

УДК: 552.313(470.324)  
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-441–454

## О происхождении отложений вулканического пепла на территории Воронежской области

<sup>1</sup>Жабин А.В., <sup>2</sup>Игнатенко И.М., <sup>2</sup>Донецкий С.В.

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет

Россия, 394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1

<sup>2</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: zhabin01@gmail.com, donetskiy@bsu.edu.ru

**Аннотация.** При исследованиях вещественного состава пород четвертичного и неогенового возрастов на территории Воронежской области были выявлены высокие содержания соединений редких и благородных металлов, в том числе иридия, попавшего, вероятней всего, в осадочные отложения из космических объектов. Столкновения Земли с телами из космического пространства приводили к масштабным климатическим преобразованиям, массовым вымираниям представителей органического мира. В то же время, изучению следов импактных событий и последствий их воздействий на природную обстановку нашей планеты уделяется недостаточное внимание. В связи с этим авторами проведено исследование пород, считающихся вулканическими пеплами и вмещающих их отложения, залегающих в геологических разрезах около двух населённых пунктов Воронежской области, с целью определения вещественного состава и обстановок их образования. Исследования минерального и элементного составов «пеплов» и вмещающих их пород проводились рентгеноструктурным и электронномикроскопическим анализами с использованием баз данных ICDD PDF-2 Siroquant и ПО Sietronics Pty Ltd. В результате исследований в слоях, принимаемых за вулканические пеплы, в обоих разрезах выявлены значительные содержания иридия, осмия, платины, золота и рения. Основной минеральной фазой в горелкинских «пеплах» является рентгеноаморфный кремнезём, в дуванкинских – кварц при полном отсутствии рентгеноаморфной составляющей. В двух километрах к северу от села Александровка Донская (бывшая слобода Дуванка) находятся две воронки диаметром около одного километра каждая, которые, по нашему мнению, сформированному на основе полученных результатов, образованы за счёт взрывных процессов при падении на поверхность Земли обломков ядра кометы. В результате выброса вещества из внутренних частей воронок, перемешанного с материалом обломков, были образованы два пласта «пеплов». На основе полученных аналитических результатов, с привлечением данных литературных источников, сделан вывод о случавшихся на данной территории импактных событиях. Такая интерпретация проведённых исследований на данной территории осуществлена впервые.

**Ключевые слова:** Воронежская область, вулканический пепел, метеориты, импактиты, благородные металлы.

**Для цитирования:** Жабин А.В., Игнатенко И.М., Донецкий С.В. 2021. О происхождении отложений вулканического пепла на территории Воронежской области. Региональные геосистемы, 45(3): 441–454. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-441–454



## On the origin of volcanic ash deposits on the territory of the Voronezh region

<sup>1</sup>Aleksandr V. Zhabin, <sup>2</sup>Ignat M. Ignatenko, <sup>2</sup>Sergey V. Donetskiy

<sup>1</sup>Voronezh State University,

1 Universitetskaya Pl., Voronezh, 394018, Russia

<sup>2</sup>Belgorod National Research University,

85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: zhabin01@gmail.com, donetskiy@bsu.edu.ru

**Abstract.** Our studies of the material composition of rocks of Quaternary and Neogene ages in the Voronezh region over the past three years have revealed very high concentrations of compounds of rare and noble metals, including iridium, which most likely got into sedimentary deposits from space objects. Collisions of the Earth with bodies from outer space led to large-scale climatic transformations, mass extinctions of representatives of the organic world. At the same time, insufficient attention is paid to the study of traces of impact events and the consequences of their impact on the natural environment of our planet. In this regard, the authors carried out a study of rocks considered to be volcanic ashes and their host deposits, occurring in geological sections near two settlements of the Voronezh region, in order to determine the material composition and environments of their formation. Investigations of the mineral and elemental composition of the "ashes" and their host rocks were carried out by X-ray diffraction and electron microscopic analyzes using the ICDD PDF-2 Siroquant databases and software Sietronics Pty Ltd. As a result of investigations, significant contents of iridium, osmium, platinum, gold, and rhenium were revealed in the layers taken for volcanic ash in both sections. X-ray amorphous silica is the main mineral phase in the Gorenka "ashes", and quartz in the Duvankinsky ones with the complete absence of an X-ray amorphous component. Two kilometers north of the village of Aleksandrovka Donskaya (the former settlement of Duvanka) there are two craters with a diameter of about one kilometer each, which, in our opinion, formed on the basis of the results obtained, are formed due to explosive processes when the debris of the comet's nucleus falls to the Earth's surface. As a result of the ejection of material from the inner parts of the funnels, mixed with the material of the debris, two layers of "ash" were formed. On the basis of the obtained analytical results, with the involvement of literary sources, a conclusion was made about the impact events that took place in this territory. This interpretation of the research carried out in this area was carried out for the first time.

