

ГИПОТЕЗЫ. ДИСКУССИИ. ПРОБЛЕМЫ.

УДК 553.8+550.2+551.79

ИМПАКТИТЫ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

© А.В. Жабин¹, А.А. Дубков², Г.С. Золотарева¹, Ю.А. Кузнецов³
2020г.

1 – Воронежский государственный университет

2 – «ВНИГНИ» Всероссийский научно-исследовательский
нефтяной институт, Москва

3 – АО «Приморзолото», Владивосток

DOI:10.24411/1997-8316-2020-11023

Аннотация: столкновениями космических объектов с Землей объясняются массовые вымирания, происходившие в разные временные интервалы в истории планеты, образования крупных котловин, размером в десятки и сотни километров, например Попигаиской и Аризонской. Считается, что падение только крупных тел на поверхность Земли приводит к катастрофическим последствиям. При этом практически совсем не рассматриваются возможные влияния на изменения климата и, как следствие, вымирание отдельных групп биологических объектов, при ковровой бомбардировке значительных территорий достаточно мелкими (размером от нескольких, до первых десятков метров) метеоритами. На спутниковых картах территории Центрально-Черноземных областей наблюдаются кольцевые образования, диаметр которых колеблется от 20,0 м до 2,0 км. На местности они выделяются округлыми впадинами, часто заболоченными, окруженными валом, шириной от первых десятков до сотен метров. Минеральный состав пород, ассоциирующийся с ними, и морфологические особенности рельефа, образованного явно взрывными явлениями, заставляют полагать, что во временном промежутке (конец плейстоцена – начало голоцена) не только данная территория, но и все северное полушарие подверглись интенсивной бомбардировке обломками, составляющими ядро кометы.

Ключевые слова: Воронежская антеклиза, импактиты, четвертичное время, стишовит, муллит, геленит, золото, платиноиды.

Жабин Александр Васильевич e-mail: zhabin01@gmail.com

IMPACTITIES IN THE QUARTERLY SEDIMENTS OF THE VORONEZH ANTECLYSIS

A.V. Zhabin¹, A.A. Dubkov², G.S.Zolotareva¹, Y.A. Kuznetsov³

1 – Voronezh State University

2 – «VNIGNI» Russian Scientific Research Petroleum Institute

3 – JSC «Primorzoloto»

Abstract: the collisions of space objects with the Earth might offer an explanation for the mass extinctions at different time intervals of the planet's history and the formation of large depressions tens and hundreds of kilometers in size, for example, Popigayskaya and Arizona. It is believed that only the fall of large bodies on the Earth surface from space leads to catastrophic consequences. At the same time, the possible impacts on climate change and, as a result, the extinction of certain groups of biological objects during areal bombardment of large areas with fairly small (ranging from several to several tens of meters) meteorites are not considered at all. On satellite imagery of the territory of the Central Black Earth Region there are ring formations from 20.0 m to 2.0 km in diameter. On the ground they are distinguished by round, often marshy depressions which surrounded by a rampart from several tens to hundreds of meters wide. The mineral composition of rocks and morphological features of the relief of these formations leads to the suggestion that not only this territory but the entire northern hemisphere was intensively bombarded by fragments nucleus of a comet in the time interval from the end of the Pleistocene to the beginning of the Holocene.

Key words: Voronezh antecline, impactites, Quaternary, stishovite, mullite, gellenite, gold, platinoids.

ВВЕДЕНИЕ

В геологической литературе достаточно часто приводятся сведения о падении крупных космических объектов в разные временные интервалы истории Земли на ее поверхность. Результатами этих столкновений объясняются массовые вымирания, происходившие в пермское время и в конце мелового периода, образования крупных котловин, размером в десятки и сотни километров, например Попигайской и Аризонской. Их исследованиям посвящены сотни, если не тысячи работ. Считается, что падение только крупных тел на поверхность Земли приводит к катастрофическим последствиям. Однако практически совсем не рассматриваются возможные влияния на изменения климата и, как следствие, вымирание отдельных групп биологических объектов при роевой бомбардировке значительных территорий достаточно мелкими (размером в несколько метров) метеоритами.

Масштабы последствий падения на Землю космических объектов зависят от их массы и скорости, колеблющейся от 11,2 до 72,8 километров в секунду. Значение 11,2 км/сек –

это минимальная скорость, которую под действием гравитации Земли приобретает даже «медленно» подлетающий к ней метеороид. В случае движения планеты и космического тела на встречных курсах скорость падения достигает 72,8 км/сек. В момент контакта с поверхностью Земли она может быть значительно меньше при относительно небольшой массе метеорита за счет торможения его атмосферой и малым углом падения.

Двигаясь в атмосфере, метеорит перемещает объем газа, равный поперечному сечению этого космического тела, помноженному на длину траектории. Если масса газа больше 10 масс метеорита, он тормозится в атмосфере настолько, что, достигая поверхности Земли, его скорость в конце пути не превышает 10% от первоначальной. При малых скоростях (до 3 км/с) удара о поверхность Земли за счет дробления пород (мишени) и выброса обломков образуется лунка или воронка, так называемый ударный метеоритный кратер. При больших скоростях соударение сопровождается взрывом, при этом формируется воронка, диаметром многократно превышающая диаметр ударника.

