с условиями импактного метаморфизма.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**в ходе экспериментальных работ проведены** многочисленные исследования широким комплексом аналитических высокоразрешающих методов – синхротронное рентгеновское малоугловое рассеяние и дифракция, спектроскопия комбинационного рассеяния света, атомно-силовая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, микрозондовый анализ, просвечивающая электронная микроскопия, высокоразрешающая просвечивающая электронная микроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ, выполненные на основе аттестованных методов и на современном аналитическом оборудовании экспериментальной базы ЦКП «Геонаука», ЦКП ФГБНУ «ТИСНУМ», ЦКП НИЦ «Курчатовский институт»;

**теоретические положения** построены на большом объеме фактического материала, собранного и обработанного в ходе полевых работ 2015-2019 гг автором и на результатах собственных исследований, а также на данных, полученных предшественниками, изучавшими геологическое строение и вещественный состав пород Карской астроблемы и ее окружения.

**Идея диссертационной работы** основывается на детальном изучении продуктов ударного метаморфизма крупных природных импактных объектов, где воздействию было подвергнуто слабоупорядоченное углеродистое (углистое) вещество мишени. Подобные объекты могут иметь более широкое распространение, чем считалось ранее. Полученные данные также представляют интерес с точки зрения изучения фазового состояния углерода в экстремальных условиях и возможности получения новых углеродных материалов на их основе.

**Полученные результаты** являются оригинальными, используемый подход к изучению углеродного вещества импактного генезиса Карской астроблемы не применялся другими исследователями.

**Установлено, что** в изученных углеродных веществах Карской астроблемы основной компонентой является стеклоподобный углерод, в существенно подчиненном количестве присутствуют кристаллические модификации – алмаз, графит, карбины.

**Личный вклад соискателя** заключается в самостоятельном проведении полевых работ, камеральной обработке проб, в непосредственном изучении импактных углеродных веществ методами ПЭМ и оптической микроскопии, помимо этого производилась обработка и интерпретация данных ВРПЭМ, СЭМ, КРС, АСМ. Изготовлена камера для облучения различных веществ мощным лазерным импульсом в инертной среде, с помощью которой диссертантом проведено 25 экспериментов по моделированию импактного процесса с последующим детальным комплексным изучением продуктов синтеза. Соискатель обрабатывал и обобщал экспериментальные данные, проводил поиск