**Keywords:** Voronezh region, volcanic ash, meteorites, impactites, noble metals.

**For citation:** Zhabin A.V., Ignatenko I.M., Donetskiy S.V. 2021. On the origin of volcanic ash deposits on the territory of the Voronezh region. Regional geosystems, 45 (3): 441–454 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-441–454

### Введение

На территории Воронежской области выявлено несколько пунктов, где среди отложений четвертичного и неогенового периодов встречаются линзовидные прослои тонкозернистых, до алевритовой размерности, песков [Савко и др., 2001]. По мнению всех исследователей, изучавших эти литологические разности, они являются вулканическими пеплами [Холмовой, 2008; 2013]. На данное происхождение указывают такие показатели, как рентгеноаморфность и тонкая размерность зёрен, пористость их поверхности. Они залегают, как правило, в виде линзовидных пластов среди коренных пород вблизи дневной поверхности на глубине до десяти метров. Считается, что источниками пеплового материала могли быть вулканы Кавказа, Карпат и даже Италии. В результате катастрофических извержений вулканический пепел переносился воздушными потоками на большие расстояния и осаждался на земную поверхность, трассируя направление этого переноса [Мильков, 1977; Ермолов, 2008]. Мощности отложений пеплов, как правило, составляют не бо-

лее 20 см, при этом они часто перемешаны с материалом поверхности. В то же время в геологических разрезах у села Горелка мощность пеплового слоя достигает двух с половиной метров, а у села Александровка Донская (бывшая слобода Дуванка) прослеживаются два слоя около одного метра каждый (рис. 1). Такое несоответствие между расстояниями и мощностями (казалось бы, чем дальше от источника, тем количество материала должно быть меньше) может свидетельствовать о других способах образования породы, принимаемой за вулканические пеплы.

Первым, кто описал и изучил эти образования, был профессор А.А. Дубянский [1935]. Им же было выдвинуто два предположения об источниках поступления пеплового материала при формировании пласта в районе слободы Дуванка, относимого к верхнему плейстоцену. Первое предположение – пепел мог быть принесён воздушными потоками с Кавказа при катастрофических извержениях вулканов. Второе предположение может быть связано с повышениями уровня Азовского моря при таянии ледников, что вызывало течение вод вверх по долине Дона. В этих условиях происходил размыв пепловых отложений у берегов Азовского и Каспийского морей и переотложение этого материала среди песчаных образований одной из террас Дона. Поступление пепла при формировании пласта в районе села Горелка, относимого к нижнему неогену, все исследователи связывают с извержениями вулканов Карпат или Италии.



Рис. 1. Сёла Горелка и Дуванка на карте Воронежской области  
Fig. 1. The villages of Gorelka and Duvanka on the map of the Voronezh region

По внешним морфологическим признакам вулканический пепел имеет вид слегка уплотнённой, но рыхлой породы, в сухом состоянии легко развеивается ветром. Его цвет в сыром состоянии от светло-серого до серого, в сухом – белый. За счёт оксидов железа приобретает желтоватые оттенки. Содержание глинистого материала в этой породе не превышает десяти процентов. В разрезе визуально напоминает алеврит или лёссовидный суглинок.

Значительная мощность пепловых пластов, их пространственная связь с взрывными воронками, высокие содержания в них соединений редких и благородных металлов заставляет усомниться в их вулканическом происхождении. Почти за девяносто лет изучения пепловых отложений ими занималось ограниченное количество исследователей. При этом, определение минерального и химического составов пород проводилось самыми примитивными методами, что, естественно, отражалось на результатах и выводах исследований. Используя современные аналитические методы с компьютерной обработкой получаемых результатов, мы доказываем, что генезис так называемых пеплов связан с импактными событиями, случавшимися в истории Земли.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются геологические разрезы нескольких участков на территории Воронежской области, в структуре которых, среди отложений четвертичного и неогенового периодов, встречаются линзовидные прослои тонкозернистых, до алевритовой размерности, песков.

В процессе полевых работ проводилось подробное описание обнажений пород с выходами «пеплов» в районах сёл Горелка и Александровка Донская (бывшая слобода Дуванка) Воронежской области. Параллельно с описанием обнажений проводился отбор бороздовых проб, длиной от 30 до 50 см, по всему разрезу, включая вмещающие породы. Минеральный и элементный составы отобранных проб исследовались методами рентгеноструктурного и электронномикроскопического анализов, с использованием баз данных ICDD PDF-2 Siroquant и ПО SietronicsPtyLtd. При рентгеноструктурном изучении отобранных образцов применялись как порошковые, так и ориентированные препараты.