Такая структура называется взрывным метеоритным кратером. Кинетическая энергия влетающего в породу мишени тела превышает его внутреннюю энергию, определяемую энергией химических связей. Падающее тело можно уподобить в такой момент струе газа, впрыснутой в породу мишени.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Различными аналитическими методами, включавшими изучение шлифов под оптическим микроскопом, рентгеноструктурный и электронно-микроскопический анализы, исследовались импактные породные новообразования, отобранные в пяти точках наблюдения на территории Липецкой, Воронежской и Орловской областей (рис. 1). Образцы весом один килограмм дробились и истирались до размеров 0,07 мм. Методом квартования из них отбирались навески для анализов. Все определения элементного состава проводились на электронном микроскопе ТМ-1000, Hitachi, Япония с энергодисперсионной приставкой EDS-SWIFT, Oxford, Великобритания в ФГБУ «ВНИГНИ» (аналитик А. А. Дубков). Паспортные данные для абсолютных отклонений ЭДС (энергодисперсионной приставки EDS-SWIFT, Oxford, Великобритания) для ЭПГ, золота



Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб: ○ - областные города, ▲ - точки отбора.

и рения лежат в пределах 0,36-0,77 весовых процентов. Таким образом, с вероятностью 99,2%, значения $\pm 0,8$ (а для большинства элементов – 0,5) весовых процентов для этих элементов являются значимыми.

Минеральный состав исследовался с помощью рентгенофазового дифрактометра ARL X'tra (Швейцария). В приборе использован энергодисперсионный твердотельный детектор с охладителем Пельтье, позволяющий исключить пассивные элементы (бета-фильтры/монокроматоры) из оптической схемы прибора за счет программного отделения К и флуоресцентного излучения. Для качественного фазового анализа использовали базу данных ICDD PDF-2, насчитывающую более 350 тысяч видов кристаллических соединений. Количественный рентгенофазовый анализ проводили с использованием ПО Siroquant Sietronics Pty Ltd.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На спутниковых картах территории областей Центрального Черноземья выделяются овальные образования, по своей форме приближающиеся к идеальному кругу (рис. 2). Иногда это отдельные объекты, чаще скопления в несколько десятков штук, неравномерно распределенные на площади до сотен км². На картах хорошо выделяется светлое кольцо, обрамляющее с внешней стороны эти образования, обозначающее вал, сформированный материалом, выброшенным из взрывной воронки при столкновении метеорита с земной поверхностью [5]. Диаметры овалов колеблются от 20,0 метров до 2,0 километров. Однако большая их часть имеет размеры 100,0–500,0 метров.

При их исследовании на местности внешний вал во многих случаях достаточно хорошо выделяется, несмотря на процессы эрозии и хозяйственную деятельность людей.



Рис. 2. Схема расположения воронок на местности (снимок со спутника)

Внутренние части воронок заметно ниже территории с внешней стороны вала. Они часто заболочены, но не редки расположенные в них водоемы озерного типа. Встречаются и настоящие астроблемы с поднятиями в центре воронок. Породы, слагающие вал и залегающие с его внешней стороны под почвенным слоем, практически идентичны [2]. Это лишний раз подтверждает, что валы сформированы из материала, выброшенного взрывом из внутренних частей воронок.

Мы полагаем, что территория Центрально-Черноземного региона в конце плейстоцена – начале голоцена была покрыта лесными массивами и падение метеоритных потоков приводило к массовым пожарам. Следствием этих событий было, во-первых, поступление в атмосферу значительных количеств сажи совместно с газообразным и тонким минеральным материалом, образовавшимся при взрывах метеоритов, и испарением как их вещества, так и, в основном, земных пород, что, несомненно, приводило к снижению температуры во всем северном полушарии. Во-вторых, выгорала не только растительность, но и органический материал почв, поэтому на восстановление

территории, превращенной в пустыню и совершенно не пригодной для жизни, требовалось довольно длительное время.

На участках, прилегающих к воронкам, встречаются своеобразные породы, внешне очень похожие и на металлургические шлаки, и на вулканические туфы. Они также имеют ячеистую текстуру, сформировавшуюся за счет газовых включений в расплавленной породе, образованной от высокой температуры при ударе небесного тела о поверхность Земли. Минеральный состав ячеистых новообразований зависит от литологического типа мишени. Если это песок, то состав представляет смесь кварца, высокотемпературных тридимита и кристобаллита, пироксенов в разных соотношениях, но при большем количестве первого минерала. Если карбонатная порода, то ячеистое новообразование сложено геленитом (силикатом кальция). В тяжелой фракции, как в первом, так и во втором случаях, содержатся высокотемпературные минералы — муллит, стишовит. Геленит также образуется при температуре, приближающейся к двум тысячам градусов. Кроме того, в новообразованных

породах присутствует самородное железо и в ураганных содержаниях все платиноиды (в том числе иридий), золото, серебро, лантаноиды. Такой состав прямо указывает на происхождение этих новообразований, связанное с космическим фактором.