Кроме исследований валовых проб изучался минеральный состав в лёгкой и тяжёлой фракциях всех проб. Для этого отмучивалась фракция более 0,01 мм, которая затем разделялась в бромоформе. Полученные минералы идентифицировались в иммерсионных жидкостях под оптическим микроскопом. В отдельных, спорных случаях их химический состав проверялся при микрозондовом исследовании.

### Результаты и их обсуждение

Изучение геологического разреза у села Горелка (рис. 2) проводилось в северном борту оврага, имеющего протяжение с востока на запад, на северной окраине этого населённого пункта, практически в том же месте, где проводили аналогичные исследования предшественники [Холмовой, 2008].

Здесь под почвенным слоем (0,4 м) сверху вниз залегают:

- песок желтовато-коричневый, мелкозернистый, горизонтально-слоистый за счёт тонкого переслаивания с глиной, обогащённой песчаным материалом; мощность слоя 0,3 м;
- под песком, с резким контактом, наблюдается глина серая до тёмно-серой, со слабо выраженной волнистой слоистостью, алевритистая, мощностью 0,8 м;
- под слоем глины, так же с резким контактом, прослеживается слой алеврита светло-зелёного, с желтоватым оттенком, глауконит-кварцевого, волнисто-слоистого, в подошве обогащённого оксидами железа, мощностью 0,4 м;
- ниже, с резким контактом, залегает глина зеленовато-серая, песчаная, комковатая; размер комочеков 1–2 см; мощность пласта 4,0 м;
- под глиной наблюдается песок светло-серый до серого, кварцевый с примесью глауконита, мелкозернистый, горизонтально-волнисто-слоистый за счёт тонкого переслаивания с глиной, обогащённой песчаным материалом; мощность 3,0 м;

– алевро-пелит (пепел), белый в сухом состоянии, серый во влажном, массивной текстуры, в подошве (до 0,3 м) в разной степени уплотнён до крепкого алевролита; этот слой прослеживается на всём протяжении оврага, применяется местными жителями в качестве бутового камня; общая мощность 2,5 м;

– алеврит зеленовато-серый, кварцевый, с примесью глауконита, глинистый; видимая мощность 0,5 м.



Рис. 2. Обнажение геологического разреза у села Горелка. Фото А.В. Жабина  
Fig. 2. Outcrop of the geological section near the village of Gorelka

Минеральный состав глинистой фракции всех пород, залегающих в данном разрезе, различается незначительно и представлен монтмориллонитом, иллитом и каолинитом. Содержание иллита наиболее стабильно и находится на уровне 10,0 %. Количество каолинита и монтмориллонита во вмещающих пепел породах составляет 30,0 % для первого из них и 60,0 % для второго. В самых же пеплах содержание каолинита превалирует над монтмориллонитом, в соотношении 60,0 на 30,0 %.

По данным рентгеноструктурного анализа, около девяноста процентов вещества пеплов представлено рентгеноаморфной фазой. Остальное – это кварц и глинистая составляющая. Определение элементного состава собственно пеплов проводилось по трём пробам, отобранным в верхней части пласта, в нижней его части и уплотнённой приконтактной зоне. В каждой из этих проб исследовалось по десять случайно выбранных зёрен. Затем полученные результаты усреднялись. Полученные данные свидетельствуют об ураганных содержаниях платиноидов, рения и золота (табл. 1). При этом отмечается определённая зависимость количества металлов от положения проб в разрезе. Так, содержания золота, платины, осмия, родия и рутения уменьшаются снизу вверх по разрезу. Количества иридия, палладия, рения, брома, наоборот, увеличиваются в том же направлении.

Совершенно другой разрез наблюдается в песчаном карьере, расположенным на северной окраине села Александровка Донская в 300 м к западу от старой автодороги М-4 (рис. 3). Здесь сверху вниз обнажаются:

- почвенный слой – 0,2 м;



- суглинок коричневый – до 3,0 м;
- песок светло-жёлтый до жёлтого, кварцевый, мелкозернистый, с незначительным количеством глинистой фракции; мощность 3,0 м;
- алеврит (пепел) светло-серый до белого, пятнами желтый за счёт оксидов железа, в сухом состоянии сыпучий, контакты с выше- и нижележащими песками неровные; мощность 0,5–1,2 м;
- песок светло-жёлтый до жёлтого, кварцевый, мелкозернистый, с незначительным количеством глинистой фракции; мощность 2,0 м;
- алеврит (пепел) светло-серый до белого, пятнами желтый за счёт оксидов железа, в сухом состоянии сыпучий, контакты с ниже- и выше лежащими песками неровные; в средней части этого слоя встречаются линзовидные прослои мощностью до 0,4 м песка, аналогичного вышеупомянутым; мощность пласта изменяется от 0,8 до 1,0 м;
- песок светло-жёлтый до жёлтого, кварцевый, мелкозернистый, с незначительным количеством глинистой фракции; мощность 8,0 м;
- песок светло-серый, кварцевый, мелкозернистый, горизонтально-волнисто-слоистый, в нижней части (0,2 м) косослоистый; мощность 0,5 м;
- песок белый со слабым коричневатым оттенком, кварцевый, мелкозернистый, косослоистый; косая слоистость подчёркивается прослойками (мощностью 2 см) песка крупнозернистого – видимая мощность около 2,0 м.