К югу от поселения Хлебороб Таловского района Воронежской области в 2000 году проводились археологические работы. Были найдены остатки сооружения, возрастом 3500 тысячи лет назад, в котором было обнаружено несколько десятков килограммов импактитов, складированных в одном из его углов [4]. Данные породы были идентифицированы как шлаки при плавлении бронзы. В начале 2019 года сохранившиеся остатки этих образований весом 5 кг были исследованы нами рентгеноструктурным и микронзондовым анализами и изучены микроскопически в шлифах. Состав породы в целом представлен кварцем и высокотемпературным кристобаллитом. Каких-либо следов меди и других компонентов бронзы, которые должны присутствовать в шлаках, не было обнаружено. Зато в шлифах найдены зерна золота, размером 0,2 мм (рис. 3). Их состав подтвержден микронзондовым анализом. По результатам исследований было выдвинуто обоснованное предположение о добыче этого металла людьми позднего бронзового века. В январе 2020 года материал был повторно исследован в лаборатории ВНИГНИ.

По данным рентгеноструктурного анализа импактиты представлены кварцем (46,0%), диопсидом (17,0%), высокотемпературным кристобаллитом (4,6%), волластонитом (4,3%), минералами висмута (4,0%), иемилитом (8,0%) и небольшими концентрациями других минералов (табл. 1). Кроме породообразующих минеральных компонентов, в импактитах находятся сульфаты серебра (1,3%), дисульфиды родия (0,8%), диарсениды платины (2,1%),

Таблица 1.
Результаты рентгеноструктурного анализа импактитов (поселение Хлебороб)

Phase	Weight, (%)	Error of Fit
Quartz	45,6	1,21
Diopside 1	13,2	1,28
Yeelimite 1	6	0,38
Diopside 2	4,1	1,42
Cubanite, low	2,2	0,27
Wollastonite, pseudo	2,2	0,55
Wollastonite normal	2,1	0,62
Yeelimite 3	2	0,36
Cristobalite (quartz)	1,6	0,32
Marcasite	1,6	0,27
Bismuth sesquioxide, beta	1,6	0,06
Chlorite, dioct. 1	1,3	0,7
Silver sulphate	1,3	0,13
Cristobalite (clay)	1,2	0,19
Bismuth sesquioxide, gamma	1,1	0,06
Grossular, ferr., garnet 1	0,8	0,45
Bismuth sesquioxide, delta	0,8	0,05
Grossular, ferr., garnet 2	0,8	0,43
Cobalt oxide	0,8	0,17
Rhodium disulphide	0,8	0,12
Sodalite (Si-form)	0,7	0,27
Platinum diphosphide	0,7	0,05
Arsenic sulphide p-realg.	0,7	0,32
Galena	0,6	0,05
Platinum diarsenide	0,6	0,07
Gold aluminium	0,6	0,04
Cristobalite	0,6	0,32
Chalcopyrite	0,6	0,12
Cristobalite, high	0,6	0,16
Platinum aluminium	0,5	0,04
Bismuthinite	0,5	0,09
Gold gallium	0,4	0,04
Bismuth monoxide	0,4	0,05
Antimony oxide	0,4	0,14
Cubanite	0,4	0,13
Platinum diselenide	0,2	0,05
Osmium dioxide	0,2	0,05
Beryllium selenide	0,2	0,09

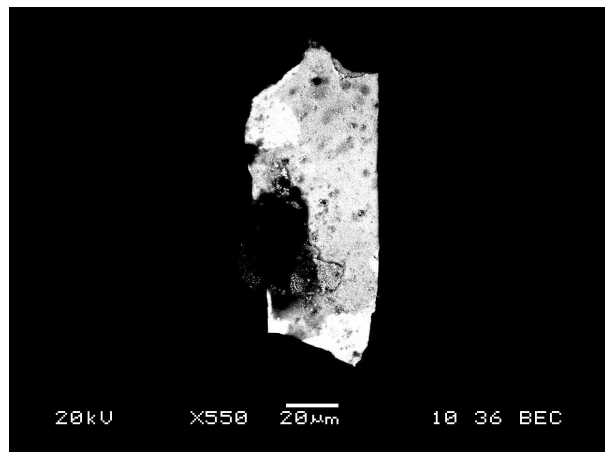


Рис. 3. Зерно золота.

диоксиды осмия (0,2%), соединения золота с алюминием и галлием (2,0%).

Среди драгоценных и редких металлов, определенных микрозондовым анализом (ЭДС), присутствуют золото, серебро и палладий (по 0,6%), платина (2,6%), осмий (2,4%), иридий (3,6%), рутений (0,7%), родий (0,1%), рений (2,7%). Здесь даны средние значения по десяти определениям (табл. 2). Все перечисленные компоненты встречаются в виде налетов и пленок на поверхности зерен, заполняя микротрещины в них (рис. 4). В образце находятся и другие индикаторные для космических тел элементы – никель (0,6%), фосфор (3,3%), сера (0,3%).

В районе поселка Гнездилово Орловской области описан разрез четвертичных отложений, обнажающихся в брошенном карьере. В нижней его части наблюдаются пески желтовато-серые, мелкозернистые, глинистые. Видимая мощность пачки 5,0 м. На них с резким несогласием залегает слой ячеистой породы светло-желтовато-серой, мелкозернистой, массивной (рис. 5). Ячейки разного размера — от первых до 10 мм, очень редко встречаются полости до 6 см. Их поверхности ровные, без признаков растворения. Судя по всему, образование этих полостей связано с нахождением в них газовых включений, образованных при расплавлении песчаных

пород. Мощность слоя от 10 до 20 см, он непрерывно прослеживается по стенке карьера на расстояние около 100,0 м.

Порода, по результатам рентгеноструктурного анализа (табл. 3), состоит из кварца (65,8%), высокотемпературных кристобаллита (8,7%) и тридимита (5,8%), волластонита (4,1%), сподумена, санидина, диопсиджадеита (по 1,0% каждого), соединений родия (1,6%), платины (1,2%), серебра (2,4%). По десяти результатам микрозондового анализа определены средние значения благородных и редких металлов (табл. 4). Для золота они составляют 4,3%, для серебра – 0,4%. Платина и родий содержатся по 1,2%, палладий и рутений по 0,4%. Содержания осмия (2,2%)

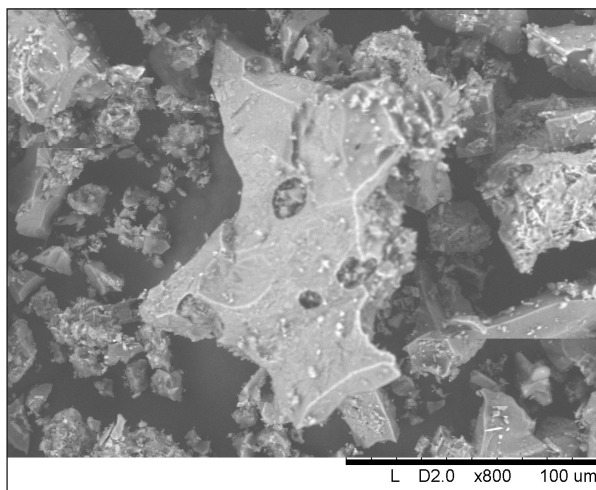


Рис. 4. Электронно-микроскопический снимок пленок металлов на обломках и заполненные ими микротрещины



Рис. 5. Геологический разрез карьера Гнездилово.

Таблица 2.
Результаты ЭДС импактитов (поселение Хлебороб)

№	Элементный состав, %										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	среднее
Na	2,8	1,6	2,2	3	3,6	1,4	2,5	2	3,6	1,8	2,5
Mg	2,5	1,2	2,2	3,2	1,9	0,9	1,6	3,1	1,9	2,5	2,1
Al	5,5	11,6	20,9	9,7	13,2	12,5	6,7	11	7,7	6,8	10,6
Si	56,2	43,4	35,9	43,2	48,7	52,8	49,9	46	41	54	47,2
P	9,8	3,6	3,6	0	0	3,7	0,6	1,9	3,3	6,9	3,3
S	0,6	1,8	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,3
K	7,3	4,1	3,8	7,4	2,4	5,8	3,1	6	6,1	6	5,2
Ca	9	7,4	7,8	11,5	8,3	5,4	5,9	9,9	8,1	9,7	8,3
Ti	0,4	0	0,7	0,6	0	0,6	0	0,6	0	0	0,3
Cr	0	0	1,7	1	0	1	0	0	0	0	0,4
Fe	4,1	8	4,4	5,1	2,6	5,1	3,5	5,1	8,5	3,6	5,0
Ni	0	2,6	0	1,1	0	1,5	0	0	0	0,9	0,6
Ru	0	2	2,2	0,6	1	0	0	0,9	0	0	0,7
Rh	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,1
Pd	0	0	2,3	0	0,6	0	0	0	1,5	1,5	0,6
Ag	0	0	1,2	0	1,9	0	0	0	0,8	1,8	0,6
In	0	0	0	0	0	0	3,4	0	2,6	0	0,6
Re	0,5	5,6	0	0	0	9,3	0	3,2	4,5	4,1	2,7
Os	0	0	6,2	0	0	0	13,9	0	3,8	0	2,4
Ir	0	0	0	12,8	11,3	0	0	9,6	1,9	0	3,6
Pt	0	7,1	4,9	0	0	0	8,9	0	4,7	0	2,6
Au	1,3	0	0	0	4,5	0	0	0	0	0	0,6

Таблица 3.
Результаты рентгеноструктурного анализа импактитов

Phase	Weight, (%)	Error of Fit
Quartz	65,8	0,9
Tridymite (mono)	4,4	0,25
Wollastonite, pseudo	4,1	0,36
Illite 1	3,5	0,58
Pyroxene, ortho	2,2	0,4
Chromium trioxide	2,1	0,15
Cristobalite, high	1,7	0,12
Cristobalite (clay)	1,7	0,15
Tridymite (ortho)	1,4	0,13
Cristobalite	1,3	0,23
Spodumene, beta-	1,1	0,2
Sanidine (cryptoperthite)	1,1	0,54
Rhodium diselenide	1	0,08
Silver sulphide beta 186°	1	0,22
Cristobalite (quartz)	1	0,23
Silver iodide 2	0,9	0,06
Diopside-jadeite	0,9	0,53
Rhodium tin	0,6	0,05
Zircon	0,5	0,11
Chromium III sulphate	0,5	0,21
Yeelimite 3	0,5	0,16
Silver fluoride	0,4	0,05
Lithium chloride	0,4	0,16
Chromium phosphide (Cr3P)	0,4	0,19
Arsenopyrite (tri. small)	0,4	0,21
Chromium dioxide	0,4	0,15
Platinum dioxide 2	0,2	0,03
Arsenic oxide	0,2	0,14
Chalcopyrite	0,2	0,1
Silver iodide 3	0,1	0,04

Таблица 4.
Результаты ЭДС импактитов (карьер Гнездилово)