Таблица 1  
 Table 1

Содержание благородных и редких металлов в пласте «пепла» разреза Горелка  
 Content of noble and rare metals in the “ash” layer of the Burner section

Наименование объекта	Элементный состав, %								
	Ru	Rh	Pd	Ag	Re	Os	Ir	Pt	Au
Верхняя часть пласта	0,4	0,6	0,7	0,3	3,9	2,1	4,6	1,0	0,7
Нижняя часть пласта	0,4	0,6	1,4	0,7	2,5	4,2	2,9	1,7	2,9
Нижний контакт пласта	1,6	0,9	0,4	0,2	1,8	5,2	2,1	2,5	3,0

Как видно из полевого описания, в разрезе выделяется два пласта белого цвета тонкозернистой породы, принимаемой за вулканические пеплы [Дубянский 1935, Грищенко 1976, Холмовой, 2008]. Вероятно, что данные пласти по простиранию могут соединяться в один или распадаться на несколько, о чём можно судить, ссылаясь на работу А.А. Дубянского [1935], где он выделял три части: основной пласт, верхний и нижний.

При исследовании минерального состава глинистой части, количество которой в песках составляет один-два процента, в «пеплах» около пяти, было выявлено высокое (до 70 %) содержание монтмориллонита, что ставит под сомнение континентальный генезис всех пород в данном разрезе, тем более что в их лёгкой фракции встречаются зёरна глауконита.

Рентгеноструктурный анализ с использованием базы данных ICDD PDF-2 Siroquant показал, что минеральный состав песков представлен в основном кварцем (около 95 %) и альбитом (около 5 %). Иногда встречаются рутил, дистен, ставролит. В «пеплах», кроме перечисленных минералов, в достаточно значительных количествах содержатся соединения платиноидов, серебра, золота (табл. 2). Результаты рентгеноспектрального анализа по случайно выбранным десяти зёрнам (табл. 3) в целом не противоречат данным рентгеноструктурного анализа. В отличие от «пеплов» разреза Горелка, в аналогичных породных образованиях Дуванки рентгеноаморфных минеральных фаз не обнаружено.



Рис. 3. Разрез в песчаном карьере на северной окраине села Александровка Донская.  
Foto A.B. Жабина.

Fig. 3. Section in a sandy quarry on the northern outskirts of the village of Aleksandrovka Donskaya

Таблица 2  
Table 2

Результаты рентгеноструктурного анализа  
X-ray structural analysis results

Разрез Дуванка			
Нижний пласт		Верхний пласт	
Phase	Weight (%)	Phase	Weight (%)
Quartz	83,6	Quartz	91,8
Ir As3	9,9	Albite, high	4,5
Ir Se2	3,6	Ir Se2	2,1
Rutile	1,0	Rhodiumdiselenide	0,5
Rhodiumdiselenide	0,6	Silversulphidebeta 186°	0,4
Silverfluoride	0,3	Osmiumdisulphide	0,2
Ir O2	0,3	Goldgallium	0,2
Silverzinc	0,2	Silverlithium	0,1
Rhodiumtin	0,2	Rhodiumtin	0,1
Silverlithium	0,1	Platinumdiarsenide	0,1
Silveriodide 3	0,1		
Silverchloride	0,1		

Таблица 3  
 Table 3

Содержание благородных и редких металлов в разрезе Дуванка  
 Content of noble and rare metals in the Duvanka section

Наименование объекта	Элементный состав, %								
	Ru	Rh	Ag	Os	Ir	Pt	Au	Pd	Re
Верхний пласт	0,6	0,7	1,1	9,4	0,8	4,1	2,0	—	—
Нижний пласт	0,4	0,8	—	3,4	3,9	1,4	3,3	0,5	2,2

По результатам электронномикроскопического анализа Г.В. Холмовой [2008] выделил восемь морфологических типов пеплов, находящихся в разрезе Горелка. Надо отметить, что все они слабо соответствуют виду настоящего пепла, взятого в районе Эльбруса, фотография которого приводится в этой работе (см. рис. 2). Изображения, интерпретируемые автором [Холмовой 2008] как газовые включения, на самом деле являются металлами. Дело в том, что при электронно-микроскопических исследованиях материал, имеющий большую плотность, выглядит светлее. Практически на всех снимках в этой работе наблюдаются белые полоски и пятна. Это всё металлы. При электронно-микроскопическом анализе отображается поверхность объекта. Поэтому, если газовое включение вскрыто, то газ в вакууме прибора мгновенно испарится, и мы увидим только углубление, по контрастности слабо отличающееся от общего фона. Если не вскрыто, то оно вообще не будет видно.