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	среднее	
Элементный состав, %	Na	0	0,7	0	0	0	0	0	0	1,8	0	0	0,2
	Mg	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0	0	1,6	0	0,2
	Al	7,2	5,3	4,3	8	16	0	0	0	11	3,7	0	5,1
	Si	49	37,6	55	36	56	52	41	47	54	57	27	46,4
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0,2
	S	0	1,1	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0,2
	Cl	0	0	0	0	1,2	0	0	0,9	0	0	0	0,2
	K	0	1,8	1,6	0,7	0	0	0,9	0,9	9,3	0,8	0,9	1,5
	Ca	0	0,6	0	1,1	0,8	1	0,8	0	1,6	0,7	1,4	0,7
	Cr	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,9	0	0	0,1
	Fe	2,7	3	3,1	2	2,6	3,5	2,6	4,9	1,8	2,5	1,5	2,7
	Ni	1,6	0	0,5	0,9	0,9	0	0	0	1,6	3,4	0	0,8
	As	0	0	0	0	2,4	0,7	0	0	1,3	0	1,2	0,5
	Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0,1
	Br	0	0	13,5	14	0	7,5	14	14	0	0	10	6,6
	Zr	0	0	0	17	0	2,4	0	0	0	0	0	1,8
	Ru	3,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,6	0,4
	Rh	2,6	1,1	1,2	1,1	1,3	1,8	1,2	1,3	0	1,1	0,9	1,2
	Pd	1	0	0,8	0	2,6	2,2	0	2,2	0	0	0	0,8
	Ag	0	0	0	0	1,5	1	0	0	1,8	0,5	0	0,4
	In	0	0	1,2	0	0	0	3,8	1,7	1,3	0,6	0	0,8
	I	0	0	0,6	0	2,5	0	0	0	0,5	3,9	1,2	0,8
	Tm	0	7,7	0	0	0	17	0	0	3,9	14	12	4,9
Re	3,2	11	0	7,1	2,7	5	12	7,7	0	0	15	5,8	
Os	7,9	0	10,7	0	0	0	0	0	4,7	0,7	0	2,2	
Ir	13	18,9	1,5	11	3,6	5,9	14	12	0,8	0	24	9,5	
Pt	0	0	6	0	5,1	0	0	0	0	1,7	0	1,2	
Au	8,5	10,6	0	0	0	0	7,8	7	4,4	4,9	4,5	4,3	

и особенно иридия (9,5%) значительно выше. Также сравнительно высокие значения характерны для рения (5,8%) и тулия (4,9%). Для индикаторных элементов фосфора и серы результаты одинаковы (по 0,2%). Содержание никеля составляет 0,8%, что соответствует количеству этого металла в рудах месторождения на востоке Воронежской области.

Выше слоя ячеистой породы расположена пачка, состоящая из обломков алевро-

песчаника белого с сероватым оттенком, тонко-мелкозернистого, массивного с редкими темными вкраплениями (размером около 1 мм). Средние размеры обломков 40x30x20 см. Мощность пачки около 2,0 м.

Минеральный состав, по данным рентгеноструктурных определений (табл. 5), представлен кварцем (47,3%), тридимитом (11,8%), кристобалитом (12,8%), хлоритом (11,1%), микроклином (5,5%), санидином (4,2%), сое-

Таблица 5.
Результаты рентгеноструктурного анализа
обломков песчаника (карьер Гнездилово)

Phase	Weight (%)	Error of Fit
Quartz	47,3	0,69
Tridymite (mono)	8,7	0,28
Chlorite, dioct. 1	7	0,54
Microcline (max)	5,5	0,58
Sanidine (cryptoperthite)	4,2	0,57
Chlorite, dioct. 2	4,1	0,58
Cristobalite, high	4	0,14
Cristobalite (clay)	3,6	0,17
Tridymite (ortho)	3,1	0,15
Cristobalite (quartz)	2,7	0,26
Cristobalite	2,5	0,26
Cobalt dioxide	2	0,11
Platinum dioxide 2	1,7	0,04
Chloritoid (tric)	1,2	0,48
Vanadium sulphide	0,6	0,15
Pyrite	0,5	0,17
Silver sulphate	0,3	0,1
Cobalt disilicide	0,3	0,1
Cobalt arsenide	0,3	0,09
Silver sesquioxide	0,2	0,11
Osmium dioxide	0,2	0,03

динениями кобальта (2,6%), платины (1,7%), ванадия (0,6%), серебра (0,5%), осмия (0,2%).

По пяти результатам микронзондового анализа (табл. 6) определены средние значения благородных металлов. Для золота они составляют 3,6%, для платины – 3,7%, для иридия – 3,5%, для осмия – 7,6%, для серебра – 0,4%, для палладия – 1,0%, для родия – 2,0%, для рутения – 0,4%. Среднее содержание такого редкого металла, как рений, находится на уровне 1,8%.

В Ольховатском районе Воронежской области на северной окраине села Новошевченковское непосредственно под почвой находится скопление плохо окатанных, часто остроугольных, темно-серых, ячеистой текстуры, в различной степени магнитных обломков импактитов. Среди них попадаются полуокруглые болванки размером до 8,0 см. Они сложены железом (около 93,0%) и углеродом.

Сами обломки состоят на 51,7% из фаялита, вюститита (15,3%), титаномагнетита (3,9%),

Таблица 6.
Результаты ЭДС обломков песчаника (карьер Гнездилово)

№	1	2	3	4	5	среднее	
Элементный состав, %	Al	0	0	2	0	0	0,4
	Si	52,3	77	85	57	41	62,5
	K	0,8	0	0	2	1,7	0,9
	Fe	4,4	1	3,2	4,9	3,4	3,4
	As	1,1	0	0	0	0	0,2
	Se	0	0	0	0	1,4	0,3
	Br	7,2	2,8	2,5	7,3	10	6,0
	Mo	1,6	2,6	0,7	0	6,5	2,3
	Ru	0	0	0	0	2	0,4
	Rh	3,4	0,8	0	0	5,6	2,0
	Pd	1,6	0	0	3,5	0	1,0
	Ag	0	0	0	0,6	1,5	0,4
	Re	8,9	0	0	0	0	1,8
	Os	0	9,3	0	15	14	7,6
	Ir	11,4	0	6,2	0	0	3,5
	Pt	0	3,7	0	8,1	6,9	3,7
	Au	7,3	2,8	0	2,2	5,7	3,6

Таблица 7.
Результаты рентгеноструктурного анализа
импактитов (село Новошевченковское)

Phase	Weight (%)	Error of Fit
Fayalite	51,7	1,8
Wuestite	15,3	0,62
Magnetite	2,9	0,3
Forsterite	2,6	1,02
Edenite	2,4	1,26
Orthoclase 2	2,3	0,89
Chloritoid (tric)	2,3	0,8
Chlorite, di-trioct.	1,7	1,23
Eckermannite	1,7	1,29
Silver Sulphide, low	1,6	0,24
Chesterite	1,5	1,12
Spodumene, alpha-	1,5	0,88
Arsenic sulphide, II	1,4	0,41
Dolomite	1,4	0,49
Grossular, ferr., garnet 1	1,2	0,53
Arsenopyrite (monoclinic)	1,1	0,25
Grossular, ferr., garnet 2	1,1	0,54
Chromium trioxide	1,1	0,25
Magnetite, titanian	1	0,24
Cuprospinel	1	0,25
Quartz	0,9	0,29
Arsenic selenide	0,6	0,42
Gold sesquioxide	0,5	0,08
Gold magnesium	0,5	0,05
Cuprite	0,4	0,14
Platinum diphosphide	0,3	0,06

форстерита (2,6%), эденита (2,4%) и некоторых других минералов, содержания которых около 1,0%. Содержания интерметаллических соединений с золотом – 1,0%, с серебром – 1,6%, с платиной – 0,3% (табл. 7).

По одиннадцати определениям микронного анализа выявлены средние значения содержания благородных и редких металлов (табл. 8). В этом образце они не такие высокие, как в рассмотренных выше пробах, что связано со значительным количеством железа, составляющим более половины массы образца.

В Хохольском районе Воронежской области к востоку от села Яблочное, так же как и в Ольховатском районе, непосредственно под почвенным слоем обнаружено скопление аналогичных обломков импактитов. Но здесь они не магнитные. В их составе, по результатам рентгеноструктурного анализа, превалирует рентгеноаморфная фаза, составляющая около 90,0%.

Минералы в кристаллической форме представлены кристобалитом (6,8%), кварцем (2,1%). Присутствует экерманит — минерал, характерный для глубинных щелочных магматических пород (1,1%). Судя по всему, проба отражает эпицентр взрыва с наибольшими температурными значениями и очень быстрым охлаждением. В результате расплавленный материал не успел окристаллизоваться.

По данным ЭДС (табл. 9), средние содержания драгоценных металлов, определенных по пяти точкам, составляют для золота – 4,5%, платины – 0,5%, серебра – 0,6%, палладия – 1,5%, родия – 0,3%, рутения – 0,6%. Количество рения – 6,9%, иридия – 10,6%. Так как при рентгеноструктурном анализе минералы этих металлов не определяются, напрашивается вывод об их наличии в породе в атомарном состоянии.

При добыче песка земснарядом из затопленного карьера на северо-западной окраине города Липецка на глубине 14,0 метров обнаружен прослой мощностью 15–20 см, мелкоячеистой породы, в целом аналогичной по внешнему виду описанным выше. Но ее минеральный состав, определенный рентгеноструктурным методом (табл. 10), резко отличен. Основным минеральным составляющим является геленит (86,1%) с редкими точечными включениями мелилита медового цвета. Среди других минералов определены стишовит (1,7%), муллит (1,1%), ковелин (0,7%), карбонаты (2,6%), пентландит (0,4%),

Таблица 8.
 Результаты ЭДС импактитов (село Новошевченковское)