На спутниковых картах территории Воронежской области отмечаются округлые образования (рис. 4), часто по своей форме приближающиеся к идеальному кругу. Многие из них ограничены светлой полосой. Их размеры (по диаметру) колеблются от 50 м до 2 км. Внутренние части этих образований в разной степени заболочены, иногда в них встречаются небольшие водоёмы [Жабин и др., 2020]. При их исследовании в процессе полевых работ отмечается вал или его фрагменты (светлая полоса на картах). Его высота достигает нескольких метров. Ширина зависит от размеров этих образований и может составлять десятки метров. Превышение завальной территории над их внутренней поверхностью разное и зависит от эрозионных процессов и хозяйственной деятельности людей. При нахождении во внутренней части водоёмов превышение может быть значительно больше. Исследование этих понижений показало, что их образование может быть связано только с взрывом. На этот процесс указывает, прежде всего, вал, окружающий данные воронки. Если бы это были провалы, вызванные карстовыми или другими подобными явлениями, то никакого вала попросту бы не было [Солнцев, 2001; Николаев, 2006].

Значительные размеры воронок сразу отбрасывают все предположения об их искусственном образовании. В самом деле, чтобы получить даже небольшие воронки, нужны тонны взрывчатки, а при их размерах в сотни метров количество возрастёт до сотен тысяч тонн. Отсюда можно сделать вывод, что воронки на данной территории возникли в результате природных явлений. Взрывы такой мощности на рассматриваемых площадях, по нашему мнению, могут быть связаны только с падением на земную поверхность космических объектов. Ранее мы выдвигали гипотезу [Жабин, Жабина, 2019], что в период от 8 до 40 тыс. лет назад Земля столкнулась с ядром кометы, состоящим из обломков разного размера и состава. Это могли быть льды различных газов, каменные и железные астероиды и метеороиды. Весьма вероятно, что таких столкновений в этот временной промежуток было несколько.

Кроме воронок на земной поверхности, в геологических разрезах отмечаются и другие следы взрывных событий. В работе [Жабин и др., 2020] рассматриваются результаты исследований импактных пород, встречающихся в отложениях вблизи воронок и

внешне очень похожих на вулканические туфы. В них обнаружены минералы, образование которых проходит при высоких температурах и давлениях. Кроме этого, они содержат значительные количества соединений золота, серебра, платиноидов, в том числе иридия и других редких металлов. Мы полагаем, что эти породы образовались при взрыве космического тела на некоторой глубине от поверхности.

Если взрыв космического объекта проходит до достижения им земной поверхности, то практически вся его масса и вещество этой поверхности распыляется, смешивается и осаждается в виде пластов тонкого материала, принимаемого за вулканические пеплы. В них наблюдаются значительные содержания редких металлов, но отсутствуют термобарические минералы [Жабин и др., 2020]. Под действием взрывной волны на земной поверхности образуется воронка, глубина которой должна быть меньше, чем при подземном взрыве.



Рис. 4. Спутниковые снимки округлых образований Воронежской области  
Fig. 4. Satellite images of rounded formations of the Voronezh region

Образование пласта так называемого пепла в районе села Горелка произошло 19 млн. лет назад [Иосифова, 1992]. Естественно, что никаких следов импактного события на земной поверхности уже не осталось. Тем более, что космическое тело взорвалось в водной среде морского бассейна на что указывает наличие значительных (около 10 %) количеств глауконита в породах, вмещающих пласт «пепла».

Что касается выходов «пеплов» в карьере у северной окраины села Александровка Донская (бывшая слобода Дуванка), то здесь всё намного сложнее. Во-первых, наличие во всех породах разреза значительных количеств монтмориллонита в глинистой фракции и глауконита характерно для морских обстановок [Жабин и др., 2008]. Но возраст этих от-

ложений (около 40 тыс. лет) противоречит официальной геологической истории четвертичного периода, где факт отсутствия морского бассейна на этой территории в данный период времени считается доказанным [Холмовой, 2013]. Во-вторых, в «пепловом» материале совершенно отсутствует рентгеноаморфная фаза, что позволяет усомниться в его принадлежности к вулканической природе. В-третьих, на спутниковых картах (рис. 5) в двух километрах к северу от карьера отображаются две воронки размером до 1,5 км.

В одной из них, расположенной юго-западнее, виден только фрагмент, остальная часть скрыта лесным массивом. Наличие воронок, указывает на произошедшие здесь относительно недавно катастрофические события, связанные с падением космических объектов. Исходя из диаметров воронок, можно предположить, что эти объекты достигали десятки метров [Муртазов, 2004; Алексеенко, 2011]. Так как ни в «пепловых» пластах, ни во вмещающих их отложениях не обнаружены минералы, образование которых связано с высокими температурами и давлениями, то можно утверждать, что космический объект взорвался на некоторой высоте от поверхности. Тем не менее, взрывная волна образовала воронку и перемешала вещество этого объекта с материалом места её воздействия. Образованный при этом взрывном процессе тонко-мелкозернистый песок отлагался вокруг точки взрыва.



Рис. 5. Воронка в двух километрах к северу от карьера. Спутниковая карта.  
Fig. 5. Funnel two kilometers north of the quarry

По данным авторов работы [Firestone et al., 2007], на рубеже 8–15 тыс. лет назад произошла катастрофа, вызванная импактным событием, в результате столкновения Земли с кометой. Метеоритные объекты различных размеров (до сотен метров), слагающие её ядро, падали как на сушу, так и на поверхность Северного Ледовитого океана, вызывая гигантские цунами высотой до 1,0 км, которые приносили вглубь прилегающих континентов материал донных отложений и обломки кристаллических пород с Балтийского щита, принимаемые сейчас за морену. Отсюда становится понятным наличие в глинистой части

пород разреза Дуванка монтмориллонита и следов глауконита. Эти минералы были привнесены цунами при размыве донных осадков океана.

По мнению [Damuth, 1981] и других исследователей, в конце плейстоцена вымерли все животные гигантских размеров, населявшие территорию северного полушария. Одновременно с ними исчезли неандертальцы. Видимо, импактные события, произошедшие в этот временной промежуток, привели к экологической катастрофе, связанной с гибелью растительного покрова в результате пожаров и цунами. Лишившись кормовой базы, погибли травоядные, а затем и крупные хищники [Collins et al., 2012; Koeberl et al., 2012]. Повторное заселение этих территорий происходило через многие десятки лет при восстановлении растительного покрова и миграции животных с юга.

Если рассматривать проблему нахождения «пеплов» на территории области в целом, то выявляется одна странность. От ближайших вулканов Кавказа или Европы расстояние до сёл Горелка и Александровка Донская – не менее одной тысячи километров. Основная масса пеплов при их извержениях выпадает во всяком случае вблизи этих вулканов, и чем дальше от них, тем меньше должна быть мощность слоя вулканического пепла. В нашем же случае между предполагаемыми вулканическими источниками и рассматриваемыми пластами «пеплов» мощностью от 0,8 до 2,5 м, встречаются лишь их отдельные прослойки, толщиной до 20 см. В северных и восточных направлениях от этих мест такие отложения вообще не обнаружены. Всё это лишний раз заставляет сомневаться в вулканическом способе образования пластов «пеплов» в разрезах Горелка и Дуванка.

### Заключение

Исследования неогеновых и четвертичных пород современными аналитическими методами на данной территории никогда не проводились. Нами это сделано впервые. Нас особенно интересовали породы, которые со времени их открытия в 20-х годах прошлого века считались вулканическими пеплами. В результате исследования сделаны следующие выводы:

1. На территории Северного полушария Земли и в частности Воронежской области в последние 20 млн. лет неоднократно происходили катастрофические события за счёт столкновения Земли с достаточно крупными космическими объектами, что приводило к глобальным климатическим изменениям, вымираниям представителей фауны и флоры.

2. Особо интенсивные импактные воздействия на земную поверхность в виде воронок, образование которых может быть связано только с последствиями взрывов, происходили в период от 8 до 60 тыс. лет назад, захватывая конец плейстоцена и начало голоцен. Следы от возможных более древних импактных событий были уничтожены процессами эрозии.

3. Взрывные процессы, приводящие к разрушению космических объектов, могли осуществляться как на земной поверхности (или на некоторой её глубине), так и на любой высоте при их подлёте к Земле, что влияло на состав образуемых при этом пород.

4. Значительные содержания в исследуемых породах благородных и редких металлов, в первую очередь иридия, намного превышающие их кларковые значения, позволяют усомниться в их вулканическом происхождении. Более вероятным, по нашему мнению, способом образования так называемых пеплов являются взрывные процессы, которые происходят при столкновении Земли с обломками ядра кометы.

5. Обнаруженные нами в исследуемых породах очень большие количества благородных металлов, находящиеся там в дисперсном состоянии, позволяют поставить вопрос об их добыче в промышленных масштабах при разработке соответствующих технологий их извлечения.