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	среднее	
Элементный состав, %	Na	0,7	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0,5	0,2	
	Mg	1,6	2,7	1,6	1,8	2,7	1,6	2	1,2	3,3	1	3,8	2,1
	Al	26	33,1	28,6	29	33	34	25	17,2	18	12	31	26,0
	Si	16	9,2	10,1	9,8	14	7,1	6,9	14	24	13	13	12,3
	S	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0,6	0	0,2
	Cl	0	0,5	0	0,7	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0,3
	K	0,6	1	0,6	0	0,8	1,2	0	0	0,9	0,6	1,3	0,6
	Ca	1,3	0,8	1	1,1	1,1	0,5	0,5	1	1,1	1,2	2,6	1,1
	Fe	50	40,8	52	54	47	54	61	61,8	46	56	42	51,2
	Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3	0	0,3
	As	0	0	0,9	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0,2
	Se	0,5	0	1,9	0	0	0	1,1	0,8	4,1	0	4,2	1,1
	Br	0	7,2	0	0	0	0	0	0	0	3,4	0	1,0
	Ru	0,7	0	0	0	0,6	0	0,7	0	0	0	0	0,2
	Rh	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0,7	0,1
	Pd	1	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0,2
	I	0,8	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,5	0	0,1
	Re	0	1,9	1,8	0	0	0	0	1	0	2,8	0	0,7
	Os	0	0	0	0	1,2	1,7	0	0	2	0	0	0,4
	Ir	0	2,8	1,5	1,9	0	0	1,1	0,8	0	3,3	1,3	1,2
Pt	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	
Au	0	0	0	0	0	0,6	0,3	0	0	2,1	0	0,3	

Таблица 9.
 Результаты ЭДС импактитов (село Яблочное)

№	1	2	3	4	5	среднее	
Элементный состав, %	Na	0	0	0	0,6	0	0,1
	Mg	1,2	1,4	3,7	2	2,5	2,2
	Al	0	0	7	3,6	0	2,1
	Si	26	39	55,2	51	46	43,5
	S	3,1	1	0,5	0	0	0,9
	Cl	0	0	0	0,6	0,6	0,2
	K	9,6	16	11,5	16	14	13,4
	Ca	0	4,5	4	9	5,4	4,6
	Fe	0	4,7	4,7	0	0,7	2,0
	Ni	0	0	0	0	1,1	0,2
	As	0	0	0	0,6	0	0,1
	Se	1,3	0	1	0	0	0,5
	Br	4,7	5,6	3,8	0	3,8	3,6
	Ru	0	0	0,8	0	2,3	0,6
	Rh	0	0	0	0	1,3	0,3
	Pd	0	1	0	3,1	3,3	1,5
	Ag	0	0	0	1,6	1,3	0,6
	I	2,9	0	0	2,9	0	1,2
	Re	16	9,6	4	0	5,3	6,9
	Ir	19	11	3	9,5	10	10,6
Pt	0	2,5	0	0	0	0,5	
Au	16	3,9	0,8	0	2	4,5	

Таблица 10.
Результаты рентгеноструктурного анализа
импактитов (город Липецк)

Phase	Weight (%)	Error of Fit
Melilite	85,4	0,74
Stishovite	1,7	0,27
Calcite 2	1,3	0,25
Siderite (rhomb)	1,3	0,18
Ruthenium disulphide	1,2	0,14
Mullite (Al ₂ O ₃ :SiO ₂ 1.83)	1,1	0,49
Nickel disulphide	0,7	0,13
Covellite	0,7	0,13
Palladium fluoride	0,7	0,05
Melilite, sodic	0,7	0,3
Quartz	0,6	0,17
Silver sesquioxide	0,4	0,09
Silver Sulphide, low	0,4	0,12
Rhodium disulphide	0,4	0,08
Pentlandite	0,4	0,11
Palladium diarsenide	0,4	0,07
Marcasite	0,3	0,18
Enargite	0,3	0,12
Platinum diselenide	0,3	0,03
Osmium disulphide	0,3	0,06
Nickel sulphide	0,3	0,1
Silver sulphate	0,3	0,1
Altaite	0,2	0,02
Sphalerite	0,2	0,06
Pyrite	0,1	0,15
Silver oxide	0,1	0,04
Ruthenium oxide	0,1	0,07
Silver iodide HP	0,1	0,03

энаргит (0,3%), соединения рутения (1,3%), палладия (1,1%), платины (0,3%), осмия (0,3%), родия (0,4%), серебра (1,3%).

По данным энерго-дисперсионных определений по пяти точкам (табл. 11) содержания благородных и редких металлов составляют (в %): Au – 2,1; Pt – 3,5; Ir – 1,7; Os – 4,9; Ag – 1,1; Pd – 0,5; Rh – 1,3; Ru – 0,6; Re – 1,9.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исходя из полученных аналитических результатов, можно выдвинуть две версии происхождения рассматриваемых породных образований. Первая – техногенная. Но, во-первых, она не может объяснить наличия в них значимых количеств в минеральных и элементных формах драгоценных элементов, особенно очень редких – иридия и рения, висмута, хрома, меди, кобальта. В шлаках металлургических предприятий таких содержаний перечисленных металлов просто не бывает. Во-вторых, все исследованные породы залегают на разных глубинах от поверхности. Представление о том, что несколько тысяч лет назад (даже пятьсот лет) на данной территории плавил руду, противоречит всем канонам истории и археологии.

Поэтому наиболее очевидной представляется версия об импактном происхождении этих образований. В самом деле, все воронки окружены валом, который мог образоваться только за счет выброса вещества из их внутренней части в результате взрыва. Предположение о том, что его насыпали люди, авторы считают нелепостью.