## Список источников

1. Алексеенко В.А. 2011. Геоботанические исследования для решения ряда экологических задач и поисков месторождений полезных ископаемых. М., Логос, 244 с.
2. Ермолов В.А. 2008. Основы геологии. М., Издательство Московского государственного горного университета, 598 с.
3. Николаев В.А. 2006. Ландшафтovedение. М., Изд-во Географического факультета Московского государственного университета, 208 с.

## Список литературы

1. Грищенко М.Н. 1976. Плейстоцен и голоцен бассейна Верхнего Дона. М., Наука, 229 с.
2. Дубянский А.А. 1935. Предварительные сведения о вулканическом пепле, залегающем в окрестностях г. Павловск (Воронежской области). Труды Центрального научно-исследовательского геолого-разведочного института (ЦНИГРИ), 39: 3–18.
3. Жабин А.В., Дубков А.А., Золотарёва Г.С., Кузнецов Ю.А. 2020. Импактиты в четвертичных отложениях Воронежской антеклизы. Недра Поволжья и Прикаспия, 102: 18–31. DOI: 10.24411/1997-8316-2020-11023.
4. Жабин А.В., Жабина А.А. 2019. Влияние импактных событий на глобальные изменения природной среды в позднем плейстоцене и голоцене. В кн.: Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Материалы международной научно-практической конференции, 3–5 октября 2019, Воронеж, Цифровая полиграфия, 1: 40–43.
5. Жабин А.В., Савко А.Д., Сиротин В.И. 2008. Глинистые минералы осадочного чехла Воронежской антеклизы. Труды Научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета, 51: 1–92.
6. Иосифова Ю.И. 1992. О возрасте пеплосодержащей толщи в разрезе у с. Горелка Воронежской области. Стратиграфия фанерозоя центра Восточно-Европейской платформы, 36–59.
7. Мильков Ф.Н. 1977. Генезис и генетические ряды ландшафтных комплексов. В кн.: Землеведение. Сборник Московского общества испытателей природы. Новая серия. Т. 12. М., Изд-во Московского университета: 5–11.
8. Муртазов А.К. 2004. Экология околоземного космического пространства. М., ФИЗМАТЛИТ, 304 с.
9. Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И. 2001. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы. Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета, 3: 1–201.
10. Солнцев Н.А. 2001. Учение о ландшафте (избранные труды). М., Изд-во Московского университета, 384 с.
11. Холмовой Г.В. 2008. Морфоскопические особенности неогеновых и четвертичных вулканических пеплов Воронежской области. Вестник Воронежского госуниверситета. Серия: Геология, 1: 19–22.
12. Холмовой Г.В. 2013. Геологическая карта дочетвертичных отложений. В кн.: Экологогеографический Атлас-книга Воронежской области. Воронеж, Изд-во Воронежского государственного университета: 40–42.
13. Collins G.S., Melosh H.J., Osinski G.R. 2012. The Impact-Cratering Process. Elements, 8 (1): 25–30. DOI: 10.2113/gselements.8.1.25.
14. Koeberl C., Claeys P., Hecht L., McDonald I. 2012. Geochemistry of Impactites. Elements, 8 (1): 37–42. DOI: 10.2113/gselements.8.1.37.
15. Damuth J. 1981. Population density and body size in mammals. Nature, 290: 699–700. DOI: 10.1038/290699a0.
16. Firestone R.B., West A., Kennett J.R., Becker L., Bunch T.E., Revay Z.S., Schultz P.H., Belgya T., Kennett D.J., Erlandson J.M., Dickenson O.J., Goodyear A.C., Harris R.S., Howard G.A., Kloosterman J.B., Lechler P., Mayewski P.A., Montgomery J., Poreda R., Darrah T., Que Hee S.S., Smith A.R., Stich A., Topping W., Wittke J.H., Wolbach W.S. 2007. Evidence for an extraterrestrial impact 12900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104 (41): 16016–16021. DOI: 10.1073/pnas.0706977104.

## References

1. Grishchenko M.N. 1976. Pleistocen i golen bassejna Verhnego Dona [Pleistocene and Holocene of the Upper Don Basin]. Moscow, Pabl. Nauka, 229 p.
2. Dubyansky A.A. 1935. Predvaritelnye svedeniya o vulkanicheskem peple. zaledayushchem v okrestnostyakh g. Pavlovsk (Voronezhskoy oblasti) [Preliminary information about volcanic ash in the vicinity of Pavlovsk (Voronezh region)]. Trudy Tsentralnogo nauchno-issledovatelskogo geologo-razvedochnogo instituta (TsNIGRI), 39: 3–18.
3. Zhabin A.V., Dubkov A.A., Zolotareva G.S., Kuznetsov Yu.A. 2020. Impactites in the Quarterly Sediments of the Voronezh Anteclysis. Volga and Pricaspian regions resources, 102: 18–31 (in Russian). DOI: 10.24411/1997-8316-2020-11023.
4. Zhabin A.V., Zhabina A.A. 2019. Vliyanie impaktnykh sobytiy na globalnyye izmeneniya prirodnoy sredy v pozdнем pleistotsene i golotsene [Influence of impact events on global changes in the natural environment in the Late Pleistocene and Holocene]. In: Globalnyye klimaticheskiye izmeneniya: regionalnyye effekty, modeli, prognozy [Global climatic changes: regional effects, models, forecasts]. Materials of the international scientific and practical conference, October 03–05, 2019, Voronezh, Pabl. Tsifrovaya poligrafiya, 1: 40–43.
5. Zhabin A.V., Savko A.D., Sirotin V.I. 2008. Glinistyye mineraly osadochnogo chekhla Voronezhskoy anteklizy [Clay minerals of the sedimentary cover of the Voronezh anteclide]. Trudy Nauchno-issledovatelskogo instituta geologii Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 51: 1–92.
6. Iosifova Yu.I. 1992. O vozraste peplosoderzhashchey tolshchi v razreze u s. Gorelka Voronezhskoy oblasti [About the age of the ash-bearing strata in the section near the village. Burner of the Voronezh region]. Stratigrafiya fanerozooya tsentra Vostochno-Evropeyskoy platform, 36–59.
7. Mil'kov F.N. 1977. Geneticheskiye ryady landshaftnykh kompleksov [Genesis and genetic series of landscapes]. In: Zemlevedeniye. Sbornik Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Novaya seriya [Earth Research. Collected articles of the Moscow Society of Naturalist. New Series]. Vol. 12. Moscow, Pabl. Moscow University Press: 5–11.
8. Murtazov A.K. 2004. Ekologiya okolozemnogo kosmicheskogo prostranstva [Ecology of near-Earth space]. Moscow, Pabl. FIZMATLIT, 304 p.
9. Savko A.D., Manukovskij S.V., Mizin A.I. 2001. Litologiya i fatsii doneogenovykh otlozheniy Voronezhskoy anteklizy [Lithology and facies of pre-Neogene deposits of the Voronezh anteclide]. Trudy nauchno-issledovatelskogo instituta geologii Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 3: 1–201.
10. Solncev N.A. 2001. Uchenie o landshafte (izbrannye trudy) [Study of landscape: (selected works)]. Moscow, Moscow University Press, 384 p.
11. Kholmovoy G.V. 2008. Morphoscopic Features of the Neogene and Quaternary Volcanic Ashes of the Voronezh Oblast. Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology, 1: 19–22 (in Russian).
12. Kholmovoy G.V. 2013. Geologicheskaya karta dochetvertichnykh otlozheniy [Geological map of pre-Quaternary sediments]. In: Ekologogeograficheskiy Atlas-kniga Voronezhskoy oblasti [Ecological and geographical Atlas-book of the Voronezh region]. Voronezh, 40–42.
13. Collins G.S., Melosh H.J., Osinski G.R. 2012. The Impact-Cratering Process. Elements, 8 (1): 25–30. DOI: 10.2113/gselements.8.1.25.
14. Koeberl C., Claeys P., Hecht L., McDonald I. 2012. Geochemistry of Impactites. Elements, 8 (1): 37–42. DOI: 10.2113/gselements.8.1.37.
15. Damuth J. 1981. Population density and body size in mammals. Nature, 290: 699–700. DOI: 10.1038/290699a0.
16. Firestone R.B., West A., Kennett J.R., Becker L., Bunch T.E., Revay Z.S., Schultz P.H., Belgya T., Kennett D.J., Erlandson J.M., Dickenson O.J., Goodyear A.C., Harris R.S., Howard G.A., Kloosterman J.B., Lechler P., Mayewski P.A., Montgomery J., Poreda R., Darrah T., Que Hee S.S., Smith A.R., Stich A., Topping W., Wittke J.H., Wolbach W.S. 2007. Evidence for an extraterrestrial impact 12900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104 (41): 16016–16021. DOI: 10.1073/pnas.0706977104.



**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Жабин Александр Васильевич**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и геодинамики Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия

**Игнатенко Игнат Михайлович**, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной геологии и горного дела института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

**Донецкий Сергей Владимирович**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной геологии и горного дела института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Aleksandr V. Zhabin**, candidate of geological and mineralogical Sciences, associate Professor of the Department of general geology and geodynamics, Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Ignat M. Ignatenko**, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of applied geology and mining of the Institute of Earth Sciences of the Belgorod state national research University, Belgorod, Russia

**Sergey V. Donetskiy**, candidate of technical Sciences, senior lecturer, Department of applied geology and mining of the Institute of Earth Sciences of the Belgorod state national research University, Belgorod, Russia