При ударе космического тела о поверхность земли вещество как самого метеорита, так и контактной зоны поверхности частично испаряется, часть в расплавленном состоянии остается в образовавшемся кратере. При этом определенное количество расплава выбрасывается из него все тем же взрывом. Надо понимать, что весь процесс плавления и взрыва происходит практически одновременно за тысячные доли секунды. Вмещающие породы при этом испытывают динамический метаморфизм и соответствующие минеральные преобразования [1]. Поэтому все исследованные нами пробы имеют разный минеральный состав, за исключением минералов крем-

Таблица 11.
Результаты ЭДС импактитов (город Липецк)

№	1	2	3	4	5	среднее	
Элементный состав, %	Na	1,6	0	0	0,6	0	0,4
	Mg	2	2,5	1,9	2	2,2	2,1
	Al	5,3	12,3	9,6	13,9	1,3	8,5
	Si	33,1	35,7	26,3	30	25,5	30,1
	S	8	8	21,7	10,1	10	11,6
	K	5	4,9	1,9	6,1	4,3	4,4
	Ca	5,9	9,6	3	6,4	5,1	6,0
	Ti	0,9	1,3	0	0	1,3	0,7
	Fe	6,9	7,1	15,8	5,5	3,6	7,8
	Ni	0	0	0	1,2	0,9	0,4
	Se	0,9	0	0	1,9	1,8	0,9
	Br	15,3	7,8	5,8	0	16,5	9,1
	Ru	2,1	0	0,8	0	0	0,6
	Rh	0	0	1,3	3	2,2	1,3
	Pd	0	1,2	0,7	0	0,7	0,5
	Ag	0,6	1,3	0,7	2,4	0,6	1,1
	I	2,3	0	0	0	0	0,5
	Re	1,3	0	0	0	8	1,9
	Os	4,5	5,3	6,1	8,4	0	4,9
Ir	0	0	0	1,2	7,1	1,7	
Pt	1,3	3	3,6	7,3	2,4	3,5	
Au	3	0	0,8	0	6,5	2,1	

незема и благородных металлов. Видимо, ядро кометы, с которым столкнулась Земля, состояло из обломков, содержащих эти элементы в больших количествах [6].

В образцах, найденных у села Яблочное, 90% вещества находится в рентгеноаморфном виде, а среди кристаллических форм, кроме кварца и высокотемпературного кристобалита, присутствует окерманит, причем не ферроокерманит, который встречается в доменных шлаках. Данная порода формировалась при быстром охлаждении, будучи выплеснутой из основного очага расплава. Формирование породы из Ольховатского района проходило при достаточно медленном остывании внутри расплава с образованием

оливиновых минералов. Видимо, с этими же условиями связано происхождение нижнего слоя, наблюдаемого в карьере села Гнездилово. Породы, залегающие выше в этом же карьере, относятся к области динамического воздействия. Слой Липецкого карьера формировался при ударном воздействии на карбонатные породы с образованием минералов группы мелилита.

Практически все минералы, найденные в породах, совершенно не характерных для осадочных отложений четвертичного периода Воронежской антеклизы, кристаллизуются при температурах от тысячи и выше градусов. Для кристобалита и тридимита они составляют порядка 1200°, для фаялита – 1500° [3].

ВЫВОДЫ

На рубеже плейстоцена и голоцена, по разным источникам от 8 до 13 тысяч лет назад, Земля столкнулась с ядром кометы, состоящим из обломков различных размеров и составов, представленных не только горными породами, но и газами в твердом состоянии.

Взрывные процессы могли осуществляться и при контакте поверхности Земли с кометными обломками, и на некоторых высотах. Связанные с ними преобразования вещества земных пород и космических тел могли проходить в атмосфере испаряющихся твердых газовых обломков.

На спутниковых картах территории Центрально-Черноземного района выделяются округлые объекты, часто приближающиеся по своей форме к идеальному кругу. При исследовании их на местности хорошо заметен вал, окружающий эти образования. Его формирование можно связать только с взрывом.

Связанные с этими круглыми объектами своеобразные породы ячеистой текстуры, исходя из минерального и элементного составов, образовывались при высоких температурах и давлениях.

Л и т е р а т у р а

1. Герасимов М. В. Ударная дегазация Земли и планет земной группы // Автореферат на соискание степени к. ф.- м. н. – М.: МГУ. – 1984. – 20 с.
2. Жабин А. В., Жабина А. А. Влияние импактных событий на глобальные изменения природной среды в позднем плейстоцене и голоцене // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Мат. международной научно-практ. конференции (Воронеж 3–5 октября 2019). Т. 1. – Воронеж. – 2019. – С. 40-43.
3. Иванова Л. А., Медведев В. Я., Почкунина М. В. Особенности образования фаялита в восстановленных системах // ДАН. – 2007. – Т. 417. – № 3. – С. 382-384.
4. Медведев А. П., Жабин А. В. Археологическое открытие скопления импактитов в постройке позднего бронзового века на реке Елань // Вестн. Воронежского государственного университета. Серия: История. Политология. Социология. – № 3. – 2019. – С. 5-20.
5. Цельмович В. А., Сунгатуллин Р. Х., Вафин Р. А. Импактное происхождение озера Рабига Куль // Всероссийский ежегодный семинар по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии ВЭСЭМПГ. Тез. Докладов. – М., 2015. – С. 132.
6. Firestone R. B., West A., Kennett J. R., et al. 2007. Evidence for an extraterrestrial impact 12900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling / R. B. Firestone, A. West, J. R. Kennett // PNAS. – October 9. – 2007. – V. 104. – P. 16016-16021.